Danskernes Historie Online
Danske Slægtsforskeres Bibliotek

Dette værk er downloadet fra Danskernes Historie Online

Danskernes Historie Online er Danmarks største digitaliserings-projekt af litteratur inden for emner som personalhistorie, lokalhistorie og slægtsforskning. Biblioteket hører under den almennyttige forening Danske Slægtsforskere. Vi bevarer vores fælles kulturarv, digitaliserer den og stiller den til rådighed for alle interesserede.

Støt vores arbejde – Bliv sponsor

Som sponsor i biblioteket opnår du en række fordele. Læs mere om fordele og sponsorat her: https://slaegtsbibliotek.dk/sponsorat

Ophavsret

Biblioteket indeholder værker både med og uden ophavsret. For værker, som er omfattet af ophavsret, må PDF-filen kun benyttes til personligt brug.

Links

Slægtsforskernes Bibliotek: https://slaegtsbibliotek.dk
Danske Slægtsforskere: https://slaegt.dk



Coelestem adspicit lucem.



KØBENHAVNS

BIND I-XIV

Udgivet af Københavns Universitet
ved 500 års jubilæet

Hovedredaktion

Svend Ellehøj under medvirken af
Leif Grane · Knud Waaben
Johannes C. Melchior
Povl Johs. Jensen
Mogens Pihl · Torben Wolff

G·E·C GADS FORLAG
KØBENHAVN

KØBENHAVNS UNIVERSITET 1479-1979 · BIND XII
© 1983 by Københavns Universitet
I kommission hos G·E·C Gads Forlag

I Almindelig historie 1479-1788
II Almindelig historie 1788-1936
III Almindelig historie 1936-1979. Befolkning. Foreninger
IV Gods. Bygninger. Biblioteker, 1980
V Det teologiske Fakultet, 1980
VI Det rets- og statsvidenskabelige Fakultet
VII Det lægevidenskabelige Fakultet, 1979
VIII Det filosofiske Fakultet 1
IX Det filosofiske Fakultet 2, 1979
X Det filosofiske Fakultet 3, 1980
XI Det filosofiske Fakultet 4, 1979
XII Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 1
XIII Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 2, 1979
XIV Universitets- og videnskabshistorisk bibliografi

Om tegningerne på titelbladene:

Ørnen, der fra portalen på Københavns Universitets hovedbygning skuer mod det himmelske lys, blev opsat efter forslag af professor i teologi M. H. Hohlenberg, som i ørnens høje flugt og skarpe blik, der tåler og stræber imod solens lys, så et symbol på tanken og granskningen. For at angive betydningen af det usædvanlige universitetssymbol affattede han den ledsagende indskrift. Træsnit efter original blok. KU.

Københavns Universitets ældste segl, der kun kendes fra et brev af 8. juni 1531, viser Skt. Peder med nøgle og bog under en gotisk baldakin. Omskriften lyder: s(igillum) v(n)iuersitatis studii haffnensis. Tegning af Th. Bergh i Henry Petersen: Danske gejstlige Sigiller fra Middelalderen, 1886. Naturlig størrelse.

ISBN 87-87848-13-9

Trykt af Bianco Lunos Bogtrykkeri A/S
Reproarbejdet udført af F. Hendriksens Eftf.

Forord

Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, der først blev oprettet i 1850, behandles i to bind af jubilæumsværket, hvoraf det her foreliggende bind XII efter en almindelig historisk indledning om fakultetets udviklingshistorie omhandler de såkaldte eksakte naturvidenskaber: matematik, astronomi, fysik og kemi. Disse fags heftige og stedse mere differentierede udvikling har medført, at opdelingen i adskilte fagområder sommetider måske kan forekomme noget uensartet, idet enkelte af disse områder lejlighedsvis er behandlet som selvstændige enheder og for andres vedkommende er henlagt under hovedfagets historie.

Det har, indtil udviklingen i den seneste tid af vort århundrede, været tilstræbt at betragte Københavns Universitets historie som et led i en dansk helhed, således at de videnskabelige studier, der er foregået uden for dette universitet, også i noget omfang er medtaget, særligt hvis de har været af betydning for undervisningen og forskningen her. Men for de sidste årtiers udvikling har det i almindelighed ikke været muligt at fastholde dette synspunkt. Så selvom fremstillingen af udviklingen til omkring midten af vort århundrede nok i mange træk – men dog også her ikke i alle – giver et ganske godt billede af dansk videnskabshistorie for de nævnte fags vedkommende, gælder dette ikke for den seneste tid.

Til udgivelsen af værket har Københavns Universitet modtaget støtte fra Amagerbanken, Andelsbanken, Arbejdernes Landsbank, Bikuben, Danmarks Nationalbank, Den Danske Bank, Handelsbanken, Privatbanken og Sparekassen SDS samt fra Reinh. W. Jorck og Hustrus Fond. Registrering af arkivalier og billedmateriale er udført med støtte fra Carlsbergfondet, Ny Carlsbergfondet og Statens humanistiske og samfundsvidenskabelige Forskningsråd. Til fremskaffelse af billedmateriale til det foreliggende bind er beredvillig hjælp ydet af Carlsbergfondets Billedarkiv, Det kgl. Bibliotek, ikke mindst bibliotekets Håndskriftafdeling og Kort- og Billedafdelingen, Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, Det nationalhistoriske Museum på Frederiksborg, Statsbiblioteket i Århus, Universitetsbibliotekets 1. og 2. afd. og en række universitetsinstitutter.

Til de nævnte institutioner og en lang række unævnte enkeltpersoner, som har vist projektet velvilje, retter værkets redaktion sin hjertelige tak.

København i september 1983.

Redaktionen

Indhold

Fakultetets almindelige historie. *Af Jørgen Broberg Nielsen og Ejvind Slottved* 1
Den økonomiske periode ca. 1750-1787 1
Oplysningstidens videnskabssyn 1
»Fremmede planter i en ny jordbund« 3
En videnskab i eksil 14
»Ny lapper paa en gammel kjol« 26
På tærsklen til en ny universitetsfundats 31
Emancipationsperioden 1788-1850 33
Det moderne universitet i støbeskeen 33
Grundvidenskabernes gennembrud og emancipation fra medicinen 36
Udbygning og konsolidering 45
Oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt 1829 54
Klassisk dannelse eller praktisk uddannelse? 56
Vejen mod et selvstændigt fakultet 61
Konsistorium reorganiseres 61
Lighedsprincippets sammenbrud 65
»Henlagt indtil videre« 67
Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet oprettes 69
Tilbageblik 1750-1850 74
Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet efter 1850 77
Fakultetets fag og lærere 78
Fakultetets studenter 85
Fakultetets fysiske rammer 87
Fakultetets eksaminer 92
Magisterkonferensen 1850-1915 92
Magisterkonferensen 1915-78 96
Skoleembedseksamen 1883-1960 98
Embedseksamen 1960-78 108

Matematik. *Af Kirsti Andersen og Thøger Bang* 113
Matematikken i Danmark 1479-1800 113
Træk af matematikkens generelle udvikling indtil 1800 116
Matematikken i Danmark til omkring 1700 121
Rasmus Bartholin og Georg Mohr 130
Matematikken i Danmark i 1700-tallet 138
Cirklens kvadratur 141
Fundamentet for infinitesimalregningen 142
Matematikhistoriske afhandlinger 144
Afhandlinger om »prøver« 145
Andre afhandlinger 145
Jens Kraft 147
Johan Nicolai Tetens 149
Landmåling og Caspar Wessel 150

Matematik efter 1800 ... 156
Dansk matematik hæves fra det provinsielle ... 160
Matematikken og romantikken. 1800-1830 ... 160
Håndfast oplæring på Polyteknisk Læreanstalt. 1830-60 ... 164
Fortsættelse. Spirer til et højere niveau. 1860-86 ... 170
Dansk matematik på internationalt niveau ... 173
Bedre kår på universitetet. 1886-1910 ... 173
Fremragende professorer. 1910-42 ... 179
De sidste år før de store forandringer. 1942-60 ... 188
Nutidens kvantitative og kvalitative vækst. 1960-79 ... 192
Litteratur ... 197

Datalogi. *Af Peter Johansen* ... 201
Datalogisk Institut ... 201
Opbygning ... 202
Forskning ... 203
Litteratur ... 211

Statistikkens teori. *Af Anders Hald* ... 213
Indledning ... 213
Tiden 1860-1950 ... 213
International videnskabelig baggrund. Laplace og Gauss ... 213
Tiden 1860-1910. Thiele og Westergaard ... 214
Tiden 1910-1935. Steffensen og Erlang ... 220
Brydningstiden 1935-1950 ... 223
Institutperioden 1950-1979 ... 224
Statistisk Institut 1953-1979 ... 224
Institut for matematisk statistik 1961-1976 ... 225
Statistisk forskningsenhed 1978-1979 ... 226
Litteratur ... 226

Forsikringsmatematik. *Af Jan M. Hoem* ... 229
Tiden før 1916 ... 230
Aktuarstudiet 1917-1974 ... 231
J. F. Steffensen ... 232
Konsolidering og nye signaler ... 233
Den aktuelle situation ... 235
Litteratur ... 235

Geodæsi. *Af Einar Andersen* ... 237
Forhistorien ... 237
Københavns Universitet kommer ind ... 238
Forskning ... 240
Internationalt samarbejde ... 242
Beslægtede fagområder ... 244
Publikationer ... 245
Litteratur ... 246

Astronomi. *Af Kristian Peder Moesgaard, Kurt Møller Pedersen og Bengt Strömgren*..... 247
Astronomi fra Babylon til Hven..... 247
Astronomisk lærdom før og efter Tycho..... 252
Undervisning og astrologi før 1600..... 254
Forskning på Hven 1576-97..... 257
Adelig forsker med kongelig bevilling..... 257
Hvor lå Uraniborg?..... 259
Tychos lille univers..... 262
Solteorier fra Tycho til Newton..... 265
Rigets deling..... 267
Universitetsastronomi mellem Tycho og Rømer..... 270
Astronomia Danica..... 270
Det astronomiske theater..... 275
Frem til Tychos posthume elev..... 278
Ole Rømer..... 279
Ole Rømers astronomiske instrumenter..... 283
Astronomi ved Københavns Universitet under Rømer..... 288
Kalenderreformen..... 294
Rømers efterfølgere..... 295
Horrebows astronomiske program..... 296
Solsystemet..... 298
Keplers ligning..... 300
Måneteori og parallakse..... 300
Horrebows fiksstjernekatalog..... 303
Venuspassagerne..... 305
Thomas Bugge..... 307
Astronomien efter 1815..... 311
Perioden 1815-1856. H. C. Schumacher og C. F. R. Olufsen..... 312
Perioden 1857-1875. H. L. d'Arrest og H. C. F. C. Schjellerup..... 319
Perioden 1875-1907. T. N. Thiele og C. F. Pechüle..... 330
Perioden 1907-1946..... 338
Perioden 1947-1980..... 350
Litteratur..... 358

Fysik. *Af Mogens Pihl*..... 365
Indledning..... 365
Tiden før H. C. Ørsted..... 366
Rasmus Bartholins opdagelse af lysets dobbeltbrydning..... 366
Ole Rømers fysiske arbejder..... 367
C. G. Kratzenstein..... 370
A. W. Hauch..... 371
Holberg og de eksakte naturvidenskaber..... 371
Oplysningstiden og fysikken. Ulrik Green..... 372
Matematikeren Jens Kraft..... 373
H. C. Ørsteds epoke..... 373
H. C. Ørsted..... 374
Thomas Buntzen..... 376

Udviklingen af de fysiske laboratorier i 1800-tallet ... 377
Den danske opdagelse af energiens bevarelse ... 378
Ørsteds efterfølger ved Københavns Universitet. C. V. Holten ... 379
L. V. Lorenz ... 380
Et væsentligt bidrag til fysikkens popularisering. H. O. G. Ellinger ... 383
Meteorologien i Danmark. Meteorologisk Institut ... 384
C. Christiansen. Hans tid og hans skole ... 386
C. V. Holtens efterfølger ved Københavns Universitet. C. Christiansen ... 387
Poul la Cour ... 389
Eksperimentalfysikken og P. K. Prytz ... 391
Fysikkens historie. Kirstine Meyer ... 392
C. Christiansens efterfølger ved Københavns Universitet. Martin Knudsen. Sophus Weber ... 393
J. P. Jacobsen ... 396
E. S. Johansen ... 396
Den første professor i teknisk fysik. Julius Hartmann ... 397
H. M. Hansen ... 399
R. E. H. Rasmussen ... 401
Meteorologisk Institut op til nutiden ... 401
Nogle andre fysiske laboratorier ... 403
Nutiden. Niels Bohrs tid ... 403
Niels Bohr. Træk af institutlivet på Blegdamsvej ... 404
Niels Bohrs medarbejdere i Danmark ... 409
Fysikundervisningen ... 416
Polyteknisk Læreanstalt. Danmarks tekniske Højskole ... 422
Litteratur ... 422

Kemi. *Af K. A. Jensen* ... 427
Indledning ... 427
De første 300 år ... 428
Alment ... 428
Galenikere og iatrokemikere ... 429
Ole Borch (1626–1690) ... 432
Morten Thrane Brünnich (1737–1827) ... 439
Christian Gottlieb Kratzenstein (1723–1795) ... 440
Kemisk undervisning og forskning 1778–1858 ... 442
Kemiske universitetslaboratorier 1778–1858 ... 442
Undervisning ... 447
Forskning ... 453
Hans Christian Ørsted (1777–1851) ... 453
William Christoffer Zeise (1789–1847) ... 465
Johan Georg Forchhammer (1794–1865) ... 475
Edvard August Scharling (1807–1866) ... 478
Kemisk undervisning og forskning 1859–1892 ... 480
Det nye kemilaboratorium ... 480
Laboratoriebestyrerne ... 481
Undervisning ... 486

Forskning ... 490
Kemisk undervisning 1890–1962 ... 502
Laboratorierne ... 502
Lærerne ... 506
Laboratorieundervisning ... 524
Forelæsninger ... 530
Kemisk forskning 1890–1962 ... 533
Uorganisk kemi ... 533
Organisk kemi ... 539
Fysisk kemi og kemisk fysik ... 549
Kemi på H. C. Ørsted Institutet ... 557
Laboratorierne ... 557
Lærerne ... 559
Undervisning ... 561
Forskning ... 562
Tilbageblik og fremblik ... 570
Litteratur ... 572

Personregister ... 581

Rettelser til bind XIII. Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet. 2. del ... 595

Fakultetets almindelige historie

Af Jørgen Broberg Nielsen og Ejvind Slottved

DEN ØKONOMISKE PERIODE CA. 1750-1787

Oplysningstidens videnskabssyn

Langt ind i det 18. århundrede var universitetets hovedformål at uddanne præster og embedsmænd til den gejstlige administration. Dets fagstruktur havde været næsten uændret siden fundatsen fra 1539, som Christian III havde givet det genoprettede lutheranske universitet. Den teologiske embedseksamen var reelt universitetets eneste afgangseksamen,[1] hvorimod de matematiske, filologiske og filosofiske discipliner alene blev betragtet som teologiens redskabsfag, der skulle bibringe studenterne de nødvendige forkundskaber til det teologiske studium gennem den i 1675 indførte *examen philosophicum*. Dialektikken, der havde sin oprindelse i middelalderskolastikken, var den altbeherskende videnskabelige metode, som studenterne fik indpisket gennem disputereøvelser. Formålet var ud fra logikkens faste regler at nå frem til en større begrebsafklaring på grundlag af den viden, der var nedfældet i den hellige skrift og de autoriserede klassiske forfattere. Ved det 18. århundredes begyndelse havde den dialektiske metode imidlertid udtømt sin åndelige kraft og var degenereret til en ren formaldisciplin, hvor disputerekunstens forfinelse blev et mål i sig selv. Dette kom ikke mindst til udtryk i øvelser omkring absurde emner som for eksempel, om Adam og Eva havde navler, karakteren af Kristi sved, og hvilken træsort Kundskabens Træ hørte til.[2]

Fremstillingen frem til fakultetets udskillelse fra Det filosofiske Fakultet i 1850 (s.1-77) er skrevet af Jørgen Broberg Nielsen, mens Ejvind Slottved har behandlet perioden efter 1850.

1. Ole B. Thomsen: *Embedsstudiernes Universitet*, 1975 (herefter forkortet Thomsen 1975), s. 198-202 og 269 ff. Henning Matzen: *Kjøbenhavns Universitets Retshistorie 1479-1879*, 1879 (herefter forkortet Matzen 1879), II. s. 163 ff. Universitetets øvrige eksaminer gav bortset fra den i 1736 indførte juridiske embedseksamen ingen erhvervskompetence. For at kunne praktisere som læge var den medicinske doktorgrad eller licentiatgrad nødvendig. Baccalauergraden havde kun betydning for dem, der stilede mod den filosofiske magistergrad, der ækvivalerede de øvrige fakulteters doktorgrad og som blandt andet gav erhvervskompetence til rektorembederne ved de lærde skoler.

2. Thomsen 1975, s. 82-90. Svend Erik Stybe: *Ludvig Holbergs Videnskabsfilosofi*, Filosofiske Studier I, 1978 (herefter forkortet Stybe 1978), s. 364-68.

Ludvig Holberg, der var stærkt præget af oplysningstidens utilitaristiske videnskabssyn, har i sine mange skrifter og skuespil latterliggjort disputerekunsten, i den form hvorunder den omkring 1730 blev drevet ved universitetet. Hvem har ikke moret sig over den opstandelse, den indbildske Erasmus Montanus vækker blandt bønderne, da han efter et ophold ved universitetet vender hjem og i en parodi på den dialektiske metode påviser, at Per Degn er en hane og Morlille en sten. Men Erasmus Montanus illustrerer også, at en ny matematisk erkendelsesteoretisk metode i konkurrence med dialektikken nu er ved at vinde indpas ved Københavns Universitet. På hans bror Jacobs spørgsmål, hvad man disputerer ved universitetet, svarer Erasmus pralende: »Jeg disputerer om vigtige og lærde sager, for exempel: om englene ere skabte før menneskene; om jorden er rund eller oval; om maane, soel, stjernerne, deres størrelse og distance fra jorden, og andet dislige«.[3]

Det skolastiske videnskabssyn hævdede med udgangspunkt i antikkens tænkere, at den fysiske verden er et skinbedrag, og at en erkendelse derfor kun kan nås ad tankens vej. I reaktion herimod begyndte i det 17. århundrede en ny videnskabsmetode at vinde frem. Dens foregangsmænd, Kepler, Galilei, Bacon og Newton, påviste, at ikke tanken, men observationer og eksperimenter, er erkendelsens sande grundlag. Med udgangspunkt i en empirisk-induktiv metode hævdede de, at naturen er reguleret af love, der kan påvises gennem observationer, eksperimenter og efterprøven samt beskrivelse, ordning og teoridannelse. Descartes, der satte tvivlen i stedet for troen som forskningens sande udgangspunkt, gav det nye videnskabssyn sit filosofiske grundlag.[4] Omkring midten af det 18. århundrede var det nye videnskabssyn og dens metode slået igennem inden for fagene astronomi og fysik ved de fleste europæiske universiteter. Men de øvrige naturvidenskabelige fag haltede bagefter. De var hverken blevet systematiserede som selvstændige fag eller havde tilegnet sig en rigoristisk kvantitativ metode, der er nødvendig, hvis naturens mange enkelte fænomener skal klassificeres og lovmæssigheder uddrages. Fagene botanik, zoologi, mineralogi og kemi fik således først et egentligt gennembrud som selvstændige videnskaber hen mod slutningen af det 18. og de første decennier af det 19. århundrede.[5]

Men også oplysningstidens pragmatiske livssyn, hvor tingenes »nytte« blev en målestok for samtidens interesse, fik stor betydning for visse af de naturvidenskabelige discipliner. Statsmagten kunne i fag som botanik, zoolo-

3. *Ludvig Holberg Værker* IV, 1970, s. 157, 160 og 183-84. Stybe 1978 s. 367-68 og 373.
4. Thomsen 1975, s. 92-93. Stybe 1978, s. 369 ff.
5. M. S. Anderson: *Europe in the Eighteenth Century 1713-1783,* London 1966, s. 289-93. Charles Singer: *A Short History of Scientific Ideas to 1900,* Oxford 1972, s. 288-416.

gi og mineralogi se en direkte økonomisk nytteværdi, hvorimod man kun havde ringe forståelse for naturvidenskabelig grundforskning og teoridannelse, hvor nytteværdien ikke var umiddelbar håndgribelig. Men et industrielt gennembrud havde på dette tidspunkt endnu ikke demonstreret naturvidenskabernes store betydning for samfundsøkonomien.

Tidens interesse for videnskab var kun overfladisk og begrænsede sig til populære selskabelige adspredelser omkring fysiske og elektriske eksperimenter, snarere end en seriøs udforskning af naturen. Alligevel lå heri kimen til det naturvidenskabelige gennembrud, da det betød et fremskridt i forhold til raritetskabinetterne med alskens mærkværdige genstande, der var et produkt af det 17. århundredes encyklopædiske videnskabssyn med dens tilfældige og usystematiske trang til at samle og registrere vor viden om naturen. Den almindelige interesse for videnskab var samtidig et symptom på en begyndende forståelse for, at den fysiske verden er styret af love, at naturens fænomener kan logisk klassificeres, og at disse love og klassifikationer kan opdages gennem iagttagelse og omhyggelig måling.[6]

»Fremmede planter i en ny jordbund«

Matematikkens og naturvidenskabernes aner ved Københavns Universitet kan med sikkerhed føres tilbage til *fundatsen af 1539,* hvor der var normeret lærestole i matematik og fysik. Sidstnævnte var dog oprindelig en ren filosofisk lærestol, idet fundatsen beskrev dens virkeområde som naturfilosofi; men den fik efterhånden et mere naturvidenskabeligt tilsnit, da eksperimentalfysik blev optaget som bidisciplin.[7]

I begyndelsen af det 17. århundrede vandt også enkelte andre naturvidenskabelige discipliner indpas ved universitetet, skønt ikke som selvstændige lærestole. Denne udvikling blev lettet ved, at de enkelte artium-fag[8] ikke var klart afgrænsede fra hinanden. Indholdet af de enkelte lærestole var derfor i realiteten yderst fleksibelt. Denne fleksibilitet i de faglige afgrænsninger

6. M. S. Anderson: anf. værk, s. 291-92.

7. Ejvind Slottved: *Lærestole og Lærere ved Københavns Universitet 1537-1977,* 1978 (herefter forkortet Slottved 1978), D.5 og D.6. N. Kragh og S. Stephanius: *Christian den Tredie's Historie,* 1776, I. deel, s. 662.

8. Artium-fagene var de deldiscipliner, der indgik i universitetets »examen styli et artium«, som var en forberedende eksamen til de egentlige universitetseksaminer, og omfattede fagene grammatik, retorik, dialektik, matematik, fysik, musik, græsk, hebraisk og metafysik. Undervisningen blev varetaget af professorerne i Det filosofiske Fakultet, indtil eksamen blev ophævet i 1805, jfr. Thomsen 1975, s. 37-38 og Matzen 1879, s. 122 ff.

åbnede mulighed for såvel en fagdublering som for undervisning i nye specielle discipliner. En professor kunne følgeligt påtage sig at forelæse i et endnu ikke dyrket fag ved siden af sit egentlige lærestolsfag. Lærestolen i *matematik* optog omkring 1600 således *astronomi* som bidisciplin, der efter oprettelsen af endnu en lærestol i matematik i 1621 efterhånden fik en mere fremtrædende stilling. En udvikling, der dog først kodificeredes med fundatsen af 1788, hvor lærestolens indhold blev defineret som matematik og astronomi med hovedvægt på astronomi.[9] *Botanik* vandt antagelig indpas ved universitetet, da Christian IV år 1600 skænkede universitetet en lille botanisk have, og *kemi* omkring midten af det 17. århundrede. Begge fag, der havde deres eksistensgrundlag i den medicinske videnskabs fremskridt, blev imidlertid kun betragtet som medicinske hjælpevidenskaber, og undervisningen var normalt tillagt de to medicinske professorer som bidiscipliner.[10]

Fundatsen af 1732 førte til en svækkelse af naturvidenskabernes i forvejen svage stilling. Dens hovedformål var at bringe universitetet på fode efter forfaldsårene i begyndelsen af århundredet samt bedre professorernes lønforhold. Prisen herfor var nedlæggelse af tre lærestole i Det filosofiske Fakultet, heriblandt den gamle lærestol i naturfilosofi og eksperimentalfysik. Derimod blev den overtallige lærestol i matematik, der var oprettet i 1621, fastnormeret. Fundatsen fordelte naturvidenskaberne mellem Det medicinske og Det filosofiske Fakultet i overensstemmelse med allerede eksisterende forhold. De to medicinske professorer skulle foruden medicin og farmakologi således også varetage undervisningen i botanik og kemi; og de to matematiske professorer skulle påtage sig astronomien. Det nedlagte professorat i naturfilosofi og eksperimentalfysik blev fordelt mellem de medicinske og matematiske professorer. Men ingen af disse synes dog i praksis at have videreført nogen undervisning i faget.[11]

Andre naturvidenskabelige fag så som geologi og zoologi var ikke nævnt i fundatsen, skønt begge fag sammen med botanik og kemi havde haft en blomstringsperiode ved Københavns Universitet i den sidste halvdel af det 17. århundrede.[12] Men incitamentet til en udbygning af naturvidenskaberne

9. Thomsen 1975, s. 38-39, Slottved 1978, D.6 og D.15.

10. Matzen 1879, II, s. 254-55. Thomsen 1975, s. 39. Slottved 1978, C.3 og D.21. Mellem 1660-1690 blev undervisningen i botanik og kemi varetaget ved en lærestol i Det filosofiske Fakultet – et personligt professorat til Ole Borch.

11. Thomsen 1975, s. 72-73. Matzen 1879 I, s. 105-06. Universitetets fundats 1732 31/3 § 3 og 5, trykt i W. Norwin: *Københavns Universitet i Reformationens og Orthodoxiens Tidsalder* II, 1940, s. 113-51. *Lectiones Publicæ Professorum in Regia Universitatate Hafniensi* 1733-50.

12. Ragnar Spärck: *Undervisningen i Zoologi ved Københavns Universitet, et tilbageblik over 300 år,* Festskrift udg. af Københavns Universitet, 1962, s. 9-28. Axel Garboe: *Geologiens Historie i Danmark* I, 1959 (herefter forkortet Garboe 1959), s. 18-88.

var heller ikke til stede, da de blev anset for tilstrækkelig dyrket ved *examen philosophicum* med fagene matematik, astronomi og fysik,[13] og nye fag lod sig kun vanskeligt indpasse i universitetets eksaminer, med mindre traditionelle fag til gengæld måtte vige – en for samtiden uhyrlig tanke. Oprettelse af nye lærestole i naturvidenskaberne var der desuden hverken interesse eller økonomisk mulighed for, da hovedparten af universitetets indtægter, der hovedsageligt stammede fra dets jordegodstienders, var båndlagt til aflønning af de 15 faste lærestole. Professorerne var nemlig ikke aflønnet med en fast pengeløn, men derimod tillagt indtægterne fra en nærmere fastsat andel af universitetets jordegods – et *corpus*.[14] Skulle nye lærestole oprettes, indebar det derfor, enten at staten selv påtog sig lønbyrden, hvilket den traditionelt var tilbageholdende med på grund af enevældens næsten konstante statsfinansielle kriser, eller at universitetets jordegods blev omfordelt, hvilket ville betyde en forringelse af professorernes lønforhold. Universitetet var således fastfrosset i en forældet fagstruktur, som kun vanskeligt lod sig ændre, med mindre en radikal reform af dets økonomiske struktur samtidig blev gennemtvunget.

Årene efter 1732 blev præget af en markant holdningsændring til naturvidenskaberne, især fra statsmagtens side. Der var to motiver hertil. Det første var en konsekvens af tidens statsøkonomiske system, merkantilismen, der havde sin oprindelse i 1600-tallets Frankrig. Efter merkantilistisk opfattelse var der en snæver sammenhæng mellem et lands velstand og dets beholdning af ædelmetaller. Den økonomiske politik måtte derfor se det som sit mål at hæmme importen og fremme eksporten gennem at styrke det indenlandske produktionsapparat. Da det danske landbrug i 1730'erne blev ramt af en kraftig afsætningskrise, tog en statslig manufakturpolitik følgelig et opsving med det formål at fremme den indenlandske produktion til gavn for samfundsøkonomien og statsfinanserne. Denne politik kulminerede i Frederik V.s regeringstid (1746-1766) under ledelse af grev Bernstorff. I tilknytning til den merkantilistiske opfattelse hævdede de tyske kameralister, at den væsentligste forudsætning for en styrkelse af statsfinanserne var et bedre kendskab til de enkelte indtægtskilders natur. Staten skulle kort sagt fremme kendskabet til landbrug, skovbrug, bjergværksdrift og andre næringsveje, som udgjorde grundpillerne i dens indtægter. Under indtryk heraf rettede staten sin

13. Fundats 1732 31/3 § 37. RA. KU. 35.11.01-08. Hovedkarakterprotokoller 1675-1775. Examen philosophicum, der var oprettet i 1675 i den hensigt at rette op på studenternes sparsomme forkundskaber, fungerede som forberedende eksamen til universitetets embedseksaminer og grader. Disse er nærmere behandlet i bd. VIII.

14. Matzen 1879 II, s. 287-95. Slottved 1978, s. 22-30. Fundats 1732 31/3 § 97. Corporasystemet er behandlet i bd. IV.

interesse mod naturvidenskaberne, især naturhistoriske fag som botanik, zoologi og geologi, der ud fra tidens forestillinger om deres nationaløkonomiske betydning faldt godt i tråd med den merkantilistisk-kameralistiske politik.[15]

Statsøkonomiske interesser var dog ikke den eneste drivfjeder. Et andet motiv, uagtet det ikke direkte fremgår af kilderne, har antagelig været et ønske om at fremme den dansk-norske stats anseelse i udlandet.[16] Det økonomiske syn på naturvidenskaberne, især de naturhistoriske fag, var allerede slået igennem ved flere tyske universiteter. I Halle således allerede omkring 1730 og få år senere også i Göttingen.[17] Og i Sverige havde botanikeren Carl von Linné i løbet af 1730'erne skabt svensk videnskab et internationalt ry.[18] Da de europæiske stater konkurrerede på ære og anseelse, har det enevældige styre i Danmark med et øje til den politiske fjende, Sverige, næppe været blind over for den prestige, man kunne vinde ved at have et internationalt estimeret universitet i København. Staten måtte således se det som en vigtig opgave at få etableret en undervisning i naturvidenskaberne ved Københavns Universitet. Men dette var i hele sin struktur en ortodoks lutheransk præsteskole og savnede en naturvidenskabelig tradition at bygge på, da denne var gået tabt under forfaldsårene i begyndelsen af århundredet, selvom dansk naturvidenskabelig forskning i den sidste halvdel af det 17. århundrede havde gjort sig

15. De naturhistoriske fag blev i det 18. århundrede ofte sammenfattet under betegnelsen »oeconomie« som følge af samtidens økonomisk anlagte nyttesyn på disse discipliner.

16. Prestigemotivet er anført i Rasmus Nyerup: *Historisk-Statistisk Skildring af Tilstanden i Danmark og Norge* III.2, 1805 (herefter forkortet Nyerup 1805), s. 330. Indirekte kommer prestigemotivet til udtryk i regeringens forsøg på at presse universitetet til at optage en professor i »oeconomie« i 1756, hvor det blev fremhævet, at dette allerede var sket ved en del »udenlandske universiteter«. Også den samtidige litteratur, der henvender sig til et internationalt publikum, viser, hvor bevidst man har været over for landets omdømme. Jf. f.eks. Fr. A. Büsching: *Nachrichten von dem Zustande der Wissenschaften und Künste in den Königlich Dänischen Reichen und Ländern,* Erster Band, København og Leipzig 1754. Josias Lorch: *Fortgesetze Nachrichten von dem Zustande der Wissenschaften und Künste in der Königl. Dänischen Reichen und Ländern,* Band I-IV, København og Leipzig 1758-68.

17. Friedrich Paulsen: *Die deutschen Universitäten und das Universitätsstudium,* Berlin 1902, s. 52-59. Friedrich Paulsen: *Geschichte des gelehrten Unterrichts auf den deutschen Schulen und Universitäten,* Leipzig 1885, s. 425-26. M. S. Anderson: *Europe in the Eighteenth Century 1713-1783,* London 1966, s. 287-89. Thomsen 1975, s. 597-99. Det nye syn på naturvidenskaberne var også trængt igennem ved en række andre europæiske universiteter som f.eks. Edinburgh, Wien og Leiden, men disse fik dog i modsætning til Halle og Göttingen kun ringe indflydelse på udviklingen i Danmark.

18. Sten Lindroth: *Uppsala Universitet 1477-1977,* Uppsala 1976, s. 92 ff. I Sverige blev naturvidenskaberne i 1750 yderligere styrket med oprettelsen af selvstændige lærestole i fagene eksperimentalfysik og kemi ved universitetet i Uppsala.

international bemærket med navne som Ole Worm, Rasmus og Thomas Bartholin, Niels Steensen og Ole Rømer.[19] Man måtte altså søge andre veje.

De første skridt blev taget, da man i 1750 sendte en ung student, *Georg Tycho Holm,* til Uppsala for at studere botanik under Linné; og senere fulgte andre som f.eks. *Peter Ascanius, J. C. Fabricius og Johan Zoega.*[20] Alt tegnede sig således til, at nye naturvidenskabelige lærestole med tiden ville kunne besættes med mænd, der havde deres ståsted i et dansk akademisk miljø. Men regeringen kunne ikke vente og søgte at fremskynde udviklingen gennem at indkalde udenlandske videnskabsmænd. Rasmus Nyerup skrev kritisk herom i sine universitetsannaler et halvt århundrede senere: »Disse videnskaber vare i en vis henseende at betragte som fremmede planter i en ny jordbund; men ved hjelp af vedbørlig pleje og den naturlige varme vilde de sandelig nok kunne have trivedes, ligesaavel her som i Sverige; men man vilde strax see frugter. Man greb da til at betjene sig af drivhusvarme og indkaldte fremmede lærde«.[21]

Hverken regeringen eller universitetet stod fremmede over for tanken om at indkalde udenlandsk ekspertise. Regeringen havde gjort flittigt brug heraf i sin manufakturpolitik, og ved universitetet var adskillige professorater i det 17. og 18. århundrede blevet besat med udlændinge, især tyskere. Otto Thott, der var deputeret i Kommercekollegiet og senere blev oversekretær i Danske Kancelli og universitetets patron, havde således allerede i 1735 i et merkantilistisk-kameralistisk programskrift gjort sig til talsmand for at indkalde en fremmed professor i særlige »nøttige videnskaber« som for eksempel mekanik og eksperimentalfysik.[22] Da regeringen i 1752 på grev Bernstorffs initiativ indkaldte den tyske læge *Georg Christian Oeder* til at være professor i »oeconomie« ved Københavns Universitet,[23] var det således i fuld overensstemmelse med en allerede etableret praksis.

Før Oeder kunne overtage sit professorat, skulle han i henhold til fundatsen af 1732 først kvalificere sig ved en offentlig disputats.[24] Under forsvaret af

19. Som note 12.

20. Holger Hansen: *Natural- og Husholdnings-Kabinettet paa Charlottenborg,* Historiske Meddelelser om København I.5, 1915-16 (herefter forkortet Hansen 1915-16), s. 181. Carl Christensen: *Den Danske Botaniks Historie* I, 1924-26 (herefter forkortet Christensen 1924-26), s. 68.

21. Nyerup 1805, s. 314-15.

22. *Otto Thott's Uforgribelige Tanker om Kommerciens Tilstand, et nationaløkonomisk programskrift fra 1735,* udg. ved Kristof Glamann, 1966, s. 107.

23. Nyerup 1805, s. 315. Thomsen 1975, s. 432-33. Hvor der i det følgende refereres til statens eller regeringens universitetspolitik, er det sædvanligvis som et generelt udtryk for den politik, der blev udformet af Danske Kancelli eller Universitetspatronen og efter 1805 af Universitetsdirektionen.

24. Fundats 1732 31/3 § 7.



Fig. 1. Georg Christian Oeder (1728-1791) havde taget den medicinske doktorgrad ved universitetet i Göttingen, og studeret botanik under den berømte Albrecht v. Haller, da J. H. E. Bernstorff udså ham til at beklæde det planlagte embede som professor i »oeconomie« ved Københavns Universitet. Efter at være blevet vraget af universitetet blev han i 1754 udnævnt til kgl. professor botanices og fik til opgave at anlægge en botanisk have ved Amalienborg. Efter Struensees fald fik hans fjender ham forflyttet til Oldenborg som landfoged. Som botaniker er han mest kendt som udgiver af værket Flora Danica. Kobberstik fra 1793. KB. Billedsamlingen.

denne – »de irritabilitate« –, der var i medicinsk-fysiologi og som normalt for datidens lærde afhandlinger skrevet på latin, blev han heftigt angrebet ex auditorio af to studenter, hvoraf den ene var den senere professor i medicin og botanik, *C. Friis Rottbøll.* Angrebene, der angik rene petitesser, var især rettet mod hans mangelfulde latin og ikke disputatsens videnskabelige indhold. Oeder, der blev stærkt ophidset, kunne ikke klare sig verbalt mod de to studenter, da han ikke mestrede disses dialektiske færdigheder, indøvet gennem mange lignende latinske disputatser på kollegierne. For tilhørerne med rektor i spidsen forekom det derfor, at studenterne havde ret; og disputatsen blev afvist.[25]

Dette var en streg i regningen for regeringen; og universitetets rektor, *H. P. Anchersen,* blev afkrævet en forklaring af patronen. Rektor Magnificus forsøgte her at undskylde de to studenter, selvom han erkendte, at især Rottbøll var gået for vidt. Han lagde imidlertid ikke skjul på sin egen holdning: »Jeg haver nok været tilstede paa nogle hundrede disputationer, endog af ganske unge studentere, men aldrig hørt en slettere«. Årsagen, fandt han, var Oeders

25. Holger Hansen: *Den botaniske Have ved Amalienborg,* Historiske Meddelelser om København I.3, 1911-12 (herefter forkortet Hansen 1911-12), s. 525.

dårlige latin. For eksempel havde han begået en grammatisk fejl på disputatsens titelblad, hvilket rektor, der var professor i latinsk filologi, anså for »barbarisk«. En anden grammatisk fadæse, og dem var der mange af, blev betegnet som »en af de groveste vildelser, nogen kan begaae«. Han sluttede sin redegørelse med at placere det fulde ansvar for skandalen på regeringens egne skuldre: »Gud forlade dennem, som føre os unge fremmede doctores i landet, der ikke her kunde blive studentere engang«.[26]

Oeders disputats og dermed hans ansættelse ved universitetet var blevet fældet på et klassisk humanistisk videnskabs- og lærdomsideals præmisser. Man kunne ikke acceptere en mand, der hverken mestrede latinen eller de dialektiske færdigheder. Altså kort sagt manglede en klassisk dannelse. Men slutbemærkningen i rektors redegørelse lader ane, at også en gryende nationalisme bar sin del af ansvaret. Indkaldelsen af Oeder må have været en torn i øjet på dem, der følte, at landets egne borgere skulle have førsteret til statens embeder. Et synspunkt, der sejrede med loven af 1775 om indfødselsretten. Uagtet det ikke fremgår af kilderne, hvilket ansættelsesforhold regeringen havde tiltænkt Oeder, er det ikke usandsynligt, at det primære motiv bag universitetets skarpe afvisning i virkeligheden bundede i en skjult frygt for, at hans ansættelse skulle medføre indgreb i fundatsens stillingsnormering og således afstedkomme en omfordeling af professorernes corpora. Universitetet må ihvertfald have haft vægtige grunde til at trodse staten, der enevældigt havde forbeholdt sig retten til at besætte professoraterne ved Københavns Universitet.[27]

Den tyske fysiker, *Christian Gottlieb Kratzenstein,* blev 1753 af regeringen kaldet til at være ekstraordinær professor i eksperimentalfysik og designeret professor i medicin.[28] Regeringen forsøgte herved at råde bod på den mangelfulde undervisning i eksperimentalfysik, der var blevet en følge af lærestolens nedlæggelse i 1732. Hans ansættelse mødte ikke samme modstand som Oeders, og en offentlig disputats blev ikke krævet.[29] Kratzenstein ville også have været vanskelig at afvise, uden at Københavns Universitet samtidig

26. Rasmus Nyerup: *Langebekiana eller Bidrag til den Danske Litterairhistorie,* 1794, s. 334 ff.
27. Fundats 1732 31/3 § 6. Matzen 1879 II, s. 10-16. Ved kgl. res. 1752 8/9 blev Oeder bevilget en årlig pension på 400 rd. fra 1/4 s.å. at regne, hvilket tyder på, at staten ikke selv havde haft til hensigt at finansiere professoratet i botanik. Det må derfor have været tanken, enten at han skulle overtage en normeret lærestol, eller at universitetet skulle finansiere professoratet af dets egne midler. Jf. RA. Partikulærkammeret, Bilag til regnskaber 1764, indtægts- og udgiftsordrer nr. M 3 litra A.
28. RA. DK. D.20. Sjællandske tegnelser 1753 21/5 nr. 221.
29. B. Løgstrup: *Universitetets almindelige Historie 1732-1788,* Københavns Universitet 1479-1979 I, manuskript s. 173.

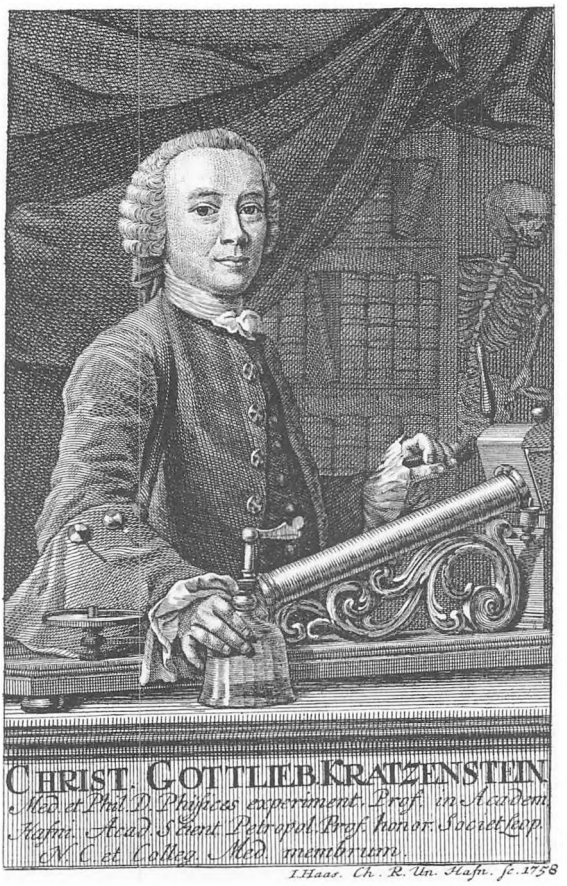


Fig. 2. Christian Gottlieb Kratzenstein (1723-1795) havde vakt så megen international opmærksomhed med sine afhandlinger om elektricitetens anvendelse i medicinens tjeneste, at han allerede som 23 årig, kort efter at have taget den medicinske doktorgrad i 1746, blev udnævnt til professor i fysik ved universitetet i Halle og to år senere blev kaldet af den russiske regering til at være professor ved universitetet i St. Petersborg. På en rejse for den russiske regering passerede han i 1752 København, og det blev formentlig ved denne lejlighed aftalt, at han skulle kaldes til Københavns Universitet som professor physices experimentalis og professor designatus medicinæ. Ved ankomsten til København var rygtet om hans elektriske eksperimenter ilet forud for ham, og han havde vanskeligt ved at finde en bolig, da man frygtede, at hans elektriske maskine skulle tiltrække lyn. Hans forelæsninger, der var meget besøgt af offentligheden, blev holdt på latin eller tysk, og først omkring 1780 benyttede han det danske sprog i forelæsninger og skrifter. Stik fra 1758 af J. Haas. KB. Billedsamlingen.

havde mistet prestige inden for den europæiske universitetsverden, da han var en international kendt videnskabsmand og allerede havde været professor ved det berømte universitet i Halle og derefter i Skt. Pedersborg.[30] Men den værste anstødssten var på forhånd fjernet, idet hans ekstraordinære professorat blev aflønnet af statskassen med 600 rd. om året, og som professor designatus til en af de normerede lærestole i medicin trådte han ind i Det medicinske Fakultet og kunne uden større problemer indpasses i universitetets fagstruktur.[31] Hans ansættelse udgjorde derfor ikke nogen trussel mod stillingsnormeringen.

Kratzenstein, der af eftertiden især er kendt for sine studier i elektricitet, var en af tidens store polyhistorer og dyrkede stort set alle naturvidenskabeli-

30. E. Snorrason: *C. G. Kratzenstein and his Studies on Electricity,* Odense 1974, s. 63-87.
31. RA. Rtk. 222.100. Kgl. reskripter 1753 28/9 nr. 76.

ge discipliner. Således annoncerede han offentlige forelæsninger fire gange om ugen over botanik og zoologi efter Linnés system i årene 1754-61, 1765-67 og 1775-80 samt over kemi 1754-86. Desuden læste han fast over eksperimentalfysik lige til sin død i 1795 samt i perioder også over anvendt matematik, astronomi, mekanik og optik.[32] Han var kort sagt en bredt favnende videnskabsmand, og med ham fik universitetet reelt, omend ikke formelt, sin første rigtige naturvidenskabelige lærestol, idet hans egentlige lærestolsfag efter overtagelsen af en normeret lærestol i 1763 blev medicin.[33]

Da universitetet nu havde fået en professor i eksperimentalfysik, som også læste over andre naturvidenskabelige discipliner, var det naturligt, at staten ønskede at udnytte hans kvalifikationer bedre, end det var muligt gennem en deleksamen i fysik ved examen philosophicum. Det var på den baggrund, at universitetets patron, *grev Holstein*, i 1754 nedsatte en kommission, der fik til opgave at overveje, om de matematiske og især fysiske studier kunne fremmes og give anledning til »nyttige opdagelser« ved at opmuntre de teologiske studenter til at studere og lade sig eksaminere i disse fag.[34] Ideen, der set med nutidens øjne kan virke noget absurd, var nærliggende såvel ud fra tidens tankegang som universitetets snævre fagstruktur og skal ses i tilknytning til regeringens landboreformplaner i 1750'erne, idet langt den overvejende del af universitetets studenter var teologer, hvoraf mange kunne forvente at slutte deres karriere som præster på landet. Deres indsigt i naturvidenskabernes økonomi kunne her udmøntes i driftsreformer på præstegårdsjorderne og ved eksemplets magt brede sig til bønderne.

Kommissionen, der bestod af de tre medicinske professorer, heriblandt Kratzenstein, og de to matematiske, gik i sin betænkning ud over kommissoriets retningslinier ved også at inddrage de juridiske studenter og udvide fagrammen med naturhistorie. Studenternes lyst til at give sig i kast med de ekstra studier foreslog de stimuleret gennem at oprette fire nye legater, hver på i alt 50 rd.[35] Men det var imidlertid ikke regeringens hensigt, at planen

32. *Lectiones Publicæ Professorum in Regia Universitate Hafniensi* 1754-1771. *Lectiones Publicæ & Privatæ Professorum in Regia Universitate Hafniensi* 1772-1786. *Catalogus Lectionum a Professoribus in Vniversitate Regia Hafniensi Habendarum* 1786-1788. *Catalogus Praelectionum in Vniversitate Regia Hafniensi Habendarum* 1789-1794.

33. Slottved 1978, C.2 og 8. Kratzensteins lærestol i eksperimentalfysik bortfaldt, da han i 1763 blev professor ordinarius i medicin, og hans gage på 600 rd. fra kongens kasse blev inddraget. Han fortsatte ganske vist sine forelæsninger over eksperimentalfysik m.m., men nu som bifag til sin medicinske lærestol, idet de normerede medicinske professorater var tillagt de naturvidenskabelige discipliner som bifag. Jf. note 10.

34. RA. DK. D.99. Oversekretærens brevbog 1754 27/2 nr. 56.

35. RA. DK. D.101. Kancelliets breve 1754 27/2 nr. 56, heri kommissionsbetænkning 1754 30/7. De juridiske studenter var fritaget for examen philosophicum.

skulle føre til udgift for kongens kasse; og da kommissionen til formålet ikke kunne anvise nogen af universitetets eksisterende legater, som de hævdede, alle blev bestyret af de teologiske professorer,[36] blev dens betænkning henvist til prøvelse i en ny kommission, hvor Det teologiske Fakultet var repræsenteret. Da de gejstlige medlemmer her tog afstand fra forslaget, var dets skæbne beseglet, og det blev henlagt uden noget resultat.[37]

Regeringen havde dog ikke hermed opgivet at få etableret en undervisning i de naturvidenskabelige fag ved universitetet. På initiativ af prokansler *Erik Pontoppidan* forsøgte den sig i 1756 med et nyt udspil. Denne gang ved at presse universitetet til at optage en professor i »oeconomie«[38] ligesom ved en del »udenlandske universiteter«, men uden at oprette en ny lærestol. Som noget radikalt nyt skulle undervisningssproget ved det nye lærefag være dansk og ikke som normalt latin.[39] Universitetet afviste imidlertid blankt forslaget med den taktiske begrundelse, at det hverken kunne pege på nogen person, der kunne forrette undervisningen, eller hvilken løn denne skulle have. Det lykkedes dog Erik Pontoppidan at overtale Kratzenstein og H. J. Sevel til at påtage sig henholdsvis den fysiske og den politiske del af undervisningen.[40]

Ordningen må imidlertid ikke have levet op til forventningerne,[41] for med et kgl. reskript af 1761 18/9 tog sagen en anden vending. Det vrangvillige universitet fik nu dikteret, at kongen påtænkte at beskikke en professor i »oeconomie«, der efter senium skulle ascendere i Det filosofiske Fakultet.[42]

36. RA. DK. D.101. Kancelliets breve 1754 27/2 nr. 56, heri professor B. J. de Buchwalds skrivelse 1754 25/9.
37. RA. DK. D.101. Kancelliets breve 1756 29/4 nr. 141. Nyerup 1805, s. 315-24.
38. Som note 15.
39. RA. DK. D.149a 3b. Diverse akter, heri kopi af brev fra Erik Pontoppidan til grev Holstein 1756 12/1. RA. DK. D.99. Oversekretærens brevbog 1756 3/9 nr. 294.
40. RA. DK. D.101. Kancelliets breve 1756 3/9 nr. 294, heri skrivelse fra universitetet 1757 29/1. RA. KU. 12.05.01. Circularia 1750-58 s. 544 ff.
41. Ingen forelæsninger over »oeconomie« er annonceret i *Lectiones Publicæ Professorum in Regia Universitate Hafniensi* 1757-1761.
42. RA. DK. D.20. Sjællandske tegnelser 1761 18/9 nr. 470.

Til tabel 1: Hvor intet andet er anført, hører lærestolen under Det filosofiske Fakultet. Kemi var indtil 1795 og botanik indtil 1797 tillagt de medicinske professorer som bifag.
Kilder: E. Slottved: *Lærestole og lærere ved Københavns Universitet 1537-1977*, 1978. RA.DK. Sjæll. Tegn. 1778 22/7 nr. 441 og Sjæll. Reg. 1779 24/3 nr. 187. RA.DK. Patronen for Københavns Universitet, forestillinger 1794-1805, 1800 25/9 nr. G. 207. RA.DK. Universitetsdirektionen, forestillinger 1815 12/10 nr. 485, 1818 16/1 nr. 591, 1823 30/10 nr. 897, 1825 22/9 nr. 959, 1827 29/3 nr. 1038, 1829 28/7 nr. 1192, 1831 28/3 nr. 1320, 1840 7/8 nr. 2079, 1842 22/12 nr. 2343 samt 1845 27/11 nr. 2727. RA. Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet, 3. ktr., Universitetssager 1850 nr. 335-336.

Tabel 1. *Matematiske og naturvidenskabelige lærestole 1539-1850.*

Fag	Oprettet	Nedlagt	Lærestolens art
Matematik og astronomi	1539		Ordinært professorat i matematik. Fra begyndelsen af det 17. århundrede tillagt astronomi som bifag. Efter 1836 alene lærestol i astronomi.
	1621		Overtalligt professorat i matematik. Normeret som ordinært professorat 1732.
	1759	1819	Overtalligt professorat i matematik.
	1800	1821	Overtalligt professorat i astronomi.
Fysik	1539	1732	Ordinært professorat i eksperimentalfysik og naturfilosofi.
	1753		Overtalligt professorat. Normeret som ordinært professorat 1836. Forenet med det ene medicinske professorat 1763-95. Fra 1806 tillagt kemi som bifag. Indtil 1800 under Det medicinske Fakultet, derefter Det filosofiske Fakultet.
Kemi	1795	1806	Ulønnet overtalligt professorat under Det medicinske Fakultet.
	1822		Overtalligt professorat. Normeret som ordinært professorat 1836.
	1823	1831	Lektorat i kemi og mineralogi.
	1840	1847	Lektorat. Omdannet til overtalligt professorat 1842.
Botanik	1660	1690	Overtalligt professorat i humaniora, poesi, botanik og elementær kemi.
	1779		Lektorat. Omdannet til overtalligt professorat 1797. Normeret som ordinært professorat 1836. Indtil 1817 under Det medicinske Fakultet, derefter Det filosofiske Fakultet.
	1821	1841	Overtalligt professorat.
	1845	1852	Ekstraordinært docentur/professorat.
Zoologi	1810		Overtalligt professorat. Normeret som ordinært professorat 1836.
Mineralogi	1769	1832	Overtalligt professorat i »oeconomie og naturhistorie«. Efter 1810 alene i mineralogi.
	1823	1828	Lektorat.
	1831		Overtalligt professorat. Normeret som ordinært professorat 1836.

Dette betød, at et af de traditionelle fag i fakultetet med tiden skulle afgive en normeret lærestol til det nye lærefag. Universitetets protester, at det var et indgreb i fundatsens stillingsnormering, blev fejet til side;[43] og med *Ole Stochfleth Pihls* udnævnelse til professor i »oeconomie« 1762 27/8 fik de naturhistoriske fag deres første selvstændige lærestol ved Københavns Universitet. Indirekte sejrede universitetet alligevel. Han fik nemlig ingen løn, men måtte lade sig nøje med et løfte om 200 rd. af Kratzensteins gage og yderligere 400 rd. efter Rottbøll, når de to professorer engang rykkede ind i normerede medicinske lærestole. Efter to år mistede han imidlertid tålmodigheden, og træt af de lange udsigter til at overtage en normeret lærestol søgte han til et sorenskriverembede i Norge.[44]

Lærestolen stod derefter ubesat indtil 1769, hvor den blev overtaget af *Morten Thrane Brünnich;* men nu som et ekstraordinært professorat i »oeconomie og naturhistorie« – det vil sige i fagene zoologi og mineralogi. Herved fik zoologien, der hidtil var blevet betragtet som en hjælpevidenskab for den medicinske anatomi, en mere selvstændig stilling.[45] Ved at gøre lærestolen til et ekstraordinært professorat havde staten samtidig opgivet at ændre fundatsens stillingsnormering. Til gengæld fik Brünnich en gage på 300 rd. af kongens kasse samt 100 rd. af universitetet.[46]

En videnskab i eksil

Problemerne med at ændre universiteternes stive fagstruktur havde såvel i Danmark som i andre europæiske lande ført til, at undervisningen i nye fag, det være sig levende sprog, politik eller naturvidenskab, ofte blev henlagt til ridderlige akademier og andre selvstændige institutioner.[47] I Danmark var kirurgien således i 1736 efter at være afvist af universitetet blevet henlagt til det selvstændige *Theatrum Anatomico-Chirurgicum;* og forvaltningslære, statskundskab og politik til det i 1747 nyoprettede Sorø Akademi.[48] De nye

43. RA. DK. D.21. Koncepter og indlæg til Sjællandske tegnelser 1762 26/3 nr. 144, heri skrivelse fra universitetet 1762 5/2. RA. DK. D.20. Sjællandske tegnelser 1762 26/3 nr. 144.
44. RA. DK. D.18. Sjællandske registre 1762 27/8 nr. 452. RA. DK. D.30. Norske registre 1764 21/4 nr. 200.
45. Ragnar Spärck: *Undervisningen i Zoologi ved Københavns Universitet, et tilbageblik over 300 år,* Festskrift udg. af Københavns Universitet, 1962, s. 29-34.
46. RA. DK. D.18. Sjællandske registre 1769 5/5 nr. 219.
47. Friedrich Paulsen: *Geschichte des Gelehrten Unterrichts auf den deutschen Schulen und Universitäten,* Leipzig 1885, s. 337-46. Thomsen 1975, s. 92-99.
48. Thomsen 1975, s. 239-43 og 438. Nyerup 1805, s. 330-31. P. L. Panum: *Bidrag til Kundskab om vort medicinske Fakultets Historie med Hensyn til dets betydning for Naturvidenskaberne og Lægeviden-*

akademier blev herved alvorlige konkurrenter til universiteterne. Følgen var da også, at hovedsagelig kun de lavere samfundsklasser, der stræbte efter socialt avancement gennem en gejstlig løbebane, søgte til Københavns Universitet, hvorimod adlens og det bedre borgerskabs sønner i stigende grad søgte en verdslig uddannelse ved de nye akademier eller de moderne udenlandske universiteter som Halle og Göttingen.[49]

Københavns Universitet så med bekymring på denne udvikling, der svækkede dets position, og forsøgte forgæves at vende den ved at overtale staten til at give dets kandidater fortrinsret til de offentlige embeder. Men staten ønskede ikke at give afkald på sin valgfrihed, da den især ønskede embedsmænd med en højere uddannelse, der indbefattede moderne sprog og de nye praktiske fag.[50] Efter at alle forsøg på at få botanik og »oeconomie« optaget i universitetets fagkreds havde vist sig resultatløse i slutningen af 1750'erne, valgte staten derfor på initiativ af *grev Adam Gottlob Moltke,* der også spillede en central rolle i tidens landboreformplaner,[51] at oprette to naturvidenskabelige institutioner uden for universitetets regie.

Københavns Universitet havde siden år 1600 haft en lille *botanisk have,* der lå i Skidenstræde. Men da interessen for botanik sygnede hen efter slutningen af det 17. århundrede, havde den fået lov at forfalde. Ydermere var dens areal blevet reduceret ved en omlægning af gadenettet efter Københavns brand i 1728; og anlagt som en traditionel medicinsk have – *hortus medicus* – kunne den ikke længere leve op til tidens krav om en økonomisk orienteret botanik. Ved projekteringen af Frederiksstaden valgte man derfor at lade den afløse af en nyanlagt have ved Amalienborg. Planen blev imidlertid ændret, da Oeder og dermed botanik som en økonomisk disciplin blev afvist af universitetet. Haven blev nu overdraget til denne som en selvstændig institution med instruks af 1759 27/4.[52]

Samme år oprettedes også en selvstændig naturhistorisk institution på Charlottenborg med fundats af 1759 31/3 – *Den Kongelige Danske Charlottenborgske Natural-Husholdnings-Samling.* Som navnet antyder, skulle der her

skabens Udvikling i Danmark, Indbydelsesskrift til Kjøbenhavns Universitets Aarsfest, 1880, s. 57-58.

49. Thomsen 1975, s. 97-98.

50. Thomsen 1975, s. 97-98. *Kjøbenhavns Universitets Journal 1794,* ved J. Baden, s. 50-61, heri Konsistoriums plan til videnskabernes flor og udbredelse 1771 23/3. Orig. i Struensees kabinetsarkiv, jf. note 85.

51. Hansen 1915-16, s. 184-85. Svend Cedergreen Bech: *Oplysning og Tolerance,* Danmarks Historie IX, 1970, s. 334-42.

52. Matzen 1879 II, s. 354-55. Hansen 1911-12, s. 523-27. RA. DK. D.20. Sjællandske tegnelser 27/4 nr. 303.

lægges særlig vægt på den praktiske udnyttelse af de nye videnskaber. Til Naturalkabinettet, som det sædvanligvis blev kaldt, knyttedes to professorer: *Georg Tycho Holm* i »oeconomie« med hovedvægt på botanik samt *Peter Ascanius* i naturhistorie, hvilket bredt fortolket omfattede fagene zoologi, mineralogi, kemi og fysik.[53] De fik begge rang med universitetets professorer og en gage på 400 rd. om året; Ascanius desuden 300 rd. som et personligt tillæg. Da Tycho Holm kort efter døde, stod lærestolen i »oeconomie« og botanik ubesat indtil 1768, hvor den blev overtaget af en anden elev af Linné, *J. C. Fabricius*.[54]

Da de reelt var løsrevet fra det almindelige uddannelsessystem, hvilede de to institutioner imidlertid på et skrøbeligt fundament. De havde ingen selvstændige eksaminer, men udførte blot en almindelig oplysningsfunktion, hovedsagelig rettet mod statens embedsmænd, borgerskabet samt i mindre grad også mod universitetets studenter.[55] Et første skridt til at sikre deres fortsatte bestående blev taget, da det med en kgl. res. af 1761 17/1 lykkedes grev Moltke at gennemtrumfe, at Botanisk Have og Naturalkabinettet skulle have en fælles fundats. De ville herved opnå status som en egentlig naturvidenskabelig læreanstalt, hvis eksistens var sikret på lige fod med universitetets.[56]

Oeder og Ascanius fik overdraget opgaven at udarbejde et udkast til den fælles fundats; og januar 1762 var de allerede færdige. I stedet for en fælles fundation valgte de imidlertid i forståelse med grev Moltke at foreslå de to institutioner forenet med Københavns Universitet.[57] Botanisk Have og Naturalkabinettet skulle dog ikke integreres i et af de fire fakulteter, men derimod udgøre kernen i et selvstændigt naturvidenskabeligt fakultet, der under indflydelse af tidens syn på naturvidenskaberne skulle kaldes *Det oeconomiske Facultet*. Til dette skulle knyttes fire ordinære professorater: i fysik, økonomi, botanik samt i naturhistorie med disciplinerne zoologi og mineralogi. Kratzenstein og Stochfleth Pihl skulle overtage lærestolene i fysik og økonomi; Oeder og Ascanius de to øvrige. Foreslaget indebar samtidig en fagspecialisering mellem økonomi og naturhistorie, idet lærestolen i økonomi især skulle

53. RA. DK. D.18. Sjællandske registre 1759 31/3 nr. 185. Hansen 1915-16, s. 188-89.
54. Hansen 1915-16, s. 189-95.
55. RA. DK. D.18. Sjællandske registre 1759 31/3 nr. 185. RA. Partikulærkammeret, Bilag til regnskaber 1764, Indtægts- og udgiftsordrer nr. M.3, heri reglement for Botanisk Have 1761 17/1.
56. RA. Partikulærkammeret, Bilag til regnskaber 1764, Indtægts- og udgiftsordrer nr. M.3, heri litra M.
57. RA. Partikulærkammeret, Bilag til regnskaber 1764, Indtægts- og udgiftsordrer nr. M.3, heri Oeders beretninger om Botanisk Haves tilstand 1761 31/12 § 14 (litra Aa) og 1763 21/1 § 24 (litra Ad). RA. DK. D.101. Kancelliets breve 1770 15/6 nr. 376, heri promemoria fra Peter Ascanius 1763 15/2.

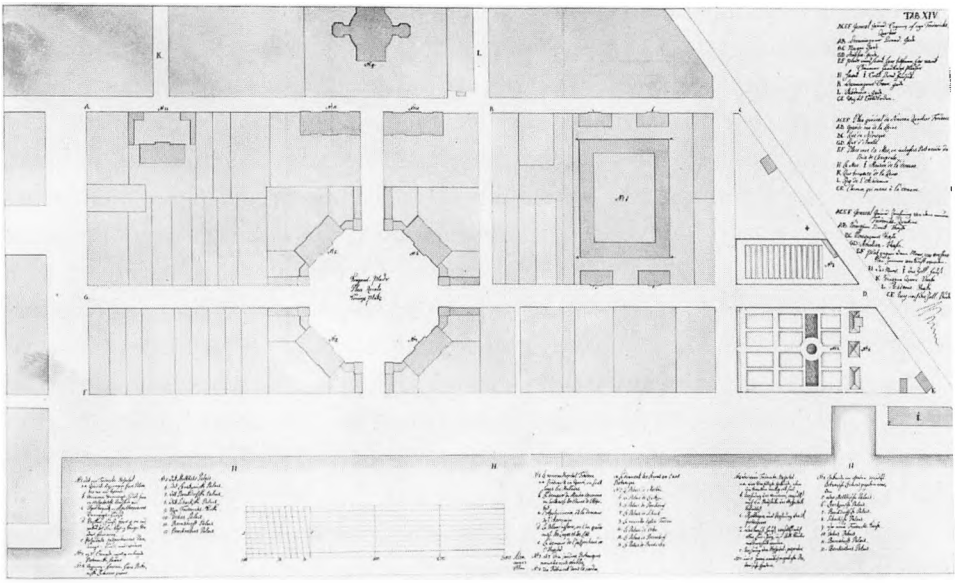


Fig. 3. Generalplan over Amalienborg kvarteret. Yderst til højre, ved no. 2 og 3, ses den nye botaniske have, som Oeder i 1754 fik til opgave at anlægge. No. 4 markerer en bygning i haven, »hvor botaniske lectioner gives«. Haven indgik i projekteringen af en ny moderne bydel, der til ære for Frederik V fik navnet »Frederiksstaden«. Planen, der skyldes Nikolai Eigtved, er fra ca. 1750. KB. Håndskriftafd., Gl. kgl. smlg., fol. 728 III. Den danske Vitruvius. Plancher.

varetage land- og fabriksvæsen samt handel. Midlerne til aflønningen af de fire professorater skulle tilvejebringes, enten ved at staten øgede universitetets jordegods, så de hver fik tillagt et corpus, eller anviste deres løn af kongens kasse. Blot måtte de ikke stilles ringere end universitetets øvrige ordinarii. Til det nye fakultet skulle endvidere knyttes et akademisk apparat bestående af Botanisk Have, Naturalkabinettet samt en fysisk instrumentsamling med et samlet annuum på 3000 rd.

Undervisningen skulle især rettes mod de kommende embedsmænd, som ved deres indsigt i naturvidenskaberne kunne være nyttige i bestillinger, der angik statens naturrigdomme. Studenterne, især de teologiske og juridiske, skulle opmuntres til at følge undervisningen ved, at staten i sin ansættelsespolitik gav fortrinsret til dem, der havde fulgt fakultetets undervisning. Egentlige eksaminer skulle derimod ikke indrettes, undtagen hvis en student søgte »testimonium« til sin forfremmelse. Men denne eksamen skulle i så fald være skriftlig og ikke som normalt ved universitetet baseres på disputationer. Som et radikalt brud med den traditionelle undervisningsform skulle forelæsningssproget være dansk og ikke latin. Hensigten var tydelig. Frugterne af den

naturvidenskabelige undervisning skulle spredes til så stor en kreds som overhovedet muligt og ikke være forbeholdt latinskolens studenter. Endvidere ønskede de, at professorerne i botanik og naturhistorie skulle være medeksaminatorer ved den farmaceutiske og den medicinske eksamen.[58]

Skønt Oeder og Ascanius således havde indarbejdet adskillige af de ideer, der havde været fremme i 1750'erne i forbindelse med regeringens planer om at fremme en naturvidenskabelig undervisning ved Københavns Universitet, blev forslaget alligevel afvist af Danske Kancelli. Motivet til afvisningen kom til udtryk, da de ved årsskiftet 1764/65 atter fremsatte det: En af kancelliassessorerne fremhævede i sit votum, at forslaget var til størst fordel for de to forslagsstillere selv og kun lidet for offentligheden. Skulle staten ønske at udvide undervisningen i botanik og naturhistorie ved universitetet, fandtes der nok anden udvej end at oprette et nyt fakultet med en årlig udgift på 6000-7000 rd. for kongens kasse. I øvrigt, mente han, havde universitetet i Rottbøll allerede en habil mand i botanik; og hvad angik Ascanius, anså offentligheden ham ikke ligefrem for nogen heksemester i naturhistorie. Generalprokurør Henrik Stampe, der samtidig var professor ordinarius i jura ved universitetet, fastslog i sit votum, at universitetet ikke kunne modtage de to institutioner, med mindre der blev givet en forhåndsgaranti om, at de ikke ville belaste dets midler. Oprettelsen af et nyt fakultet frarådede han, fordi det »som noget usædvanligt ville foraarsage adskillige collissioner og vanskeligheder«. Derimod kunne Oeder og Ascanius få en løs tilknytning til Det filosofiske Fakultet, men uden mulighed for at blive dekan, hvilket reelt var et afslag. Kancellikollegiets modstand løb af med sejren, og forslaget blev atter afvist.[59]

Det havde imidlertid ikke været Oeders og Ascanius' hensigt, at forslaget skulle falde i hænderne på kancellikollegiet. I et brev til grev Moltke af 1764 12/12 havde de skitseret, hvilken taktik man skulle anvende: Forslaget skulle indsendes under hånden til grev Thott, der var oversekretær for Danske Kancelli og universitetets patron. Når dennes støtte var sikret, kunne det

58. RA. DK. D.101. Kancelliets breve 1770 15/6 nr. 376. Et koncept til forslaget, skrevet med Oeders hånd, findes i RA. KU. 51.03.02. Diverse sager 1762-1912. Det er trykt i *Kiøbenhavns Universitets Journal 1797* ved J. Baden, s. 106 ff. Sagsbehandlingen i Danske Kancelli i 1762 har ikke sat sig noget spor. Kun en kort notits under 1762 4/5 i *Luxdorphs Dagbøger* I, udg. ved Eiler Nystrøm, 1915-20, viser, at forslaget er blevet behandlet af kancellikollegiet. Det må derfor antages, at det er blevet indsendt af grev Moltke uden om den normale forretningsgang og afslaget givet mundtligt.

59. RA. DK. D.101. Kancelliets breve 1770 15/6 nr. 376. Kancelliassessorernes kritik, at forslaget var til stor personlig fordel for Oeder og Ascanius selv, er næppe uberettiget. Ihvertfald er det ubestrideligt, at de ville høste en betydelig økonomisk fordel ved at blive aflønnet på lige fod med universitetets ordinarii, hvis corpora-indtægter var langt højere end Oeders og Ascanius' pengeløn. Jf. redegørelsen om professorernes corpora-indtægter i bd. IV.



Fig. 4. Prospekt af Kongens Nytorv. På prospektet ses den østlige side af Kongens Nytorv med Charlottenborg, hvor Naturalkabinettet i 1759 fik til huse. Kobberstik efter tegning af J. J. Bruun i Laurids de Thurah: »Hafnia Hodierna«, 1748. KB. Billedsamlingen.

derefter sendes til behandling i en kommission, hvor de begge skulle have sæde. Før dette var opnået, måtte universitetet under ingen omstændigheder få nys om sagen.[60] Heraf må man slutte, at forslaget i 1762 netop faldt på grund af universitetets modstand og ikke som følge af de omkostninger, det ville påføre kongens kasse.[61] Ligeledes antyder kancellikollegiets behandling af forslaget i 1765, at det heller ikke denne gang lykkedes at skjule sagen for universitetet. Ved at undgå en finansieringsform, der forudsatte en omfordeling af professorernes corpora, havde Oeder og Ascanius ganske vist forsøgt at fjerne den værste anstødssten. Men med baggrund i den vending, landboreformforsøgene havde taget i slutningen af 1750'erne, kunne de på den anden side næppe have været uvidende om, at deres forslag om, at staten skulle aflønne de nye professorater gennem en forøgelse af universitetets jordegods,

60. RA. DK. D.101. Kancelliets breve 1770 15/6 nr. 376. RA. Partikulærkammeret, Korrespondanceprotokol 1765 21/1 nr. 13.

61. Som chef for Partikulærkammeret må grev Moltke ved at anbefale forslaget have stået som garant for, at kongen ville finansiere oprettelsen af »Det oeconomiske Facultet«.



Fig. 5. Grev Adam Gottlob Moltke (1710-1792) indtog som Frederik Vs fortrolige rådgiver i alle spørgsmål en stilling, hvis betydning rakte langt ud over, hvad hans embede som overhofmarskal indebar. Grev Moltke var præget af den grundlæggende opfattelse, at kongens og landets ære krævede, at staten skulle fremme kunst, kultur og videnskab. Således beklagede han allerede i sin plan for Frederik Vs regering i 1746, at universitetets professorer ikke gjorde mere nytte til trods for deres store indkomster, og var i 1750'erne medvirkende til, at der blev indkaldt udenlandske forskere for at råde bod herpå, som for eksempel fysikeren Kratzenstein og botanikeren Oeder. Her ses grev Moltke iført elefantriddernes ordensdragt, med symboler på hans kunstneriske og videnskabelige interesser i baggrunden, på et kobberstik af O. H. de Lode fra 1753 efter tegning af C. G. Pilo. KB. Billedsamlingen.

var urealistisk.[62] Forslaget byggede derfor reelt på den noget tvivlsomme forudsætning, at kongen også fremover ville opretholde »Det oeconomiske Facultet« af sine private midler. Universitetets frygt for, at det med tiden kunne risikere selv at skulle bære udgiften til fakultetet, var således ikke uden realitet.[63]

Selvom Oeders og Ascanius' forslag, som kancellikollegiet skarpt havde

62. Forholdet mellem Universitetets jordegods og landboreformforsøgene i 1750'erne er behandlet i bd. IV.

63. Holger Hansen: *Kabinetsstyrelsen i Danmark 1768-1772* I-III, 1916-23 (herefter forkortet Hansen 1916-23), I, s. 219-21, brev fra Oeder antageligt til C. J. Berger 1771 25/1. Oeder anklager heri universitetet for at have afvist en sammenslutning, skønt kongen havde tilbudt fortsat at støtte de to institutioner med en årlig sum af Partikulærkassen.

fremhævet det, ville være til stor fordel for dem selv,[64] har dette dog næppe været den eneste bevæggrund til deres initiativ. Det har vel snarere været betinget af en eklatant utilfredshed med at være isoleret fra universitetet, at deres fag ikke var optaget som lærefag ved dette i modsætning til for eksempel universiteterne i Uppsala, Göttingen og Halle, og at de dermed var afskåret fra studenterne som målgruppe for undervisningen.[65] Problemets kerne var den ringe fleksibilitet i universitetets traditionelle fagstruktur. Det var derfor en nærliggende løsning at oprette et nyt fakultet. Ved universitetet i Uppsala havde et forslag om en deling af Det filosofiske Fakultet i to sektioner, hvoraf den ene naturvidenskabelig, således været fremsat i slutningen af 1740'erne, skønt ligesom i København uden noget resultat.[66] Løsningen var simpelt hen for radikal en kost for det 18. århundredes ortodokse universiteter.

Efter forslaget var faldet i 1762, forsøgte Oeder det følgende år at genoplive den oprindelige ide om en fælles fundats for Botanisk Have og Naturalkabinettet med den begrundelse, at en sammenslutning med universitetet ikke var en conditio sine qva non, når blot universitetets studenter blev påbudt at følge undervisningen ved de to institutioner, samt at Oeder og Ascanius blev medeksaminatorer ved den farmaceutiske og den medicinske eksamen. Som forbillede henviste han til *Le Jardin du Roi* i Paris og det dertil annekterede *Museum Historiæ Naturalis* med kemiske og anatomiske lærestole; »altsammen uden for det parisiske universitet«.[67] Det resulterede dog ikke i noget forsøg på at gennemføre den fælles fundats. Antagelig har man valgt at se tiden an og prøve at genfremsætte forslaget om »Det Oeconomiske Facultet«. Da dette atter blev afvist i 1765, var det uigenkaldeligt for sent. Frederik V døde i januar 1766, og grev Moltke blev kort efter fjernet fra sine indflydelsesrige poster som hofmarskal og chef for Partikulærkammeret.

Statens manufakturpolitik i 1750'erne og 1760'erne havde vist sig som et kostbart eventyr uden at kunne indfri forventningerne. Da den blev afviklet efter tronskiftet i 1766, var klokken også faldet i slag for de to institutioner. Den direkte anledning var Partikulærkassens katastrofale økonomiske situation, forårsaget af Christian VII.s store udenlandsrejse og øgede hofudgifter. Da udgifterne til Botanisk Haves og Naturalkabinettets drift var en betydelig

64. Se note 59.

65. I sine beretninger om Botanisk Haves tilstand 1761 31/12 § 14 og 1763 21/1 § 24 – se kildehenvisning til note 57 – fremhæver Oeder bl.a. problemet med universitetets studenter.

66. *Acta Universitatis Upsalienses* V, Uppsala 1976, preface. Som elev hos Linné kan Peter Ascanius have fået kendskab til det svenske forslag og bragt ideen med sig til Danmark.

67. RA. Partikulærkammeret, Bilag til regnskaber 1764, Indtægts- og udgiftsordrer nr. M.3, heri Oeders beretning om Botanisk Haves tilstand 1763 21/1 § 24 (litra Ad).

post på Partikulærkassens regnskab,[68] der nu blev betragtet som en ren ødselhed, var det nærliggende at rette op på økonomien ved at skille sig af med dem.

Turen kom først til Oeders botaniske have. I juni 1770 anmodede Partikulærkammeret i en forestilling kongen om, at dets udgifter blev reduceret ved at overdrage Botanisk Have til Københavns Universitet.[69] Det første skridt til en likvidering af haven som en selvstændig institution var imidlertid blevet taget allerede året før, hvor kongen havde bevilget 2500 rd. til en istandsættelse af universitetets gamle botaniske have og i april 1770 yderligere 150 rd. som et årligt driftstilskud.[70] Kongen tiltrådte kammerets indstilling, og Oeders botaniske have blev 1770 8/12 derefter overtaget af Københavns Universitet, der samtidig fik en overdragelsessum på 5000 rd. og et årligt driftstilskud på 300 rd., hvilket universitetet stillede som betingelse for at ville overtage haven. Oeder selv undgik man, da han ikke længere ønskede ansættelse ved universitetet og kort efter blev udnævnt til finansråd og senere deputeret i Finanskollegiet.[71] Ironisk nok blev haven på universitetets vegne modtaget af Friis Rottbøll, der 18 år tidligere havde spillet en vigtig rolle ved afvisningen af Oeder.[72]

Turen kom dernæst til Naturalkabinettet. Ved en kabinetsordre af 1771 6/3 blev det pålagt universitetet, at det skulle modtage Naturalkabinettet og fremover selv afholde udgifterne til dets drift samt overtage J. C. Fabricius som professor i »oeconomie«. Ordren vakte stor opstandelse på universitetet, der i Brünnich allerede havde en professor med »oeconomie« som lærefag.

68. Til Botanisk Have måtte Partikulærkassen foruden de årlige driftsudgifter på 1576 rd. alene i årene 1767-69 bidrage med 5644 rd. til anlæg og vedligeholdelse. Til Naturalkabinettet var driftsudgifterne i 1771 kalkuleret til 1962 rd., heri dog incl. 300 rd. i gage til Brünnich som professor ved universitetet. Jf. RA. Partikulærkammeret, Bilag til regnskaber 1764, Indtægts- og udgiftsordrer nr. M.3, heri litra M.3. RA. Partikulærkammeret, Ordreprotokol 1770 9/6 nr. 84. RA. KU. 12.12.36 Indkomne sager, cirkulærer og koncepter 1771-1779, 1801-1834, heri promemoria fra Partikulærkammeret 1771 25/3.

69. RA. Partikulærkammeret, Ordreprotokol 1770 9/6 nr. 84. Partikulærkassen havde i 1769/70 måttet optage lån på 42.000 rd. for blot at kunne klare de øjeblikkelige udgifter. Herved var dens gæld steget til 112.000 rd. Et efter datidens forhold enormt beløb.

70. RA. DK. D.20. Sjællandske tegnelser 1769 3/2 nr. 55. Sjællandske tegnelser 1770 15/6 nr. 373-74. RA. DK. D.100. Brev-Bog 1770 28/4 nr. 320.

71. RA. DK. D.100. Brev-Bog 1770 23/6 nr. 398, 1770 1/9 nr. 538 og 1770 8/12 nr. 736. RA. DK. D.101. Kancelliets breve, de samme datoer og numre. RA. Partikulærkammeret, Ordreprotokol 1770 9/6 nr. 84. Hansen 1916-23 II, s. 72 og 145, heri kabinetsordrerne 1771 4/1 og 1771 29/5.

72. Friis Rottbøll var universitetets professor botanices, idet hans professorat i medicin var tillagt botanik som bifag.

LECTIONES PUBLICÆ & PRIVATÆ
PROFESSORUM IN REGIA UNIVERSITATE HAFNIENSI
A CALEND. SEPTEMBRIS ANNO MDCCLXXI AD CALEND. AUGUSTI ANNO MDCCLXXII.
RECTORE
CHR. GOTTLIEB KRATZENSTEIN.

HORA VIII.

CHRISTIANUS BEVERLIN STUDSGAARD, SS. Theol. Prof. P. O. lectionibus publicis hora VIII-IX. antitheſin theologiæ naturalis et revelatæ ordine recenſebit et refellet. In ſcholis privatis horam XI-XII ſingulis diebus, ſolo Veneris excepto, *theologiæ dogmaticæ* ad ductum poſitionum B. WOELDIKII explicandæ impendet; uti quoque hora III-IV diebus Lunæ, Martis & Jovis expoſitionem Soterologiæ inceptam ad finem perducet. Nec non die Mercurii & Saturni horam II-III. *collegio examinatorio* dabit: inſtitutionem denique in exercitiis homileticis continuabit: menſe Majo diſputaturus.

CHRISTIANUS HORREBOW, Aſtron. Prof. Publ. Ord. in prælectionibus publicis *Aſtronomiam theoreticam* exponet: priuatim uero lectiones habebit in *Geometriam*, *Matheſin uniuerſam* & *Aſtronomiam ſphæricam*, quam juxta ductum compendii ſui explicabit. Diſputabit menſe Julio.

ABRAHAMUS KALL, Lingu. Græc. Prof. Publ. *Heſiodi opera & dies* explicabit. In ſcholis autem priuatis hor. XI-XII. *Antiquitates græcæ* docebit, hor. IV-V. *Xenophontis memorabilia Socratis*, aliaque (pro lubitu & deſiderio auditorum) hora *Dicta probantia Novi Teſtamenti* illuſtrabit.

JOHANNES von APHELEN, Philoſ. Prof. Publ. *linguæ Francicæ initia grammaticalia* docebit. Privatim quoque collegium frequentare deſiderantibus opera ipſius nec defutura eſt.

HORA IX.

JOANNES CHRISTIANUS KALL, LL. OO P. P. O. publice *prophetas minores* interpretabitur: priuatim hora VIII. *Jeremiam* & *Ezechielem*. Hora X. per *praxin analyticam* tirones exercebit. Hora XI. *linguas Arabicam & Syriacam* docebit. Diſputabit menſe Octobri.

BALTHAZAR GEBHARDUS DE OBELITZ, J. U. & Philoſ. Doct. & Prof. Ord. in lectionibus publicis Jus publicum Univerſale, & Jus Gentium, privatim uero *philoſophiam moralem*, *una cum iure naturæ abſoluto*, docebit; & ex iurisprudentia ciuili hora III-IV Jus in re explicare perget, et hora XI-XII. *Jus ad Rem*, & *Jus Criminale* Romano-Germanicum & Danico-Norvegicum, ad ductum libri III. iurisprudentiæ Struuianæ exponet. Diſputabit menſe Julio.

JOANNES HENRICUS SCHLEGEL, Phil. Prof. Publ. *hiſtoriam uniuerſalem* diebus Mercurii & Veneris docebit ſecundum Synopſin Holbergianam. Privatis lectionibus *literas elegantiores* pertractabit, ſubjunctis exercitationibus ſtyli. Docebit etiam *præſentem Regnorum & rerumpublicarum in Europa ſtatum*, & *hiſtoriam & Geographiam recentiorem*.

HORA XI.

PETRUS HOLM, SS. Theol. Doct. & Prof. P., *officia hominis chriſtiani erga ſeipſum* docebit hora XI. In ſcholis privatis hora II-III. *theologiam dogmaticam*. Die etiam Veneris horam XI-XII. dabit *collegio theologico examinatorio*. Diſputabit menſe Julio; ſi ſenio & laboribus debilitatæ uires aliæque neceſſariæ occupationes permiſerint, ſicque adeo illo adhuc tempore inter mortales.

JOANNES ANDREAS CRAMERUS, SS. Theol. Doct. & Prof. Publ. ord., lectionibus publicis, & quidem diebus Martis, Mercurii, Jouis & Veneris, epiſtolam ad Romanos interpretabitur. Privatim uero iisdem diebus hora IX-X. perget in tradenda *theologia dogmatica*, ad ductum poſitionum Wöldikianarum. Diebus Martis & Jovis hora I.-II. Partem primam interpretis Erneſtiani enarrabit; diebus Mercurii & Veneris, eadem hora, *collegium examinatorium* inſtituet, atque exercitationes homileticas hora conſueta continuabit. Menſe Nouembri diſputaturus.

MARTINUS HüBNER, Ph. D., J. U. Philoſ. & Hiſt. P. P. O., periculum denuo faciet *jus publ. univerſale* facili methodo & plana publice docendi. Privatim *ius gentium ſcientiarque*, quas uocant *cameales* exponere iterum in uotis habet. Iniunctam legibus diſputationem annuam Menſe Maio habere allaborabit.

BIRGERUS RIISBRIGH, Phil. Prof. Publ extraord., publice *unam & alteram antiquæ Philoſophiæ partem explicabit, initio facto a libro 3. Lucretii Cari de natura Rerum* Priuatim *Logicam & Metaphyſicam* docebit hora III-IV. Diſputabit menſe Junio.

MARTINUS THRANE BRüNNICH, Oecon. & Hiſt. nat. Prof. Publ. pub ice *naturam ſalium & bituminum* exponere experimentisque dilucidare conabitur. Horis privatis *Animalium & foſſilium proprietates & characteres* inſtitutione & ipſa, quantum fieri poterit, *œconomia* tradet. Cursorie ſc. *Fundamenta Zoologiæ*, jam excuſa, & *Mineralogica*, ſub prælo ſudantia, explicabit. Deſiderantibus unam vel alteram partem uberius pertractabit Æſtate in *Theatro Naturæ* privatis demonſtrationibus Spectatores inſtituet.

HORA XII.

CHRISTIANUS GOTTHOLD SEYDLITZ, Communitatis Regiæ Præpoſitus, & ſumme uenerabilis Epiſcopi ad lectiones & diſputationes publicas Vicarius, publice Lectiones ſuas in Hiſtoriam Eccleſiaſticam N. T. continuabit. Privatim hora V-VI. Logicam, & hora VI-VII. Metaphyſicam docebit. Diſputabit menſe Junio.

HORA I.

CHRISTIANUS HEE, Mathem. & Philoſ. Prof. P. O., diebus Lunæ, Mercurii & Veneris hora I. *mechanicam*; hora autem XI. *arithmeticam*, *geometriam theoreticam & practicam* docebit, *ceteraſque Matheſeos partes* pro deſiderio auditorum exponet. Diſputabit menſe Julio.

HORA II.

BERNHARDUS MöLLMAN, Hiſtoriæ & patriæ antiquitatum Prof. Publ. Ord., juxta cum *geographia*, *hiſtoriam uniuerſalem* publice, & privatim (ſi qui ſint, qui operam ſuam) deſiderant Hiſtoriam patriæ edilleret. Diſputabit menſe Martio.

ABRAHAMUS KALL, officio Hiſtoriam literariam docendi ſibi demandato ſatisfacturus publice diebus Merc. & Saturni *notitiam* ſuppeditabit *optimorum in qualibet ſcientia librorum* ad ductum libelli S. V. Jo. Petr. Milleri qui inſcribitur: Anleitung zur Kentniß der beſten Bücher in allen Wiſſenſchaften. *Privatim Artium elegantiorum Hiſtoriam*, duce Stockhauſenio, tradet.

HORA III.

CHRISTIANUS GOTTLIEB KRATZENSTEIN, Medic. & Phyſ. experim. Prof. P. O., lectionibus publicis *Chemiam* ad proprium Syſtema exponet. Priuatim hora II-III. *phyſicam dogmatico-experimentalem* ad normam ſyſtematis ſui docebit. Hora V-VI. *materiam medicam*, & hora VI-VII. *pathologiam* explicabit. Diſputabit menſe Majo.

CHRISTIANUS FRIDERICUS WADSKIÆR, Eloquentiæ & Poëſeos Prof. Publ. Ord., edilſerit publicis ſcholis *Cellarii Antiquitates Romanas*. Priuatis alternis *Cic. Epiſt. ſelect.* duce *Ant. Schori Lib. aureo de Rat. docendæ diſcendæque Linguæ Lat.* & *imitand. Epiſt.* Adde *Cellarii & Fr. Vavaſſoris Antibarbaros*: alternis *Inſtitutiones Rhetoricæ*, collatis Noſtratium, *Bartholini Oratoria*, *Reſenii*, *Gludii*, *Neopolitani Rhetoricis*, cum præſtantioribus dicendi magiſtris, Antiquis, Recentioribus, Nouiſſimis: expoſito *Heineccii atque Gefneri de Orat. & Panegyr. conſcribend.* Tractatu, datisque in Eloquentia Lat. partimque Danica, elaborandis Thematibus. Diſputabit Menſe Aprili.

JOH. CHRIST. FABRICIUS, Oeconom. Prof. Publ. hor. III. publice Metallurgiam exponere tentabit. Privatis horis Politiam docere perget & deſiderantibus culturam vegetabilium aut animalium tradet.

HORA IV.

CHRISTIANUS FRIIS ROTTBöLL, Medic. Doct. & Prof. deſignatus, nec non experientiſſimi Dn. CHRISTIANI LODBERG FRIIS ad lectiones publicas Vicarius, inſtitutionibus publicis *Splanchnologiam* & priuatis *Phyſiologiam* exponet. Æſtate prælectiones *in horto academico* & excurſiones in campis inſtituet; traditurus inſuper inſtitutionibus priuatis *botanicam theoreticam uel practicam* pro lubitu & deſiderio auditorum. Diſputabit menſe Januario.

HAFNIÆ, Typis Directoris S. R. MAJESTATIS & Uniuerſitatis Typographiæ NICOLAI CHRISTIANI HÖPFFNERI.

Fig. 6. Universitetets lektionskatalog september 1771-august 1772 – »Lectiones Publicæ & Privatæ«. Udbuddet af forelæsninger skal nok vurderes med en vis forsigtighed. Ihvertfald måtte det i prokanslerens instruks af 9. juni 1786 indskærpes, at kun forelæsninger, der ville blive læst, måtte annonceres i lektionskatalogen. UB. 1. afd.

Man stod således usikker over for, om det betød, at Brünnich skulle afskediges. Den bitre pille blev dog forsødet noget, idet Fabricius indtil videre skulle gageres af Partikulærkassen. Men universitetet fik pålagt at indgive et forslag om, hvorledes han fremover kunne aflønnes af dets egne midler.[73] Universitetet var imidlertid ikke indstillet på at overtage Naturalkabinettet på disse vilkår og spillede elegant bolden tilbage med en henvisning til, at dets egne midler hovedsageligt bestod af legater, der ved fundationer var båndlagt til bestemte formål; så hvor gerne man end ønskede det, vidste man sig ikke nogen fond, hvoraf Fabricius kunne gageres. Midlerne til Naturalkabinettets drift, mente universitetet, kunne passende tages af de 750 rd., det var blevet tillagt af byfogedembedet på Skt. Croix.[74] At denne indtægt kun eksisterede på papiret, har universitetet næppe været uvidende om. Først 30 år senere begyndte den at indgå i dets kasse.[75]

Inden universitetets afvisende svar var afsendt, blev en kommission, der skulle overveje de organisatoriske problemer ved sammenlægningen, nedsat ved en ny kabinetsordre af 1771 15/3. Den bestod af Oeder og professor Martin Hübner fra universitetet[76] og synes nedsat på førstnævntes initiativ i den hensigt at sikre Naturalkabinettet gunstigere vilkår end Botanisk Have.[77]

73. RA. KU. 12.12.36. Indkomne sager, cirkulærer og koncepter 1771-1779, 1801-1834, heri kabinetsordre 1771 6/3. RA. Kabinetsarkivet, Christian VII's kabinetsarkiv, Struensees kabinetsarkiv, heri skrivelse fra universitetet 1771 26/3. Peter Ascanius skulle ikke overtages af universitetet, idet han 1771 7/9 blev udnævnt til assessor ved Kongsberg i Norge. I kabinetsordren til Naturalkabinettet af samme dato var imidlertid anført, at både Fabricius og Ascanius skulle ansættes ved universitetet, hvilket gav anledning til forvirring, da kun Fabricius var nævnt i ordren til universitetet – herom se note 77. Fabricius havde kort forinden overtaget lærestolen i »oeconomie og botanik« ved Naturalkabinettet, der havde stået ubesat siden Tycho Holms død i 1759. Jf. Hansen 1915-16, s. 199 og Hansen 1916-23 I, s. 216-17 og 223-24.

74. RA. Kabinetsarkivet, Christian VII's kabinetsarkiv, Struensees kabinetsarkiv, heri universitetets skrivelse 1771 26/3.

75. Hansen 1916-23 I, s. 219 note 1. RA. KU. 12.12.36. Indkomne sager, cirkulærer og koncepter 1771-1779, 1801-1834, heri skrivelse fra Danske Kancelli 1771 30/3 til Oeder og Hübner, at Sekreterådet på Skt. Croix havde meddelt, at byfogden ikke kunne udrede afgiften til universitetet af embedets indkomster.

76. RA. KU. 12.12.36. Indkomne sager, cirkulærer og koncepter 1771-1779, 1801-1834, heri kabinetsordre 1771 15/3.

77. Et professorat i »oeconomie og naturhistorie« var i 1769 blevet oprettet ved universitetet og overtaget af M. T. Brünnich, der ydermere var begyndt at opbygge sit eget naturalkabinet. Oeder frygtede, at denne dublering ville føre til nedlæggelse af Naturalkabinettet på Charlottenborg. I et brev 1771 25/1, antagelig til livlægen C. J. Berger, forsøgte han derfor at tale dets sag og foreslog det forenet med universitetet under lignende vilkår, som angivet i hans egen og Ascanius plan om »Det oeconomiske Facultet« fra 1762 og 1765. Men da han indså, at universitetet ikke kunne have to professorer i »oeconomie«, foreslog han, at enten Ascanius

Allerede 1771 7/5 forelå kommissionens betænkning. Men genfinder heri adskillige af ideerne fra forslaget om »Det oeconomiske Facultet«, især hvad angår undervisningens karakter og målgrupper. Derimod var tanken om et selvstændigt fakultet opgivet. Brünnich og Fabricius skulle begge være professorer ved universitetet, sidstnævnte indtil videre gageret af Partikulærkassen, hvorimod universitetet fuldt ud skulle overtage Brünnichs gage.[78] Endvidere skulle de begge ascendere i Det filosofiske Fakultet efter senium. Altså have løfte på to af fakultetets syv faste lærestole. Men da disse i fundatsen var sikret andre fag, foreslog de, at lærestolene i orientalsk og latinsk filologi ved ledighed blev sammenlagt med professoraterne i teologi og græsk. Hovedparten af driftsudgifterne til Naturalkabinettets samlinger, dets kemiske laboratorium og modelkammer skulle dækkes af Partikulærkassen. Det mest interessante ved betænkningen er dog ikke dens organisatoriske problemløsning, men derimod at den som noget nyt og utvivlsomt i nær tilknytning til struenseetidens landboreformplaner fremhæver naturhistorien som en praktisk realvidenskab ud fra et fysiokratisk syn. Naturhistorien skulle således »udbrede en tydelig og fuldstændig kundskab om de almindeligste i de kongelige stater forhaandne forskiællige jordarter og mineralier. Uden hielp af disse meget nødvendige kundskaber ... komme vi aldrig til et ordentligt, forstandigt og ret fordeelagtigt agerbrug eller lære til gavns at kiende og nytte de mange andre naturlige skatte, hvormed disse lande ere saa rigeligen begavede«.[79]

Forslaget, der ville have styrket de naturhistoriske fags position ved universitetet, blev aldrig gennemført. Det var kædet sammen med en gennemgribende universitetsreform, der faldt med Struensee i januar 1772. Naturalkabinettets overdragelse til universitetet i marts 1772 fik derfor et andet forløb end tilsigtet. Brünnichs ansættelse blev ikke ændret, Fabricius professorat i »oeconomie« ved universitetet blev kun ekstraordinært, og begge

eller Fabricius blev befordret til Norge. Det er formentlig dette brev, der har ført til kabinetsordrerne 1771 6/3 og 15/3. Jf. Hansen 1916-23 I, s. 219-21. I Struensees kabinetsarkiv – se note 74 – er bevaret to anonyme og udaterede forslag til en universitetsreform, mærket litra B og C. De er senere identificeret som skrevet med Oeders skrivers hånd og er antagelig indsendt i begyndelsen af marts 1771, idet der er henvist til den kommende kabinetsordre af 15/3 om Naturalkabinettet. I et forsøg på at rede dette en mere selvstændig stilling ved universitetet slog Oeder heri atter et slag for oprettelsen af »Det oeconomiske Facultet«. Forslaget herom blev derved fremsat officielt for tredie gang, men igen uden resultat.

78. Universitetet betalte kun 25% af Brünnichs gage. Jf. s. 14.

79. RA. Kabinetsarkivet, Christian VII's kabinetsarkiv, Struensees kabinetsarkiv. Et koncept til betænkningen, signeret af Hübner, findes RA. KU. 53.03.02. Diverse sager 1762-1912. Den er trykt i *Kiøbenhavns Universitets Journal 1797* ved J. Baden, s. 97-102.

blev som hidtil gageret af Partikulærkassen.[80] Ligesom ved ansættelsen af Brünnich i 1769 havde staten atter måttet opgive at gennemtvinge en ændring af stillingsnormeringen. Københavns Universitet kom følgelig til at overtage Botanisk Have og Naturalkabinettet uden at vige så meget som en tomme i finansieringsspørgsmålet.

»Ny lapper paa en gammel kjol«

Universitetets statiske struktur, dets skolastiske læreform og modvilje mod enhver faglig fornyelse gav anledning til utilfredshed i brede kredse. Men det var vanskeligt at fremføre en offentlig kritik, da den uvægerlig ville blive opfattet som et indirekte angreb på det enevældige statsstyre. Dette ændredes imidlertid, da den tyske læge *J. F. Struensee* gennem sin indflydelse på den sindssyge Christian VII fik udvirket et kgl. reskript af 1770 14/9, der ophævede al censur på trykte skrifter. Kritikken fik herved mulighed for at komme til orde, og der udløstes nu en sand syndflod af angreb og reformforslag rettet mod Københavns Universitet.[81] Struensee, der selv var udgået fra det moderne universitet i Halle og var stærkt påvirket af oplysningstidens rationalisme, reformtrang og videnskabssyn,[82] greb lejligheden og tog skridt til iværksættelse af en gennemgribende universitetsreform.

Struensees universitetspolitik skal ses i sammenhæng med hans forsøg på at reorganisere monarkiets centraladministration og hans landboreformplaner og var ligesom disse tydeligt inspireret af fysiokratismen, der i reaktion mod merkantilismen og dens tyrkertro på handel som kilden til statens velstand hævdede, at produktionen – især landbruget – var den eneste sande rigdomskilde. Skulle den fysiokratiske reformpolitik have gennemslagskraft, måtte uddannelsessystemet samtidig moderniseres, så det kunne tilgodese statens behov for embedsmænd med kendskab til »oeconomie«.

Det var på denne baggrund, at universitetet ved en kabinetsordre af 1771 4/1 fik pålagt at udarbejde en plan til en universitetsreform eller til »videnskabernes flor og fremme«, som det hed sig i tidens floromvundne sprogbrug.[83] Faktisk var det et usædvanligt skridt at høre universitetet selv i en så vigtig sag. Der synes ikke at være nogen præcedens, og det må antagelig

80. Hansen 1915-16, s. 200-01. RA. DK. F.10. Koncepter og indlæg til Sjællandske registre 1788 7/5 nr. 391, heri skrivelse fra universitetet 1786 12/1.
81. Debatten er behandlet i Thomsen 1975, s. 478-506.
82. Svend Cedergreen Bech: *Oplysning og Tolerance,* Danmarks Historie IX, 1970, s. 437-58.
83. Hansen 1916-23, I, s. 215-16, heri kabinetsordre 1771 4/1.



Fig. 7 Grev Johan Friedrich Struensee (1737-1772) var udgået fra universitetet i Halle og havde som Christian VIIs livlæge på dennes udenlandsrejse 1768-1769 vundet kongens fortrolighed. I 1770 blev han udnævnt til gehejmekabinetsminister og gennemførte i hastig rækkefølge under påvirkning af oplysningstidens reformteorier en lang række vidtrækkende reformer, blandt andet trykkefrihed, forberedelse af bondereformer, sanering af statsadministrationen, fjernelse af merkantilistiske forbud og meget andet. Reformerne var sagligt velfunderede, men blev gennemført alt for overilet, idet Struensee savnede den nødvendige politiske og administrative erfaring. Han blev styrtet januar 1772 ved et kup ledet af enkedronning Juliane Marie og Høegh-Guldberg og henrettet senere samme år for majestætsforbrydelse og brud på kongeloven. Kobberstik fra 1772. KB. Billedsamlingen.

forklares som et udslag af tidens idealer om oplyst enevælde. Rektor Magnificus, der tilsyneladende ikke nærede tvivl om hensigten, sendte ordren i cirkulation mellem universitetets konsistoriales med et forslag om at forøge antallet af professorer, især uden for Det teologiske Fakultet.[84] De efterfølgende kabinetsordrer af den 6. og 15. marts om Naturalkabinettet kunne ikke lade universitetet i tvivl om, at en omfattende universitetsreform nu stod for døren.

Men Konsistorium var ikke indstillet på reformer. Dets plan, der var færdig den 23. marts, var usædvanlig tandløs og mundede reelt ud i et forslag om reformer inden for alle andre områder af uddannelsessystemet end universitetet. Det lærde skolevæsen skulle udbygges. Desuden skulle staten give

84. Nyerup 1805, s. 375-77. Konsistoriums vota til kabinetsordren er gået tabt, men Nyerup, der har benyttet dem i 1805, oplyser, at de omfattede 12 ark.

universitetets kandidater fortrinsret til statens embeder, så det blev mere attraktivt for de velstillede samfundsklasser at sende deres sønner til Københavns Universitet, frem for de ridderlige akademier og udenlandske universiteter. Først når dette var gennemført, kunne man begynde at påtænke reformer på universitetet og en udvidelse af dets fagkreds. Rektors forslag, at udvide antallet af lærestole, blev forbigået i tavshed. Tværtimod hævdede man, at det var overflødigt med flere lærestole, før universitetets studentertal blev forøget.[85] Den slående mangel på reformiver skyldes antagelig, at professorerne har frygtet, at prisen ville blive en omfordeling eller måske endog ophævelse af deres corpora. Den givne statsøkonomiske situation gjorde det nemlig urealistisk at tænke sig universitetsreformer finansieret på anden måde end af universitetets egen formue. Tre dage senere afgik også Konsistoriums svar på kabinetsordren af den 6. marts om Naturalkabinettet, hvilket man erklærede sig villig til at overtage, men samtidig afviste at kunne opretholde af universitetets egne midler.[86] Begge skrivelser var et mesterstykke i undvigende taktik. Intet var blevet nægtet; ingen fornyelse indrømmet. »Ny lapper paa en gammel kjol«, betegnede Rasmus Nyerup senere med rette Konsistoriums plan.[87]

Universitetet havde således med al ønskelig tydelighed demonstreret, at det ikke selv evnede at gennemføre de nødvendige reformer. De skulle dikteres udefra. Dets svar på de to kabinetsordrer havde samtidig gjort det klart for Struensee, at skulle staten ikke selv tvinges til at finansiere moderniseringen af universitetet, var det nødvendigt at gribe om nældens rod og ophæve corporasystemet. Han valgte derfor at basere sit reformarbejde på en af tre anonyme og udaterede planer, der synes indgået allerede omkring årsskiftet 1770/71 og som grundlæggende forudsætning opererede med corporasystemets ophævelse.[88] Selve det praktiske arbejde med reformplanen blev på opfordring af kongens livlæge J. C. Berger overdraget til *Biskop Gunnerus* i

85. RA. Kabinetsarkivet, Christian VII's kabinetsarkiv, Struensees kabinetsarkiv, heri Konsistoriums plan 1771 23/3. Den er trykt i *Kiøbenhavns Universitets Journal 1794*, ved J. Baden, s. 50-61.

86. Som note 73.

87. Nyerup 1805, s. 377.

88. Hansen 1916-23 III, s. 565-66, heri kabinetsordre 1771 1/10 til biskop Gunnerus. De tre planer er bevaret i RA. Kabinetsarkivet, Christian VII's kabinetsarkiv, Struensees kabinetsarkiv. Plan litra A, som var Struensees arbejdsskitse, er anonym og udateret, men skriften er senere identificeret som »F. Martini haand«, hvilket må være kirurgen Ferdinand Martini. J. H. Tauber, der var Gunnerus' medhjælper under arbejdet med reformplanen, hævder imidlertid, at livlægen C. J. Berger og Oeder var dens ophavsmænd. Jf. *Uddrag af J. H. Taubers Dagbøger*, ved D. H. Wulff, Dansk Maanedsskrift 1865 I, s. 418. Det har dog ikke her været muligt at undersøge planens ophavssituation nærmere. Se note 77 om de to øvrige planer.



Fig. 8. Johan Ernst Gunnerus (1718-1773) var biskop i Trondhjem i Norge, da han i 1771 af Struensee fik til opgave at udarbejde et forslag til en universitetsreform. Gunnerus havde gode forudsætninger for at løse opgaven. Han var selv udgået fra Københavns Universitet og havde med kongelig understøttelse foretaget studierejser i udlandet, hvor han blandt andet havde studeret ved universitetet i Halle under oplysningsfilosoffen Christian Wolf. Han havde endvidere 1755-1758 været professor og regensprovst ved Københavns Universitet. Han var formentlig den første, der foreslog oprettelsen af et norsk universitet, og var initiativtager til oprettelsen af det kgl. norske videnskabernes selskab. Foruden at være teolog og filosof skabte Gunnerus sig også et navn som botaniker, samarbejdede med G. C. Oeder om storværket Flora Danica og udsendte selv en Flora Norgevica. Her ses Gunnerus som professor teologiæ og regensprovst ved Københavns Universitet i 1756 på et kobberstik af J. Haas. KB. Billedsamlingen.

Trondhjem.[89] Da denne i september 1771 kom til København blev han under en audiens i Hørsholm personlig orienteret om opgaven af Struensee, der ifølge den senere rektor J. H. Tauber understregede, at corporasystemets ophævelse var en conditio sine qva non.[90] Kort efter fulgte den officielle ordre om arbejdet. Gunnerus fik her frie hænder og blev reelt kun pålagt at undersøge, om den plan Struensee havde tænkt sig som arbejdsskitse »dabey zum Grund gelegt werden könnte, und wie solcher in diesem Fall in Detail auszuführen sey«.[91]

Gunnerus arbejdede hurtigt og kunne allerede den 16. december aflevere sin færdige reformplan foruden et forslag om at oprette et universitet i Norge,

89. Hansen 1916-23 III, s. 565-66, heri kabinetsordre 1771 6/7 til biskop Gunnerus. *Dansk Biografisk Lexikon* VI, udg. ved C. F. Brika, 1892.
90. *Uddrag af J. H. Taubers Dagbøger,* ved D. H. Wulff, Dansk Maanedsskrift 1865 I, s. 419.
91. Hansen 1916-23 III, s. 565-66, heri kabinetsordre til biskop Gunnerus 1771 1/10.

hvilket han indgav på egen hånd.[92] Planen, der fremstår som et radikalt brud med det ortodokse lutheranske universitetssyn, der havde været herskende siden reformationen, havde tydeligt til formål at sikre Københavns Universitet en plads blandt de mest moderne europæiske universiteter. Dens bærende tanke, at teologien skulle vige højsædet til fordel for de humanistiske og de nye praktiske videnskaber, var samtidig et udtryk for, at den europæiske rationalisme og erfaringsfilosofiens opgør med ortodoksien og dialektikken omsider var ved at slå igennem i Norden, skønt i wolff'ianismens klædesbon.

Som et centralt led i moderniseringsplanen foreslog Gunnerus, at naturvidenskaberne blev optaget i universitetets fagkreds som selvstændige lærestole og ligeberettigede med de traditionelle lærefag. Men i modsætning til Oeders og Ascanius plan fra 1762 blev dette kædet sammen med en for datiden revolutionerende ændring af den traditionelle fakultetsstruktur. Heri havde Gunnerus loyalt fulgt Struensees arbejdsskitse, skønt han dog mildnede nogle af dennes organisatoriske fejlgreb, blandt andet at antallet af fakulteter skulle reduceres til kun to – et teologisk og et filosofisk. Gunnerus ønskede, at universitetet fortsat skulle have fire fakulteter, men ændrede til gengæld deres hidtidige faglige sammensætning. Det teologiske og Det juridiske Fakultet bevarede han stort set uændret, hvorimod faget historie skulle udskilles fra Det filosofiske Fakultet som et nyt selvstændigt fakultet. Derimod skulle Det medicinske Fakultet nedlægges og forenes med den resterende del af Det filosofiske Fakultet, som han derefter opdelte i seks klasser eller sektioner: *Fundamentklassen, Den moralsk-politiske Klasse, Den medicinske Klasse, Den æstetisk-filologiske Klasse, Den fysiske Klasse* og *Den matematiske Klasse.*

Naturvidenskaberne skulle udgøre *Den fysiske Klasse* med tre ordinære professorater, hvoraf et i fysik og kemi, et i naturhistorie med zoologi og mineralogi og et i botanik. Naturvidenskaberne skulle således styrkes med to faste lærestole og frigøres fra medicinen, idet fysik og botanik hidtil kun havde været bidiscipliner for de to medicinske professorer. Samtidig blev naturhistorie stadfæstet som en selvstændig realvidenskab og adskilt fra økonomien, som han henlagde til Den moralsk-politiske Klasse. Fagene matematik og astronomi skulle udgøre *Den matematiske Klasse* med to ordinære professorater som hidtil. Desuden var det i planen indarbejdet, at universitetet overtog Naturalkabinettet.

Lærerkorpset, der hidtil havde bestået af 15 ordinarii og 3 ekstraordinarii, forøgede han til 21 ordinarii og 3 adjunkter. Altså en styrkelse af de faste professorale lærestole med næsten 50%. Universitetet skulle selv finansiere

92. RA. Kabinetsarkivet, Christian VII's kabinetsarkiv, Struensees kabinetsarkiv, heri Gunnerus' følgeskrivelse 1771 16/12. Det norske universitet i Kristiania blev først oprettet i 1811.

reformen gennem corporasystemets ophævelse og professorerne alle sættes på pengeløn. Indtægterne fra de inddragne corpora skulle indgå i en fond under Konsistoriums administration og ikke Finanskassens, hvilket havde været Struensees hensigt. Gunnerus anslog selv, at planen ville indebære et underskud på 2.234 rd. årligt, som skulle dækkes af kongens kasse. Det var dog hans opfattelse, at dette formentlig kun ville blive nødvendigt for en kortere periode og måske slet ikke.[93] Gunnerus synes således at have forudsat, at indtægterne af professorernes corpora var større, end de selv gav udtryk for. Reformens devise havde kort sagt været et bedre universitet for de samme penge.

Gunnerus ambitiøse plan nåede imidlertid aldrig at blive gennemført. Kun en måned efter dens indgivelse blev Struensee styrtet og alle reformplaner skrinlagt. Som eneste resultat blev Naturalkabinettet i marts 1772 overdraget til universitetet. Men kimen til de kommende årtiers reformpolitik, som skulle sikre naturvidenskaberne optagelse i universitetets fagkreds, var lagt.

På tærsklen til en ny universitetsfundats

Med afvisningen af Struensees fysiokratiske reformpolitik havde naturvidenskabernes første gennembrudsforsøg udtømt sin kraft. Det havde kun i mindre grad været styret af et videnskabeligt gennembrud, men blev derimod båret af en statsøkonomisk tænkning. Statens interesse svækkedes derfor i takt med afviklingen af manufakturpolitikken. En egentlig grundforskning baseret på en systematisering af videnskaberne med anvendelse af kvantitative metoder var endnu ikke slået igennem, skønt man dog så småt var begyndt at tilegne sig den empiriske metode. Generelt var der således stadig stærke træk, der pegede tilbage til det 17. århundredes raritetskabinetter og encyklopædiske videnskabssyn.

Efter 1772 var man reelt vendt tilbage til 1732-fundatsens fagstruktur. Ganske vist var tre ekstraordinære professorater blevet oprettet. Men på længere sigt havde de ikke kunnet opretholdes. *Fysik* blev atter en bidisciplin, da Kratzenstein i 1763 overtog et normeret medicinsk professorat; lærestolen i *»oeconomie«* blev nedlagt, da Fabricius i 1775 forlod København for at overtage en lærestol ved universitetet i Kiel;[94] og med universitetets overtagelse af

93. RA. Kabinetsarkivet, Christian VII's kabinetsarkiv, Struensees kabinetsarkiv, heri Gunnerus' Hauptplan 1771 16/12 og plan A.
94. Slottved 1978, D. 29. Hansen 1915-16, s. 200.

Botanisk Have blev *botanik* atter reduceret til en medicinsk hjælpedisciplin. Det eneste varige resultat var således kun den ekstraordinære lærestol i »oeconomie og naturhistorie«, der stadig blev gageret af kongens kasse.

Tilbageslaget var dog ikke unikt for Københavns Universitet. En lignende udvikling synes næsten samtidig at have fundet sted ved universitetet i Uppsala og en række andre nordeuropæiske universiteter,[95] og skyldes antagelig også her statsmagtens svigtende interesse for de naturhistoriske fag som økonomiske videnskaber, der på mirakuløs vis skulle sikre staten nye indtægtskilder.

Ved midten af 1780'erne så det ud som om, at alle de forudgående årtiers anstrengelser var gået sporløst hen over universitetet. I to breve til fundatskommissionen ved årsskiftet 1785/86, blot to år før den nye fundats, tegnede Kratzenstein et usædvanligt dystert billede af naturvidenskabernes hensygnende tilværelse. Al undervisning i kemi for de medicinske studenter var reelt ophørt i 1778, da han af helbredsgrunde havde opgivet sine kollokvier i teoretisk og praktisk kemi. Laboratorieforholdene var så ringe, fortæller Kratzenstein, at »jeg ... maatte udstaae saa meget heede af ilden og indtrække saa mange suure og mercurialske dampe, at jeg mange aar maatte tilbringe, førend øjene og mit bryst kunde overvinde denne skade, og jeg midstede derved den største deel af mine tænder«. Det havde været ham umuligt at overtale andre til at videreføre kollokvierne, da indtægterne var små og udgifterne store. Næsten lige så slet stod det til med undervisningen i de naturhistoriske discipliner, hvor Brünnich efter Kratzensteins mening end ikke passede sine pligter: »Han har udi hans heele professorat, (siden 1769) saa meget jeg har kundet udforske, ikkun læst tvende collegia for studenter, et over naturhistorien, hvori han efter auditorum klage ofte confuderte et subject med det andet, og et over den pharmaceutiske chymie ... Nu læser han over mineralogien, som frequenteres af 2 studenter, og giør nogle prøver udi laboratorio«.[96] Nu skal Kratzensteins vurdering nok tages med et gran salt, da hans motiv til bagvaskelsen af Brünnich over for fundatskommissionen var at skaffe midler til oprettelse af en lærestol i kemi gennem en beskæring af dennes gage. Men studenternes incitament til at følge de naturhistoriske forelæsninger har næppe været særlig stor, da disciplinerne ikke indgik i universitetets eksamens- og gradueringssystem.

Kratzenstein klagede også over studenternes ringe præstationer ved *examen*

95. Sten Lindroth: *Uppsala Universitet 1477-1977,* Uppsala 1976, s. 112. Om den europæiske udvikling henvises til de i note 160 anførte værker.

96. RA. DK. F.10. Koncepter og indlæg til Sjællandske registre 1788 7/5 nr. 391, heri promemoria fra Kratzenstein 1785 3/12.

philosophicum. De fulgte ikke forelæsningerne, men søgte manuduktører, der i løbet af få dage hovedkuls indterpede dem grundreglerne i fem videnskaber i form af en katekismus. Ved eksamensbordet kunne de for eksempel nok beskrive en magnet og magnetisme, men når han derefter gik dem nærmere på klingen og spurgte, hvad en magnet er for en art genstand, »veed de ikke om det er dyr eller plante. En svarede nyeligt, at bierget Hecla laae i Italien ved den kongelige residens Rom, saa at jeg ej sjælden meget melancholisk forlader examen, naar jeg seer, at all min umage at giøre dem mine physiske forelæsninger saa vel nyttige som angeneme hielper ikkun hos faae«.[97]

EMANCIPATIONSPERIODEN 1788-1850

Det moderne universitet i støbeskeen

Efter kronprins Frederiks magtovertagelse i 1784 blev reformpolitikken på universitetsområdet, der havde ligget stille siden 1772, atter genoptaget og resulterede få år senere i *universitetsfundatsen af 1788 7/5*. Hovedsigtet med den nye fundats havde først og fremmest været at gennemføre en hårdt tiltrængt pædagogisk reform af universitetets uddannelser. Den i 1736 indrettede juridiske embedseksamen og examen philosophicum blev reorganiseret og en medicinsk embedseksamen samt en eksamen for lærere ved de lærde skoler oprettet.[98] Samtidig blev alle de faste lærestolsfag for første gang i universitetets historie ligestillet ud fra et videnskabeligt ligheds- og retfærdighedsprincip og frigjort fra den snævre binding til teologien som dennes redskabsfag. I hele sin grundtænkning kom fundatsen derfor til at markere et definitivt brud med det ortodokse lutheranske universitetssyn og grundlæggelsen af det moderne embedsstudiernes universitet.

Umiddelbart førte fundatsen ikke til nogen ændring af naturvidenskabernes stilling, men bekræftede blot de eksisterende forhold. Den indeholdt dog et løfte om oprettelse af et lektorat i *kemi*, der med tiden skulle omdannes til et professorat i fysik. Men foreløbig blev det ved løftet. Derimod blev det 17. og

97. RA. DK. F.10. Koncepter og indlæg til Sjællandske registre 1788 7/5 nr. 391, heri promemoria fra Kratzenstein 1786 12/1. Biskop Gunnerus havde i sin plan fra 1771 ønsket examen philosophicum afskaffet med den begrundelse, at studenterne efter otte måneders ophold ved universitetet gik til eksamen uden at have lært noget grundigt i nogen videnskab, da alt kom an på udenadslære. Jf. Gunnerus' Hauptplan § 21 – kildehenvisning som note 93.
98. Fundats 1788 7/5 kap. IV. Fundatsens er trykt i *Samling af de for Universitetsforholdene gjældende Retsregler* II, 1885 (herefter forkortet *Retsregler* 1885). Thomsen 1975, s. 636-40.

18. århundredes gennembrud inden for den matematiske videnskab tilgodeset med funderingen af et ekstraordinært professorat, der var blevet oprettet allerede i 1759, samt en stadfæstelse af astronomiens efterhånden selvstændige stilling under det ene af de ordinære professorater i matematik.[99]

De traditionelle videnskabsfag fik i fundatsen sikret otte ekstraordinære professorater, hvis gage blev betalt af kongens kasse, da den faste stab af professores ordinarii ikke længere var tilstrækkelig til at sikre en tidssvarende undervisning efter indførelsen af de nye embedseksaminer. Denne udvidelse af lærestolenes antal fik dog ingen betydning for naturvidenskaberne, da de ikke indgik i det nye eksamenssystem som obligatoriske lærefag. Det ekstraordinære professorat i *»oeconomie og naturhistorie«* blev derfor ikke sikret i fundatsen. Men universitetets partron fik blot pålagt, at der skulle meddeles en grundig og udførlig undervisning i kameralvidenskaberne, naturhistorie og andre »derhen nyttige kundskaber«.[100] En fortsat opretholdelse af lærestolen var derfor tvivlsom på længere sigt, da undervisningen med dækning i såvel fundatsen som hidtidig praksis til enhver tid kunne pålægges en af de øvrige professorer som bifag.

Ved at påtage sig lønbyrden for de otte nye professores extraordinarii havde staten indirekte anerkendt sin forpligtelse til at finansiere udbygningen af universitetets fagkreds. Denne forpligtelse skulle i de efterfølgende årtier blive det bærende element ved oprettelsen af adskillige naturvidenskabelige lærestole. I første omgang var statens løfte om at bære lønudgiften dog kun et taktisk udspil over for universitetet i den hensigt at få den nye fundats reformer og udvidelsen af de faste lærestole til at glide lettere ned og dulme professorernes frygt for deres corpora. Universitetet kunne ikke vide, at staten overvejede også at gennemføre reformer på centrale områder som for eksempel dets økonomi og jordegodsets forvaltning.[101] Det blev kort sagt offer for en salamitaktik, hvor accept af en reform bar en anden i sit kølvand. I fundatsen havde staten da kun forpligtet sig til at bære lønbyrden til de

99. Fundats 1788 7/5 kap. I, §§ 1 og 6. Slottved 1978, D.27.

100. Fundats 1788 7/5 kap. I, §§ 1 og 6.

101. Fundats 1788 7/5 kap. I, § 1. RA. DK. F.10. Koncepter og indlæg til Sjællandske registre 1788 7/5 nr. 391, heri koncept til brev fra universitetets prokansler, Hector Frederik Janson, til kronprins Frederik. Siden slutningen af 1750'erne var antallet af ekstraordinære professorater ekspanderet betydeligt, men kun inden for de traditionelle videnskabsfag. Således oplyser universitetet i et brev 1786 12/1 til fundatskommissionen, at kongens kasse på dette tidpsunkt forstrakte dets professorer med 3900 rd., hvortil kom yderligere 600 rd. fra Fonden ad Usos Publicos samt 400 rd. fra Vestindien. Jf. RA. DK. F.10. Koncepter og indlæg til Sjællandske registre 1788 7/5 nr. 391, heri skrivelse 1786 12/1 fra universitetet.

ekstraordinære professorater »saalænge universitetets indtægter dertil ikke ere tilstrækkelige«.[102] Denne indskrænkning skulle snart vise sig at få alvorlige konsekvenser.

Allerede en måned efter fundatsens underskrivelse fik Danske Kancelli gennem Finanskollegiet pålagt at indgive et forslag om, på hvad måde denne ekstraudgift for kongens kasse kunne ophøre.[103] Konfronteret hermed erklærede universitetet som så ofte tidligere, at det ikke så sig i stand til at overtage lønningerne, men måtte henvise til fundatsens bestemmelse, at de skulle bæres af kongens kasse.[104] Men nu var løbet definitivt kørt. Statens finanser var blevet spændt til bristepunktet som følge af den korte krig med Sverige i 1788, og den ønskede nu for enhver pris at reducere sine udgifter.[105] Midlet blev drastisk og alle universitetets indvendinger fejet af bordet. Det århundredgamle corporasystem, der havde bremset alle forsøg på at få naturvidenskaberne optaget som selvstændige lærestolsfag ved universitetet, blev ophævet ved kongelig resolution af 1796 25/11. De enkelte corpora blev herefter inddraget ved vakance. Det sidste så sent som i 1831.[106]

Statens mål med corporasystemets afvikling havde først og fremmest været at mindske sine udgifter og atter sætte universitetet i stand til at hvile økonomisk i sig selv.[107] At der samtidig blev skabt et økonomisk grundlag for naturvidenskabernes gennembrud og ekspansion gennem det meste af det 19. århundrede, var en heldig følgevirkning, der ikke kunne forudses i 1796, hvor man kun i ringe udstrækning havde kendskab til størrelsen af de indtægter professorerne oppebar af deres corpora.[108]

102. Fundats 1788 7/5 kap. I, § 1.

103. RA. KU. 12.05.36. Circularia 1788 16/7 nr. 18.

104. *Kiøbenhavns Universitets Journal 1793,* ved J. Baden, s. 102-10 og 145-52.

105. RA. Finanskollegiet, forestillinger 1789 nr. 105 med kgl. res. 1788 13/6. Hans Chr. Johansen: *Dansk Økonomisk Politik i årene efter 1784* I, Århus 1968, s. 325.

106. Matzen 1879 II, s. 291-92. *Kiøbenhavns Universitets Journal 1793,* ved J. Baden, s. 102-10 og 145-52.

107. Mogens Thøgersen har påvist, at også regeringens landbrugspolitik spillede en væsentlig rolle for corporasystemets ophævelse, idet universitetets jordegods, der i vid udstrækning var strøgods, stillede sig hindrende i vejen for udskiftningsreformerne. Jf. bd. IV.

108. I 1787 beklagede H. F. Janson sig over, at universitetets professorer hemmeligholdte, hvilke indtægter de fik af deres corpora. Jf. H. F. Janson: *Beskrivelse over samtlige af det Kongelige Universitet i Kiøbenhavn tilhørende Midler og Indkomster,* 1787, s. 38. Om professorernes corporaindtægter se bd. IV.

Grundvidenskabernes gennembrud og emancipation fra medicinen

I brede kredse var der stor utilfredshed med den stedmoderlige behandling, der var blevet naturvidenskaberne til del i fundatsen. Da Brünnich i 1789 blev forflyttet til Norge og lærestolen i »oeconomie og naturhistorie« nedlagt, slog utilfredsheden ud i lys lue og førte få måneder senere på initiativ af lægen og naturforskeren P. C. Abildgaard til oprettelsen af *Naturhistorie-Selskabet af 1789*. Dette kom ikke alene til at fungere som et videnskabeligt oplysende selskab, men også som en privat naturvidenskabelig læreanstalt, der gav undervisning i de naturhistoriske fag med afsluttende eksaminer og havde egne lærestole i botanik og zoologi samt mineralogi.

Selskabet fik stor tilstrømning til sin undervisning, og da dets samlinger efterhånden blev for store til det lokale, det havde fået stillet til rådighed i Prinsens Palæ, kunne det vanskeligt opretholde sin mangfoldige virksomhed. Det optog derfor i 1792 og senere også i 1799 forhandlinger om at overtage universitetets *Theatrum Naturæ*,[109] som havde været lukket siden Brünnichs afrejse, men på sådanne vilkår, at selskabet ikke samtidig blev underlagt universitetet. Forhandlingerne løb imidlertid ud i sandet,[110] antagelig fordi universitetet har frygtet, at det skulle blive forpligtet til at støtte Naturhistorie-Selskabet økonomisk.[111] Det lykkedes derfor ikke selskabet at sikre sig en fast og mere permanent institutionel basis.

Da universitetet i 1795 genoprettede det naturhistoriske professorat og to år senere også oprettede en lærestol i botanik, smuldrede selskabets eksistensgrundlag. I 1805 blev det derfor nedlagt og dets samlinger overtaget af Det kgl. naturhistoriske Museum på Rosenborg.[112] Til trods for sin korte levetid spillede Naturhistorie-Selskabet en betydelig rolle som katalysator i de år, hvor de naturhistoriske fag blev negligeret af universitetet. Men en holdningsændring var dog så småt begyndt at slå igennem efter 1795; ikke mindst fra statens side.

Det første spæde skridt til en udbygning af naturvidenskaberne ved

109. Universitetets »Theatrum Naturæ« var oprettet i 1772 på grundlag af Naturalkabinettets samlinger.

110. Garboe 1959, s. 155-56 og 162-72. Ragnar Spärck: *Undervisningen i Zoologi ved Københavns Universitet*, Festskrift udgivet af Københavns Universitet, 1962, s. 43-46.

111. I forhandlingerne i 1799 var indgået, at Naturhistorie-Selskabet også skulle overtage universitetets professorat i naturhistorie, der var genoprettet i 1795. Det er næppe tænkeligt, at universitetet kunne have afgivet både professoratet og Naturalteatret uden samtidig at skulle støtte selskabet økonomisk.

112. Garboe 1959, s. 183-84. Samlingerne kom i universitetets eje, da Det kgl. naturhistoriske Museum i 1862 blev overdraget til Københavns Universitet. Jf. *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet 1857-1863*, ved A. C. P. Linde, 1867, s. 33-51.

universitetet blev taget i forbindelse med udflytningen af Botanisk Have fra Amalienborg til Charlottenborg i 1778. Året efter oprettedes et lektorat i *botanik,* som blev overtaget af *Martin Vahl.* Der var imidlertid ikke tale om en egentlig lærestol, men blot om en stilling som videnskabelig medhjælp for den medicinske professor med botanik som bifag. Lektoratet figurerer således heller ikke blandt de annoncerede forelæsninger i universitetets lektionskatalog.[113] I 1797 blev lektoratet omdannet til et ekstraordinært professorat i botanik, som herved blev udskilt fra de medicinske lærestole som et selvstændigt lærestolsfag. Men en egentlig frigørelse fra medicinen var der derimod ikke tale om, og lærestolen forblev da også i Det medicinske Fakultet.[114]

Professoratet havde oprindelig været tiltænkt Martin Vahl, men ved en snedig manøvre lykkedes det *Erik Nissen Viborg,* der i 1783 havde overtaget lektoratet, at sikre sig det nye professorat. Han gik uden om Danske Kancelli direkte til universitetets patron, hertugen af Augustenborg, hvem han fortalte, at Vahl ikke brød sig om embedet, da han allerede havde en lærestol ved Naturhistorie-Selskabet. Hertugen gennemtrumfede derefter Viborgs ansættelse ved en kabinetsordre, mens Vahls ansøgning stadig var til behandling i kancelliet.[115] Først i 1801, da Viborg blev udnævnt til forstander for Veterinærskolen, kunne Vahl endelig overtage professoratet, som han dog kun bevarede til sin alt for tidlige død i 1804, hvorefter det i 1808 blev overtaget af *Jens Wilken Hornemann.*[116]

Fundatsens løfte om et lektorat i *kemi* blev ikke indfriet. De 200 rd., der var afsat til dets gagering, blev i stedet for anvendt til en vikar for Brünnich, efter at denne i 1789 blev forflyttet til Norge. Da også vikaren, *Chr. Elovius Mangor,* i 1792 blev sendt til Norge, ophørte alle forelæsninger i de naturhistoriske fag. At dette var i modstrid med fundatsens bestemmelse, synes universitetet ikke at have taget fortrydeligt op. Forelæsningerne i zoologi, som Mangor havde negligeret, blev sammen med mineralogien først videreført, da lærestolen i *naturhistorie* blev genoprettet i 1795 og overtaget af *Gregers Wad.*[117]

113. RA. DK. F.11. Sjællandske tegnelser 1778 22/7 nr. 441. RA. DK. F.9. Sjællandske registre 1779 24/3 nr. 187. *Lectiones Publicæ & Privatæ Professorum in Regia Universitate Hafniensi* 1779-1786. *Catalogus Lectionum a Professoribus in Vniversitate Regia Hafniensi Habendarum* 1786-1788. Slottved 1978, C. 15.

114. RA. DK. F.9. Sjællandske registre 1797 29/9 nr. 1038. RA. DK. Patronen for Københavns Universitet, Patronatsforestillinger 1794-1805, heri forestilling 1797 21/9 nr. D.81.

115. Christensen 1924-26, s. 163.

116. RA. DK. H.7. Registranter 1801 29/5 nr. 198. RA. DK. Patronen for Københavns Universitet, Patronatsforestillinger 1794-1805, heri forestilling 1801 13/5 nr. H.121. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1808 13/4 nr. 134.

117. *Kiøbenhavns Universitets Journal 1793,* ved J. Baden, s. 102. Garboe 1959, s. 156-57. RA. DK. F.11. Sjæll. tegnelser 1789 6/11 nr. 811. RA. DK. F.9. Sjællandske registre 1795 17/4 nr. 352.

En yderligere udbygning af de naturhistoriske fag fandt sted i 1810 i forbindelse med en storslået gave, *grev J. G. Moltke* skænkede Københavns Universitet med det formål at fremme udviklingen af naturhistorien ved universitetet og støtte det økonomisk betrængte »Theatrum Naturæ«, der havde ført en hensygnende tilværelse, siden det i 1772 var blevet overtaget af universitetet. Som modstykke til grev Moltkes donation finansierede staten oprettelsen af et nyt ekstraordinært professorat i naturhistorie, som blev overtaget af nordmanden *Jens Rathke.* Herved blev det muligt at dele professoratet i »oeconomie og naturhistorie«, således at fagene *zoologi* og *mineralogi* blev adskilt i hver sin selvstændige lærestol.[118] Rathke forlod dog allerede sin lærestol i 1813 for at overtage et professorat ved det nyoprettede universitet i Norge. Den zoologiske lærestol blev derefter overtaget af *J. C. H. Reinhardt;* først som lektorat og året efter som ekstraordinært professorat.[119]

Fundatsens løfte om en lærestol i *fysik* blev først opfyldt efter Kratzensteins død i 1796, og professoratet overtaget af *Arnt Nicolai Aasheim.* Faget blev herved udskilt fra de medicinske lærestole som et selvstændigt lærestolsfag, men forblev ligesom det botaniske professorat fortsat i Det medicinske Fakultet. Pengene til gagering af professoratet, som kun var ekstraordinært, blev tilvejebragt af de 300 rd., der ifølge fundatsen var tillagt den overtallige lærestol i filosofi af kongens kasse.[120]

Også *kemi* var for en kortere periode (1795-1806) betænkt med en selvstændig, men ugageret, lærestol i Det medicinske Fakultet. Men da dens indehaver, *Gottfried Becker,* afgik, blev faget tillagt lærestolen i fysik som bidisciplin.[121]

Endelig fik faget *astronomi* en fagdublering, da der år 1800 oprettedes et nyt ekstraordinært professorat til *Ole Warberg.*[122]

I løbet af blot tre år (1795-97) blev således lærestolen i naturhistorie genoprettet og selvstændige lærestole i botanik, kemi og fysik oprettet. Men professoraterne i kemi og botanik var godt nok kun blevet til, fordi Becker og Viborg begge påtog sig at læse uden nogen løn. Ganske vist havde Viborg løn som professor ved Veterinærskolen og Becker indtægter som apoteker i

118. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1810 11/8 nr. 223. Garboe 1959, s. 153-57 og 192-97.

119. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1813 3/5 nr. 385 og 1814 6/8 nr. 431. Slottved 1978, D. 44.

120. RA. DK. Patronen for Københavns Universitet, Patronatsforestillinger 1794-1805, heri forestilling 1796 26/4 nr. C.25.

121. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1806 29/4 nr. 39 og 1806 15/8 nr. 59.

122. Slottved 1978, D. 38.

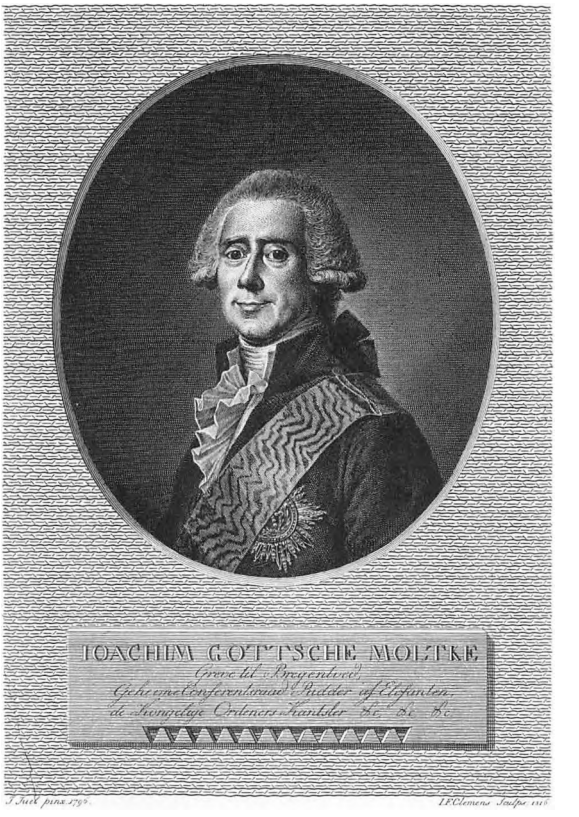


Fig. 9. Grev Joachim Godske Moltke (1746-1818) sikrede i 1810 det mineralogiske og det zoologiske museums fremtid, idet han afkøbte universitetet dets naturalsamling, som han forenede med faderens meget betydelige samlinger samt private samlinger og derefter forærede det hele til universitetet foruden en årlig ydelse på 200 rdl. Stik af I. F. Clemens 1816 efter maleri af Jens Juel 1796. KB. Billedsamlingen.

København, men oprettelsen af de to lærestole havde været uden omkostning, hverken for staten eller universitetet. Da lærestolen i kemi blev nedlagt i 1806, var den stadig ulønnet. Kronprins Frederik forsøgte dog at redde den ved at skrive til Universitetsdirektionen, der i 1805 havde afløst patronen som universitetets øverste myndighed, om man ikke kunne formå Becker til at blive, hvis han fik tillagt en fast gage. Men direktionen ønskede faget sammenlagt med lærestolen i fysik, der netop stod for at skulle nybesættes med *Hans Christian Ørsted.*[123] Lærestolen i botanik havde derimod ved en nybesættelse i 1801 fået tillagt en gage på 500 rd. af kongens kasse.[124] Denne forskelsbehandling af de to fag må antagelig forklares med, at botanik nu

123. RA. DK. F.10. Koncepter og indlæg til Sjællandske registre 1797 29/9 nr. 1038, heri petition 1797 25/10 fra E. Nissen Viborg. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1806 29/4 nr. 39 med brev fra kronprins Frederik 1806 15/5. H. C. Ørsted: *Naturvidenskabelige Skrifter,* udg. af Kirstine Meyer, 1920 (herefter forkortet Ørsted 1920), III, s. 193.
124. RA. DK. Patronen for Københavns Universitet, Patronatsforestillinger 1794-1805, heri forestilling 1801 13/5 nr. H.121.

havde fået sit gennembrud som erfaringsvidenskab og derfor måtte sikres for universitetets fagkreds, hvorimod dette endnu ikke var tilfældet med kemi.

Som kontrast til sin ambivalente holdning til naturvidenskaberne, eller rettere de naturhistoriske fag, i den økonomiske periode fremstod staten i det 19. århundredes første decennium som direkte initiativtager til oprettelsen og videreførelsen af de nye lærestole og påtog sig nu helt eller delvis at bære deres aflønning (jf. tabel 2). Universitetet synes derimod kun at have haft ringe indflydelse på udviklingen. Ihvertfald blev dette ikke hørt officielt, hverken om lærestolenes oprettelse og nybesættelse eller om dets synspunkt på behovet for de enkelte fag. En gennemgang af ansættelsessagerne viser klart, at initiativet normalt udgik fra Patronen og senere Universitetsdirektionen. Men også Frederik VI synes i flere tilfælde at have taget et personligt initiativ.[125]

Statens universitetspolitik var i høj grad styret af udviklingen i universitetets økonomi. Målsætningen med corporasystemets afvikling havde været at mindske statens udgifter til universitetet. Men de første 10 år efter afviklingen af corporasystemet var påbegyndt, havde de økonomiske virkninger været yderst begrænsede, og indtil 1806 var kun to corpora blevet inddraget.[125a] Man må således konkludere, at uden statens direkte finansielle støtte havde oprettelsen og videreførelsen af de naturvidenskabelige lærestole, bortset fra Beckers og Viborgs professorater, næppe været mulig. Situationen blev dog bedret betydeligt i løbet af årene 1806-14, da yderligere 6 corpora blev inddraget til Den akademiske Fond, der fungerede som universitetets lønkonto. Universitetet blev herved i stand til ikke alene at give de pengelønnede lærere en hårdt tiltrængt lønforbedring i 1808, 1810 og 1814, men også i stigende grad at overtage aflønningen af de nye lærestole samt delvis at finansiere en yderligere udvidelse af dets fagkreds (jf. tabel 2). Aflønningen af det i år 1800 oprettede ekstraordinære professorat i astronomi fandt derimod sted over Astronomisk Observatoriums kapital, der havde fået en kraftig økonomisk indsprøjtning, efter at almanakprivilegiet atter var hjemfaldet til universitetet.[125b]

125. En gennemgang af RA. KU. 12.03.20-34. Acta Consistorii 1793-1837 har ikke frembragt et eneste eksempel på, at oprettelsen eller nybesættelser af naturvidenskabelige lærestole er blevet behandlet af Universitetet.

125a. *Efterretninger angaaende Kjøbenhavns Universitet, Sorø Academi og de lærde Skoler 1810* ved L. Engelstoft, s. 61-62. RA. DK. Patronen for Københavns Universitet, Patronatsforestillinger 1794-1805, forestilling 1803 20/4 nr. K.129.

125b. *Efterretninger angaaende Kjøbenhavns Universitet, Sorø Academi og de lærde Skoler 1823* ved L. Engelstoft, s. 40. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillinger 1808 13/4 nr. 134, 1810 27/4 nr. 211 samt 1814 13/8 nr. 431. Matzen II, s. 253. RA. KU. 18.19.01-05 Universitetets hovedbøger 1805-1816, Astronomisk Observatoriums konto.

Tabel 2. *Aflønning af de naturvidenskabelige lærere ved tiltrædelsen af lærestolen 1775-1835.*

Fag/lærer	Tiltrådt år	Betalt af univ.	Betalt af staten	Gage i alt	Lærestolens art
Fysik					
Arnt Nicolai Aasheim	1796*	-	300	300	Professorat
Hans Christian Ørsted	1806	400	300	700	Professorat
Kemi					
Gottfried Becher	1795*	-	-	-	Professorat
William Chr. Zeise	1822*	-	600	600	Professorat
Georg Forchhammer	1823*	-	400	400	Lektorat
Botanik					
Martin Vahl	1779*	-	200	200	Lektorat
Erik Nissen Viborg	1783	-	200	200	Lektorat
Erik Nissen Viborg	1797*	-	-	-	Professorat
Martin Vahl	1801	-	500	500	Professorat
Jens Wilkens Hornemann	1801	...	...	...	Lektorat
Jens Wilkens Hornemann	1808	700	-	700	Professorat
Joachim Frederik Schouw	1821*	-	800	800	Professorat
Zoologi					
Jens Rathke	1810*	332	668	1000	Professorat
J. C. H. Reinhardt	1813	500	-	500	Lektorat
J. C. H. Reinhardt	1814	600	-	600	Professorat
Mineralogi/naturhistorie					
Chr. Elovius Mangor	1789	-	200	200	Lektorat
Gregers Wad	1795	150	-	150	Professorat
J. Hornemann Bredsdorff	1823*	-	400	400	Lektorat
Georg Forchhammer	1831*	600	-	600	Professorat

Beløbene er angivet i rd. og rbd. sølvværdi. Hvor året for tiltrædelsen er mærket *, angiver det, at lærestolen er oprettet samme år. Fra 1836 25/11 var lønningerne fastsat i universitetets normalreglement og blev fuldt ud båret af Københavns Universitet.

Kilder: E. Slottved: *Lærestole og lærere ved Københavns Universitet 1537-1977*, 1978. RA.DK. Sjæll. Tegn. 1789 6/11 nr. 811. Sjæll. Reg. 1779 24/3 nr. 187, 1783 16/4 nr. 286, 1795 17/4 nr. 352-53, 1797 29/9 nr. 1038. RA.DK. 1. Dep. Reg. 1801 29/5 nr. 198, 1801 5/6 nr. 204. RA.DK. Patronen for Københavns Universitet, Forestillinger 1794-1805, 1796 24/6 nr. C.25, 1801 13/5 nr. H.121. RA.DK. Universitetsdirektionen, Forestillinger, 1806 15/8-5/9 nr. 59, 1808 13/4-23/4 nr. 134, 1810 11/8-15/8 nr. 223, 1813 3/5-14/5 nr. 385, 1814 6/8-13/8 nr. 431, 1821 18/4-28/4 nr. 780, 1822 20/6-25/6 nr. 837, 1823 30/10-11/11 nr. 897, 1831 23/3-26/3 nr. 1320. RA. Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet, 3. Ktr., Universitetssager 1850 nr. 335-36.

I 1814 var universitetets økonomi bragt så meget på fode, dels gennem inddragelsen af corpora, dels på grund af de høje kornpriser under Napoleonskrigen, at det ved en kongelig resolution af 1814 20/4 med virkning fra årets begyndelse fik pålagt at overtage lønbyrden til de lærestole, der hidtil var blevet båret af staten.[125c] Ganske vist var det en direkte følge af statsbankerotten i 1813 og den deraf følgende indskrænkning af statens udgifter. Men alligevel kan man heraf konkludere, at saneringen af universitetets økonomi gennem corporasystemets afvikling nu havde sat det i stand til ikke alene at overtage lønudgiften til de ekstraordinære professorer, hvad det i 1788 havde afvist, men også at kunne finansiere den udvidelse af dets fagkreds, der havde fundet sted efter 1795. Statens finansielle støtte til oprettelsen af de naturvidenskabelige lærestole må således opfattes som en midlertidig foranstaltning, indtil gevinsten ved corporainddragelsen ville sætte universitetet i stand til selv at overtage byrden. På dette tidspunkt var kun 8 af ialt 17 corpora blevet inddraget. Men virkningerne heraf havde overgået enhver forventning, og de største corpora var endog ikke blevet inddraget endnu.[126] Der var i 1814 således al mulig grund til optimisme. Men som vi senere skal se, hvilede denne på et urealistisk grundlag, forvrænget af kunstigt høje kornpriser.

Statens finansiering af de naturvidenskabelige lærestole i en periode, hvor statsfinanserne var spændt til bristepunktet som følge af neutralitetspolitikken og senere krigen med England, havde kun karakter af en midlertidig foranstaltning, indtil saneringen af universitetets økonomi og inddragelsen af corpora atter satte det i stand til selv at bære byrden. Men uden statens direkte finansielle støtte havde oprettelsen og videreførelsen af de naturvidenskabelige lærestole næppe været mulig før langt senere. Uagtet det ikke fremgår af kilderne, må det have vejet tungt, at universitetet ikke ville kunne opretholde sin videnskabelige standard i forhold til andre europæiske universiteter, med mindre det optog de nye videnskabsfag i sin fagkreds. Altså et hensyn til monarkiets prestige. Også fastlandsspærringen og den danske deltagelse i Napoleonskrigen, der aktualiserede behovet for en indenlandsk produktion og førte til en genopblussen af manufakturpolitikken, synes at have influeret på statens holdning, præcis som det var tilfældet i 1750'erne.

H. C. Ørsted, der ivrigt gik ind for en udvidelse af den teoretiske

125c. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillinger 1814 12/4 med kgl. res. 20/4 nr. 422. Universitetets indtægter stammede hovedsageligt fra dets jordegods og fulgte derfor udviklingen i landbrugspriserne.

126. *Efterretninger angaaende Kjøbenhavns Universitet, Sorø Academi og de lærde Skoler 1823* ved L. Engelstoft, s. 40 samt *Academiske Tidender 1833* ved H. P. Selmer, s. 115.

grundforskning, øjnede mulighederne i statens nye økonomiske politik. Efter en rejse til Prøjsen og Frankrig i 1812/13 indgav han et forslag om reform af det fysiske studium ved universitetet til finansminister grev Schimmelmann. Han fremhævede her, at grundforskningen inden for de teoretiske videnskaber som fysik og kemi, som i Frankrig blev finansieret af staten, i vid udstrækning var årsagen til den blomstrende franske fabriksindustri, der »forsyne landet med nødvendigheder, som før gjorde det skatskyldigt til andre nationer og unddrog det uhyre summer«. Budskabet var tydeligt. Skulle en lignende industriel blomstring opnås i Danmark, måtte staten i højere grad end tidligere støtte de eksperimentelle videnskaber og blandt andet oprette en selvstændig lærestol i kemi.[127] Men kort efter fulgte statsbankerotten, og i 1814 opgav man atter beskyttelsespolitikken til fordel for den fysiokratiske toldpolitik, der var blevet grundfæstet med toldloven af 1797,[128] og statens incitament til en yderligere udbygning af de teoretiske videnskaber var dermed forsvundet.

Skønt et nyt videnskabssyn i samklang med den begyndende romantisme og indflydelsen fra den tyske naturfilosofi nu så småt var begyndt at vinde frem, var oplysningstidens økonomisk anlagte nyttesyn sejlivet og ofte det officielle motiv bag oprettelsen af de naturvidenskabelige lærestole. Da lektoratet i botanik oprettedes i 1779, blev det i Martin Vahls bestalling således understreget, at der skulle lægges særlig vægt på at »viise planternes nytte i medicinen og in oeconomicis«. Tilsvarende blev det i Universitetsdirektionens forestilling om oprettelsen af den zoologiske lærestol i 1810 fremhævet, at Jens Rathke især havde lagt sig efter den »oeconomiske deel« af zoologien. Men i modsætning til den økonomiske periode synes man dog så småt at være begyndt at se på de enkelte ansøgeres videnskabelige kvalifikationer, skønt der langt fra var tale om en egentlig faglig bedømmelse af ansøgerne, som vi kender den i dag. Dette var således tilfældet ved såvel H. C. Ørsteds overtagelse af lærestolen i fysik og kemi i 1806 som J. C. H. Reinhardts af lærestolen i zoologi 1813.[129] Men hvorvidt dette afspejler en generel holdningsændring til fordel for et mere videnskabelig anlagt syn på naturvidenskaberne, må dog stå som et åbent spørgsmål. I begge tilfælde var der tale om nybesættelse af et allerede eksisterende professorat. Det er derfor

127. Ørsted 1920, III, s. 191-93.

129. Hans Chr. Johansen: *Dansk Økonomisk Politik i årene efter 1784*, Århus 1968, s. 331.

129. RA. DK. F.9. Sjællandske registre 1779 24/3 nr. 187. RA. DK. F.10. Koncepter og indlæg til Sjællandske registre 1779 24/4 nr. 187, heri Den botaniske Kommissions forestilling 1779 24/3. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1806 15/8 nr. 59, 1810 11/8 nr. 223 og 1813 3/5 nr. 385.

tænkeligt, at det ikke i samme grad har været nødvendigt at understrege nytteværdien som ved deres oprettelse.[130]

Fundatsen af 1788 havde ikke rokket ved naturvidenskabernes integrering i den medicinske videnskab og opsplitning mellem Det medicinske og Det filosofiske Fakultet. Fagene botanik, fysik og kemi var ved begyndelsen af det 19. århundrede således stadig henlagt til Det medicinske Fakultet som bidiscipliner, hvorimod matematik, astronomi og naturhistorie var henlagt til Det filosofiske Fakultet. Sideløbende med deres frigørelse som selvstændige lærestolsfag blev de efterhånden alle samlet i Det filosofiske Fakultet; formentlig som en naturlig konsekvens af naturvidenskabernes anerkendelse som selvstændige videnskaber, selvom deres primære funktion langt op i det 19. århundrede stadig var at være hjælpevidenskaber for medicinen.[131] Således blev faget *fysik* år 1800 i praksis overflyttet til Det filosofiske Fakultet, da indehaveren af det ordinære professorat i matematik og astronomi, *Thomas Bugge*, efter eget ønske midlertidig overtog lærestolen ved A. N. Aasheims død, imod at hans eget lærestolsfag blev varetaget af en vikar, samt at han bevarede de til sit ordinære professorat knyttede indtægter, corpous og sæde i Konsistorium. Ved H. C. Ørsteds overtagelse af lærestolen i 1806 blev overflyttelsen bekræftet, og da den samtidig fik tillagt *kemi* som bifag, blev også dette automatisk overflyttet til Det filosofiske Fakultet ved samme lejlighed.[132] I 1817 fulgte lærestolen i *botanik* som den sidste, da en reorganisering af Konsistorium gjorde det uhensigtsmæssigt at bevare professoratet i Det medicinske Fakultet.[133] Hermed var alle de naturvidenskabelige lærestole nu blevet samlet i Det filosofiske Fakultet og emancipationen fra medicinen som selvstændige lærestolsfag fuldbyrdet.

130. Et videnskabeligt orienteret syn og udpræget modernistisk holdning til videnskaberne kommer f.eks. til udtryk i Universitetsdirektionens forestilling om reorganiseringen af Konsistorium i 1817. Kildehenvisning som i note 188.

131. Fundats 1788 7/5 kap. I, §§ 1 og 5-6. Naturvidenskabernes funktion som medicinske hjælpevidenskaber kommer f.eks. til udtryk med den i 1843 oprettede medicinske forberedelseseksamen. Jf. bkg. 1843 4/11 og bkg. 1858 22/1, trykt i *Retsregler* 1885.

132. RA. DK. Patronen for Københavns Universitet, Patronatsforestillinger 1794-1805, heri forestilling 1800 25/9 nr. G. 207. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1808 15/8 nr. 59. Slottved 1978, C. 8. H. C Ørsted var 1800-1806 ulønnet adjunkt i farmakologi i Det medicinske Fakultet. Jf. RA. DK. Patronen for Københavns Universitet, Patronatsforestillinger 1794-1805, heri forestilling 1800 5/11 nr. G. 233 samt RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1806 15/8 nr. 59.

133. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1817 17/7 nr. 560. *Catalogus Praelectionum in Vniversitate Regia Hafniensi Habendarum* 1817 I-II.

Udbygning og konsolidering

Landbrugets afsætningskrise efter 1818, der som nettoeksportør af korn ramte Danmark hårdt, vakte atter statens interesse for naturvidenskaberne. Dette skyldes ikke mindst, at samtiden gennem det industrielle gennembrud i England og til en vis grad også i Frankrig fik demonstreret naturvidenskabernes betydning for industri og den nationale velstand.

De fleste europæiske stater var i det 19. århundredes første decennier begyndt at støtte en naturvidenskabelig grundforskning gennem at oprette særlige forskningsinstitutioner, laboratorier m.v. Denne udvikling havde været særlig gunstig i Frankrig, hvor den var centreret omkring nyoprettede institutioner og akademier uden for universiteternes regie, og havde givet fransk videnskab en dominerende position på næsten alle områder. I 1820'erne blev også en udbygning af forskningslaboratorier påbegyndt ved flere tyske universiteter og førte i de følgende årtier til en lignende opblomstring for tysk videnskab. Samtidig blev en forbedret international forskningskommunikation sikret gennem oprettelsen af en lang række faglige tidskrifter inden for alle fagdiscipliner. Alt i alt en udvikling, der måtte føre til en mere dynamisk ekspansion af grundforskningen og en større fagspecialisering, skønt på et metafysisk og idealistisk grundlag og båret af romantismen og naturfilosofien som inspirationskilde. Den tyske naturfilosofi og dens tro på en verdensånd eller urkraft i naturen, som manifesterede sig gennem naturlovene, var således en enorm inspirationskilde, ikke blot for den naturvidenskabelige grundforskning, men også for humanistiske videnskaber som historie, arkæologi samt litteratur- og sprogvidenskaberne. De eksakte videnskabers gennembrud som moderne realvidenskaber fandt derimod først sted efter 1850'erne, hvor et materialistisk og positivistisk videnskabssyn brød med naturfilosofien og banede vejen for en kvantitativ udforskning af naturen. Fra at være betragtet som uskyldige og harmløse snurrepiberier, der fornøjede det oplyste aristokrati og borgerskab, opnåede de naturvidenskabelige fag i løbet af det 19. århundredes første halvdel således anerkendelse som videnskaber i egen ret.[134]

Siden overtagelsen af lærestolen i *fysik og kemi* i 1806 havde H. C. Ørsted ofte måttet arbejde under usle og omskiftelige laboratorieforhold. Men efter indflytningen i nogle lokaler med et tilhørende køkken i snedkermester

134. Charles Singer: *A Short History of Scientific Ideas to 1900,* Oxford 1972, s. 384-95. Johny Leisner: *Europas Historie i det 19. Århundrede* I, 1967, s. 130-62. Svend Erik Stybe: *Idehistorie,* 1972, s. 300-04. Friedrich Paulsen: *Die deutschen Universitäten und das Universitätsstudium,* Berlin 1902, s. 275-76.

Pingels gård i 1819 blev de atter tålelige. Da han ikke vedvarende kunne bestride undervisningen i kemi alene, fik han i 1820 tilladelse til at ansætte sin elev, *W. C. Zeise,* som medhjælp i laboratoriet. Allerede i 1822 lykkedes det at få medhjælperstillingen omdannet til et ekstraordinært professorat,[135] da kemiens gennembrud som eksakt videnskab efter Lavoisiers banebrydende arbejde i slutningen af 1780'erne efterhånden gjorde fagets selvstændiggørelse fra fysikken uomtvistelig. Som den sidste af grundvidenskaberne var kemi herved blevet et selvstændigt lærestolsfag. Året efter fulgte yderligere en fagdublering med oprettelsen af et lektorat, hvis indehaver, *Georg Forchhammer,* efter eget ønske fik tillagt mineralogi som bifag. Fagdubleringen ophørte imidlertid, da denne i 1831 overtog et nyoprettet professorat i mineralogi.[136]

En fagdublering blev i løbet af årene 1821-23, skønt kun for kortere perioder, også gennemført for *botanik og mineralogi,* da der 1821-41 oprettedes et ekstraordinært professorat i botanik til *Joachim Frederik Schouw* og 1823-28 et lektorat i mineralogi til *J. Hornemann Bredsdorff.*[137] Hertil kom førnævnte professorat i mineralogi i 1831 til Georg Forchhammer. Fagdubleringen i det sidstnævnte fag ophørte imidlertid allerede det følgende år, da den gamle lærestol i »oeconomie og naturhistorie« blev nedlagt ved Gregers Wads død.[138]

De øvrige matematisk-naturvidenskabelige fag fik ingen fagdublering. Tværtimod blev *matematik og astronomi,* der siden 1759 havde haft tre og efter 1800 fire lærestole, reduceret til sine to ordinære professorater, da de overtallige lærestole blev nedlagt henholdsvis 1819 og 1821.[139]

Inspireret af den europæiske udvikling blev holdningen til naturvidenskaberne i 1820'erne særdeles praktisk orienteret, og de blev i langt højere grad end tidligere set som et instrument, der skulle fremme udbygningen af landets

135. Stig Veibel: *Kemien i Danmark, Kemiens Historie i Danmark* I, 1939, s. 154-56. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1822 20/6 nr. 837.

136. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1823 30/10 nr. 897 samt 1831 28/3 nr. 1320. RA. Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet, 3.die ktr., Universitetssager 1850 nr. 335-36.

137. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1821 18/4 nr. 780. RA. Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet, 3.die ktr., Universitetssager 1850 nr. 335-36. Garboe 1959, s. 220-22.

138. Slottved 1978, D.30.

139. Lærestolen i matematik blev nedlagt i 1819 ved J. A. Wolfs afgang, hvorimod den i astronomi først blev nedlagt i 1821, hvor E. F. G. Thune overtog den normerede lærestol i astronomi som vikar for H. C. Schumacher. Den normerede lærestol i astronomi var ikke besat 1821-31, men overtaget af vikarer, nemlig E. F. G. Thune 1821-29 og G. F. K. Ursin 1829-31. Jf. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1815 12/10 nr. 485, 1829 28/7 nr. 1192 og 1831 8/9 nr. 1355.

sparsomme industri. Et synspunkt, som i sin essens svarer til det 18. århundredes økonomiske nyttesyn. Den praktiske holdning kom således til udtryk ved oprettelsen af lærestolen i kemi i 1822, hvor universitetsdirektionen i sin forestilling fremhævede, at et selvstændigt professorat »vilde stifte væsentlig nytte og befordre dette ogsaa for saamange borgerlige erhvervsgreene vigtige kundskabsfags mere udbredte og grundige studium«.[140] Tilsvarende blev det ved oprettelsen af Georg Forchhammers lektorat i kemi og mineralogi i 1823 fremhævet, at han havde »bestræbt sig for at giøre sig nøiere bekiendt med mineralogiens og især chemiens praktiske anvendelse«.[141] Den generelle opfattelse af naturvidenskaberne som en del af de økonomiske videnskaber synes først at være forsvundet omkring 1840.[142] Men associationen mellem naturvidenskaberne og den tekniske udvikling og dermed samfundets velstand lever fortsat i bedste velgående og er selv i dag et afgørende kriterium for fordelingen af de sparsomme ressourcer inden for forskningssektoren.

Det praktiske nyttesyn, som staten anlagde på naturvidenskaberne, skulle i 1820'ernes første år vise sig som en conditio sine qva non for oprettelsen af de nye lærestole. De ekstraordinære professorater i botanik og kemi samt de to lektorater i kemi og mineralogi blev således kun oprettet, fordi staten gennem en kortere årrække påtog sig lønbyrden (jf. tabel 2). Universitetet var ikke længere i stand til at finansiere oprettelsen af flere lærestole, skønt det i 1814 havde kunnet overtage gageringen af alle de overtallige lærestole fra staten som følge af indtægterne fra de inddrevne corpora,[143] da landbrugets afsætningskrise efter 1818 havde ramt universitetets økonomi meget hårdt (jfr. fig. 10).

140. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1822 20/6 nr. 837. H. C. Ørsted, der ivrigt anbefalede naturvidenskabernes praktisk anvendelse i industrien m.m., advarede dog samtidig mod at gøre nyttesynspunktet til videnskabernes raison d'être. Jf. f.eks. Ørsted 1920, III, s. 159-62 og 191-92.

141. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1823 30/10 nr. 897. RA. Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet, 3.die ktr., Universitetssager 1850 nr. 335-36.

142. I løbet af de første årtier i det 19. århundrede begyndte det økonomiske syn at blive trængt i baggrunden. Men det var en glidende proces, og botanik synes at være det af de naturvidenskabelige fag, der senest blev frigjort fra økonomien, jf. Christensen 1924-26, s. 204.

143. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1821 18/4 nr. 780 og 1822 20/6 nr. 837. Universitetet skulle overtage den fulde aflønning af professoratet i kemi fra 1825 og halvdelen af aflønningen af professoratet i botanik fra 1823 og resten fra 1826. Men den ugunstige udvikling i universitetets økonomi medførte, at det først kom til at overtage aflønningen fuldt ud fra 1830, jf. RA. KU. 18.19.09-15 Universitetets hovedbøger 1823-1830, heri kontoen for Det akademiske Fond. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1827 29/3 nr. 1039.

Universitetets indtægter, der hovedsagelig stammede fra dets jordegods samt de inddragne corpora og tiender, var bundet til landbrugsprisernes udvikling og fulgte faldet i disse efter 1818. Dets udgifter var derimod bundet til pengeøkonomien og derfor fastfrosset på et niveau, der vanskeligt kunne ændres. Som det ses af fig. 10 blev universitetet følgelig fanget i en økonomisk fælde, hvor indtægterne faldt hurtigere, end udgifterne kunne reduceres, og inddragelsen af nye corpora formåede ikke at vende billedet. Først fra 1826, da kornpriserne atter steg, efter at England havde åbnet for kornimporten, lykkedes det i en periode at rette op på økonomien. Men fra 1832 gik det atter galt. Og nu var alle corpora blevet inddraget. Ser man på Den akademiske Fonds balance, får man et indtryk af krisens omfang. I 1813 havde fonden, der fungerede som universitetets lønkonto, et overskud på 12.600 rd. sølv. Dette var i 1826 blevet forvandlet til et akkumuleret underskud på ikke mindre end 207.404 rbd. sølv. De efterfølgende år blev underskuddet dog rettet noget op. Men i løbet af 1833-1835 var det atter nået op på et tilsvarende niveau. Dette enorme underskud blev dækket gennem låntagning, hvoraf hovedparten dog som ikke rentebærende lån i Kommunitetet.[143a] Havde staten ikke overtaget lønudgiften til de nye naturvidenskabelige lærestole 1821-1823, var de således næppe blevet oprettet, idet universitetets anstrengte økonomi ikke muliggjorde en udvidelse af dets fagkreds og lærestole.

Lønudgifterne var tydeligt den væsentligste årsag til universitetets økonomiske dilemma. Gagerne var fastsat i penge, hvilket i en periode med faldende leveomkostninger regulært virkede som en lønforhøjelse. Lønningerne var dog ikke overvældende høje. I 1810 havde universitetsdirektionen opstillet en målsætning for lærernes aflønning: For ordinære professorer 1500-2500 rd., for ekstraordinære professorer 600-1400 rd. og for adjunkter 500 rd.[143b] Målsætningen blev imidlertid først realiseret med normalreglementet 1844, og da kun fordi inflationen efterhånden havde udhulet lønningerne. Det generelle lønniveau var i 1814 for ordinære professorer 800-1500 rd. og for ekstraordinære professor 600-1100 rd. I 1831 var lønniveauet for de ordinære professorer steget til 1400-1900 rbd., og for ekstraordinære professorer var det vedvarende 600-1100 rbd. Der gaves dog afvigelser herfra, og flere professorer havde desuden indtægter fra offentlige fonds eller gennem bibeskæftigelse. I 1814 havde de naturvidenskabelige professorer alle været ekstraordinarii og derved hørt til de lavest lønnede af universitetets lærere. Men i 1831 var flere efterhånden rykket op som ordinarii, da de havde opnået sæde i Konsistorium, og havde derved opnået en lønmæssig ligestilling med de traditionelle

143a. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillinger 1835 29/5 nr. 1628, bilag C.
143b. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillinger 1810 27/4 med kgl. res. 5/5 nr. 211.

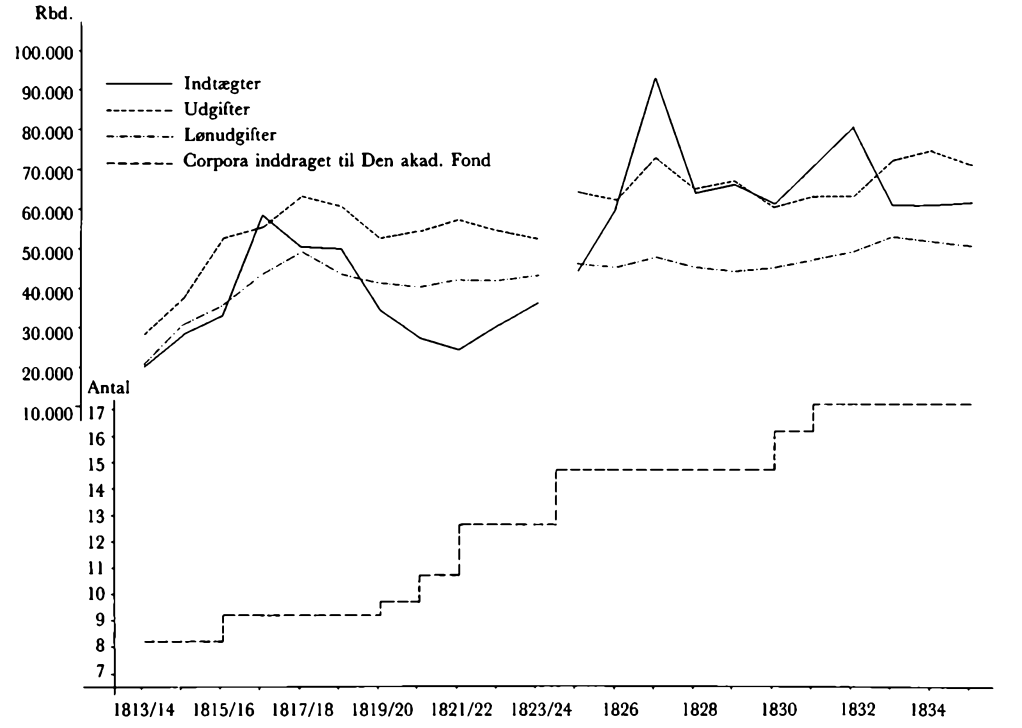


Fig. 10. Den akademiske Fonds indtægter og udgifter 1813/14–1835, angivet i rbd. sølvværdi, samt antallet af corpora inddraget til Den akademiske Fond.

Indtil 1824 31/12 gik regnskabsåret fra 1. juli til 30. juni. Fra 1825 1/1 fulgte det kalenderåret. Regnskabet for 1824, der kun omfatter månederne 1. juli-31. december er af hensyn til sammenligneligheden ikke indtegnet, men angivet ved et brud i kurverne. Kurven over de inddragne corpora angiver kun, hvornår de tilfaldt Den akademiske Fond, men ikke hvornår indtægterne tilgik denne, idet nådensår for corpusindehaverens arvinger kunne medføre et vist efterslæb.

Kilder: RA. KU. 18.19.04-20 Universitetets hovedbøger 1812/13-1835. Efterretninger angaaende Kjøbenhavns Universitet 1810, ved L. Engelstoft, s. 61-62 og 1823 s. 40. Akademiske Tidender 1833, ved H. P. Selmer, s. 115.

lærefag. Til sammenligning med professorernes pengelønninger kan nævnes, at indtægterne af det i 1813 inddragne corpus, Averup Gods, blev anslået til minimum 2500 rd. sølv. Det i 1831 inddragne Teologi Primi Gods, der ganske vist blev anset for det mest indbringende af alle corpora, blev anslået til 4000 rbd. sølv, hvortil kom yderligere 1000 rbd. sølv, som dets indehavet fik af universitetet i erstatning for indfæstninger m.v. Altså en årlig indtægt på mindst 5000 rbd. sølv, som Universitetsdirektionen oven i købet mente formentlig var sat alt for lavt.[143c] Udvidelsen af universitetets fagkreds og

143c. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillinger 1814 6/8 med kgl. res. 13/8 nr. 431 samt 1831 28/3 med kgl. res. 26/4 nr. 1319, begge med lønoversigt.

lærestole efter 1795 var således blevet finansieret gennem en eklatant lønforringelse for dets professorer.

Skønt lærerlønningerne ikke var høje, var de dog såvel den største som den vigtigste post på universitetets budget. En løsning af dets økonomiske krise måtte derfor indebære, hvis ikke staten skulle støtte universitetet økonomisk, at enten måtte antallet af lærestole eller lønningerne reduceres. Universitetsdirektionen var tydelig modstander af begge løsninger. Den erkendte, at krisens omfang blandt andet skyldtes den store udvidelse af universitetets fagkreds. Men på den anden side fandt den det ikke muligt at reducere antallet af lærestole, »naar universitetet skal kunne opfylde de fordringer, der ere en følge af videnskabernes, især naturvidenskabernes, fremskridt.«[143d] Det var således ikke mindst udbygningen af de matematisk-naturvidenskabelige fag, der i årene 1823-1831 omfattede ca. 25 % af samtlige universitetets lærestole, som i sammenhæng med landbrugsprisernes fald mere end noget andet havde bidraget til krisens omfang.

Heller ikke lønningerne, mente direktionen, kunne reduceres, da lærerne »i almindelighed ere saa knapt aflagte, at de for at kunne leve med familie, maae ... søge at supplere det manglende ved at paatage sig forretninger, der ikke vedkomme deres embedsstillinger, og hvis udførelse indskrænker den tid, som det maatte ønskes, at de udelukkende kunde anvende for deres videnskab.«[143e] Samme argument havde 100 år tidligere ført til 1732-fundatsens forbedring af professorlønningerne.[143f] Nu førte det til lønforbedringen i normalreglementet 1836.

Universitetsdirektionen havde i 1820'erne søgt at rette økonomien op ved at dæmpe lønudgifterne, der var den største post på universitetets budget. Dette havde blandt andet ført til nedlæggelsen af de to overtallige lærestole i matematik og astronomi i 1819 og 1821.[144] Desuden havde den forsøgt at bremse oprettelsen af nye lærestole. Ansættelsen af J. F. Schouw som ekstraordinær professor i botanik i 1821 var således sket under direktionens modstand, idet universitetet i J. W. Hornemann allerede havde en professor botanices. Endnu en lærestol var efter direktionens opfattelse en ødselhed, der, såfremt universitetet skulle bære hans løn, ville medføre, at man samtidig forringede mulighederne for at give de knapt aflagte professorer en hårdt tiltrængt lønforbedring.[145] Direktionens bemærkelsesværdige argumentation

143d. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillinger 1835 28/5 med kgl. res. 29/5 nr. 1628.
143e. Som note 143d.
143f. Thomsen 1975, s. 97-98.
144. Se note 139.
145. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1821 18/4 nr. 780.

mod Schouws ansættelse må tages som et vidnesbyrd om, at corporaargumentet, der i det 18. århundrede havde været den væsentligste hindring for udvidelsen af universitets fagkreds, ihvertfald i 1820'erne var blevet genoplivet i en ny skikkelse; nemlig hensynet til de eksisterende læreres lønforhold, der i takt med en yderligere udvidelse af lærerkorpset ipso facto ville blive forringet. Selvom staten midlertidigt påtog sig gageringen af såvel Schouw som professoratet i kemi i 1822 og de to lektorater i kemi og mineralogi i 1823, blev deres oprettelse tydeligt gennemtrumfet af kongen under direktionens modstand, da udgiften jo før eller senere ville ende på universitetets budget.[146]

At den økonomiske krise fik så voldsom en virkning for universitetet, skyldes ikke mindst en ineffektiv overordnet styring og de nærmest kaotiske retsforhold, der herskede såvel på lønområdet som ved fastsættelsen af antallet af lærestole. Da universitetets økonomi efter 1832 brød sammen i kaos,[147] kunne staten ikke længere forholde sig passiv, men blev nu tvunget til at gribe regulerende ind, og med universitetets første *normalreglement af 1836 25/11* blev ordnede retsforhold retableret, dets økonomiske balance genoprettet og lærerlønningerne fastsat efter en anciennitetsskala. Samtidig skulle antallet af lærestole ved vakance reduceres til 31, nemlig 28 professorer og tre lektorer.[148] Nedskæringen var voldsom og skal vurderes på baggrund af, at lærerkorpset i løbet af årene 1829-35 allerede var reduceret fra 40 til 36 (jf. tabel 3).

Nyordningen fik skelsættende virkning for naturvidenskaberne, da syv lærestole i alle grundvidenskaberne samtidig blev fastnormeret. Herved havde de endelig opnået samme status som de traditionelle videnskaber, hvis lærestole var sikret i fundatsen af 1788. Nedskæringen fik endvidere kun begrænset virkning for naturvidenskaberne og ramte alene fagdubleringen i *botanik*, der derfor ophørte ved J. W. Hornemanns død i 1841,[149] idet lektoraterne i kemi og mineralogi var ophørt i 1828 og 1831. Derimod mistede *matematik* den i fundatsen 1788 sikrede overtallige lærestol, som dog var blevet

146. RA. Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet, 3.die ktr., Universitetssager 1850 nr. 335-36. Stig Veibel: *Kemien i Danmark, Kemiens Historie i Danmark* I, 1939, s. 161-62. Ansættelsen af G. Forchhammer og J. Hornemann Bredsdorff som lektorer i kemi og mineralogi blev foretaget uden om direktionen.

147. Sammenbruddet i Universitetskvæsturen efter 1832 skyldtes ikke alene svigtende indtægter, men efter universitetsdirektionens opfattelse også en upålidelig og uregelmæssig regnskabsføring. Jf. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1835 28/5 nr. 1628.

148. Normalreglementet 1836 25/11 §§ 2, 4-6 og 13-14. Det er trykt i *Retsregler* 1885.

149. Slottved 1978. D. 47 og 49. I alt blev syv matematisk-naturvidenskabelige lærestole normeret, nemlig i fagene matematik, astronomi, fysik, kemi, botanik, zoologi og mineralogi.

nedlagt allerede i 1819. Imidlertid gik der adskillige år, inden antallet af matematisk-naturvidenskabelige lærestole var bragt ned på de syv, der var fastsat i normalreglementet, idet et i 1840 oprettet lektorat i *kemi* til *E. A. Scharling* to år senere blev omdannet til et ekstraordinært professorat.[150] Faget fik derved atter en fagdublering indtil W. C. Zeises død i 1847. En vigtig nyordning i normalreglementet, der skulle afbøde de værste virkninger af nedskæringerne, var introduktionen af en ny stillingskategori, ekstraordinære docenter (dvs. ikke fastnormerede lærere), og et årligt beløb under betegnelsen »kontoen til videnskabelige formaals fremme« blev afsat til deres aflønning.[151] Denne stillingskategori blev stort set århundredet ud grundlaget for den videre udbygning af de matematisk-naturvidenskabelige fag ved universitetet.[152]

Efter at normalreglementet havde lagt faste rammer for professorernes lønninger og det tidligere lønargument mod oprettelsen af nye lærestole dermed mistet sin kraft, ændredes universitetets holdning til en udvidelse af dets fagkreds næsten fra den ene dag til den anden. Samtidig blev staten som følge af presset fra de liberale kræfter og universitetets repræsentation i De rådgivende Stænder mere tilbøjelig til at lytte til dets ønsker. Som noget helt nyt blev det i 1840'erne derfor hørt i vitale spørgsmål som for eksempel lønforhold, oprettelse af nye lærestole m.v.[153]

Den ændrede situation førte snart til et støt voksende krav fra universitetet om oprettelse af flere lærestole. Ansættelsen af E. A. Scharling som lektor i kemi i 1840 blev således gennemtrumfet af Konsistorium, skønt Universitetsdirektionen mente, at der ikke i almindelighed var behov for to lærere i kemi.[154] En af Konsistorium nedsat komité gik i 1842 i sin betænkning ind for en større forøgelse af lærestolene, heriblandt en fagdublering i fagene botanik, zoologi og mineralogi med hver en og helst to docenter.[155] En ny komité, der

150. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1840 7/8 nr. 2079 og 1842 22/12 nr. 2343. Lektoratet var med særlig henblik på medicinsk kemi.

151. Normalreglementet 1836 25/11 § 7. I normalreglementet 1844 13/11 § 5, trykt i *Retsregler* 1885, fik bestemmelsen om ekstraordinære docenter følgende ordlyd: »Derhos ville vi have vores direktion allernaadigst bemyndiget til allerunderdanigst at andrage paa ansættelse af extraordinære docenter i hvilket som helst facultet og lærefag, naar omstændighederne dertil give os anledning«.

152. Stort set alle nye lærestole, oprettet mellem 1850-1916, var ekstraordinære docenturer. Flere af disse blev dog i forbindelse med lønloven 1892 omdannet til professorale lærestole. Jf. Slottved 1978, E. 8-24.

153. En gennemgang af RA. KU. 12.03.35-42 Acta Consistorii 1837-49 viser en stigende tendens til at høre universitetet. F.eks. var dette inddraget i arbejdet omkring normalreglementet 1844 13/11.

154. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1840 7/8 nr. 2079.

havde til opgave at forberede et nyt normalreglement, gik endnu videre og ønskede antallet af lærestole generelt forøget for næsten alle universitetets lærefag, heriblandt også de matematisk-naturvidenskabelige discipliner, der alle skulle have en fagdublering med ekstraordinære docenter.[156] Forslaget, der indebar en udvidelse af universitetets lærerkorps til 48, var dog for vidtgående for staten. I det nye normalreglement af 1844 13/11 blev antallet af lærere derfor kun forøget til 42, hvoraf 37 professorer. Men de matematisk-naturvidenskabelige fag opnåede ingen andel heri.[157]

Det blev over »kontoen til videnskabelige formaals fremme«, at naturvidenskaberne de følgende år fik en del af den ønskede fagdublering igennem. Således blev et ekstraordinært docentur i *botanik* oprettet i 1845 til *F. M. Liebmann* til erstatning for det i 1841 nedlagte ekstraordinære professorat.[158] I 1849 kom yderligere to ekstraordinære docenturer i *fysik* og *zoologi*. De to sidstnævnte var dog kun deltidsstillinger,[159] der nærmest må karakteriseres som eksterne lektorater. Ved oprettelsen af Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet i 1850 omfattede lærerstaben således i alt syv normerede professorater og tre ekstraordinære docenturer.

Vurderes udviklingen ved Københavns Universitet i et europæisk sammenhæng, tegner der sig et stærkt nuanceret billede. Ved universitetet i Göttingen blev naturvidenskabernes specialisering i selvstændige lærestole gennemført i løbet af 1830'erne; i Kristiania og Uppsala omkring 1850; i Kiel, der var monarkiets andet universitet, Greifswald, Jena og Lund derimod først i løbet af 1870'erne. Endvidere var lærestolenes udskillelse af Det medicinske Fakultet ved flere af de tyske universiteter først afsluttet i 1870'erne.[160] På

155. RA. KU. 12.08.58. Circularia 1866/67 6/11 nr. 478 I, heri betænkning 1842 29/9 (nr. 489 til Acta Consistorii 1842).

156. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillinger 1844 nr. 2585, heri komitébetænkning 1843 26/1.

157. Normalreglementet 1844 13/11 § 5.

158. Slottved 1978, D.5.

159. *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet for 1849-1856,* ved A. C. P. Linde, 1860, s. 264.

160. *Det Kongelige Frederiks Universitet 1811-1911,* Kristiania 1911, I, s. 365 ff. og II, s. 425-575. Kirsten Gierow: *Lunds Universitets Historia* III, Lund 1971, s. 314-19 og 359-73. Jörgen Weibull: *Lunds Universitets Historia* IV, Lund 1968, s. 365. *Sweriges och Norriges Stats-Calender* för 1814-1861. *Geschichte der Christian-Albrechts-Universität Kiel 1665-1965* VI, herausgegeben von Karl Jordan, Neumünster 1968, s. 9-36, 59-75, 98-112, 131-33, 161-63 og 180-81. Friedrich Volbehr: *Professoren und Docenten der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 1665 bis 1887,* Kiel 1887, s. 54-72. *Festschrift zur 500-Jahrfeier der Universität Greifswald* II, red. W. Braun, Greifswald 1956, s. 453-64. *Geschichte der Universität Jena 1548/58-1958* I, red. Max Steinmetz, Jena 1958, s. 296-308 og 478. Max Voit: *Bildnisse Göttinger Professoren 1737-1937,* Göttingen 1937. Götz von Selle: *Die Georg-August-Universität zu Göttingen 1737-1937,* Göttingen 1937, s. 35-310.

denne baggrund er det nærliggende at slutte, at den relativ tidlige udvikling ved Københavns Universitet, hvor grundvidenskabernes specialisering i selvstændige lærestole var afsluttet i 1822 med oprettelsen af professoratet i kemi, skyldes, at der med corporasystemets afvikling var skabt et økonomisk fundament, der kunne finansiere gennembruddet hurtigere, end det var muligt ved de fleste andre universiteter. Men på den anden side må man være forsigtig med kvantitative vurderinger, idet de ikke udtrykker eventuelle forskelle i forskningsdynamikken ved de enkelte universiteter, men blot angiver dens formelle rammer.

Oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt 1829

Ved udgangen af 1820'erne havde staten atter mistet interessen for en videre udbygning af naturvidenskaberne ved universitetet. At den økonomiske krise nu var ved at være overstået og landbrugseksporten atter genoptaget, må naturligvis have været en medvirkende årsag. Men den egentlige forklaring må dog snarere søges i oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt, der gennem sin ingeniøruddannelse i langt højere grad kunne tilgodese statens og den begyndende industris behov for en praktisk matematisk-naturvidenskabelig uddannelse end universitetet. Læreantalten var vokset frem af et forslag, indsendt af professor *G. F. K. Ursin* ved Kunstakademiet i 1827 om oprettelse af en art håndværkerskole eller »næringsbrugsskole« efter tysk mønster, hvor såvel håndværkere som hærens og flådens officerer kunne tilegne sig tekniske færdigheder. Universitetsdirektionen sendte forslaget til udtalelse på universitetet, der lod det behandle i en særlig komité bestående af H. C. Ørsted som professor i fysik samt professorerne i kemi, matematik og astronomi. H. C. Ørsted, der blev primus motor i komiteen, greb chancen og foreslog, at man i stedet for Ursins håndværkerskole oprettede en polyteknisk skole. Da han samtidig tilbød at skaffe lokaler til den nye læreanstalt ved at stille sin professorbolig i Studiestræde til rådighed, var de værste hindringer ryddet af vejen. I 1829 blev Polyteknisk Læreanstalt grundlagt med et årligt budget på 10.200 rbd. betalt af statskassen og med H. C. Ørsted som direktør. Denne bevarede dog samtidig sit professorat i fysik ved universitetet.[161]

Hvorfor valgte staten atter at oprette en ny læreanstalt i lighed med

161. Ørsted 1920, III, s. cxviii-cxxv. *Meddelelser angaaende Den polytechniske Læreanstalt 1849-1856*, ved A. C. P. Linde, 1864, s. 5-10. Medens naturvidenskabernes vækst var stagneret ved universitetet, steg antallet af lærestole ved Polyteknisk Læreanstalt fra 6 i 1830 til 7 i 1835 og 9 i 1840. Jf. *Dansk Hof- og Stats-Calender* for 1830, 1835 og 1840.

Naturalkabinettet i det 18. århundrede fremfor at gennemtvinge en praktisk betonet matematisk-naturvidenskabelig uddannelse ved universitetet, som i modsætning til situationen i 1759 nu havde fået oprettet de nødvendige lærestole? Universitetsdirektionen selv begrundede det som en naturlig konsekvens af den almindelige europæiske udvikling og henviste til »de under navn af polytechniske skoler i Paris, Wien og andre steder indrettede undervisningsanstalter«,[162] d.v.s. et hensyn til monarkiets prestige. Uagtet direktionens egen motivering er det nærliggende at søge de egentlige årsager i universitetets indre struktur. Først og fremmest i dets stive uddannelsessystem og faglige konservatisme, der i sig selv måtte virke bremsende for alle tanker om en praktisk uddannelse, der ikke var baseret på de traditionelle dannelsesfag og rettet mod latinskolernes studenter. Men også universitetets kaotiske økonomi må have været inddraget i direktionens overvejelser. Skulle en ny uddannelse indrettes ved universitetet, havde det næppe været muligt uden store statstilskud. Men da universitetet havde indre selvstyre, ville det i længden være umuligt at sikre, at pengene blev anvendt til det ønskede formål. Desuden har staten næppe været interesseret i at skabe præcedens for at yde faste tilskud til universitetet. Filosofien bag corporasystemets ophævelse og senere normalreglementerne af 1836 og 1844 havde jo netop været, at det skulle hvile økonomisk i sig selv. Oprettelsen af Den polytekniske Læreanstalt var derfor en nærliggende løsning på statens ønske om en praktisk matematisk-naturvidenskabelig uddannelse, især da den altid ville kunne forenes med universitetet, når omstændighederne tillod det. Præcis som det i 1770 og 1772 var sket med Botanisk Have og Naturalkabinettet.

Ved oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt havde H. C. Ørsted sikret sig, at den bevarede en vis tilknytning til universitetet. Et forhold, der først ophørte i 1863.[163] Men det havde næppe været hans hensigt, at naturvidenskabernes adskillelse i to selvstændige institutioner skulle blive permanent. Da der i 1840 blev taget initiativ til at forene læreanstalten og universitetet, havde han derfor rådet dette til ikke at erklære sig imod, men kun »at fordre

162. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1828 22/5 nr. 1119. I Frankrig var en École Polytechnique blevet oprettet allerede i 1794, og i Tyskland var der i løbet af 1820'erne oprettet tekniske skoler i Karlsruhe, Dresden og Stuttgart. Derimod blev den tekniske uddannelse negligeret i England til trods for dets teknologiske og industrielle overlegenhed, hvilket efter 1880'erne var medvirkende til at koste England dets industrielle forspring. Jf. H. Hearder: *Europe in the Nineteenth Century 1830-1881*, London 1966, s. 337-38.

163. *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet 1856-1863*, ved A. C. P. Linde, 1867, s. 637-39. Det økonomiske mellemværende mellem universitetet og læreanstalten blev gjort op i forbindelse med finansloven 1863/64, hvorefter læreanstalten reelt må anses som adskilt fra universitetet.

de nødvendige pengemidler«.[164] Forsøget løb dog ud i sandet, men H. C. Ørsted havde ikke af den grund opgivet håbet. I 1842 forsøgte han sig atter. Denne gang ved at foreslå lærestole i agrardyrkning, maskinlære og teknologi oprettet ved universitetet,[165] og året efter fik han nogle bemærkninger om vilkårene for en sammenlægning indflettet i normalreglementkomiteens betænkning.[166] Men der kom intet ud af hans initiativ. Universitetet var ikke interesset i at overtage læreanstalten, og adskillelsen forblev permanent. Helt frem til 1960'erne har der dog eksisteret et nært samarbejde mellem universitetet og Polyteknisk Læreanstalt, især inden for fagområderne fysik, kemi og matematik med fælles laboratorier og lærerkræfter.[167]

Klassisk dannelse eller praktisk uddannelse?

De matematisk-naturvidenskabelige fag havde lige siden midten af det 18. århundrede savnet et fast fundament i uddannelsessystemet; såvel ved universitetet som inden for skolevæsenet. Uagtet deres gennembrud som faste lærestolsfag havde de således ikke opnået en selvstændig afgangseksamen, men fungerede blot som tilbudsfag eller deldiscipliner ved universitetets forberedende eksaminer og afgangseksaminerne i Det medicinske Fakultet. Et forhold, der sammen med oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt virkede hæmmende for den videre ekspansion ved universitetet efter 1820'erne. Videnskabelig grundforskning som en raison d'être for en videre udbygning havde tiden ingen forståelse for. Skulle stagnationen brydes, måtte det derfor i sidste ende afhænge af fagenes integration i universitetets eksamenssystem.

De matematisk-naturvidenskabelige fags væsentligste funktion i eksamenssystemet var deres deltagelse i *den philologisk-philosophiske examen* eller *anden examen,* der i 1788 havde afløst den philosophiske examen som forberedende eksamen til universitetets embedseksaminer og akademiske grader. I denne indgik fagene matematik, astronomi og fysik som deldiscipliner, hvortil i 1818 også kom naturhistorie, men kun for studenter, der ikke havde taget hebraisk under examen artium, der svarede til vore dages studentereksamen.[168]

164. RA. KU. 12.08.58. Circularia 1866/67 6/11 nr. 478 I, heri brev fra H. C. Ørsted 1842 12/12.
165. RA. KU. 12.08.58. Cirkularia 1866/67 6/11 nr. 478 I, heri brev fra H. C. Ørsted 1842 28/9 til Det filosofiske Fakultets dekan.
166. Som note 156.
167. *Årbog for Københavns Universitet* 1964/65, 1966, s. 234 og 252-53. H. H. Kjølsen: *Fra Skidenstræde til H. C. Ørsted Institutet,* 1965, s. 172-77.

Desuden indgik fagene botanik og kemi som deldiscipliner i *den farmaceutiske og den medicinske eksamen.* I realiteten synes sidstnævnte dog mere formelt end reelt. Ihvertfald klagede H. C. Ørsted i 1813 over, at faglærerne i botanik, fysik og kemi ikke blev indkaldt som eksaminatorer. Selv var han siden sin tiltræden som professor i fysik og kemi i 1806 ikke en eneste gang blevet indkaldt til at medvirke ved eksaminerne, skønt en bestemmelse herom var nedfældet i hans bestalling, og kemi var et obligatorisk eksamensfag. Studenterne behøvede derfor ikke at gøre noget videre ud af de to discipliner, da de ikke blev eksamineret af de respektive faglærere, men derimod kun af de medicinske professorer, der efter Ørsteds mening »undertiden ... ikke forstaae saa meget af disse ting som candidaten«.[169] Antagelig har en vis jalousi mellem fagene og fakulteterne spillet ind, idet botanikken var blevet løsrevet fra de medicinske lærestole i 1795 og lærestolen i fysik og kemi 1800/1806 overflyttet fra Det medicinske til Det filosofiske Fakultet.

Kravet om eksamination ved en faglærer, der er elementært i vore dages eksamenssystem, begyndte imidlertid så småt at slå igennem i løbet af den første halvdel af det 19. århundrede. Fra 1821 ved det juridiske studium, fra 1828 ved den farmakologiske eksamen og fra 1843 ved den medicinske forberedelseseksamen.[170]

Et mere fast fundament og selvstændig stilling i universitetets eksamenssystem blev sikret med oprettelsen af *den lægevidenskabelige forberedelseseksamen* i 1843, der bestod af fagene botanik, zoologi og kemi, hvortil i 1858 kom fysik.[171] Men først med oprettelsen af *magisterkonferensen* i 1848/49, der afløste Det filosofiske Fakultets gamle magistergrad, lykkedes det at få etableret en selvstændig matematisk-naturvidenskabelig afgangseksamen, der ydermere

168. Matzen 1879, II, s. 164-69. *Københavns Universitets Arkiv 1479-ca.1910,* Rigsarkivet Vejledende Arkivregistratur XII, 1978, s. 376-78. De få bevarede tilhørerlister fra det 19. århundredes første halvdel, 1810/11 og enkelte år i 1830'erne, viser en voksende tilstrømning til de matematisk-naturvidenskabelige forelæsninger. En del af denne må dog skyldes, at studenterne i modsætning til tidligere – se note 97 – i stigende grad er begyndt at følge forelæsningerne til examen philologicum-philosophicum. Tilhørerlisterne illustrerer også en fundamental forskel mellem datidens og vore dages universitetsundervisning. Hvor den i dag er baseret på øvelser og eksaminatorier var den i det 19. århundrede baseret på forelæsninger, der på en gang blev fulgt af såvel borgerskabet, embedsmændene, hærens og flådens officerer som studenterne. Jf. RA. Universitetsdirektionen, 52c. Specielle sager den daglige undervisning og eksaminer samt de studerende og elever vedkommende, Det filosofiske Fakultet 1810-47.

169. Ørsted 1920, III, s. 194.

170. Forordning ang. det juridiske studium 1821 26/1 § 9, forordning om den farmaceutiske eksamen 1828 2/6 §§ 2-3 samt bekendtgørelse 1843 4/11 § 3. Alle trykt i *Retsregler* 1885.

171. Matzen 1879, II, s. 185. Bekendtgørelse 1843 4/11 og 1858 22/1. Begge trykt i *Retsregler* 1885.

åbnede mulighed for en hovedfagsspecialisering inden for de enkelte grundvidenskaber.[172]

Den nye magisterkonferens var resultatet af en generel reorganisering af universitetets eksamenssystem, der havde stået uændret siden 1788 og derfor ikke længere var i overensstemmelse med samfundets behov og krav. Embedseksaminerne blev nu moderniseret og en statsvidenskabelig eksamen indført sammen med magisterkonferensen. Sidstnævnte gældende såvel for de matematisk-naturvidenskabelige fag som de humanistiske. Samtidig blev den philologisk-philosophiske examen erstattet med den betydelig mindre *filosoficum examen,* der efter en ændring i 1871 har eksisteret helt frem til 1971. Men denne omfattede efter 1850 kun rent filosofiske discipliner.[173]

Selv om de matematisk-naturvidenskabelige fag ikke opnåede deres egen skoleembedseksamen i lighed med de humanistiske videnskabers filologisk-historiske examen fra 1788, så havde de med de to nye eksaminer brudt deres isolation og fundet en naturlig plads i universitetets eksamenssystem, hvilket antagelig var baggrunden for fagdubleringen i botanik, fysik og zoologi i 1845 og 1849.

Før oprettelsen af magisterkonferensen havde det dog været muligt at sikre interesserede studenter en faglig kompetence inden for de matematisk-naturvidenskabelige fag, enten ved at følge professorernes offentlige og private forelæsninger eller gennem besvarelse af *prisopgaver.* Prisopgavesystemet var indført i 1791 efter forbillede fra universitetet i Göttingen. Men i lang tid var det kun tilladt matematik og astronomi at udsætte prisopgaver. Efter 1813 blev samme mulighed åbnet for de naturhistoriske fag, hvilket formentlig førte til denne disciplins optagelse i den philologisk-philosophiske examen i 1818; og fra 1826 fulgte også prisopgaver i fysik og kemi.[174] Endelig var der gennem *den filosofiske magister- og doktorgrad* levnet mulighed for en fagspecialisering inden for de fagområder, hvor universitetet ikke meddelte nogen eksamen.[175]

En naturvidenskabelig undervisning, der var rettet mod skolevæsenets

172. Plakat 1848 10/8 og kgl. anordning 1848 2/2 § 15. Begge trykt i *Retsregler* 1885.

173. *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet 1848-1856,* ved A. C. P. Linde, 1860, s. 71-215. *Årbog for Københavns Universitet 1970/71,* 1972, s. 39-40. *Københavns Universitets Arkiv 1479-ca. 1910,* Rigsarkivet Vejledende Arkivregistratur XII, 1978, s. 377.

174. Matzen 1879, II, s. 193-94. Kgl. res. 1813 8/3 og 1826 27/1. Begge trykt i *Retsregler* 1885. Indførelsen af prisopgaver ved Københavns Universitet kan dateres helt tilbage til 1761, hvor der bl.a. blev udskrevet prisspørgsmål i matematik og fysik-medicin. Men allerede i 1768 ophørte de atter.

175. Forordning om de akademiske grader og værdigheder ved Københavns Universitet og de med samme forbundne rettigheder 1824 9/1. Trykt i *Retsregler* 1885.

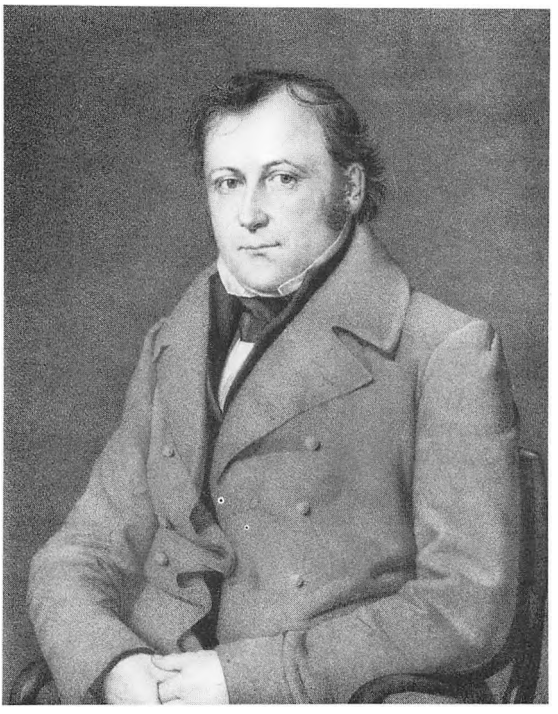


Fig. 11. Joachim Frederik Schouw (1789-1852) havde som student fulgt J. W. Hornemanns botaniske forelæsninger ved Københavns Universitet. Men da botanikken ikke gav nogen udsigt til levebrød, valgte han at tage den juridiske embedseksamen og fik 1811 ansættelse i Danske Kancelli. Efter nogle botaniske studierejser i Norge og Sydeuropa med støtte af fonden ad usus publicos og universitetet opgav han embedsmandskarrieren og blev i 1821 udnævnt til professor botanices extraordinarius. Schouw gjorde sig stærkt gældende i de liberale bevægelser efter 1830 og var 1835-1841 formand for kongerigets to rådgivende provinsialstænder og 1848-49 præsident for den Grundlovgivende Rigsforsamling. Litografi efter maleri af C. A. Jensen 1838. KB. Billedsamlingen.

uddannelsessystem, eksisterede fortsat ikke, men incitamentet var heller ikke til stede. Der krævedes intet kendskab til disse discipliner for at blive lærer ved det højere skolevæsen, da latinskolerne kun gav undervisning i de traditionelle dannelsesfag. Lidt anderledes stillede det sig dog ved det lavere skolevæsen, hvor der ved flere skoler blev meddelt en nødtørftig undervisning i naturhistorie i de første skoleår, men læseplanerne levnede ikke mulighed for en fortsættelse i de højere klasser. Desuden var det »de fleste steder ikke ... mueligt at finde duelige lærere i denne videnskab«.[176]

Skolevæsenets manglende fornyelse i sit uddannelsessystem gav efterhånden anledning til en udbredt utilfredshed inden for den naturvidenskabelige faggruppe ved universitetet. I 1832 indledte professor i botanik J. F. Schouw derfor en debat om naturhistoriens stilling i skolevæsenet i det af ham redigerede Danske Ugeskrift. Han slog her til lyd for faguddannede lærere i naturhistorie ved latinskolerne, hvilket reelt indebar, at en særlig eksamen i dette fag skulle indrettes ved universitetet. Han fik ganske vist megen støtte til sine ideer, men formåede alligevel ikke at trænge igennem, da vægtige stemmer, heriblandt biskop J. P. Mynster og rektor Bloch i Roskilde,

176. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1818 6/8 nr. 621.

erklærede sig imod. Ikke fordi de ville underkende naturhistoriens betydning, men de fandt, at den som dannelsesinstrument ikke nåede op på siden af de filologiske og historiske fag. Noget praktisk resultat kom der således ikke ud af debatten.[177]

Schouw var af debatten blevet klar over, at skulle naturvidenskabernes stilling ved universitetet og det højere skolevæsen fremmes, måtte skolesystemet ændres. I 1836 fik han på stænderforsamlingerne vedtaget en petition til kongen om oprettelse af videnskabelige realskoler, hvor der skulle lægges særlig vægt på naturhistorie, fysik og matematik. En række skoler blev oprettet i de følgende år, men resultatet var generelt skuffende.[178] Det blev derfor først efter de store skolereformer i det 19. århundredes anden halvdel, at naturvidenskaberne vandt indpas i skolevæsenet, hvilket i 1883 førte til oprettelsen af en *matematisk-naturvidenskabelig skoleembedseksamen.*[179]

Endelig kan der være grund til kort at omtale private kundskabsformidlende selskaber som det af H. C. Ørsted i 1824 stiftede *Selskabet for Naturlærens Udbredelse* samt den af J. F. Schouw, Jonas Collin og D. F. Eschricht i 1833 stiftede *Naturhistorisk Forening*. I universitetshistorisk sammenhæng har de især interesse, fordi de blev oprettet i protest mod naturvidenskabernes isolation fra uddannelsessystemet. Som kundskabsformidlende institutioner, rettet mod den brede offentlighed, kom de imidlertid næppe til at spille den tilsigtede rolle. Og denne funktion ophørte næsten helt, da det offentlige gennem uddannelsessystemet selv tog opgaven op i det 19. århundredes anden halvdel.[180]

Såvel universitetet som skolevæsenet var således langt op i det 19. århundrede dybt forankret i en klassisk dannelsestradition, der med foragt betragtede realvidenskaberne som opkomlinge; især hvis deres udøvere ikke besad en klassisk dannelse, erhvervet som student ved universitetet. H. C. Ørsted, der selv var gradueret ved Københavns Universitet, hævede ved adskillige lejligheder advarende røsten mod de konsekvenser, det kunne få, hvis universitetet ikke fornyede sig. I et brev fra 1842 spåede han meget klarsynet, at staterne efterhånden ville overlade en del af den højere undervisning til institutioner uden for universiteternes regie, dersom de »alt

177. Christensen 1924-26, s. 200-01.

178. Christensen 1924-26, s. 344.

179. Anordning om indførelsen af nye skoleembedseksaminer ved Københavns Universitet 1883 25/10 stk. 8-12. Trykt i *Retsregler* 1885.

180. Ørsted 1920, III, s. xcii-cxvii. Ragnar Spärck: *Dansk Naturhistorisk Forening i København 1833-1933,* Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i København 95, 1933, s. 1-40.

formeget holde paa deres gamle former og læregjenstande.«[181] Også universitetsdirektionen fastholdt dannelsesidealet. I 1840 havde den således været betænkelig ved at ansætte E. A. Scharling som lektor i kemi, da han kun var polyteknisk kandidat. Den frygtede derfor, at han »som ikke student skulle, baade paa grund af hans mangel paa klassisk dannelse og formedelst en deraf følgende ringere mening om ham hos de unge studerende, være mindre skikket til at fyldestgjøre de fordringer, der kunne gjøres til en docent i et saa vigtigt fag.« Direktionen måtte dog senere sande, at dens frygt havde været ubegrundet, og i 1842 blev Scharling udnævnt til professor ekstraordinarius.[182]

VEJEN MOD ET SELVSTÆNDIGT FAKULTET

Konsistorium reorganiseres

Det videnskabelige gennembrud i det 19. århundredes første decennium ændrede fuldstændigt universitetets fagstruktur. I 1788 havde det kun haft en enkelt selvstændig lærestol inden for naturvidenskaberne samt tre i matematik og astronomi. Efter 1810 var dette billede totalt ændret. I løbet af blot 15 år var der, bortset fra kemi, blevet oprettet selvstændige lærestole i alle naturvidenskabelige grunddiscipliner. Ydermere var matematik og astronomi efter oprettelsen af endnu et ekstraordinært professorat år 1800 repræsenteret med ikke mindre end fire lærestole. Udvidelsen af universitetets fagkreds havde imidlertid ikke været begrænset til naturvidenskaberne, men omfattede tillige adskillige humanistiske discipliner. Følgen var en kraftig vækst i antallet af fag og lærestole, der alle blev underlagt Det filosofiske Fakultet. Medens antallet af professorale lærestole i de tre første fakulteter mellem 1795-1815 faldt fra 14 til 13, inklusive de naturvidenskabelige lærestole i Det medicinske Fakultet, steg det derimod i Det filosofiske Fakultet fra 14 til 22 (jf. tabel 3). Altså en stigning på næsten 60%. Heraf tegnede de matematisk-naturvidenskabelige fag sig i 1795 for fire og i 1815 for seks professorater.

I fundatsen af 1788 havde man ikke taget højde for denne efter tidens forhold enorme udvidelse af fag og lærestole. Der var derfor lagt en tidsindstillet bombe under universitetets indre selvstyre, idet kun de 14 professores ordinarii, Sjællands biskop ikke medregnet, ifølge fundatsen havde ret til at blive medlem af Konsistorium, der var universitetets øverste

181. Som note 164.
182. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1842 22/12 nr. 2343.

styrende organ. I modsætning til de ekstraordinære professorer i de traditionelle fag, der med tiden kunne forvente at optere en normeret lærestol og derved opnå en plads i Konsistorium, var de nye videnskabsfag afskåret fra denne mulighed, da deres lærefag ikke var normeret med ordinære professorater. Af de matematisk-naturvidenskabelige fag havde således kun matematik og astronomi repræsentation i kraft af sine to normerede lærestole.[183] Efterhånden som antallet af nye lærefag steg, må dette forhold i stigende grad have givet anledning til utilfredshed. Ja, faktisk være følt som et brud på fundatsens ligheds- og retfærdighedsprincip. At opnå ret til sæde i Konsistorium var desuden magtpåliggende, da kun konsistoriales kunne blive valgt til universitetets rektor eller fakultetsdekan samt nyde andel i beneficier som fribolig, huslejepenge og eforater for universitetets legater og kollegier.[184] De nye videnskabsfag var således afskåret både fra at deltage i udøvelsen af universitetets indre selvstyre og nyde godt af de privilegier, hvormed dette var forbundet.

H. C. Ørsted havde allerede i 1813 klaget over denne urimelighed til finansminister grev Schimmelmann og foreslået, at man sikrede de nye fag en repræsentation i Konsistorium gennem at dele Det filosofiske Fakultet i to afdelinger, en historisk-filologisk og en matematisk-fysisk, der hver skulle have »et heelt facultets rettigheder«.[185] Men Ørsteds forsøg førte dog ikke til noget resultat. Problemet blev imidlertid atter taget op i 1815; denne gang af Universitetsdirektionen. Den direkte anledning var, at *H. C. Schumacher* efter kun fem år som professor og i en alder af 35 år stod for at skulle optere det ordinære professorat i astronomi. Direktionen frygtede, at det ville føre til »ubehagelige collisioner« på universitetet, hvis man samtidig lod ham overtage den til lærestolen knyttede plads i Konsistorium og derved måtte forbigå de efterhånden adskillige ekstraordinarii, der havde en højere ancienitet. Den indstillede derfor, at man indtil videre lod lærestolens faste plads stå ubesat. Kongen tiltrådte indstillingen, men pålagde direktionen at udarbejde en betænkning, om man ikke fremover kunne bryde med de hidtidige regler, »saaledes at besættelsen ikke saameget skeete facultetsviis,

183. Fundats 1788 7/5 kap. I, § 19.
184. Fundats 1788 7/5 kap. I, § 19. Matzen 1879, II, s. 204-05. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri skrivelse fra professor J. N. Madvig til Konsistorium.
185. Ørsted 1920, III, s. 199-200.

Kilder til tabel 3: *Catalogus Praelectionum in Vniversitate Regia Hafniensi Habendarum* 1795-1825. *Index Lectionum in Universitate Regia Hauniensi Habendarum* 1829-1840. *Forelæsninger og Øvelser ved Kjøbenhavns Universitet og den polytechniske Læreanstalt* 1847. RA. KU. 18.19.05. og 18.19.14. Universitetets hovedbog 1814-15 og 1829. RA. KU. Kvæsturen, Universitetets hovedbog 1847.

Tabel 3. *Antallet af lærere ved Københavns Universitet 1795-1847.*

År	Stillings-kategori	Teol. Fak.	Jur. Fak.	Med. Fak.[1]	Fil. Fak.	Mat-nat. i Fil. Fak.[2]	Univ. i alt
	Professorer	4	4	6	10	4	28
1795	Adjunkter		1				1
	Lektorer				2		2
	Professorer	4	4	6	12	4	30
1805	Adjunkter			1			1
	Lektorer		1	1			2
	Professorer	4	4	5	16	6	35
1815	Adjunkter		1	1	1		3
	Lektorer					1	1
	Andre			1		2	3
	Professorer	4	5	6	17	7	39
1820	Lektorer						-
	Docenter				1		1
	Professorer	5	5	5	14	7	36
1825	Lektorer					3	3
	Docenter				1		1
	Professorer	6	4	4	11	8	33
1829	Lektorer			2	1	1	4
	Docenter		1				1
	Andre			1		4	5
	Professorer	4	5	5	14	8	36
1835	Lektorer						-
	Docenter						-
	Professorer	4	4	3	11	8	30
1840	Lektorer	1	1	1		1	4
	Docenter			1			1
	Professorer	5	4	8	13	8	38
1847	Lektorer		1	2	1		4
	Docenter		1	3	3	1	8
	Andre			4		7	11

Opgørelsen er foretaget pr. november måned. Stillingskategorien »andre« omfatter assistentgruppen, ansat ved universitetets laboratorier m.v., og er kun opgjort 1815, 1829 og 1847.

1. Tallene er inklusive professoratet i fysik 1795, professoratet i kemi og lektoratet i botanik 1805 samt professoratet i botanik 1815, der alle var underlagt Det medicinske Fakultet.

2. H. C. Schumacher, der 1821-45 er opført i lektionskatalogen som professor i astronomi, skønt han i disse år virkede ved observatoriet i Altona, er ikke inklusive.

som efter professorernes ... tjenestetid ved universitetet.«[186] Initiativet, der fremstår som udgået fra kongen selv, skyldes antagelig H. C. Ørsted. En måned tidligere havde denne i en petition til kongen påpeget det urimelige i, at hans lærefag ikke gav adgang til Konsistorium, når professorer med en kortere tjenestetid end han selv allerede var blevet konstitoriales, blot fordi de havde kunnet overtage en normeret lærestol. Efter direktionens ønske, der formentlig havde sit udgangspunkt i en kongelig ordre, blev H. C. Ørsteds petition lagt til grund for reformarbejdet.[187]

I sin betænkning, der var færdig den 17. juli 1817 og blev tiltrådt af kongen allerede dagen efter, havde direktionen valgt at bevare den eksisterende fakultetsstruktur og blot justeret adgangskriterierne til Konsistorium. En fakultetsdeling havde dog været under overvejelse, men blev afvist med den begrundelse, »at det helt bør have sit forblivende ved den inddeling af samtlige universitetslærere i 4.re faculteter, som hidtil have fundet sted, ... saa meget mere som der er ingen nødvendighed til at forandre denne ved universitetet igiennem sekler bestaaende indretning, hvilken derfor ere blevne beholdt ogsaa ved adskillige i de senere tider reformerede« universiteter i andre europæiske stater.[188] I stedet for en fakultetsdeling valgte direktionen at følge det af kongen i 1815 anviste anciennitetsprincip. Pladserne i Konsistorium blev samtidig forøget fra 14 til 16. Heraf skulle Det teologiske Fakultet besætte tre som hidtil; Det juridiske Fakultet tre mod tidligere to; og Det medicinske Fakultet ligeledes tre mod tidligere to. Derimod fik Det filosofiske Fakultet til trods for den store stigning i lærestole og fag kun syv pladser som hidtil; ydermere måtte det samtidig overtage lærestolen i botanik fra Det medicinske Fakultet. Men da Det filosofiske Fakultets fagkreds var langt mere heterogent end de øvrige fakulteters, hvor anciennitetsprincippet blev det eneste kriterium, valgte direktionen her en kombination af anciennitet og lærefag, således at kun lærestolsfag, der fik status som et »hovedlærefag«, kunne opnå adgang til Konsistorium. Ud over otte humanistiske videnskaber fik alle de matematisk-naturvidenskabelige lærefag denne status;[189] heriblandt også kemi, selvom faget stadig var forenet med lærestolen i fysik, hvilket formentlig var en erkendelse af, at det kun ville blive et spørgsmål om tid, før

186. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1815 28/6 nr. 466.

187. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1815 12/10 nr. 484, vedlagt H. C. Ørsteds petition 1815 15/6.

188. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1817 17/7 nr. 560.

189. Som note 188. Reorganiseringen af Konsistorium fik også betydning for professorernes titulering. Professorer med sæde i Konsistorium fik herefter tillagt betegnelsen ordinarius og alle øvrige, uanset om de havde en normeret eller overtallig lærestol, fik betegnelsen ekstraordinarius.



Fig. 12. Hans Christian Ørsted (1777-1851) var universitetets professor i fysik fra 1806 til sin død og indtog som opdager af elektromagnetismen en indflydelsesrig position i dansk åndsliv gennem en stor del af det 19. årh.s første halvdel. Han var en ihærdig forkæmper for naturvidenskabernes udbredelse, var således initiativtager til stiftelsen af Selskabet for Naturlærens Udbredelse i 1824 og sikrede, at Polyteknisk Læreanstalt ved oprettelsen i 1829 blev anlagt på samme videnskabeligt høje stade som universitetets fakulteter. Det var formentlig ikke mindst Ørsteds fortjeneste, at naturvidenskaberne i 1817 opnåede repræsentation i Konsistorium på lige fod med de traditionelle lærestolsfag. Litografi efter maleri af C. A. Jensen 1839. KB. Billedsamlingen.

det blev et selvstændigt professorat. Alle de naturvidenskabelige lærestole havde herved opnået ret til optagelse i Konsistorium på lige fod med Det filosofiske Fakultets traditionelle lærefag.

Lighedsprincippets sammenbrud

Reorganiseringen af Konsistorium viste sig efterhånden at være behæftet med betydelige svagheder. Det der i 1817 havde været et forsøg på at retablere fundatsens ligheds- og retfærdighedsprincip under devisen »lige ret og skiel«, fik i de følgende årtier mere og mere karakter af vilkårlighed og ulighed, hvilket, især i Det filosofiske Fakultet, gav næring til en stigende utilfredshed med styrelsessystemets grundprincipper. Medens der for eksempel i 1835 kun var 14 professorer i de tre første fakulteter om at dele ni pladser i Konsistorium, så var der 22 professorer i Det filosofiske Fakultet om kun syv pladser (jf. tabel 3). Ganske vist havde fag som arkæologi, litteraturhistorie, levende sprog og landøkonomi ikke opnået adgang til Konsistorium i 1817; enten fordi de blev anset for alt for specielle; eller fordi direktionen mente, at de ikke

forudsatte nogen højere videnskabelig indsigt og lærdom.[190] Men der var alligevel et skærende misforhold mellem fakulteternes repræsentation og deres størrelse. I modsætning til deres kolleger i de øvrige fakulteter kunne professorerne i Det filosofiske Fakultet først forvente at blive konsistoriales i en sen alder og var derfor ringere stillet med hensyn til at opnå andel i de privilegier, hvormed dette var forbundet. Nogle som for eksempel W. C. Zeise, skønt han var professor i 25 år, opnåede aldrig at blive konsistorial. Desuden førte den udbredte tendens til fagdublering, især i de humanistiske fag, i kombination med anciennitetsprincippet til en vilkårlig og skæv fagrepræsentation, idet kun de hovedlærefag, der tilfældigvis havde de ældste professorer, fik repræsentation. Således var faget æstetik i en periode repræsenteret med begge sine professorer, hvorimod filosofi i mere end 15 år, matematik og astronomi mellem 1825-1850 og kemi 1822-1850 var totalt uden repræsentation.[191]

Men dette var ikke den eneste anstødssten. Man var også utilfreds med den langsomme forretningsgang i Konsistorium, hvor der først skulle indhentes skriftlige vota fra alle dets 16 medlemmer, før en beslutning kunne træffes. Ligeledes gav også professorernes titulering anledning til udbredt misfornøjelse, idet kun konsistoriales efter 1817 havde ret til titlen ordinarius, hvorimod alle øvrige professorer skulle betegnes ekstraordinarius, skønt de fleste med normalreglementet i 1836 og senere i 1844 havde opnået en normering af deres lærestole. Med den voksende internationale videnskabelige kommunikation gav dette rig anledning til misforståelser og nedvurdering af de danske professorer, da titlen ekstraordinarius i for eksempel Tyskland kun blev anvendt om professorer, der enten var ansat på prøve eller havde vist sig uden tilstrækkelige videnskabelige kvalifikationer til at opnå et fast professorat.[192]

Kort sagt fandt man, som H. C. Ørsted skarpt formulerede det, at Konsistorium var for talrigt, hvilket »gjør forretningsgangen langsom«; at anciennitetsprincippet sjældent gav det en god sammensætning, da man »beholder dem, som ved sygdom eller alder ere blevne uduelige«; og de

190. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri breve til Konsistorium fra professor M. H. Hohlenberg 1837 24/4, professor J. N. Madvig 1837 10/5 og professor J. F. Schouw 1846 9/12. RA. DK. Universitetsdirektionen, Forestillingsprotokol 1817 17/7 nr. 560.

191. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri brev til Konsistorium fra professor M. H. Hohlenberg 1837 24/4. *Catalogus Praelectionum in Vniversitate Regia Hafniensi Habendarum* 1817-1827. *Index Lectionum in Universitate Regia Hauniensi Habendarum* 1831-1845. *Index Lectionum et Exercitationum qvæ in Universitate Regia Hauniensi et in Institutio Polytechnico Haberuntur* 1846-1850.

192. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri brev til Konsistorium fra professor J. N. Madvig 1837 10/5 og H. C. Ørsted 1842 23/4 samt betænkning 1838 23/3 fra professorerne J. S. Saxtorph, H. C. Ørsted, H. N. Clausen og M. H. Hohlenberg.

»videnskabelige interesser faae ikke deres rette repræsentation.«[193] Uagtet det ikke direkte fremgår af kilderne, kan også oprettelsen af stænderforsamlingerne i 1835 have styrket ønsket om at gøre universitetets indre selvstyre mere repræsentativt. Ikke mindst må dets styreform være følt som en anakronisme og en direkte udfordring for de liberale bevægelser, der skød frem ved universitetet i løbet af 1830'erne og 1840'erne omkring fremtrædende personer som botanikeren J. F. Schouw og teologen H. N. Clausen.

»Henlagt indtil videre«

Utilfredsheden brød for alvor ud i 1837. Den direkte anledning var, at Konsistorium som følge af de kaotiske forhold i universitetets økonomi ved normalreglementet af 1836 havde måttet afgive sin kompetence over Universitetskvæsturen, der blev overdraget til en kvæstor direkte underlagt Universitetsdirektionens overopsyn. Efter at have nydt autonomi i sine indre økonomiske anliggender gennem mere end 300 år mistede universitetet nu denne. Dette blev af mange følt som en forsmædelse, der måtte tilskrives Konsistoriums uduelighed og forsømmelighed. Man krævede derfor bestyrelsen af universitetets indre selvstyre »overdraget til de virkelige indsigtsfulde« og ikke lagt i hænderne på professorer i senilitetens alder.[194]

Sagen blev rejst af *H. N. Clausen*, der 1837/38 var universitetets rektor, og fulgt op af to forslag fra professorerne *J. N. Madvig* og *M. H. Hohlenberg*, der begge krævede, man vendte tilbage til fundatsens styrelsesprincip og gav alle professorer med en normeret lærestol lige delagtighed i universitetets selvstyre. Men da Konsistorium derved ville blive uhensigtsmæssigt stort, idet antallet af normerede lærestole ved normalreglementet af 1836 var steget fra 15 til 28, foreslog de, at man gik over til en middelbar repræsentationsform, baseret på frie valg. For naturvidenskabernes vedkommende måtte den største interesse især knyttes til Hohlenbergs forslag, der krævede Konsistorium begrænset til 10-12 medlemmer, hvoraf to fra hvert af de tre første fakulteter og 4-6 fra Det filosofiske Fakultet. Men da dette næppe ville sikre fakultetets forskellige faggrupper en rimelig repræsentation, mente han, at »meest hensigtsmæssigt ville det maaske være, naar Det philosophiske Fakultet deltes i to, et philosophisk-matematisk-naturvidenskabeligt og et

193. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri brev fra H. C. Ørsted 1842 23/4.
194. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1848/50 nr. 510, heri brev fra M. H. Hohlenberg 1837 20/8. Universitetsdirektionen overtog overtilsynet med universitetets økonomi ved kgl. res. 1837 22/12. Jf. *Kjøbenhavns Universitets Aarbog for 1837*, udg. ved H. P. Selmer, 1838, s. 123-24.

philologisk-historisk ... eller et faculté des sciences og et faculté des lettres«.[195]

Konsistorium henviste de to forslag til prøvelse i en komité, der i sin betænkning 1838 $^{23}/_{3}$ gik ind for Hohlenbergs forslag i en let modificeret form. Som grundlæggende princip foreslog komiteen, at alle universitetets lærere med en normeret lærestol burde have ret til lige andel i bestyrelsen af universitetets anliggender. Hvert fakultet skulle således vælge et medlem, det filosofiske dog to, og fire skulle vælges ved frie valg mellem universitetets professorer uanset fakultet. Komiteen ønskede også en deling af Det filosofiske Fakultet. Ikke i to selvstændige fakulteter, som foreslået af Hohlenberg, men derimod i to afdelinger: en filologisk-filosofisk-historisk og en matematisk-naturvidenskabelig.[196]

Naturvidenskabernes holdning til tanken om en fakultetsdeling fremstår imidlertid overraskende svag. Således skrev H. C. Ørsted forsigtigt i et indlæg til komiteen, hvoraf han selv var medlem, at hvis valgprincippet skal baseres på fakultetsinddelingen, »maae vistnok det philosophiske deles i to, som hr. prof. Hohlenberg har foreslaaet, og som maaske kunne have noget for sig.«[197] Dette virker som noget af en underdrivelse, når man tænker på, at han i 1813 selv var gået ind for en tilsvarende deling. Men siden da havde naturvidenskaberne opnået adang til Konsistorium og efter 1817 konstant haft mindst tre pladser.[198] Repræsentationsspørgsmålet var således ikke længere noget brændende problem. På den anden side havde han måske langt hellere set, at man fuldstændig brød med den fakultetsvise repræsentation, hvorved en deling ikke blev nødvendig.

Komiteens forslag var dog for radikal en kost for Konsistorium, der som helhed ikke var indstillet på reformer, antagelig fordi de ville indebære, at dets siddende medlemmer skulle give afkald på erhvervede rettigheder og samtidig svække de tre første fakulteters dominans. Betænkningen blev derfor, som det lakonisk er indført i acta consistorii »henlagt indtil videre« uden at blive realitetsbehandlet.[199] Med komiteens betænkning var rammerne for en mulig

195. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri breve til Konsistorium fra professor M. H. Hohlenberg 1837 24/4 og professor J. N. Madvig 1837 10/5. RA. KU. 12.03.34. Acta Consistorii 1835-37 s. 550 nr. 678b. H. N. Clausen: *Historisk Fremstilling af Universitetets Virksomhed i Rectoratet 1837-38,* 1839, s. 135ff.

196. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri betænkning 1838 23/3 afgivet af professorerne J. S. Saxtorph, H. C. Ørsted, H. N. Clausen og M. H. Hohlenberg. Komiteens femte medlem, professor M. H. Bornemann, afgav mindretalsbetænkning.

197. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri brev fra H. C. Ørsted 1838 2/1.

198. *Catalogus Praelectionum in Vniversitate Regia Hafniensi Habendarum* 1817-1827. *Index Lectionum in Universitate Regia Hauniensi Habendarum* 1831-1840.

199. RA. KU. 12.03.35 Acta Consistorii 1837-39 s. 165. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50

problemløsning imidlertid blevet lagt. Skulle alle professorer med en normeret lærestol sikres lige ret til deltagelse i universitetets selvstyre, måtte en reform nødvendigvis helt eller delvist bygge på valgprincippet samt indebære en deling af Det filosofiske Fakultet; enten i to afdelinger eller i to selvstændige fakulteter. Det blev ud fra disse præmisser, at debatten fortsatte i 1840'erne, skønt det hver gang lykkedes Konsistorium at begrave alle forslag uden at træffe nogen principiel afgørelse.[200]

Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet oprettes

De liberale kræfters stadig voksende indflydelse på universitetet og den demokratiske bølge, der fulgte i Februarrevolutionens fodspor i 1848, gjorde efterhånden Konsistoriums afvisende holdning til en reform umulig. I slutningen af januar 1848 blev det ydermere konfronteret med et regulært oprør fra Det filosofiske Fakultets ekstraordinarii, der krævede, at den hidtilværende forskel mellem ordinarii og ekstraordinarii blev ophævet i alle fakulteter, samt at alle professorer, der ved normalreglementet af 1844 13/11 havde opnået en normeret lærestol, blev givet lige delagtighed i udøvelsen af universitetets selvstyre. En måned senere fulgte et lignende krav fra Det lægevidenskabelige Fakultets ekstraordinarii, der efter Kirurgisk Akademis indlemmelse under universitetet i 1842 var blevet en betragtelig gruppe (jf. tabel 3) og havde fået de samme repræsentationsproblemer som Det filosofiske Fakultet.[201]

Konsistorium blev nu tvunget til at træffe en beslutning, og på et møde den

nr. 510, heri brev fra professor M. H. Bornemann 1838 23/1 samt indstilling fra Konsistoriums referendarius, professor A. W. Scheel, til et møde i Konsistorium, der dog ikke synes afholdt. Både Bornemann og Scheel var modstandere af en deling af Det filosofiske Fakultet, da de mente, at dets fag derved »kunde faa en uforholdsmæssig indflydelse i universitetets anliggender«. Jf. brev fra Bornemann 1838 23/1.

200. Forslaget blev atter taget op i 1842 og på ny henvist til behandling i en komité, men blev derefter henlagt uden at blive behandlet af Konsistorium. En gennemgang af Acta Consistorii 1843-47 ud fra sagsfremvisningssystemet viser, at sagen adskillige gange fremlægges til beslutning på Konsistoriums møder, men afvises uden at blive behandlet. Jf. RA. KU. 12.03.38 Acta Consistorii 1843-44 s. 146 nr. 552. En redegørelse for debatten efter 1842 er bragt i *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet 1848-1856,* ved A. C. P. Linde, 1860, s. 19-49. Valgspørgsmålet er behandlet i Kristian Erslev: *Den Akademiske Lærerforsamling,* 1900.

201. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri skrivelser fra Det filosofiske Fakultets ekstraordinarii 1848 18/1 og Det lægevidenskabelige Fakultets ekstraordinarii 1848 29/2. Det medicinske Fakultet havde efter sammenlægningen med Kirurgisk Akademi i 1842 fået navneforandring til Det lægevidenskabelige Fakultet.

8. marts 1848 vedtog man at gennemføre et moderat reformprogram, hvis væsentligste punkter var: oprettelse af en plenarforsamling, der omfattede alle universitetets lærere, og som kunne træffe afgørelser i sager af almindelig videnskabelig interesse og med afgørelsesret inden for universitetets område; en deling af Det filosofiske Fakultet i tre sektioner; og endelig skulle Konsistorium fremover sammensættes af et overvejende antal medlemmer efter anciennitet samt nogle valgte medlemmer. Reformprogrammet blev derefter sendt til behandling i en særlig komité, hvor det antagelig har været Konsistoriums hensigt, at det skulle afgå ved en stille død, når uvejrsskyerne atter drev over. Ihvertfald arbejdede komiteen utrolig langsomt og kunne først 1848 19/12 aflevere sin betænkning, hvori den blandt andet anbefalede, at Det filosofiske Fakultet blev opdelt i følgende sektioner: en historisk-filosofisk, en filologisk og en matematisk-naturvidenskabelig. Men sagen havde i mellemtiden taget en afgørende vending, idet kultusminister D. G. Monrad i en skrivelse til Konsistorium 1848 2/10 forlangte, at universitetet skulle sikre, at alle professorer fik lige delagtighed i bestyrelsen af de akademiske anliggender, samt at ethvert af fakulteterne »sikres tilbørligen repræsentation i Consistorium«. Dette var reelt et påbud om at gennemføre valgprincippet under en eller anden form samt at skabe balance i fakulteternes repræsentation. Endvidere blev Konsistorium beordret til at fremlægge sit færdige reformforslag for en plenarforsamling, der omfattede alle universitetets lærere, og indberette udfaldet heraf til ministeriet sammen med dets egen betænkning.[202]

Sagen trak imidlertid i langdrag og ministeriet måtte såvel i marts som i maj 1849 rykke Konsistorium for en afgørelse. Dette undskyldte sig med, at universitetslærernes deltagelse i forhandlingerne i Rigsdagen hindrede afholdelse af en plenarforsamling. Komiteens betænkning kom således først til behandling på et plenarmøde den 1. oktober 1849. Plenarforsamlingen var imidlertid ikke ubetinget tilfreds med Konsistoriums udspil og henviste betænkningen til behandling i en ny komité.[203] Denne arbejdede hurtigt og kunne allerede fremlægge sine ændringsforslag på et nyt plenarmøde den 12. november 1849. Den af Konsistorium foreslåede deling af Det filosofiske Fakultet i tre sektioner fandt den nye komité uheldig, da de matematisk-

202. RA. KU. 12.03.41. Acta Consistorii 1847-49 s. 152. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri trykt udgave af komiteens betænkning 1848 19/12 og brev fra kultusminister D. G. Monrad 1848 2/10.

203. RA. Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet, 3.die ktr., Universitetssager 1852 nr. 60, heri brevkoncepter til ministeriets skrivelser til universitet 1849 21/3 og 5/5 samt skrivelse fra Københavns Universitet 1849 6/6. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri udskrift af plenarforsamlingens mødeprotokol 1849 1/10.

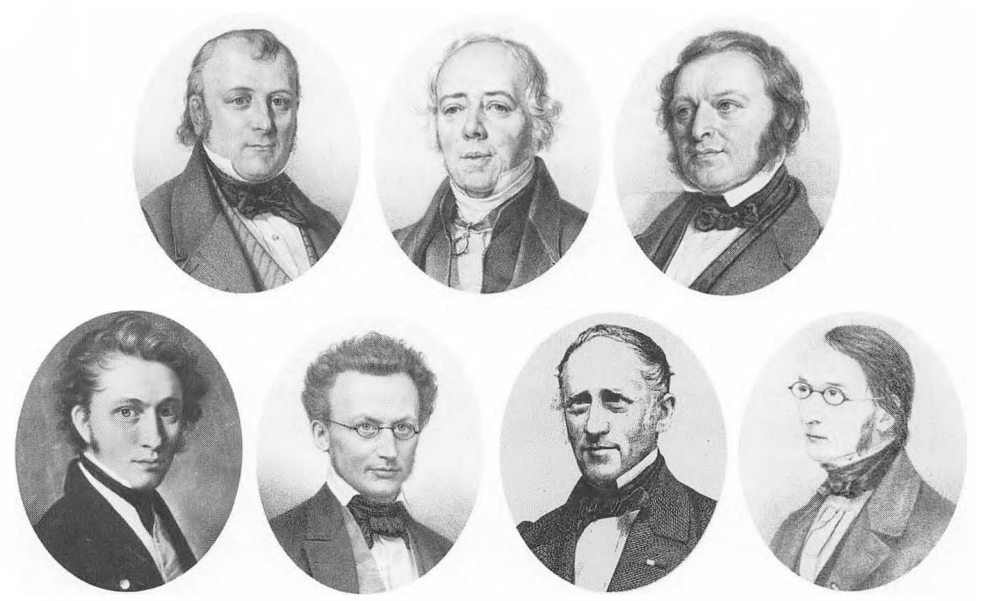


Fig. 13. Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 1850. I øverste række fra venstre ses professor i botanik Joachim Frederik Schouw (1789-1852), professor i fysik Hans Christian Ørsted (1777-1851) og professor i mineralogi Georg Forchhammer (1794-1865). I nederste række fra venstre ses professor i astronomi Chr. Friis Rottbøl Olufsen (1802-1855), professor i zoologi Johs. Japetus Smith Steenstrup (1813-1897), professor i kemi Edvard August Scharling (1807-66) og professor i matematik Chr. Ramus (1806-1856).

naturvidenskabelige fag var naturlig afsondret fra fakultetets øvrige faggrupper. Den gik derfor ind for en todeling og fandt det rimeligt, at man tog skridtet fuldt ud og oprettede et selvstændigt »naturvidenskabelig fakultet«. Forslaget blev vedtaget af plenarforsamlingen og sammen med dens indstilling i repræsentationsspørgsmålet m.m. sendt til Konsistorium,[204] som derefter sammen med sin egen betænkning, der støttede oprettelsen af et selvstændigt fakultet, indgav forslaget til Kultusministeriet.[205]

Ministeriet, hvor J. N. Madvig havde afløst D. G. Monrad som chef, fulgte universitetets indstilling. Og ved en kongelig resolution af 1850 1/9 blev det i forbindelse med omorganiseringen af universitetets indre selvstyre bestemt, at

204. *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet 1848-1856,* ved A. C. P. Linde, 1860, s. 32-35. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri udskrift af plenarforsamlingens mødeprotokol 1849 12/11.

205. RA. Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet, 3.die ktr., Universitetssager 1852 nr. 60, heri Konsistoriums skrivelse 1850 30/1.

»lærerne ved universitetet i de mathematiske videnskaber og i naturvidenskaberne ... udtræde af det philosophiske facultet, hvortil de nu henhøre, og danne ved siden af det tilbageblivende philosophiske facultet et eget facultet, hvilket under navn af det mathematisk-naturvidenskabelige med sin egen decanus stilles i samme forhold til universitetet og tillægges samme rettigheder som universitetets andre faculteter«. Det nye fakultet bevarede dog en lønmæssig tilknytning til Det filosofiske Fakultet, idet de to fakulteter fortsat skulle følge den fælles lønskala fra normalreglementet af 1844, der var baseret på anciennitetsprincippet.[206] Et forhold, der dog ophørte med lønloven af 1858.[207]

Til løsning af repræsentationsproblemet oprettedes samtidig Den akademiske Læreforsamling, bestående af alle universitetets lærere, som skulle udøve valgretten til Konsistorium og rådslå om sager, der var af almindelig interesse for universitetet. Konsistorium blev omorganiseret og de fem fakulteter fik hver to pladser, det filosofiske dog tre, der som hidtil skulle besættes efter anciennitet; desuden skulle fem pladser besættes på grundlag af frie valg mellem alle universitetets normerede professorer uanset fakultet. Endelig fik alle professorer med en normeret lærestol tillagt betegnelsen ordinarius og de med en overtallig lærestol extraordinarius.[208]

Efter 100 års kamp for optagelse i universitetets fagkreds var naturvidenskaberne nu organiseret i et selvstændigt fakultet på lige fod med de traditionelle lærefag. Oprettelsen var dog ikke så meget en direkte konsekvens af organisatoriske problemer i Det filosofiske Fakultet med dets store lærerstab, men derimod at justeringen af adgangen til Konsistorium i 1817 havde været sat i for små sko.[209] Men hvorfra havde man hentet inspirationen til udskillelsen af naturvidenskaberne i et selvstændigt fakultet? Og hvilken organisatorisk løsning havde man valgt ved andre europæiske universiteter, især i Tyskland og de øvrige skandinaviske lande?

De matematisk-naturvidenskabelige fakulteter har deres organisatoriske oprindelse i Frankrig, hvor der i forbindelse med en generel reform af de franske universiteters struktur ved et kejserligt dekret af 1808 17/3 blev

206. Kundgørelse fra Konsistorium 1850 18/9 § 1. Trykt i *Retsregler* 1885.

207. *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet 1857-1863,* ved A. C. P. Linde, 1867, s. 18-20, heri lønlov 1858 12/1 § 4.

207. Kundgørelse fra Konsistorium 1850 18/9 § 2-4.

209. Hans H. Kjølsen: *Fra Skidenstræde til H. C. Ørsted Institutet,* 1965, s. 19, hævder, at Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet blev oprettet på initiativ af H. C. Ørsted. Ganske vist var denne involveret i reformforsøgets første fase i 1837/38 og i 1842, skønt ikke som initiativtager; men intet i kilderne støtter Kjølsens opfattelse af H. C. Ørsteds aktive rolle ved fakultetets oprettelse 1848-50.

indrettet et »faculté des sciences« ved de fleste universiteter.[210] Derimod fik de først betydeligt senere et gennembrud ved de tyske og skandinaviske universiteter, der i denne sammenhæng er de mest interessante, da der traditionelt altid har været en nær akademisk kontakt mellem disse og Københavns Universitet. Af de 22 tyske universiteter, der er optaget i den første årgang af *Minerva, Jahrbuch der Universitäten der Welt* 1891/92, havde indtil dette tidspunkt således kun Heidelberg, Tübingen og Strassburg fået oprettet et selvstændigt matematisk-naturvidenskabeligt fakultet. Sidstnævnte havde ydermere været fransk indtil 1871. Derimod havde Marburg, Würtzburg og Münster valgt at dele det filosofiske fakultet i to sektioner, en historisk-filologisk og en matematisk-naturvidenskabelig. Ved de øvrige tyske universiteter var det filosofiske fakultet bevaret udelt.[211] De matematisk-naturvidenskabelige fakulteter fik først et egentligt organisatorisk gennembrud i Tyskland i løbet af det 20. århundrede. Således ved Göttingen, Jena og Halle i 1920'erne; ved Berlin i midten af 1930'erne; ved Greifswald omkring 1950; og ved Kiel så sent som i 1963.[212] I adskillige tilfælde var vejen dog først gået over en deling af det filosofiske fakultet i to sektioner. Af de skandinaviske universiteter fik Kristiania et selvstændigt matematisk-naturvidenskabeligt fakultet i 1860, hvorimod man i Uppsala og Lund valgte at dele det filosofiske fakultet i to sektioner i 1876 og først i 1956 oprettede et selvstændigt fakultet, som i 1964 yderligere blev delt i tre undersektioner.[213]

På baggrund af den nord- og centraleuropæiske udvikling må man konkludere, at de organisatoriske problemer omkring naturvidenskabernes optagelse i universiteternes fagkreds ikke nødvendigvis behøvede at føre til oprettelse af et selvstændigt fakultet; ihvertfald ikke i det 19. århundrede, hvor lærerstaben trods alt stadig var relativ lille. Oprettelsen af et selvstændigt matematisk-naturvidenskabeligt fakultet ved Københavns Universitet i 1850 må på denne baggrund anses som inspireret af en fransk og ikke en tysk eller skandinavisk udvikling. En opfattelse, der støttes af det forhold, at M. H. Hohlenberg i sit forslag fra 1837 benyttede de franske fakultetsbetegnelser.[214]

210. J. B. Piobetta: *Les institutions universitaires en France,* Paris 1951, s. 6-9.

211. *Minerva, Jahrbuch der Universitäten der Welt* 1891/92, Erster Jahrgang, Strassburg 1892.

212. *Minerva, Jahrbuch der Gelehrten Welt* 1923-1926 og 1934-1938. *The World of Learning,* London 1950 og 1952. *Geschichte der Christian-Albrechts-Universität Kiel 1665-1965* VI, herausgegeben von Karl Jordan, Neumünster 1968, Vorwort.

213. *Det Kongelige Frederiks Universitet 1811-1911* I, Kristiania 1911, s. 257. *Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala Universitty 500 Years* VIII, Uppsala 1976, s. 1-2. Jörgen Weibull: *Lunds Universitets Historia* IV, Lund 1968, s. 283.

214. RA. KU. 12.07.77. Circularia 1849/50 nr. 510, heri brev fra professor M. H. Hohlenberg til Konsistorium 1837 24/4.

TILBAGEBLIK 1750–1850

Vi har fulgt naturvidenskabernes udvikling ved Københavns Universitet fra deres første introduktion som begyndende selvstændige videnskaber omkring 1750, hvor de kun var en spinkel udvækst på det skolastiske og lutheranske universitets fagkreds i Det medicinske Fakultet, til de i 1850 fremstod som ligeberettiget partner med dets traditionelle lærefag. I løbet af disse 100 år var de blevet udskilt af Det medicinske Fakultet, havde opnået lærestole inden for alle grundvidenskaberne, havde sikret sig andel i udøvelsen af universitetets indre selvstyre og opnået et selvstændigt fakultet. Men forandringerne havde dog ikke været mere dybtgående, end at kernen i den traditionelle universitetsstruktur, der var blevet grundfæstet med fundatsen i 1539, stadig stod uantastet, idet universitetet havde bevaret sin grundlæggende struktur som et kollegialt organ, hvor selvstyrets rettigheder blev udøvet af dets lærere i fællesskab, skønt med forskellige begrænsninger.

Denne udvikling fremstår som en kamp mellem to afvigende universitetetssyn, ihvertfald frem til 1836, hvor universitetet, efter at lønningerne var blevet fastlagt i normalreglementet, ændrede holdning til optagelsen af nye lærestole i dets fagkreds. På den ene side står *universitetets syn,* der var styret af en stærk faglig konservatisme og et klassisk lærdomsideal kombineret med en frygt for at miste gamle erhvervede rettigheder. Det forsøgte derfor med al mulig kraft at hindre optagelsen af nye lærestole. Skulle en faglig fornyelse gennemføres, måtte staten selv bære lønbyrden uden i øvrigt at ændre ved det bestående. I modsætning hertil står *statens syn,* at universitetet skulle modernisere sine uddannelser, udvide sin fagkreds og finansiere dette af sine egne midler. Men da universitetets midler var fastfrosset i professorernes corpora eller ved fundationer båndlagt til specielle formål, kunne disse krav ikke opfyldes,

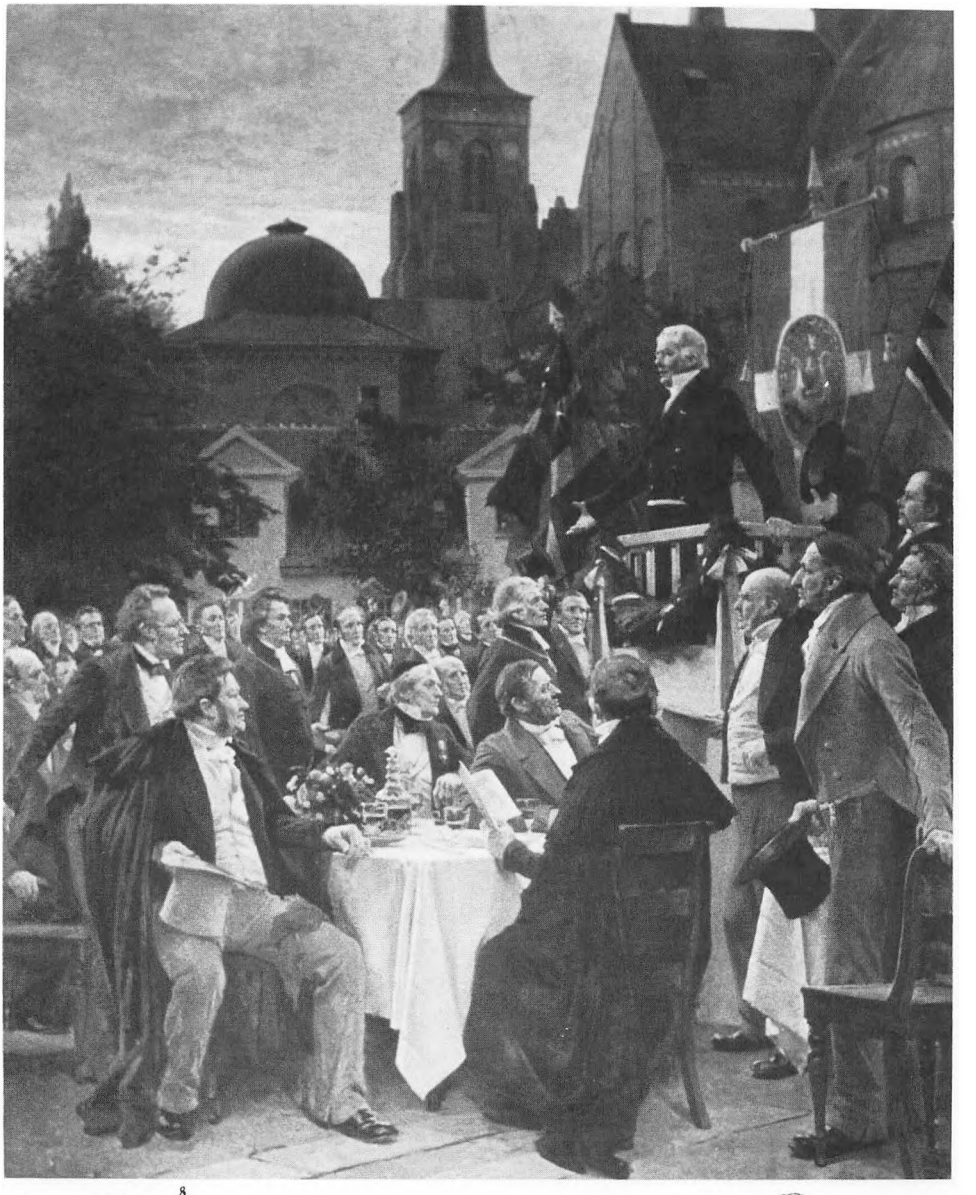
---

Fig. 14. »En scene fra det skandinaviske naturforskermøde i København 1847«. Maleri i universitetets festsal udført for Københavns Universitet af Erik Henningsen 1895-96.

Erik Henningsens billede er en rekonstruktion af begivenheden – et »historiemaleri«. Han har dog haft mulighed for at skaffe sig underretning om begivenheden. Endvidere er portrætfigurerne udført på grundlag af malerier og buster, lånt i såvel Danmark som Norge og Sverige. Det kan derfor næppe frakendes en vis kildeværdi.

Det var oprindelig hensigten, at motivet skulle være »modtagelsen ved landgangsbroen af de norske og svenske naturforskere ved det nordiske naturforskermøde i København 1840«. Denne ide blev dog forladt, da man skønnede det vanskeligt at finde historisk billedmateriale om begivenheden.

Personerne: 1. Sven Nilsson. 2. Berzelius. 3. Schouw. 4. Sibbern. 5. Steenstrup. 6. Schiødte. 7. Thomander. 8. Stein. 9. Trier. 10. Faye. 11. Grundtvig. 12. Fries. 13. Scharling. 14. Fenger. 15. Forchhammer. 16. Clausen. 17. Johnstrup. 18. Agardh. 19. Conradi. 20. Ørsted. 21. Bang. 22. Hansteen. 23. Eschricht. 24. Krøyer. 25. Retzius.




1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

medmindre staten samtidig gennemtvang reformer. Da den i første omgang veg tilbage herfor, blev universitetet under den økonomiske periode den sejrende part. Det var først med fundatsen af 1788 og afviklingen af corporasystemet, der tilvejebragte en større faglig og økonomisk fleksibilitet, at staten i det 19. århundrede trak det længste strå.

Den naturvidenskabelige opblomstring ved Københavns Universitet i den sidste halvdel af det 17. århundrede havde kun været mulig, fordi den foregik i samklang med den medicinske videnskabs udvikling og inden for Det medicinske Fakultets rammer. I det 18. århundrede, hvor naturvidenskaberne, især de naturhistoriske fag, blev anset som økonomiske videnskaber, var de derimod totalt løsrevet fra universitetets traditionelle fag- og uddannelsesstruktur. En faglig konservatisme i alliance med en frygt for indgreb i fundatsens stillingsnormering og dermed i corporasystemet kunne derfor under henvisning til manglende økonomiske midler og stillingsnormeringen med held afvise statens forsøg på at få de nye fag optaget som ordinære professorater.

Men til trods for sin stive fagstruktur havde universitetet alligevel været tilstrækkelig fleksibelt til at optage de nye fag, når blot det blev som ekstraordinære professorater, og staten selv bar lønudgifterne. På længere sigt viste dette sig dog at være en uholdbar løsning, da statens interesse for de nye videnskaber primært grundede i et økonomisk motiveret nyttesyn. De blev derfor et instrument i den kameralistisk-merkantilistiske politik og delte dennes skæbne efter 1772. Staten var i sidste ende veget tilbage for at drage konsekvenserne af sin grundholdning, at universitetet selv skulle finansiere udvidelsen af dets fagkreds, og gennem radikale indgreb påtvinge det reformer, der kunne sætte det i stand hertil. Man kan undre sig over, at den enevældige statsmagt ikke gennemtrumfede sin universitetspolitik med større styrke i 1750'erne og 1760'erne. Men antagelig stillede samtidens retsbevidsthed sig hindrende i vejen, da det ville blive opfattet som et magtovergreb. Kun Struensee havde med sit reformforsøg vist en vilje til at bruge statens magtapparat over for det genstridige universitet, men uden resultat, da det sammen med de fleste af hans øvrige reformer blev fejet af bordet i forbindelse med den politiske storvask efter statskuppet i januar 1772.

Det videnskabelige gennembrud i de sidste år af det 18. og de første decennier af det 19. århundrede pågik med en sådan kraft, at det må karakteriseres som en videnskabelig revolution, der i sin styrke og dynamik tåler sammenligning med de samtidige industrielle og agrare revolutioner. Dette gjorde de nye videnskabsfags optagelse i universitetets fagkreds til et uomgængeligt krav, hvis Københavns Universitet fortsat skulle kunne hævde sig blandt de øvrige europæiske universiteter. Men de nye fag formåede ikke

selvstændigt at slå igennem ved universitetet, hvor det stive normeringssystem og den uhensigtsmæssige binding af dets økonomiske ressourcer i corporasystemet stadig stillede sig hindrende i vejen. Det evnede således hverken at gennemføre den nødvendige fornyelse af dets fagkreds eller løse de strukturelle problemer, der fulgte med oprettelsen af de nye lærestole og fag. Staten blev derfor tvunget til at gribe regulerende ind og sikre en modernisering af dets uddannelser gennem fundatsen af 1788; tilvejebringe de nødvendige midler til aflønningen af de nye lærestole gennem corporasystemets ophævelse i 1796; sikre oprettelsen af de naturvidenskabelige lærestole gennem direkte finansiel støtte 1801-14 og igen i 1820'erne, indtil universitetet selv kunne overtage lønbyrden; samt i 1817 at gennemtvinge en reform, der sikrede de nye lærefag adgang til Konsistorium og delagtighed i udøvelsen af universitetets indre selvstyre. Det var således kun statsmagtens direkte indgreb og styring, der sikrede naturvidenskabernes optagelse i universitetets fagkreds som selvstændige fag.

Oprettelsen af Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet i 1850 var ikke, som man skulle have forventet, en direkte konsekvens af indre organisatoriske problemer i Det filosofiske Fakultet med dets store lærerstab, men skyldes derimod, at justeringen af adgangen til Konsistorium i 1817 havde været sat i for små sko. Det er således et generelt træk, såvel i 1788 som i 1817, at statens forsøg på at bringe retsgrundlaget i overensstemmelse med de faktiske forhold, hver gang blev sat i for snævre rammer. Følgen var derfor, at der i København blev oprettet et naturvidenskabeligt fakultet langt tidligere end ved de tyske og øvrige skandinaviske universiteter.

DET MATEMATISK-NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET EFTER 1850

Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet var ved udskillelsen fra Det filosofiske Fakultet i 1850 af beskeden størrelse. Målt i normerede lærestole var det med sine syv professorater større end Det teologiske Fakultet med fem, men mindre end Det rets- og statsvidenskabelige Fakultet med otte professorer. Antallet af studerende ved fakultetet ved udskillelsen kendes ikke, men det har næppe været stort, alene af den grund, at Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet som det eneste ikke kunne tilbyde en egentlig kompetencegivende uddannelse. Først i begyndelsen af 1940'erne overlod fakultetet pladsen som det mindste, målt i indskrevne studenter, til Det teologiske Fakultet. Endelig var de fysiske rammer for fakultetets virksomhed i 1850 særdeles beskedne.

Fakultetets historie fra 1850 er en historie om en stadig, og til tider eksplosiv vækst, ligegyldigt hvilken målestok man anlægger, en vækst, der uanset tilbageslaget fra midten af 1970'erne næppe er afsluttet. Det er ikke opgaven i dette indledende afsnit at komme ind på de enkelte fags udvikling, i stedet vil udviklingen i fakultetets fagkreds og befolkning, dets fysiske rammer og dets eksamensvæsen blive beskrevet.

Fakultetets fag og lærere

Det er et karakteristisk træk for dansk universitetshistorie, at den faglige udvikling, i hvert fald til efter 1960, snævert er knyttet til de enkelte lærestole, professoraterne. Et nyt fag eller en ny disciplin kunne nok som regel i første omgang blive introduceret af en løsere tilknyttet forsker, hvad enten denne havde status som privatdocent, midlertidig eller ekstraordinær docent, lektor eller en anden betegnelse, men fagets eller disciplinens endelige gennembrud ved universitetet er næsten uden undtagelse blevet markeret ved oprettelsen af en egentlig lærestol.[1] Omvendt var, igen frem til efter 1960, det enkelte professorat oftest identisk med et fag, eller i hvert fald en større del heraf. Dette forhold har ikke mindst gyldighed indenfor Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet. Det vil derfor være rimeligt, når man vil danne sig et indtryk af fakultetets faglige udvikling efter 1850, at se på væksten i antallet af fakultetets lærestole.

Fakultetet havde i 1850 normerede professorater i følgende fag: Astronomi, fysik, kemi, matematik, botanik, zoologi og mineralogi (geologi). Hertil kom et ekstraordinært professorat i botanik, hvis indehaver, F. M. Liebmann stort set fungerede som vikar for den ordinære professor J. F. Schou, som han efterfulgte i 1852. På samme måde fungerede C. V. Holten som vikar for H. C. Ørsted hvis professorat i fysik han overtog i 1851. Endelig havde zoologen J. C. Schiødte fra 1849 mod særligt honorar holdt forelæsninger i sit fag.[2]

En nærmere redegørelse for udviklingen inden for de enkelte faggrupper hører rimeligt til inden for beskrivelsen af de enkelte fag, hvortil der henvises. I stedet skal her i tabelform gives en oversigt over udviklingen, således som den afspejler sig i oprettelsen og nedlæggelsen af lærestole. Til tabel 4 skal knyttes følgende generelle bemærkninger: Det er som nævnt nærliggende at

1. Ejvind Slottved: *Lærestole og Lærere ved Københavns Universitet 1537-1978*, 1978, s. 9-21.
2. A. C. Linde: *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet, den polytechniske Læreanstalt, Sorø Academie og de lærde Skoler med dertil hørende Realundervisning i Kongeriget Danmark for Aarene 1849-1856* I, 1860, s. 264-65.



Fig. 15. Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet ved universitetets 400 års jubilæum i 1879. Øverst fra venstre: H. G. Zeuthen, J. F. Johnstrup, C. V. Holten. I midten: J. Th. Reinhardt, Julius Thomsen, Adolph Steen, Joh. Japetus Smith Steenstrup. Nederst: D. F. Didrichsen, S. M. Jørgensen, T. N. Thiele, J. C. Schiødte. KU.

identificere lærestolsbegrebet med de normerede professorater. Skiftende tiders bevillingspraksis medfører imidlertid, at en person ofte kunne fungere på linie med de faste professorer, uagtet han normeringsmæssigt havde en mere uklar stilling. Det har derfor været nødvendigt med et vist skøn ved vurderingen af, hvornår man kan tale om lærestol, et skøn der naturligvis sine steder kan anfægtes. Med dette forbehold in mente illustrerer tabellen rimeligt dækkende udviklingen i hvert fald frem til slutningen af 1950'erne.

Tabel 4. *Lærestole og fag ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet efter 1850.*

Oplysningerne i tabellen er baseret på Ejvind Slottved: *Lærestole og lærere ved Københavns Universitet 1537-1977*, 1978. De tilsvarende oplysninger for perioden før 1850 findes i tabel 1, se ovenfor s. 13.

Fag	Oprettet	Nedlagt	Lærestolens normering
De matematiske fag			
Almen matematik	1850		Ordinært professorat, overført fra Det filosofiske Fakultet.
	1871		Midlertidigt docentur, 1883 ekstraordinært professorat, 1887 ordinært professorat.
	1922		Ordinært professorat.
	1930	1932	Ekstraordinært professorat.
	1958		Ordinært professorat.
	1965		Ordinært professorat.
	1966		Ordinært professorat.
	1972		Ordinært professorat.
Ren matematik	1905	1916	Midlertidigt docentur.
Forsikringsmatematik	1916		Ordinært docentur, 1923 ekstraordinært professorat, 1943 ordinært professorat.
Matematisk statistik	1960		Ordinært professorat.
	1972		Ordinært professorat.
Datalogi	1969		Ordinært professorat.
	1974		Ordinært professorat.
Geodæsi	1956	1975	Ekstraordinært professorat.
Astronomi	1850		Ordinært professorat, overført fra Det filosofiske Fakultet.
	1938	1940	Ekstraordinært professorat.
	1967	1977	Ekstraordinært professorat.

Fag	Oprettet	Nedlagt	Lærestolens normering
De fysiske fag			
Almen fysik	1850		Ordinært professorat, overført fra Det filosofiske Fakultet.
	1913		Normeret docentur, 1923 ordinært professorat.
	1957		Ordinært professorat.
	1970		2 ordinære professorater.
Teoretisk Fysik	1916		Ordinært professorat.
	1958		Ekstraordinært professorat, 1965 ordinært professorat.
Eksperimentel fysik	1955		Ordinært professorat.
	1959		Ordinært professorat.
	1969		Ordinært professorat.
Kernefysik	1960		Ordinært professorat.
Matematisk fysik	1940	1974	Ekstraordinært docentur, 1943 ekstraordinært professorat.
Geofysik	1962		Ekstraordinært professorat.
	1965		Ordinært professorat.
Teoretisk meterologi	1951		Ekstraordinært professorat, 1965 ordinært professorat.
Fysisk oceanografi	1963		Ordinært professorat.
De kemiske fag			
Almen og teoretisk kemi	1850		Ordinært professorat, overført fra Det filosofiske Fakultet.
Uorganisk kemi	1908		Ordinært professorat.
Almen og organisk kemi	1912		Midlertidigt docentur, herefter skiftende formering til 1950, hvor lærestolen normeres som ekstraordinært professorat, 1965 ordinært professorat.
	1974		Ordinært professorat.
Fysisk kemi	1871		Ordinært lektorat, 1887 ordinært professorat.
Molekylspektroskopi	1957		Ekstraordinært professorat, 1965 ordinært professorat.

Fag	Oprettet	Nedlagt	Lærestolens normering
De zoologiske fag			
Almen zoologi	1850		Ordinært professorat, overført fra Det filosofiske Fakultet.
	1863	1884	Midlertidigt docentur.
	1865	1882	Midlertidigt docentur.
	1948		Ordinært professorat.
Sammenlignende anatomi	1929		Ekstraordinært, 1955 ordinært professorat.
Histologi og embryologi	1889	1934	Midlertidigt docentur.
Ferskvandsbiologi	1922		Ekstraordinært lektorat, 1939 ordinært professorat.
Marinbiologi	1957		Ordinært professorat.
Kvartærzoologi	1956	1966	Ekstraordinært professorat.
De botaniske fag			
Systematisk botanik	1850		Ordinært professorat, overført fra Det filosofiske Fakultet.
Almen botanik	1850	1852	Ekstraordinært professorat, overført fra Det filosofiske Fakultet.
	1973		Ordinært professorat.
Sporeplanter	1889		Midlertidigt docentur, 1916-29 ekstraordinært professorat, 1929-46 normeret docentur, 1951 ordinært professorat.
Planteanatomi og cytologi	1954		Ekstraordinært, 1965 ordinært professorat.
Økologisk botanik	1967		Ordinært professorat.
De geologiske fag			
Mineralogi	1850		Ordinært professorat, overført fra Det filosofiske Fakultet.
Almen geologi	1953		Ekstraordinært, 1965 ordinært professorat.
	1968		Ordinært professorat.
Historisk geologi	1945		Ordinært professorat.
og palæontologi	1971		Ordinært professorat.

Fag	Oprettet	Nedlagt	Lærestolens normering
Petrologi	1962		Ekstraordinært, 1968 ordinært professorat.
De geografiske fag			
Almen naturgeografi	1882		Midlertidigt docentur, 1883 ekstraordinært professorat, 1898 ordinært professorat.
	1953		Ekstraordinært, 1965 ordinært professorat.
Kulturgeografi	1929		Ekstraordinært, 1949 ordinært professorat.
Geomorfologi	1970		Ordinært professorat.
De biologiske fag			
Plantefysiologi	1883		Midlertidigt docentur, 1887 ordinært professorat.
Genetik	1949		Ekstraordinært, 1958 ordinært professorat.
Biologisk kemi	1958		Ordinært professorat.
	1970		Ordinært professorat.
Mikrobiologi	1958		Ordinært professorat.
Zoofysiologi og gymnastikteori			
Zoofysiologi	1908		Midlertidigt docentur, 1916 ordinært professorat.
	1951		Ekstraordinært, 1970 ordinært professorat.
Gymnastikteori	1918		Ekstraordinært professorat, overført fra Det lægevidenskabelige Fakultet, 1935 ordinært professorat.
Legemsøvelsernes teori	1962		Ordinært professorat.
Øvrige fag			
Eksakte videnskabers historie	1965		Ekstraordinært professorat.
Etnologi	1964		Ordinært professorat, 1973 overført til Det samfundsvidenskabelige Fakultet.

I de første 10-15 år efter anden verdenskrig havde universitetet hvad angår bevillinger, nye stillinger og studentertal ført en noget stagnerende tilværelse. Ikke mindst krigen havde imidlertid medført en rivende videnskabelig udvikling, et forhold der er særlig udpræget for naturvidenskaberne, og dette i forbindelse med det almindelige økonomiske opsving i løbet af 1950'erne skulle komme til at sætte sit dybe præg på universitetet. Det samlede antal indskrevne studenter på universitetet, der i 1952 var 5072 og i 1957 5089 var i 1962 steget til 9184, i samme periode næsten tredobledes studentertallet ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet.[3] Den første mærkbare følge heraf var et voldsomt pres på undervisningen, og det stod klart, at der måtte tilføres universitetet nye ressourcer. I et vist omfang skete dette ved oprettelsen af nye professorater, således steg antallet af disse ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet fra 36 i 1958 til 65 i 1968 Men samtidig slog en ny lærergruppe, de ikke-professorale fastansatte lærere igennem. Ved alle fakulteterne havde der i flere generationer været hjælpelærere, normalt med undervisning i mere elementære discipliner og uden ansvar for eksamen, ligesom de kun sjældent havde nogen egentlig forskningsforpligtelse. Udviklingen i løbet af 1960'erne kom til at medføre radikale ændringer på dette område. For det første steg antallet af ikke-professorale lærere voldsomt i perioden; ved normeringsloven i 1958 var tallet for hele universitetet 138 mod 125 professorer, de tilsvarende tal for 1968 var 220 professorer og over 1000 heltidsansatte ikke-professorale medarbejdere.[4] Hertil kom et stort antal deltidsansatte lærere af forskellig slags. For det andet skiftede gruppen af ikke-professorale lærere karakter. Det ligger i den stillingsbetegnelse man indførte i slutningen af 1950'erne, *amanuensis*, at de fortsat var tænkt som hjælpelærere, knyttet til de enkelte professorer og arbejdende under disses tilsyn og ansvar. Udviklingen kom imidlertid til at medføre, ikke mindst efter 1968, at denne lærergruppe i praksis blev frigjort fra tilknytningen til professoraterne, således at de fik tillagt selvstændigt ansvar for eksamen, fik tillagt forskningsret og -pligt, kort sagt kom til at fungere på linie med professorerne, således at forskellen på de to lærergrupper kun bestod i betegnelsen, ansættelsesformen og lønnen. Denne udvikling fik sit formelle udtryk i styrelseslovene fra 1970 og 1973, samt i stillingsstrukturcirkulæret fra 1972, der indførte betegnelserne *adjunkt* for de helt unge lærere og *lektor* for de ældre.[5]

3. De opgivne tal er baseret på oplysningerne i *Liste over de immatrikulerede studerende, der følger undervisningen ved Københavns Universitet i det akademiske år* --, 1913-1971 (herefter benævnt Årsliste).

4. *Årbog for Københavns Universitet* (herefter forkortet Årbog) 1953-58, s. 43-46; 1968/69, s. 123.

5. Undervisningsministeriets cirkulære nr. 110 af 31. maj 1972.

De skiftende normeringsforhold igennem 1960'erne gør det vanskeligt eksakt at definere antallet af ikke-professorale lærere ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet; at der er tale om en meget kraftig stigning frem til begyndelsen af 1970'erne er dog evident. Udviklingen inden for fakultetets lærerkorps efter stillingsstrukturcirkulæret 1972 er vist i Tabel 5.

Tabel 5. *Det naturvidenskabelige Fakultets lærerkorps 1973-81, fordelt på stillingskategorier.*

År	Professorater	Adjunkt/lektor-stillinger	Eksterne lektorater	Kandidat- og seniorstipendier
1973	62	409	27	67
1974	64	422	24	71
1975	67	438	25	63
1976	69	450	25	67
1977	66	450	23	64
1978	62	453	22	59
1979	64	448	21	63
1980	62	443	21	66
1981	60	443	19	52

Kilde: Universitetets årbøger 1973–1981.

Fakultetets studenter

Som nævnt ovenfor var antallet af studerende ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet i 1850 beskedent. Eksakte tal findes først fra 1913, hvor der var indskrevet 146 studerende, fordelt på 124 mænd og 22 kvinder. Det lader sig beregne, at den årlige kandidatproduktion ved fakultetet i perioden fra 1913 og frem til efter anden verdenskrig svarede til mellem 5 og 10% af de ved fakultetet i det samme år indskrevne studerende. Under forudsætning af at den samme tendens er gældende for perioden før 1913, kan man løseligt anslå antallet af studerende ved fakultetet frem til ca. 1880 til omkring 20, hvorefter det stiger, ikke mindst på grund af indførelsen af skoleembedseksamen i 1883, frem til 1913. Udviklingen i studenterbestanden efter 1913 er vist i Tabel 6, hvor tallene er angivet i femårsintervaller.

Tabel 6 illustrerer tydeligt, hvorledes fakultetets studenterbestand frem til efter anden verdenskrig nok stiger, men samtidig udviser markante svingninger, ligesom fakultetets andel af universitetets samlede studentertal holder sig konstant under de 10%. Det er værd at lægge mærke til, at fakultetets forholdsvise andel af det samlede studentertal fra slutningen af 1940'erne

Tabel 6. *Oversigt over antallet af studerende ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 1912-1982.*

År	Fakultet: total	Fakultet: mandlige stud.	Fakultet: kvindelige stud.	Fakultet: kvinder i % af total	Universitet: total	Fakultetet: total i % af universitetets total
1912	146	124	22	15,1	2735	5,3
1917	123	107	16	14,6	3004	4,1
1922	181	157	24	15,3	3502	5,2
1927	407	365	42	11,5	4678	8,6
1932	432	370	62	16,8	5363	8,1
1937	295	236	59	25,0	5348	5,5
1942	412	328	84	25,6	6172	6,7
1947	415	324	91	28,1	6627	6,3
1952	407	321	86	26,8	5072	8,0
1957	549	425	124	29,2	5089	10,8
1962	1395	1062	333	31,4	9184	15,9
1967	2939	2197	742	33,8	20369	14,2
1972	4304	3164	1140	36,0	25854	16,6
1977	5214	3980	1234	31,0	29214	17,8
1982	4792	3572	1220	34,6	24691	19,4

Kilde: Universitetets årsliste 1913–72, oplysningerne efter 1972 er indhentet i Matriklen.

stiger hurtigere end de absolutte tal. Den voldsomme ekspansion fra slutningen af 1950'erne, såvel i procent som i absolutte tal, fremgår klart, studentertallet næsten tredobles fra 1957 til 1962, og tidobles næsten i perioden 1957-82; i samme tidsrum fordobles andelen af de samlede studerende fra ca. 10% til ca. 20%. Endelig er det værd at lægge mærke til, at indførelsen af adgangsbegrænsning til de højere uddannelser i 1976 nok slår igennem i de absolutte tal for 1982, men ikke i den forholdsmæssige andel, tværtimod.

Endnu et træk skal fremhæves: Naturvidenskaberne regnes traditionelt for mandsdominerede fag, et forhold der da også klart fremgår af tallene. Kvinderne udgjorde i 1913 ca. ⅙ af det samlede antal studenter, hvorefter andelen langsomt voksede frem til 1962, hvor de udgjorde ca. en trediedel, et forhold der ikke er ændret nævneværdigt siden da. Disse tal skal ses i sammenhæng med de tilsvarende for universitetet som helhed; her udgør kvinderne i 1982 ca. 45% og i Det humanistiske Fakultet ca. 55%.[6]

6. Årsliste 1913; oplysningerne for 1982 indhentet i matriklen på Københavns Universitet.

Fakultetets fysiske rammer

Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultets fysiske rammer, dvs. dets bygninger og øvrige anlæg, er indgående skildret sammen med universitetets almindelige bygningshistorie i nærværende værks bd. IV, hvortil der generelt skal henvises.[7] Der skal derfor her kun gives et ganske kort rids over udviklingen i fakultetets bygnings- og lokaleforhold.

Ved fakultetets udskillelse fra Det filosofiske Fakultet i 1850 var dets fysiske rammer, som dets lærerstab og studenterantal, beskedne, og gennemgående utidssvarende. Af den matematisk-fysiske faggruppes fag havde matematikken ikke særskilte lokaler, medens fagene fysik og kemi i det store og hele havde til huse på den i 1829 oprettede Polytekniske Læreanstalt, der lå i Studiestræde og nu er en del af Studiegården. Astronomien havde stadig til huse i det under Christian IV oprettede observatorium på Rundetårn. Af de naturhistoriske fag havde botanikken hjemme i den botaniske have bag Charlottenborg, anlagt i årene efter 1778. Zoologien havde til huse dels i St. Kannikestræde 13, hvor der i 1830 var blevet indrettet et antropologisk museum, og nogle år senere tillige lokaler til Det grevelige Moltkeske Naturaliekabinets zoologiske Samling, dels i Det kgl. Naturhistoriske Museum i Stormgade. Og endelig var der indrettet mineralogisk museum i nordfløjen i Kommunitetsbygningen i Nørregade.[8]

De snævre rammer fakultetet havde ved udskillelsen i 1850 har sin naturlige sammenhæng med universitetets generelle tilstand i første halvdel af det 19. århundrede. Bombardementet i 1807 havde ramt universitetet hårdt, og ikke mindst statsbankerotten 1813 havde været medvirkende til at det først i 1836 var lykkedes at få opført den nye hovedbygning til afhjælpning af de mest presserende behov. Da hovedbygningen imidlertid kun var indrettet til undervisningsbrug, betød den kun en aflastning af de stærkt pladskrævende naturvidenskabelige fags problemer. Den udvikling, der gjorde det naturligt at udskille fakultetet i 1850, gjorde samtidig behovet for mere tidssvarende fysiske rammer stadig mere presserende, og der skulle da også kun gå få år før man tog fat på et omfattende udbygningsprogram, der kom til at vare århundredet ud. De nærmere detaljer i dette, som i den senere udbygning er imidlertid som nævnt omtalt andetsteds i dette værk. Her vil derfor blot blive givet et rids over hovedlinierne i udviklingen.

Som det første fag kunne kemien i 1859 tage sine nye og tidssvarende

7. Villads Villadsen: *Universitetets bygninger*, i *Københavns Universitet 1479-1979* IV, 1980, s. 127-288 (herefter forkortet Villadsen). Endvidere henvises generelt til fagenes historie i samme værk, bd. XII og XIII, og til universitetets årbøger.
8. Villadsen, s. 196-98, 205-05.



Fig. 16. Kommunitetsbygningen, nordlige ende. Kommunitetsbygningen har igennem sin omskiftelige historie rummet en række centrale aktiviteter. Således var den i perioden 1810-1893 ramme om universitetets værdifulde mineralogiske samling. Fotografi på Zoologisk Museum.

lokaler i brug i en nybygning i Ny Vestergade 11. Allerede en generation senere indrettedes imidlertid et nyt Kemisk Laboratorium i det monumentale nybyggeri på hjørnegrunden Ø. Voldgade-Sølvgade, der opførtes i årene 1888-93. Derudover havde en del af universitetets kemiundervisning til huse i den i årene 1883-90 opførte Polytekniske Læreanstalt på hjørnet af Ø. Farimagsgade og Sølvgade, og samme sted fik fagene fysik og matematik til huse. Til astronomien opførtes i 1861 det nye observatorium på Øster Vold, hvor faget stadig hører hjemme.

Af de tre naturhistoriske fag kunne zoologien i 1870 tage det nyopførte Zoologiske Museum i Krystalgade i brug, til botanikerne indrettedes i årene 1871-74 den stadig eksisterende Botaniske Have på Øster Vold, hertil kom i 1874 de store væksthuse og 1877 Botanisk Museum, og endelig i 1888 Botanisk Laboratorium, alle på Botanisk Haves arealer, medens geologien i 1893 kunne flytte ind i Mineralogisk Museum på hjørnet af Ø. Voldgade og Sølvgade, hvor den stadig hører hjemme.[9]

9. Smst. s. 213, 229-30, 232, 240-51 og 254-60.

Næste fase i fakultetets udbygning indledtes, da der i 1914-15 indrettedes et Geografisk Laboratorium i den i de samme år opførte Studiegård i Studiestræde. Men hermed var mulighederne inden for og på voldene også udtømte. I stedet indledtes i 1920 en vældig udbygning i arealerne omkring Nørre Fælled, der har medført, at størsteparten af fakultetets fag i dag er samlet her.

Det bør her nævnes, at den organisationsmodel, som i dag kendetegner universitetet, med de enkelte fag organiseret i institutter, og som endelig kodificeredes med styrelsesloven i 1970, først slog igennem i Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet. Endnu i 1914 havde man som nævnt indrettet et geografisk *laboratorium*, men da den teoretiske fysik, der indtil da havde haft til huse på Polyteknisk Læreanstalt, i 1920 fik sine egne faciliteter, fik det betegnelsen *Institut* for Teoretisk Fysik.[10] Det opførtes som det første af en række institutter på Blegdamsvej. De næste var Fysisk-Kemisk Institut, der opførtes i 1929-30 og Matematisk Institut fra 1933-34. Herudover bør nævnes opførelsen i 1923 af Danmarks Højskole for Legemsøvelser i Nørre Alle hvor Gymnastikteoretisk Laboratorium placeredes, og Rockefeller-instituttet på hjørnet af Juliane Mariesvej og Henrik Harpestrengsvej, i umiddelbar tilknytning til Rigshospitalet, der opførtes 1926-28, og hvor foruden faget fysiologi fra Det lægevidenskabelige Fakultet, det naturvidenskabelige Zoofysiologiske Laboratorium fik hjemme. Denne udbygningsfase afsluttedes endelig med opførelsen af Anatomisk Institut i Universitetsparken i 1941-42, hvor foruden en række lægevidenskabelige discipliner, Institut for sammenlignende Anatomi fik til huse.[11]

Den foreløbig sidste udbygningsfase strakte sig over årene 1956-1970, og faldt således sammen med den i de foregående afsnit skildrede eksplosive udvikling indenfor fakultetsbefolkningen. Den indledtes med opførelsen i 1956-58 af Biologisk Institut, der dannede rammen om fire beslægtede institutter, nemlig Plantefysiologisk Laboratorium, Genetisk Institut, Mikrobiologisk Institut og Biokemisk Institut. Velsagtens som en konsekvens af de pågældende discipliners slægtskab med de botaniske fag placeredes instituttet i umiddelbar forbindelse med Botanisk Laboratorium, på hjørnet af Gothersgade og Ø. Farimagsgade. Herefter fulgte i 1962-64 H. C. Ørsted Institutet i Universitetsparken, beregnet som centralinstitut for de matematiske, fysiske og kemiske institutter; Zoologisk Museum og øvrige bygninger 1961-66, ligeledes i Universitetsparken, som hjemsted for de zoologiske fag, og endelig 1970 August Krogh Instituttet, hvor de zoofysiologiske og gymnastikteoretiske laboratorier placeredes.[12]

10. Det nuværende Niels Bohr Institut.
11. Villadsen, s. 266-76.
12. Smst. s. 279-82.

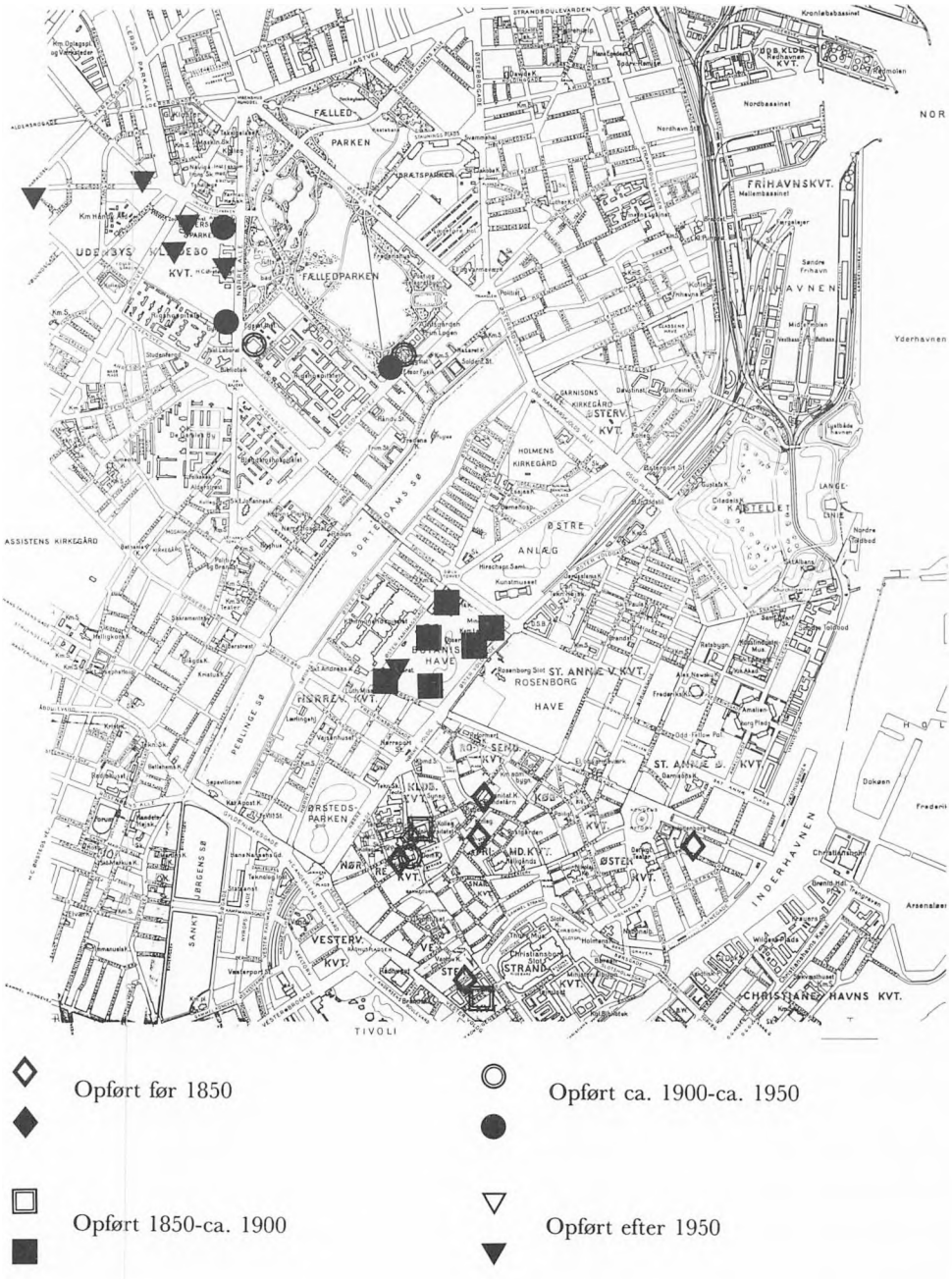


Fig. 17. Kort over den geografiske placering af de under Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet hørende fag. De udfyldte signaturer angiver lokaliteter, som fakultetet stadig disponerer over, de uudfyldte signaturer markerer lokaliteter, som fakultetet ikke længere anvender.

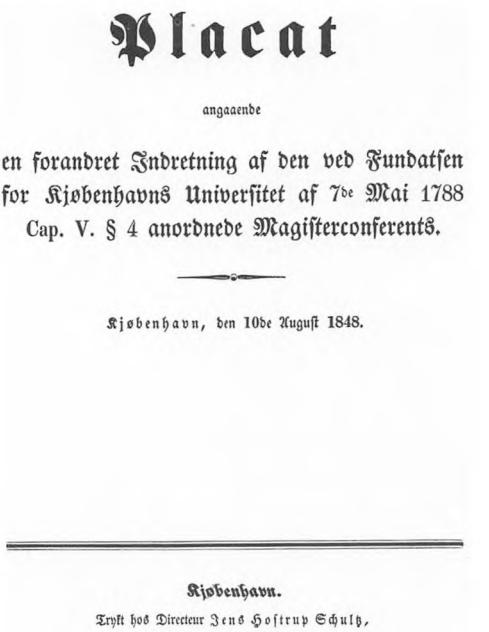


Fig. 18. H. C. Ørsted Institutet. Facade mod Universitetsparken. Komplekset opførtes af Nils og Eva Koppel og var afsluttet i 1964. Det er opdelt i tre høje blokke mod Nørre Allé for de fysiske og kemiske institutter, med mellemliggende lavere auditoriebygninger, og en lavere blok mod parken, der rummer de matematiske institutter. De enkelte dele forbindes af en lang vandrehal (jvf. grundplan, bd. IV, s. 281). Foto KKE.

Ved siden af de nævnte byggearbejder opkøbte og lejede universitetet efter 1960 en lang række bygninger såvel i den indre by som på arealet nord for Jagtvej. Af de naturvidenskabelige fag placeredes således geografi fra 1961 i Kejsergade, hvorfra det i 1966 flyttede ud til sine nuværende lokaler i Haraldsgade. Tilsvarende fik datalogi fra 1969 til huse i Sigurdsgade og fakultetsadministrationen fra 1972 i lejede bygninger på Jagtvejen. Disse sidste placeringer må dog betegnes som midlertidige, idet der i begyndelsen af 1980'erne vil ske en koncentration af en række af fakultetets fag i Polyteknisk Læreanstalts gamle bygninger i Sølvgade.

Endelig skal nævnes, at fakultetet ved siden af sine lokaler i København gennem tiden har fået en række faciliteter uden for byen, således Tandemaccellatorlaboratoriet i forbindelse med Risø ved Roskilde, Ferskvandsbiologisk Laboratorium i Hillerød og Marinbiologisk Laboratorium i Helsingør, observatoriet i Brorfelde, Arktisk Station på Disko i samarbejde med fag fra andre fakulteter, og en række feltstationer.[13]

13. Oplysningerne meddelt af Københavns Universitets Budget- og planlægningsafdeling.



Placat

angaaende

en forandret Indretning af den ved Fundatsen for Kjøbenhavns Universitet af 7de Mai 1788 Cap. V. § 4 anordnede Magisterconferents.

Kjøbenhavn, den 10de August 1848.

Kjøbenhavn.

Trykt hos Directeur Jens Hostrup Schultz, Kongelig og Universitets-Bogtrykker.

Fig 19. Plakat af 10. august 1848 om magisterkonferenser ved Københavns Universitet. Den ved plakaten indførte ordning betød dels en nyskabelse i universitetets eksamensvæsen, dels var det hermed at man for første gang ved universitetet fik mulighed for at erhverve en kompetencegivende grad i naturvidenskaberne. KU.

Fakultetets eksaminer

Selvom Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet i 1850 opnåede organisatorisk ligestilling med de fire gamle fakulteter, adskilte det sig på ét punkt fra disse, idet det ikke kunne tilbyde sine studerende en egentlig kompetencegivende embedseksamen. Forklaringen på dette forhold skyldes to ting: For det første var det lærde skolevæsens (latinskolernes) fagkreds stadig koncentreret om studiet af antikkens kultur og sprog, og de tilløb, der i århundredets første halvdel havde været til at få oprettet realskoler, med naturvidenskaberne som en væsentlig del af pensum, havde kun båret ringe frugt; og for det andet blev samfundets behov for personer med en praktisk naturvidenskabelig uddannelse stort set dækket af Polyteknisk Læreanstalt, der i øvrigt virkede i et nært samarbejde med fakultetet, således underviste en række lærere begge steder.

Magisterkonferensen 1850-1915

De studenter, der ønskede en formel afslutning på deres studier, var derfor henvist til at tage den ved plakat af 10. august 1848 indførte magisterkonfe-

Paa Ministeriets allerunderdanigste Foreſtilling har det behaget Hans Majeſtæt Kongen under 29de f. M. allernaadigſt at beſtemme ſom følger:

De, ſom agte at diſputere for Magiſtergraden i det philoſophiſke Facultet, og ſom ikke i Henhold til Forordningen af 9de Januar 1824 dertil have erhvervet ſig Adgang ved at have taget en Embedseksamen med bedſte Characteer, have i Overensſtemmelſe med Univerſitetets Fundats af 7de Mai 1788 Cap. V. § 4, at underkaſte ſig en Conferents, der bliver at afholde efter følgende Regler:

1) Conferentſen beſtaaer i en ſkriftlig og en mundtlig Prøve i det Fag, hvilket Candidaten, der agter at erhverve Graden, angiver ſom ſit Hovedſtudium, og ſom maa beſtaae i en heel under Facultetet hørende Videnſkabsgreen i dens Sammenhæng og Hoveddele, ſaaledes dog at en mere ſpeciel Retning ſærlig kan fremhæves;

2) det philoſophiſke Facultet har i ethvert forekommende Tilfælde at afgjøre, hvorvidt det af Candidaten Opgivne er tilſtrækkeligt til at fyldeſtgjøre de ſaaledes foreſkrevne Fordringer, ligeſom det bliver bemeldte Facultet, der ved ſine nærmeſt vedkommende og af Samme dertil committerede Profeſſorer har at foreſtaae Afholdelſen af denne Prøve;

3) ved den ſkriftlige Prøve ſkal forelægges Candidaten een Opgave til Beſvarelſe hjemme i en Tid af 4 à 6 Uger og med Tilladelſe til dertil at benytte ethvert litterairt Hjælpemiddel, og tre Opgaver til Beſvarelſe ved ſelve Proven, over hvilke foran omtalte Profeſſorer have at meddele Facultetet deres Dom;

4) den mundtlige Prøve ſkal, efter Candidatens eget Valg, beſtaae enten i Afholdelſen af tre offentlige Foreläsninger over forelagte Opgaver, den ene med 8 Dages, den anden med 2 Dages og den tredie med 6 Timers Forberedelſe, eller i en mundtlig offentlig Examen i alle Hoveddele af det af Candidaten opgivne Videnſkabsfag.

Hvilket herved bekjendtgjøres til Efterretning for alle Vedkommende.

Miniſteriet for Kirke- og Undervisningsvæſenet
den 10de Auguſt 1848.

D. G. Monrad.

A. Linde.

rens.[14] Konferensen indførtes altså før delingen af Det filosofiske Fakultet, og bestemmelserne er yderst kortfattede, idet der om det faglige indhold af de enkelte konferenser kun bestemmes, at de skulle »bestaa i en hel under Fakultetet hørende Videnskabsgren i dens Sammenhæng og Hoveddele, saaledes dog at en mere speciel Retning særlig kan fremhæves«. Fakultetet kunne i hvert tilfælde afgøre om kravene var opfyldt. Konferensen bestod af en stor opgave med 4 til 6 ugers frist til besvarelse, og med benyttelse af alle hjælpemidler; tre skriftlige eksaminer, der blev taget i tre på hinanden følgende dage, og en mundtlig prøve, der enten kunne bestå i en offentlig mundtlig eksamen i alle hoveddele af det opgivne fag, eller tre offentlige forelæsninger med henholdsvis 8 dages, 2 dages og 6 timers forberedelse. Denne sidste mulighed afskaffedes for Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultets vedkommende ved kgl. resolution af 19. december 1864.[15]

I Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet udviklede der sig inden for disse rammer følgende praksis:

14. A. H. F. C. Goos: *Samling af de for Universitetsforholdene gældende Retsregler* (herefter forkortet Goos) II, 1885, s. 253.
15. Årbog 1864-71 I, s. 392-95.

I den matematisk-fysiske faggruppe indrettedes konferenser i de fag, hvori der var professorer, altså matematik, astronomi, fysik og kemi, således at hver af disse fag kunne være hovedfag, hvori emnet for hjemmeopgaven blev givet, medens der ved såvel de skriftlige som de mundtlige prøver blev eksamineret i både hovedfaget og faggruppens øvrige fag.

I den naturhistorisk-geografiske faggruppe indrettedes i princippet kun én konferens, i naturhistorie, men således, at hvert af faggruppens tre professorale fag, botanik, zoologi og mineralogi, kunne vælges som specialefag, idet der også her i de øvrige prøver blev eksamineret i hele faggruppens fagkreds. Det forudsattes endvidere, at kandidaten var tilstrækkeligt inde i hjælpefagene kemi, fysik og matematik.[16]

Denne praksis, hvor det var op til fakultetet ved bedømmelsen af opgivelserne til de enkelte konferenser at sikre den ønskede standard, ændredes afgørende i 1876. Efter indstilling fra fakultetet vedtog Konsistorium den 24. april et sæt regler, der for hver af de ovennævnte satte faste rammer dels for eksamensformerne, dels for kravene til opgivelserne.[17] Det er nok mest rimeligt at se disse regler som en kodifikation af den praksis, som havde udviklet sig siden de første naturvidenskabelige konferenser i 1850, dette fremgår også af, at der ikke blev formuleret nye konferenser.

Konferensordningen i det 19. århundrede afspejler således den opfattelse af den faglige helhed, i hvert fald inden for hver af de to faggrupper, som var den gældende. Det kunne dog ikke undgås, at den generelle faglige specialisering kom til at sætte sit præg på konferensordningen i form af indførelsen af nye og mere specialiserede konferenser. Et forhold, der har betydning her, er givet tillige indførelsen af skoleembedseksamen i 1883,[18] det forhold, at der nu kom en naturvidenskabelig embedseksamen måtte ganske naturligt understrege konferensens videnskabelige præg. Frem til 1915 indførtes der følgende nye naturhistoriske magisterkonferenser: 1893 i geografi, 1894 med hovedfag i botanik med plantefysiologi som speciale, i 1912 indførtes en konferens med hovedfaget mineralogi og krystallografi og endelig i 1914 to konferenser i fysiologi med henholdsvis plantefysiologi og dyrefysiologi som speciale.[19] Søgningen til disse nye konferenser var dog yderst begrænset, den i geografi

16. Denne ordning kodificeredes i fakultetets interne regler for magisterkonferensen af 24. april 1876, Goos II, s. 482-84, jfr. Årbog 1875/76, s. 44-48.

17. Se note 16.

18. Se nedenfor s. NN.

19. Årbog 1892/93, s. 33-34; 1893/94, s. 381; 1911/12, s. 617-18; 1913/14, s. 175-78. Vedrørende mindre ændringer i den matematisk-naturvidenskabelige konferens, se Årbog 1894/95, s. 695; 1895/96, s. 48-51; 1896/97, s. 369; 1902/03, s. 503-06 og 1910/11, s. 178-79.

Tabel 7. *Oversigt over magisterkonferenser ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 1850–1916, fordelt på hovedfag.*

År	Mate-matik	Astro-nomi	Fysik	Kemi	Naturhistorie med hovedfag i:			
					Zoologi	Botanik	Minera-logi	Fysiologi
1850–54	2	–	–	–	2	–	1	–
1855–59	1	–	–	–	1	–	2	–
1860–64	4	3	1	1	2	3	–	–
1865–69	7	–	3	1	2	2	–	–
1870–74	5	2	2	1	3	–	–	–
1875–79	6	–	1	1	5	3	–	–
1880-84	6	1	2	1	4	2	–	–
1885–89	3	–	3	1	2	1	–	–
1890–94	9	–	6	1	3	3	–	–
1895–99	13	1	1	6	6	10[1]	–	–
1900–04	4	2	4	4	5	5	–	–
1905–09	4	1	3	2	4	4[1]	–	–
1910–14	2	4	2	2	1	3[1]	–	1[3]
1915–16	–	1	–	–	–	3	1[2]	1[3]

Tabellen er udarbejdet på grundlag af RA. KU. 36.04.01–04 og Københavns Universitets årbøger for perioden 1849–1920.

1. Heraf 1 med plantefysiologi som speciale. – 2. Hovedfag i mineralogi og krystallografi. – 3. Med dyrefysiologi som speciale.

blev aldrig benyttet, og konferenserne med specialerne plantefysiologi, dyrefysiologi og mineralogi/krystallografi blev taget af henholdsvis tre, to og én kandidater.

Det årlige antal af konferenser var ikke stort, i gennemsnit for perioden 1850-1916 ca. 3-4 om året. Tallet var svagt stigende i perioden 1860-85, hvorefter det igen faldt, hvilket må ses som en naturlig konsekvens af indførelsen af skoleembedseksamen 1883.[20] Inden for den matematisk-fysiske faggruppe dominerede konferenserne i matematik og i mindre grad fysik og kemi, af de naturvidenskabelige konferenser dominerede hovedfagene botanik og zoologi. Konferenser i astronomi var sjældne, i hele perioden i alt 15, et forhold der var endnu mere udtalt hvad angår mineralogi, hvor der efter kandidater i perioden 1850-59 kun var en enkelt i 1915. I Tabel 7 gives en samlet oversigt over de bestående konferenser i perioden.

20. Se nedenfor.

Magisterkonferensen 1915-78

Efter forudgående forhandlinger mellem Det filosofiske og Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet udstedtes 7. maj 1915 »Kgl. Anordning om Afholdelse af magisterkonferenser under det filosofiske og det matematisk-videnskabelige Fakultet«, der den 8. maj fulgtes op af to ministerielle bekendtgørelser, der nærmere fastsatte reglerne for de to fakulteter.[21]

Nyordningen var i alt væsentligt en kodifikation af den praksis, der havde udviklet sig i fakulteterne, men der er dog visse træk der er værd at fremhæve.

Som noget nyt indførtes en særlig betegnelse for Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultets magistre, nemlig *magister (magistra) scientiarum*, forkortet *mag.scient.* Mere vigtigt er, at man atter opgav den i 1876 indførte praksis med detaljerede beskrivelser af de enkelte konferenser, og i stedet vendte tilbage til principperne fra 1848, idet det endnu en gang blev fastslået, at magisterkonferenser kunne tages i alle under fakultetet hørende fag. De skulle omfatte et hovedfag med tilhørende bifag, og et ikke for snævert afgrænset speciale. Den faglige specialisering, som i den foregående periode blandt andet havde givet sig udtryk i oprettelsen af særlige naturhistoriske konferenser, fortsatte, og man kan af opgivelserne i de følgende år spore en stadig stigende grad af koncentration omkring hovedfagene, på bekostning af faggruppernes øvrige discipliner.

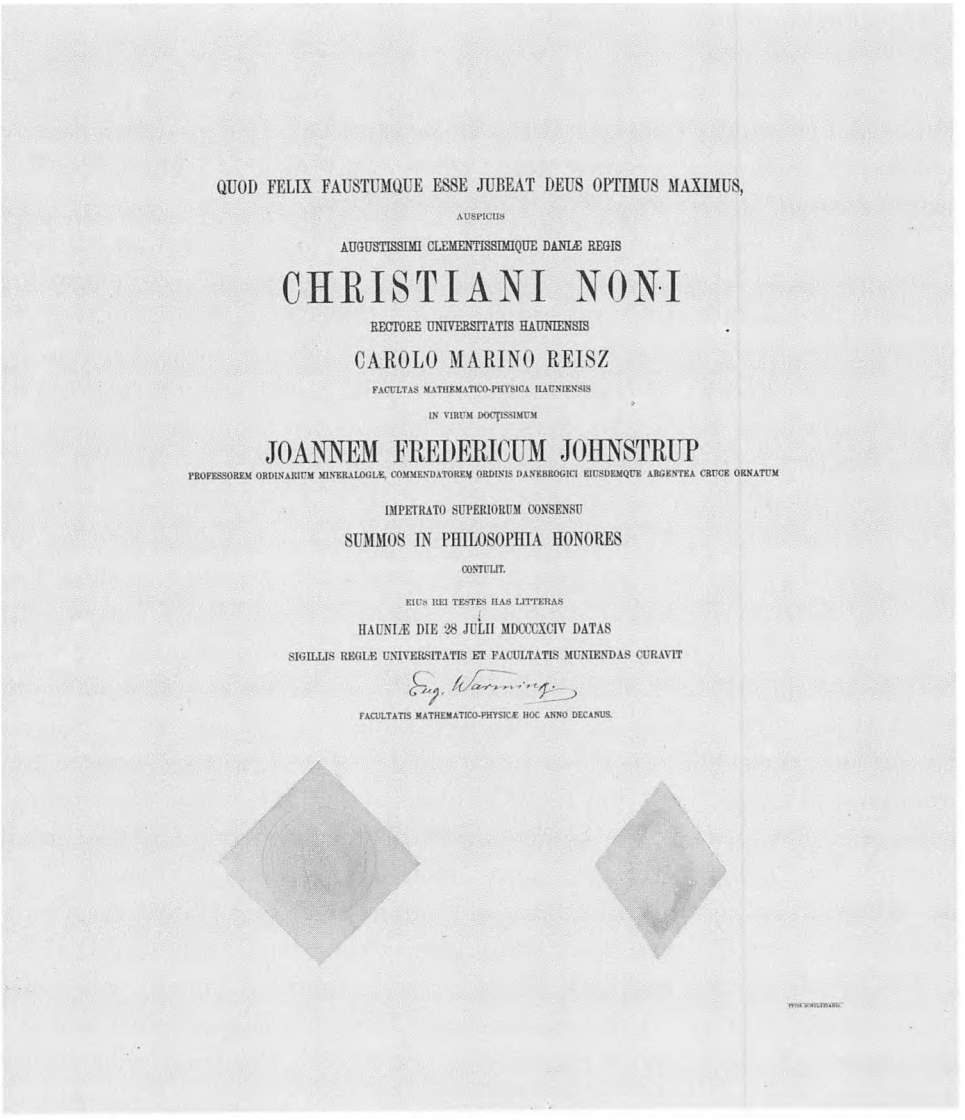
I eksamensformen skete der visse ændringer. Konferensens vigtigste del var stadig hjemmeopgaven, der skulle udarbejdes på 4 til 6 uger, med benyttelse af alle hjælpemidler. Derudover skulle der eksamineres skriftligt i hovedfaget og i bifagene, og mundtligt i alle de opgivne fag. Konferensen afsluttedes med en offentlig forelæsning med 2-8 dages forberedelsestid, altså en tilbagevenden til tilstandene fra før 1864.

Som noget nyt åbnedes mulighed for at hovedopgaven kunne erstattes af et i studietiden udført videnskabeligt arbejde, ligesom de mindre skriftlige prøver kunne afløses af kursusarbejder.

Hermed havde den naturvidenskabelige magisterkonferens, med mindre senere ændringer, fundet den form den bevarede indtil den afskaffedes ved bekendtgørelsen om de naturvidenskabelige eksaminer i 1978.[22] Om den årlige produktion af magistre efter 1915 skal blot bemærkes, at den frem til

21. Årbog 1914/15, s. 706-10.

22. Konferens i forsikringsmatematik den 24. august 1917, med hovedfag under Det matematisk-naturvidenskabelige, og bifag under Det Rets- og statsvidenskabelige Fakultet, Årbog 1915-20 IV, s. 250, ændret ved bekendtgørelserne nr. 38 af 18. februar 1925; nr. 228 af 30. juli 1930 og nr. 484 af 12. november 1943.



QUOD FELIX FAUSTUMQUE ESSE JUBEAT DEUS OPTIMUS MAXIMUS,

AUSPICIIS

AUGUSTISSIMI CLEMENTISSIMIQUE DANIÆ REGIS

CHRISTIANI NONI

RECTORE UNIVERSITATIS HAUNIENSIS

CAROLO MARINO REISZ

FACULTAS MATHEMATICO-PHYSICA HAUNIENSIS

IN VIRUM DOCTISSIMUM

JOANNEM FREDERICUM JOHNSTRUP

PROFESSOREM ORDINARIUM MINERALOGIÆ, COMMENDATOREM ORDINIS DANEBROGICI EIUSDEMQUE ARGENTEA CRUCE ORNATUM

IMPETRATO SUPERIORUM CONSENSU

SUMMOS IN PHILOSOPHIA HONORES

CONTULIT.

EIUS REI TESTES HAS LITTERAS

HAUNIÆ DIE 28 JULII MDCCCXCIV DATAS

SIGILLIS REGIÆ UNIVERSITATIS ET FACULTATIS MUNIENDAS CURAVIT

Eug. Warming

FACULTATIS MATHEMATICO-PHYSICÆ HOC ANNO DECANUS.

Fig. 20. Professor mineralogiae J. Fr. Johnstrup modtog i 1894 universitetets æresdoktorgrad. Hans doktorbrev er underskrevet af Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultets dekan Eugen Warming og beseglet med såvel Københavns Universitets som Det filosofiske Fakultets segl, »Sigillum Facultatis Artium Scole Hafniensis«. Anvendelsen af dette segl skyldes, at Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet havde bevaret den filosofiske doktorgrad og tilsvarende ikke besad noget selvstændigt segl. Først i 1977 ændredes betegnelsen for fakultetets doktorer fra dr. phil. til dr. scient. Privateje.

begyndelsen af 1960'erne aldrig oversteg en halv snes, og at den selv efter at den voldsomme vækst satte ind kun sjældent kom op over snesen. Universitetets sidste naturvidenskabelige magister afsluttede sin konferens i 1981.

Skoleembedseksamen 1883-1960

Som nævnt havde naturvidenskaberne i det 19. århundredes første halvdel kun spillet en mindre rolle i det lærde skolevæsen. Disse videnskabers rivende udvikling i 1800-tallet medførte dog, at man i slutningen af århundredet ikke længere kunne se bort fra dem i skolesammenhæng.

Dette kom til udtryk, da en kreds af ældre og yngre filologer i april 1882 henvendte sig til Undervisningsministeriet med et andragende om en ændring af den filologisk-historiske embedseksamen.[23] Omend den egentlige begrundelse for henvendelse var frygten for at de forrettigheder, især til rektor- og overlærerembederne i de lærde skoler, som hidtil havde været forbeholdt de klassiske filologer, skulle gå tabt, som en følge af den fremgang de moderne sprog havde, blev der dog også gjort opmærksom på, at naturvidenskabernes udvikling gjorde det naturligt at medtage disse ved en eventuel ændring af skoleembedseksamen. Ministeriet sendte spørgsmålet til høring i Det filosofiske Fakultet, hvor man imidlertid snart fandt det ønskeligt at også Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet blev inddraget. Resultatet blev, at der nedsattes et udvalg med fem medlemmer fra Det filosofiske og to fra Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet til at behandle spørgsmålet og fremkomme med forslag til en ændret skoleembedseksamen. Udvalgets forslag blev, efter at det var blevet tiltrådt af de to fakulteter og Konsistorium, fremsendt til ministeriet i juni 1883. Ministeriet bifaldt forslaget i hovedtrækkene, men havde en række kommentarer til enkelte detaljer. Disse blev i efteråret 1883 behandlet i fakulteterne, hvorefter der i oktober blev udarbejdet udkast til en kongelig anordning om indførelse af skoleembedseksaminer ved Københavns Universitet. Anordningen udkom den 25. oktober 1883.[24]

Medens den gamle filologisk-historiske skoleembedseksamen i princippet havde været én eksamen i alle fag under Det filosofiske Fakultet, blev den nye skoleembedseksamen bygget op omkring et hovedfag, der studeredes særligt dybtgående, og en række bifag. Hensigten hermed var på den ene side at sikre, at kandidaterne opnåede et rimeligt videnskabeligt niveau, og på den anden side en rimelig bredde. Synspunktet kommer klart til udtryk i den betænkning som det ovenfor omtalte udvalg fra de to fakulteter fremkom med i juni 1883. Det hedder heri: »Men jo klarere det tillige er, at en grundig videnskabelig Fordannelse er nødvendig for at have den Sikkerhed i og det overblik over en Videnskabs Omraade i vore lærde Skoler, desto mere have vi

23. Om denne, se dette værks bd. VIII.

24. Vedrørende forarbejderne, se Årbog 1883/84, s. 17-28, specielt vedrørende de naturvidenskabelige eksaminer s. 35-36.

stræbt at ordne Prøverne saaledes, at ogsaa Hensynet til videnskabelig Grundighed kunne komme til sin Ret. Vi havde derfor paa den ene Side ikke kunnet lade de under det filosofiske Fakultet hørende Magisterkonferenser gælde som Embedsprøver, thi Skolerne ere kun ilde tjente med Lærere, der ikke have uddannet sig i mere end et Fag, paa den anden side have vi ment at maatte vogte os for at splitte Prøverne i saa mange Fag, at de let kunne faa en overfladisk Karakter«.[25] Udvalget anslog her et tema, der lige siden har stået i brændpunktet, når ændringer i eksamensordningerne og uddannelsernes indhold er blevet diskuteret.

For de naturvidenskabelige skoleembedseksaminers vedkommende blev konsekvensen af dette princip, at der indførtes følgende eksaminer:

Af den matematisk-fysiske faggruppes fire fag (matematik, fysik, kemi og astronomi) kunne matematik eller fysik gøres til hovedfag, faggruppens tre øvrige fag var da obligatoriske som bifag. Den naturhistoriske faggruppes fire fag (zoologi, botanik, geologi (mineralogi) samt det i 1882 tilkomne geografi) blev samlet i ét hovedfag, benævnt naturhistorie og geografi; fysik og kemi var her obligatoriske bifag. Inden for begge faggrupperne opretholdt man således forestillingen om en eksamen dækkende et bredt videnskabeligt område, særlig udpræget ved den naturhistoriske eksamen. Dette afspejledes i kravene til opgivelserne til de enkelte eksaminer, idet disse skulle dække det valgte hovedfags forskellige underdiscipliner, hvoraf én skulle studeres særligt dybtgående, og tilsvarende skulle opgivelserne til bifagene være rimeligt dækkende; tillige blev der eksamineret i de fleste af hoveddisciplinerne inden for hvert fag. Det er dog værd at bemærke, at der ved hovedfaget naturhistorie og geografi dels blev eksamineret i hvert af de tilhørende fag, dels i den særligt studerede disciplin; en tilsvarende læggen vægt på denne sidste finder man ikke i den matematisk-naturvidenskabelige faggruppe. Eksaminanden skulle endelig ved eksamen demonstrere, at han beherskede modersmålet, og der blev givet en særlig karakter herfor. Eksamen skulle i henholdsvis hoved- og bifag aflægges samlet. Såvel de humanistiske som de naturvidenskabelige kandidater fik tillagt titlen *candidatus (candidata) magisterii* forkortet *cand.mag.*

Skoleembedseksamen fra 1883 var en nyskabelse, og havde som sådan ikke fundet sin endelige form, både praktiske forhold og den videnskabelige udvikling medførte løbende behov for ændringer. Mindst udpræget i den matematisk-fysiske faggruppe. Ved kongelig anordning af 23. november 1906 gennemførtes følgende mindre ændringer: Bifaget astronomi udvidedes med praktisk matematik, men ellers var den væsentligste nyskabelse, at eksamen deltes i to dele, første del omfattende alle fagene under den valgte kombina-

25. Smst., s. 18-19.

tion, anden del kun hovedfaget. Ved kongelig anordning af 2. juli 1912 indførtes yderligere en ny eksamen, med hovedfaget fysik og kemi; ændringen var begrundet med at kemien nu var blevet selvstændigt fag i såvel mellemskolen som i den matematisk-fysiske linie på gymnasiet.[26]

En mere radikal ændring indførtes med kongelig anordning af 18. maj 1917. Motiverne bag ændringen var først og fremmest et ønske om en mere hensigtsmæssig tilrettelæggelse af studierne og eksamens gennemførelse, men tillige et ønske om en skærpelse af det faglige niveau. Dette søgtes dels opnået ved at hæve minimumskarakteren, dels ved at der blev lagt mere vægt på de specielt studerede områder. Der blev nu i disse afholdt prøver i form af kursusarbejder med op til 4 ugers forberedelsestid; karaktererne for disse talte dobbelt eller tredobbelt. Astronomi med praktisk matematik blev gjort til et nyt hovedfag, og kemi ligeledes til et selvstændigt hovedfag. Selve eksaminationen deltes i tre dele, således at kravene fra del til del stadig skærpedes og specialiseredes.[27]

Sin endelige form fandt skoleembedseksamen i den matematisk-fysiske faggruppe med den kongelige anordning af 13. august 1924. Eksamen kom herved til at omfatte alle faggruppens fire fag, hvoraf ét skulle studeres nærmere. Selve eksaminationen deltes i tre dele: en forprøve, en lærerprøve og en fagprøve. I de to første eksamineredes der skriftligt og mundtligt i alle faggruppens fag, mens hovedvægten i fagprøven blev lagt på det fag der valgtes som hovedfag. Eksamen omfattede her dels en mindre skriftlig og to mundtlige prøver, dels et speciale til hvis udarbejdelse der blev givet op til fire uger. Karakteren for specialet fik tillagt dobbelt vægt. Fagprøven kunne erstattes af den ved kongelig anordning af 25. oktober 1913 indførte bifagsprøve i gymnastik, betegnelsen for den samlede eksamen blev i så fald skoleembedseksamen i gymnastik. Sammenfattende kan man om 1924-ordningen sige, at opfattelsen af specialet som den centrale del af studiet her endeligt slog igennem i eksamensordningen. Efter 1924 gennemførtes indtil 1960 kun små tekniske ændringer i denne skoleembedseksamen.[28]

Mens således den matematisk-naturvidenskabelige skoleembedseksamen i løbet af en generation fandt sin endelige form, voldte den naturhistoriske langt større problemer. Disse skyldes helt klart, at det fagområde, der dækkedes af 1883-ordningens betegnelse »naturhistorie«, i virkeligheden

26. Årbog 1906/07, s. 762-68; 1911/12, s. 618-24.
27. Årbog 1915-20 I, s. 305-12.
28. Årbog 1923/24, s. 90-95. Om bifagseksamen i gymnastik, se Årbog 1913/14, s. 172-73, jfr. 1915-20 I, s. 315-17. Herefter kun små ændringer, jfr. Årbog 1942/43, s. 218-19; 1946/48, s. 152-53.



Fig. 21. Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 1911. Øverst fra venstre: J. P. G. Ravn, C. Raunkiær, L. Kolderup Rosenvinge, G. M. R. Levinsen, W. Lundbeck. 2. række: Poul Heegaard, W. Johannsen, Eug. Warming, Hector F. E. Jungersen. H. P. Steensby, J. N. Brønsted. 3. række: Niels Nielsen, E. Strömgren, N. V. Ussing, C. Christiansen, EinarBiilmann, Jul. Petersen. Nederst: Harald Bohr, R. H. Stamm, Aug. Krogh, K. Prytz, Martin Knudsen. Fred. Riise fot. KU.

omfattede tre selvstændige videnskaber (zoologi, botanik og geologi); hertil kom så som den fjerde geografi; ydermere var de alle inde i en rivende udvikling. Når man, som fakultetet gjorde det helt frem til 1960, opretholdt forestillingen om disse i virkeligheden selvstændige videnskaber som et samlet eksaminationsområde, var det at stille såvel lærere som studenter over for en i princippet uløselig opgave. Et udslag heraf var, at den gennemsnitlige studietid for denne uddannelse var markant længere end tilfældet var for den matematisk-fysiske (og de fleste af universitetets øvrige),[29] et andet, at man

29. Årbog 1942/43, s. 219.

med få års mellemrum frem til 1943 gennemførte større omlægninger, uden dog at opgive forestillingen om naturhistoriens enhed.

Den første ændring af den naturhistoriske skoleembedseksamen gennemførtes ved »Kgl. Anordning af 6te December 1901 om en forandret Indretning af Skoleembedsexamen i Naturhistorie og Geografi under det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet«.

Det fremgår heraf, at der var tale om én samlet eksamen,[30] omfattende følgende fag: botanik, zoologi, geologi, geografi, fysik og kemi. Ændringen i forhold til anordningen af 1883 bestod især i, at ét af de fire første fag skulle vælges som hovedfag, inden for hvilket der skulle studeres et særligt udvalgt område, der benævnes speciale, de fem øvrige fag var så bifag. Eksamen skulle aflægges samlet, eller i to afdelinger med højst fire år mellem hver. Derudover er det værd at bemærke, at faget geografi med denne anordning placeredes som ligeberettiget med de tre »gamle« naturhistoriske discipliner botanik, zoologi og geologi.

Næste ændring gennemførtes ved kongelig anordning af 11. december 1916.[31] Den nye anordning var foranlediget af en skrivelse af 20. juni samme år fra Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet, hvor man motiverede ønsket om en ændring i en række forhold, hvoraf især to fortjener at fremhæves: For det første blev eksamen delt i tre dele imod hidtil to, med den begrundelse at det havde vist sig særdeles vanskeligt for de studerende til én samlet eksamen at tilegne sig hele det store pensum, som hovedfaget (det vil sige et af de fire ovennævnte fag) sammen med de øvrige naturhistoriske bifag udgjorde; for det andet blev kravet til den laveste gennemsnitskarakter, hvormed man kunne bestå eksamen, hævet fra 3½ til 4½ (fakultetet havde oprindelig sat grænsen ved 5).[32] Fakultetet siger direkte herom, at den hidtidige grænse har været alt for lav, og udtaler det håb, at den ændrede eksamensform, med den deraf følgende mulighed for en bedre tilegnelse af stoffet, ville medføre, at eksaminanderne mødte bedre forberedte end hidtil. Som en mindre ændring fremhæves faget fysiologis selvstændige karakter.

Men selvom fakultetet således måtte erkende de problemer det gav de studerende, at man opretholdt en samlet eksamen bestående af en række selvstændige store videnskabsfag, veg man tilbage fra den radikale ændring at opsplitte eksamen. 1916-ordningens bestemmelser er, bortset fra de ovennævnte ændringer, identiske med 1901-ordningens.

Allerede ved kongelig anordning af 13. august 1924 gennemførtes igen en

30. Årbog 1901/02, s. 67-70.
31. Årbog 1915-20 I, s. 300-04.
32. Karakterskalaen gik fra *Slet* = –23 til *UG* = 8. Årbog 1915-20 I, s. 304.

større ændring af den naturhistorisk-geografiske skoleembedseksamen. Ligesom i den ovenfor omtalte anordning af samme dato om skoleembedseksamen i den matematisk-fysiske faggruppe blev eksamen tredelt. Men ellers er forskellene i de to eksaminers struktur de største. Medens man i den matematisk-fysiske skoleembedseksamen afgørende, ved bestemmelserne om fagprøven, havde styrket kravene til det specielt studerede område, bortfalder bestemmelserne om et speciale, der var blevet indført i den naturhistorisk-geografiske eksamen i 1901. Det er nærliggende igen at spore vanskelighederne ved at opretholde én samlet eksamen for hele faggruppen bag denne disposition, hvilket bekræftes i det andragende om en ændring af anordningen fakultetet tre år senere, den 27. september 1927, sendte til ministeriet gennem Konsistorium. Det siges nemlig her, at hensigten med den gennemgribende ændring i 1924 havde været dels at søge studietiden nedbragt, dels at gøre eksamen mere egnet til den brug som hovedparten af kandidaterne gjorde af den, nemlig undervisning i gymnasiet.[33]

Eksamensordningen kan i øvrigt kort beskrives således: Efter en første del, der bestod af eksamen i kemi samt i fysik for sproglige studenter og de matematisk-fysiske, der havde mindre end karakteren »godt« til studentereksamen, fulgte en anden del, bestående af eksaminationer i fagene botanik og zoologi, og en tredie del, med eksaminationer i zoofysiologi, geologi og geografi. Det er værd at lægge mærke til at kravene til alle fem fag under anden og tredie del var af samme omfang, ligesom antallet og karakteren af eksaminationerne var det. Som det var tilfældet ved den matematisk-fysiske skoleembedseksamen kunne den naturhistoriske tages som skoleembedseksamen i gymnastik, hvilket fag i så fald erstattede zoofysiologi samt enten botanik og zoologi eller geologi og geografi.[34]

Som nævnt ovenfor anmodede fakultetet allerede i 1927 om en ændring af den naturhistorisk-geografiske eksamen, hvilket blev imødekommet ved kongelig anordning af 20. februar 1928.[35] Selve det faglige indhold i eksamen forblev stort set uændret, ligesom dens struktur. Formålet med ændringen var gennemførelse af to tekniske ændringer, begge med det formål at afkorte studietiden, men vel at mærke uden egentlige indskrænkninger i pensum. Den første ændring var, at den hidtidige første del, omfattende kemi og eventuelt fysik, for fremtiden skulle benævnes »forberedelseseksamen«, med den begrundelse, at den i sin karakter og sit omfang ganske svarede til den lægevidenskabelige forberedelseseksamen (»kantussen«). Pointen er, at det i

33. Årbog 1927/28, s. 112-13.
34. Årbog 1923/24, s. 96-99.
35. Årbog 1927/28, s. 112-18.

kongelig anordning af 11. april 1927 var blevet bestemt, at man normalt ikke kunne gå op til ny eksamen i en prøve man havde påbegyndt eller gennemført før efter et års forløb, undtaget herfra var dog en række forberedende prøver, hvor fristen var et halvt år.[36] Formålet med den foreslåede ændring var altså ganske enkelt at skabe mulighed for omprøve efter et halvt i stedet for efter et helt år. Den anden ændring var, at det blev gjort valgfrit om man ville tage botanik og zoologi, henholdsvis geologi og geografi som anden eller tredie del, zoofysiologi skulle dog altid tages under tredie del. Formålet med denne ændring var at muliggøre en mere smidig tilrettelæggelse og gennemførelse af studiet.

Det er ovenfor omtalt, hvorledes et gennemgående tema i forbindelse med anordningerne af 1916, 1924 og 1928 var de vanskeligheder som omfanget af fagene indenfor den naturhistorisk-geografiske faggruppe medførte for opretholdelsen af en samlet eksamen i faggruppen. Hertil kommer den stadige vækst og specialisering, som disse fag, i lighed med alle andre universitetsfag, i disse år gennemgik. Dette forhold fik betydning for eksamensordningen, da man i 1935 gennemførte en ny kongelig anordning for den naturhistorisk-geografiske skoleembedseksamen.

Selve eksamens struktur forblev uændret. Efter en forberedelseseksamen fulgte en første del, omfattende botanik, zoologi og geografi, en anden del omfattende botanik, plantefysiologi med genetik, zoologi, zoofysiologi, geologi og geografi, og endelig en tredie del omfattende et hovedfag, der kunne være hvert af fagene under første og anden del. Under tredie del skulle gennemføres et specialestudium, afsluttet med en skriftlig eller praktisk prøve med op til fire ugers forberedelsestid.[37]

Rækken af hovedfag illustrerer klart de naturhistoriske fags rivende udvikling og specialisering, og bestemmelsen om et hovedfag og et specialestudium bragte denne eksamen på linie med de andre skoleembedseksaminer hvad angår kravene om uddannelsens videnskabelige indhold, men de studerende må have oplevet 1935-ordningen som en voldsom udvidelse af et i forvejen enormt pensum, der nødvendigvis måtte føre til stærkt forlængede studietider.[38]

Dette kom til at holde stik. I slutningen af 1930'erne, hvor virkningen af den nye studieordning kunne konstateres, skærpedes kritikken, ikke mindst fra studenterside, men også i fakultetet bredte sig erkendelsen af at noget

36. Kgl. Anordning nr. 75 af 11. april 1927.
37. Kgl. anordning af 5. april 1935, Årbog 1934/35, s. 184-96.
38. Dette forhold blev fremhævet fra enkelte sider allerede ved ordningens gennemførelse, jfr. Årbog 1934/35, s. 193-96.

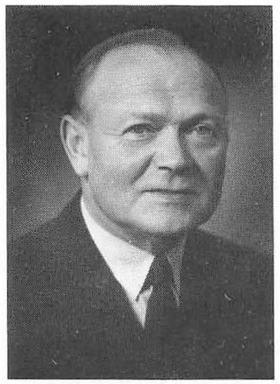
måtte gøres. I 1939 enedes et flertal i fakultetet om et forslag, der kort kan karakteriseres som en deling af den hidtidige enhedseksamen i to, koncentreret om henholdsvis de biologiske og de geologisk/geografiske fag, dog således opbygget at kandidater fra begge retninger kunne undervise i mellemskole i alle de naturhistoriske discipliner. Forslaget stødte på modstand fra gymnasieskolen, især med den begrundelse, at mange gymnasier var så små, at de ikke havde timer til mere end én naturhistorielærer på gymnasieniveauet, og det blev ikke gennemført. Kritikken fortsatte imidlertid, og den 14. december 1942 fremsendte fakultetet en indstilling om en ny kongelig anordning og ministeriel bekendtgørelse for den naturhistorisk-geografiske skoleembedseksamen. Indstillingen blev grundigt motiveret. Det fremgår, at der ikke var grund til at kritisere den gældende ordnings faglige og videnskabelige standard, men at erfaringen havde vist, at studietiden var blevet væsentlig længere end forudsat. I stedet for de normerede ca. 5 år var studietiden normalt 7-8 år eller mere. Årsagen var efter fakultetets mening at finde i den store mængde fag, der var samlet under denne eksamen, og man fastholdt, under henvisning til den ovenfor omtalte indstilling fra 1939, at den principielt rigtige løsning måtte være en deling af eksamen, en løsning som før eller senere måtte gennemføres. Når fakultetet i sit forslag alligevel veg tilbage herfor, skyldtes det de ovenfor omtalte hensyn til gymnasieskolen. I stedet mente fakultetet at kunne forkorte studietiden ved en reduktion af eksamenspensum og en forenkling af eksamen. Fakultetets indstilling var dog ikke enstemmig, professor i plantefysiologi P. Boysen Jensen, der i 1935 ligeledes havde afgivet særvotum,[39] fremsendte en mindretalsudtalelse, der sine steder skarpt kritiserede flertallets forslag. Fakultetets flertal fastholdt dog sit forslag; i et svar til rektor, der den 23. december 1942 havde anmodet om en udtalelse om Boysen Jensens synspunkter, fremhævedes det som noget væsentligt, at ordningen var stærkt ønsket af studenterne, at det var vigtigt at få en hurtig afgørelse, og at fakultetets forslag var det bedst egnede som forberedelse til den deling af eksamen på et senere tidspunkt, som man stadig anså for den bedste løsning. I en udtalelse fra undervisningsinspektøren for gymnasieskolen anbefaledes ligeledes fakultetets forslag, dog med den væsentlige undtagelse, at man stærkt tog afstand fra tanken om en deling af eksamen. Herefter blev der den 16. juli 1943 udstedt en ny kongelig anordning.[40]

I sin struktur lignede den nye eksamensordning sine forgængere. Efter en forberedende prøve i kemi, eventuelt tillige fysik fulgte en første del,

39. Se note 38.
40. Årbog 1942/43, s. 219-52, selve anordningen s. 246-47.



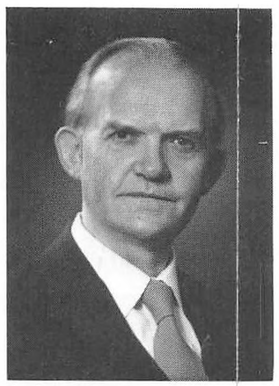
Johs. Boye Petersen



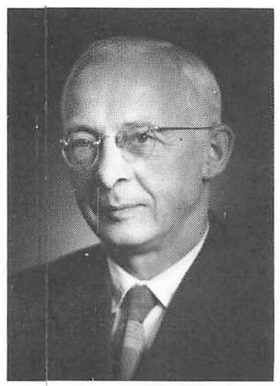
A. Rosenkrantz



T.W. Böcher



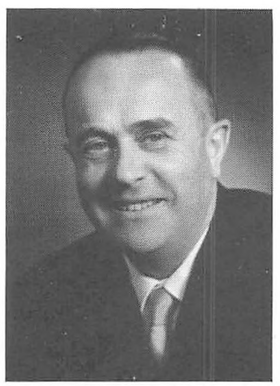
H.V. Bröndsted



J.C. Jacobsen



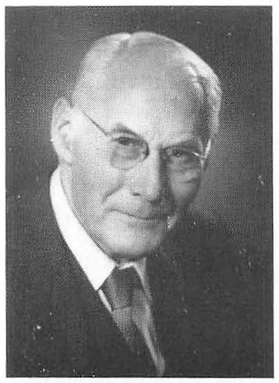
W. Simonsen



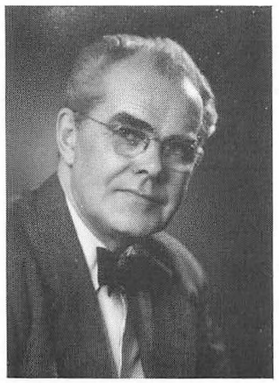
Axel Schou



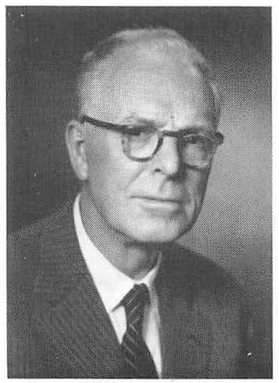
K.A. Jensen



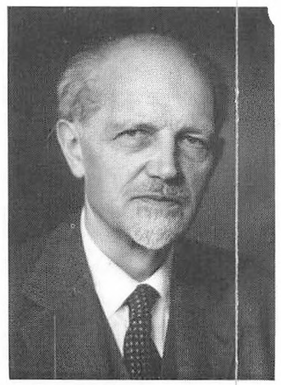
Jakob Nielsen



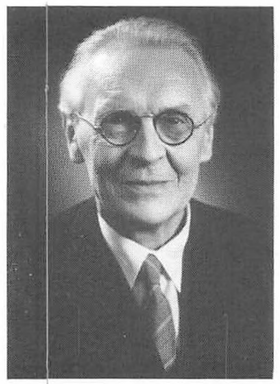
A. Langseth



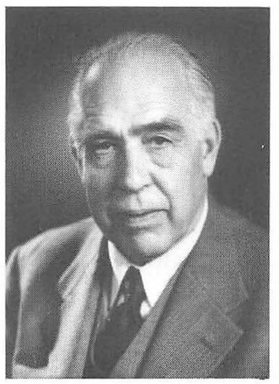
Knud Jessen



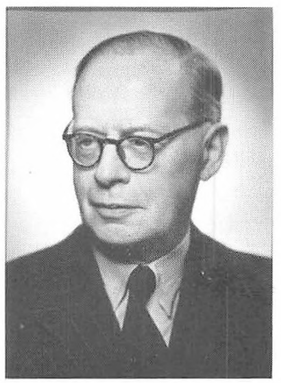
N.E. Nörlund



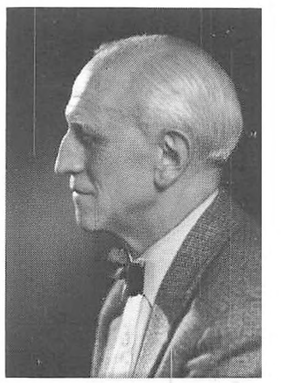
H.M. Hansen



Niels Bohr



J.A. Christiansen



Emanuel Hansen



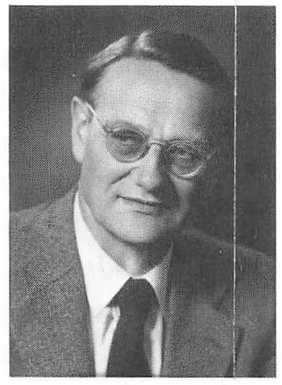
C.G. Feilberg



Detlev Müller



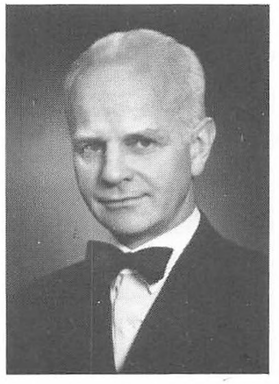
Bengt Strömgren



P. Brandt Rehberg



C. Möller



Kaj Berg



Niels Nielsen



R. Spärck



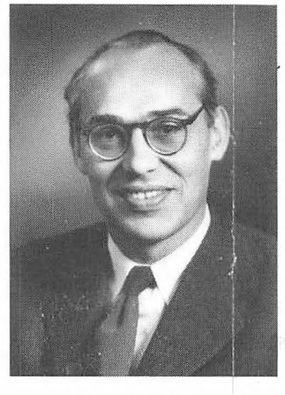
M. Westergaard



Chr. Poulsen



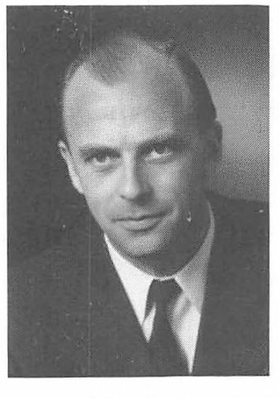
A. Noe-Nygaard



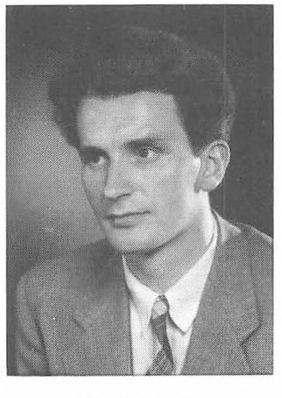
H.H. Ussing



Jannik Bjerrum



K.G. Wingstrand



R. Tjörtoft



Börge Jessen

Fig. 22. Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 1955. Juncker-Jensen fot. KU.

omfattende botanik og geografi, eller geologi og zoologi. Anden del omfattende de to fag der ikke var taget ved første del samt kulturgeografi og menneskets fysiologi. Et af de fire under første del nævnte fag skulle vælges som hovedfag, i hvilket der som tredie del af studiet skulle gennemføres et specialestudium. Gymnastik kunne som hidtil erstatte tredie del. Som det fremgår, lå forenklingen især i det forhold, at antallet af læste fag under hver del indskrænkedes, ligesom antallet af prøver indskrænkedes.

Herefter gennemførtes frem til 1960 kun den ændring, at der i 1950 åbnedes mulighed for at tage musik i stedet for eksamens tredie del, efter samme retningslinier som tilfældet var med gymnastik.[41]

Embedseksamen 1960-78

De rammer for skoleembedseksamen, som blev afstukket i 1883, bibeholdtes trods alle ændringer frem til 1960. Som det væsentligste træk må fremhæves forestillingen om én samlet eksamen inden for hver af de to faggrupper, trods de stadig stigende vanskeligheder, som det medførte, ikke mindst inden for den naturhistoriske faggruppe, at opretholde denne forestilling. I løbet af 1950'erne blev det imidlertid klart, at tiden var løbet fra den bestående ordning. Dette førte til, at der i 1957, i samarbejde med Det naturvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet, blev nedsat to udvalg, et for hver faggruppe, til at overveje mulighederne for gennem ændrede studieplaner og eksamensordningerne at give plads for de nødvendige ajourføringer af studierne og for forbedrede studieforhold, herunder kortere studietider. Disse udvalgs arbejde videreførtes fra 1959 af et udvalg, nedsat af Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet efter anmodning fra rektor for Københavns Universitet, bestående af såvel lærere som studerende. Udvalget udarbejdede i løbet af 1959 forslag til ny kongelig anordning og ministeriel bekendtgørelse, som efter at det havde været til høring i forskellige kredse fremsendtes til ministeriet. Forslagene blev ledsaget af en særdeles grundig motivering, der på mange måder giver et udmærket billede af fakultetets vanskeligheder.

Der kan uddrages tre hovedproblemstillinger: For det første måtte man i begge faggrupper konstatere at de faktiske studietider var væsentlig længere end de normerede. For det matematisk-fysiske studium anførte man en gennemsnitlig studietid på 6 år mod den normerede 4, medens man for det naturhistorisk-geografiske opgav en gennemsnitlig længde på 7½ år mod de normerede 5; man bemærkede i forbindelse hermed, at nyordningen i 1943

41. Årbog 1948-53, s. 415-16.

kun havde været i stand til at nedbringe studietiden fra 8½ til 7½ år. For det andet måtte man inden for begge faggrupper konstatere, at den stærke faglige udvikling og specialisering gjorde det stedse mere umuligt at give en forsvarlig undervisning og uddannelse inden for de bestående rammer. Inden for den matematisk-fysiske faggrupper pegede man især på de problemer som det voldte at give en forsvarlig undervisning i kemi til de kandidater der ikke havde dette fag som hovedfag, idet man dog samtidig anførte, at der var store problemer inden for både fysik- og matematikundervisningen; vedrørende den naturhistorisk-geografiske faggruppe rettedes opmærksomheden i mindre grad mod enkelte fag, det generelle problem var her simpelt hen den overvældende stofmængde, der var samlet i den lange række af fag, der indgik i eksamensordningen. Endelig beklagede man for det tredie fra begge faggrupper det skarpe skel der var de to faggrupper imellem. De bindeled, som ordningen med fysik og kemi som bifag ved den naturhistoriske eksamen oprindelig havde udgjort, var forlængst forsvundet, og fra begge sider beklagedes den manglende mulighed for at kombinere fagområder fra de to faggrupper stærkt.

Fakultetets forslag blev, efter at det havde været til høring hos blandt andre Studenterrådet og undervisningsinspektøren for gymnasieskolerne, der begge, trods visse betænkeligheder og forslag til ændringer, i det store og hele anbefalede det, endeligt vedtaget, og den 6. august 1960 udstedtes »Kgl. anordning om naturvidenskabelig embedseksamen under det matematisk-naturvidenskabelige fakultet ved Københavns Universitet og det naturvidenskabelige fakultet ved Aarhus Universitet«.[42]

Den nye eksamensordning betød et radikalt brud med fortiden. For det første forlod man definitivt ideen om en enhedseksamen inden for hver faggruppe. I stedet oprettedes en række kombinationsmuligheder for forskellige fag, til dels på tværs af faggrupperne, benævnt »linier«. Antallet af linier fastsattes til 7, men udvidedes i de følgende år, i takt med udviklingen af bestående fag og tilkomsten af nye.[43] Linievalget og -studiet afsluttedes med en række prøver, der udgjorde eksamens første del. Anden del udgjordes af et hovedfagsstudium inden for den valgte kombination, afsluttet med et speciale.

En anden nyskabelse bestod i, at man forlod det hidtidige princip med at prøverne under hver af eksamens dele skulle aflægges samlet; der blev i vid grad åbnet mulighed for at prøverne kunne aflægges enkeltvis, med den

42. Årbog 1958-63, s. 360-75, selve anordningen og dertil hørende bekendtgørelse s. 370-75.
43. Bekendtgørelse nr. 165 af 16. maj 1967; Bekendtgørelse nr. 77 af 18. marts 1968; Kgl. anordning nr. 17 af 22. januar 1969 og Undervisningsministeriets skrivelse af 17. januar 1973, se Årbog 1972/73, s. 31.

hensigt at lette eksamen og dermed muliggøre den ønskede studietidsforkortelse.

Endelig kan man som mindre nyskabelser pege på, at betegnelsen for de færdige kandidater ændredes til *candidatus (candidata) scientiarum*, forkortet *cand.scient.* i overensstemmelse med de benævnelser, der allerede 1915 var blevet tillagt fakultetets magistre.[44] Endvidere, at man som en konsekvens af det forhold, at flertallet af fakultetets kandidater fandt beskæftigelse uden for gymnasiet, erstattede betegnelsen »skoleembedseksamen« med det mere neutrale »embedseksamen«.

Den sidste udvikling af de naturvidenskabelige eksaminer kom med »Bekendtgørelse om de naturvidenskabelige eksaminer på Københavns og Aarhus Universiteter« i 1978.[45] Uddannelsernes struktur fulgte samme mønster som det der havde udviklet sig siden 1960. Den største forskel i forholdet til tidligere er, at man som en konsekvens af styrelsesloven fra 1973 forlod systemet med en kongelig anordning, ledsaget af en ministeriel bekendtgørelse med detaljerede pensum- og eksamensbestemmelser. I stedet er der tale om en rammebekendtgørelse, der afstikker en række ret vide principielle rammer, som det så er op til de enkelte studienævn at udfylde.

Som afslutning på afsnittet om de naturvidenskabelige eksaminer gives der i tabel 8 en oversigt over den årlige kandidatproduktion fra indførelsen af skoleembedseksamen i 1883 til 1982. Det lader sig næppe gøre at give en éntydig forklaring på de markante op- og nedgange frem til den voldsomme stigning satte ind i begyndelsen af 1960'erne. Det er givet, at en lang række faktorer har gjort sig gældende, hvorfor der må henvises såvel til skildringen af universitetets almindelige historie som til de enkelte fags historie. Det bør dog bemærkes, at indførelsen af adgangsbegrænsningen til universitetet i 1976 ganske naturligt vil medføre et markant fald i kandidatproduktionen i de allernærmeste år.

44. Jfr. ovenfor s. 96. Den sidste formelle rest af forbindelsen med Det filosofiske Fakultet forsvandt, da man med bekendtgørelse nr. 43 af 31. januar 1977 ændrede betegnelsen for fakultetets doktorer fra *dr.phil.* til *dr.scient.*

45. Bekendtgørelse nr. 283 af 12. juni 1978.

Tabel 8. *Kandidatproduktionen ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet 1887-1982.*

Tabellen er baseret på oplysningerne om fakultetets eksaminer i universitetets årbøger. For hvert år gives de samlede tal for januar og juni eksamensterminer. Indførelsen af den nye eksamensordning i 1960 medfører, at det fra 1965 ikke længere er muligt nøjagtigt at opdele kandidaterne på de to faggrupper. Således indgår der i totalen for 1965 22 kandidater efter den nye ordning, og tilsvarende indgår der i totalen for 1968 4 kandidater efter den gamle.

År	Matematisk-fysisk faggruppe	Natur-historisk faggruppe	Total	År	Matematisk-fysisk faggruppe	Natur-historisk faggruppe	Total
1887	-	1	1	1922	4	2	6
1888	1	2	3	1923	5	5	10
1889	2	2	4	1924	4	7	11
1890	5	1	6	1925	4	4	8
1891	5	4	9	1926	7	2	9
1892	4	–	4	1927	8	10	18
1893	4	4	8	1928	13	6	19
1894	6	3	9	1929	19	22	41
1895	3	4	7	1930	16	20	36
1896	7	1	8	1931	23	22	45
1897	3	1	4	1932	20	15	35
1898	2	1	3	1933	19	15	34
1899	4	3	7	1934	15	22	37
1900	7	4	11	1935	23	11	34
1901	6	2	8	1936	11	17	28
1902	7	2	9	1937	12	16	28
1903	3	4	7	1938	13	11	24
1904	2	5	7	1939	17	13	30
1905	2	2	4	1940	9	16	25
1906	5	1	6	1941	8	6	14
1907	–	2	2	1942	14	6	20
1908	3	1	4	1943	9	13	22
1909	9	2	11	1944	15	8	23
1910	2	4	6	1945	16	9	25
1911	5	7	12	1946	12	11	23
1912	1	2	3	1947	15	10	25
1913	4	1	5	1948	10	5	15
1914	6	3	9	1949	8	8	16
1915	6	4	10	1950	5	8	13
1916	1	2	3	1951	9	9	18
1917	8	4	12	1952	7	12	19
1918	5	2	7	1953	13	14	27
1919	8	4	12	1954	11	22	33
1920	4	1	5	1955	10	18	28
1921	5	4	9	1956	6	17	23

År	Matematisk-fysisk faggruppe	Natur-historisk faggruppe	Total
1957	9	13	22
1958	7	15	22
1959	10	22	32
1960	8	9	17
1961	9	9	18
1962	9	10	19
1963	9	15	24
1964	16	20	36
1965	18	30	70
1966	44	39	82
1967			88
1968			112
1969			121

År	Matematisk-fysisk faggruppe	Natur-historisk faggruppe	Total
1970			192
1971			203
1972			154
1973			157
1974			246
1975			201
1976			196
1977			217
1978			245
1979			199
1980			238
1981			240
1982			233

Matematik

Af Kirsti Andersen og Thøger Bang

MATEMATIKKEN I DANMARK 1479-1800

Det generelle indtryk af matematikken i Danmark fra Københavns Universitets start til omkring år 1800 er nok, at det så ret trist ud. Danske matematikere har ikke i denne periode gjort store landvindinger i faget, og der findes ikke i deres række som i astronomernes internationalt meget kendte personer. Det er ikke muligt at ændre dette lidt grå billede til et farvestrålende, men det kan perspektiveres en del ved, at man prøver at få en forståelse for matematikkens og matematikernes situation. Indledningsvis vil dette blive forsøgt ved en skitsering af nogle generelle træk, medens der i de senere afsnit vil blive givet en mere detaljeret beskrivelse.

Det første man kunne interessere sig for er, hvor matematik – bortset fra elementær regning – blev anvendt. Blandt de praktiske fag, der benyttede matematik, kan nævnes landmåling, navigation, fortifikation og i slutningen af perioden også forsikrings- og statsvidenskab. De teoretiske fag, der især byggede på matematik, var astronomi og fysik.

Det falder naturligt at undersøge, om der var nogen forbindelse mellem disse anvendelser og den matematiske aktivitet, specielt undervisningen. Man vil da finde, at der fandtes undervisning, der tog sigte på de nævnte praktiske aspekter – på nær de to sidste. Kurser i navigation og fortifikation fandtes især på de militære højskoler, der havde en forløber under Christian IV, men ellers blev oprettet i begyndelsen af 1700-tallet. I Sorø Akademis første fase (1623–1665) var matematikundervisningen der stærkt orienteret mod de praktiske anvendelser; endvidere indgik de praktiske aspekter også somme tider i universitetets matematikkurser. I slutningen af 1700-tallet blev der ligefrem givet specielle kurser i landmåling på universitetet.

Generelt var den undervisning, der blev givet, ikke af en sådan art, at den udnyttede den eksisterende matematik til at give eleverne de bedst mulige forkundskaber til de praktiske fag. Det er imidlertid ikke noget specielt dansk træk, at matematikundervisningen i det store og hele var konservativ, så der gik lang tid, inden forskningsresultater afspejlede sig i den.

Kristi Andersen har skrevet fagets historie indtil ca. 1800 (s. 156), Thøger Bang den følgende del.

En undtagelse fra dette udgjorde den danske undervisning i matematik til brug for astronomi, specielt i den danske astronomis blomstrende periode i 1600-tallet. Der blev givet relevante kurser i plan og sfærisk trigonometri, især på universitetet, tit baseret på lærernes egne studier.

Fysikken i Danmark stillede først virkelige krav til matematiske kundskaber i midten af 1700-tallet. Denne udfordring blev i første omgang taget op af Sorø Akademi, hvor man efter genetableringen i 1747 lagde vægt på at fremme de matematisk-naturvidenskabelige studier.

I næsten hele perioden var et kursus i matematik obligatorisk for studerende på Københavns Universitet. Dette var ikke begrundet af et anvendelsessynspunkt, men snarere af traditionen, idet aritmetik og geometri udgjorde halvdelen af fagene i de middelalderlige skolers og universiteters *quadrivium*, de fire af de syv »frie kunster«, der siden oldtiden var blevet anset for at høre med til almen dannelse. På Københavns Universitet indførtes i 1675 en eksamen, der lå et år efter artium, kaldet philosophicum eller anden eksamen. Til denne krævedes et elementært kendskab til aritmetik og geometri. Eksamensprotokoller og klager fra lærerne viser, at studenterne ikke honorerede de stillede forventninger i disse discipliner. Dette er ikke forbavsende, idet de fleste studerende søgte en teologisk uddannelse og ikke naturligt har været motiverede for matematikundervisningen. Ligeledes har det knebet for de få jura- og medicinstuderende at se formålet med matematikkundskaber.

Undervisningen i matematik på universitetet hørte i hele den her betragtede periode under Det filosofiske Fakultet, hvor der blev givet kurser i matematik ud over de obligatoriske. Disse havde oftest få deltagere; men det var dog ikke usædvanligt, at matematik indgik i fakultetets højeste eksamen, der indtil 1824 var magistergraden. Således er der mange eksempler på, at de studerende i forbindelse med erhvervelsen af denne grad forsvarede en matematisk disputats. Indtil 1788 var disputatserne skrevet af professorerne og bestod typisk af en halv snes sider ret generelle betragtninger. Der findes også matematiske disputatser fra før 1788, skrevet af studenterne selv, nemlig til forsvar på kollegierne; disse er også i almindelighed korte – studenterne skulle selv betale for trykningen – og ikke særligt dybtgående.

Hvorledes er det da gået til, at vi overhovedet havde uddannede matematikere her i landet? En gennemgang af deres biografier viser, at næsten alle fra før 1700 og de mest markante fra det 18. århundrede havde været på langvarige studieophold i udlandet; fortrinsvis i et eller flere af landene Nederlandene, Frankrig, Italien eller England. De fleste studerede andre fag samtidig med matematikken, og en hel del af dem havde foruden magistergraden en doktorgrad i medicin. Deres karrierer efter endt studium

var præget af, at de var polyhistorer; det var ikke ualmindeligt, at en videnskabsmand i løbet af sit liv var lærer i to eller tre ikke beslægtede fag; de arbejdede sig så at sige op gennem de rangdelte professorater, hvor matematikken hørte til i den lavere ende.

Dette mangesidige virke var nok både ansporet af et bredt interesseområde og af praktiske hensyn; således var der ikke mange muligheder for at blive levebrødsmatematiker i Danmark. På universitetet var der et eller to professorater; hvert af de fire gymnasier, som Christian IV oprettede som en overbygning til katedralskolerne, havde en matematikprofessor, men det var kun Odense gymnasium, der bestod i længere tid. Der fandtes også et matematikprofessorat på Sorø Akademi i de perioder, hvor det fungerede, ligesom der var et på dets midlertidige afløser, Ridderakademiet i København, som dog kun eksisterede fra 1692 til 1710. Når de militære højskoler tilbød matematikere stillinger, var det oftest som ekstrajobs, ligesom det til tider eksisterende embede som kongelig *mathematicus* som regel var et biarbejde. Endelig skabtes der ved oprettelsen af Kiels universitet i 1665 endnu en ansættelsesmulighed for en dansk matematiker.

Alt i alt var der altså ikke beskæftiget mange danske matematikere samtidigt. En yderligere komplikation ved at komme til at leve af sit fag var den nepotisme, der fandt sted ved valg af professorer til universitetet, startende med ansættelse af Thomas Finckes tre svigersønner i begyndelsen af 1600-tallet. Et hundrede år senere brød Peder Horrebow ind i systemet ved at henvende sig til kongen for at komme i betragtning til det ledige astronomiprofessorat; han fik stillingen, men sørgede til gengæld for at få sine egne sønner ansat senere.

I 1742 oprettedes i København Videnskabernes Selskab, og i 1762 en norsk afdeling deraf i Trondhjem. Danmark tog dermed den idé op, som siden 1660'erne havde spredt sig over Europa – efter at *Royal Society* var dannet i London og *l'Académie des Sciences* i Paris: at stifte et nationalt akademi, der skulle være til gavn både for staten og udviklingen af de eksakte videnskaber. Videnskabernes Selskab ansatte ikke som visse andre landes akademier videnskabsmænd. Dets oprettelse betød således ikke direkte nogen udvidet erhvervsmulighed for matematikere; indirekte fik det dog, som vi skal se, en indflydelse på, at nogle matematikere kunne finde levebrød som landmålere.

Videnskabernes Selskab virkede også forbedrende for det videnskabelige klima i Danmark, men før 1800 betød det ikke meget for den rene matematik. Derimod var medlemmerne meget interesserede i den anvendte matematik, der på det tidspunkt også omfattede grene af fysikken. Denne interesse kan blandt andet ses af emnerne for de udskrevne prisopgaver og de artikler, der publiceredes i selskabets skrifter.

Ligesom matematikundervisningen i Danmark ikke adskilte sig væsentligt fra den udenlandske, var det heller ikke enestående for Danmark at mangle et matematisk miljø. Sådanne eksisterede kun få steder – og som regel for et kortere åremål – før slutningen af 1800-tallet. Indtil da arbejdede de fleste betydningsfulde matematikere på isolerede steder; helt hen til slutningen af 1600-tallet var der adskillige af dem, der ikke havde nogen officiel tilknytning til faget, idet de enten levede af arvede midler eller af at udføre et andet erhverv end en matematikers. I 1700-tallet fandt de betydningsfulde matematikere ansættelse enten på universiteter eller på akademier. Matematikerne fik det meste af deres faglige kontakt dækket gennem brevvekslinger og ved at læse nyhederne i den matematiske litteratur. Disse bestod af forholdsvis få bøger og – efterhånden som akademierne begyndte at udsende tidsskrifter – af artikler.

Den danske matematik var i hele perioden op til 1800 præget af, hvad der skete i matematikken andre steder. I 1700-tallet fandt påvirkningen sted med en del forsinkelse, idet de danske matematikere var orienterede om matematikkens udvikling, men ikke trængte rigtigt tilbunds i de aktuelle problemstillinger. Derimod var de danske matematikere op til slutningen af 1600-tallet helt fortrolige med deres kendte udenlandske kollegers bidrag til matematikken og med den relevante litteratur. Da de impulser, den danske matematik fik udefra, bedst forstås, hvis man har et kendskab til matematikkens generelle udvikling, vil denne blive skitseret, inden der siges mere om dansk matematik.

TRÆK AF MATEMATIKKENS GENERELLE UDVIKLING INDTIL 1800

Formålet med dette afsnit er blot at give en baggrund for den danske matematik; det følgende vil derfor blive en meget forenklet fremstilling af matematikkens historie, og den vil stort set kun omhandle perioden til hen mod slutningen af 1600-tallet. (I Zeuthen 1893–1903 findes en detaljeret gennemgang af tiden op til 1700, medens Struik 1966 dækker hele historien på dansk og giver nøglen til grundige fremstillinger på andre sprog. Endvidere skal nævnes Boyer 1968, og Kline 1972.) Omkring dette tidspunkt blev differential- og integralregningen en etableret disciplin, hvilket var en begivenhed, der indledte en væsentlig udvikling af den matematiske analyse. Samtidig skete der det, at matematikken i højere grad end tidligere blev en specialvidenskab – forstået således, at der krævedes større forberedelse og indlevelse for at kunne følge med. Denne indsats viste sig at overstige de

kræfter, flertallet af 1700-tallets danske matematikere havde. Følgelig var deres arbejdsområder kun i ringe grad knyttet til den samtidige matematik, hvorfor denne kun vil blive behandlet yderst kortfattet her.

I den europæiske middelalders første tid var interessen for matematik meget lille. Inspirationen til at beskæftige sig med faget kom fra araberne, dels gennem kontakten mellem europæere og arabere i Spanien, og dels gennem den forbindelse, de norditalienske handelsbyer etablerede med den arabiske verden. Dette sidste bevirkede, at europæerne blev interesseret i at tilegne sig arabernes kunnen i aritmetik og algebra (der på dette tidspunkt bestod i løsning af 1. og 2. grads ligninger). Samtidigt betød det, at det hindu-arabiske titalssystem, vi stadig benytter, blev indført i Europa. Det tilegnede stof blev redigeret og i mindre omfang udvidet af især italienske og tyske regnemestre – også kaldet cossister. Mange af deres værker fik en lang levetid som lærebøger i aritmetik, algebra og handelsregning.

Forbindelsen med den arabiske kultur i Spanien fik især betydning ved, at europæiske lærde i slutningen af det 11. århundrede begyndte at oversætte arabiske manuskripter til latin. Blandt disse var der mange matematiske og astronomiske arbejder, hvoraf ikke så få var arabiske udgaver af klassiske græske tekster. Oversættervirksomheden strakte sig over flere århundreder og kom efterhånden til at inkludere direkte oversættelser fra græsk til latin. Dele af det lettest tilgængelige stof, såsom de første bøger af Euklids *Elementer,* kom ret hurtigt til at indgå i universiteternes undervisning. Men vi skal helt hen til slutningen af 1500-tallet, førend matematikerne fuldt forstod hele den græske matematik.

Større end interessen for matematik var interessen for astronomi; en nødvendig forudsætning for at kunne arbejde med den græske og arabiske astronomi var imidlertid et kendskab til trigonometri. Starten på et mere indgående studium af denne disciplin i Europa fandt sted i 1300-tallet, og arbejdet kulminerede med den tyske astronom og matematiker Johan Regiomontanus' (1436–1476) *De triangulis* (Om trekanter, færdig o. 1464, trykt i 1533). Den blev i lang tid forbilledet for trigonometriske lærebøger, inklusive de danske. Samtidig med den voksende indsigt i trigonometrien udarbejdede man stadig mere nøjagtige tabeller over længderne af halvkorder hørende til givne cirkelbuer (pendanter til sinustabeller). En virkelig hjælp i de omfattende trigonometriske og astronomiske beregninger blev indførelsen af logaritmer. Det var den skotske adelsmand John Napier (1550–1617), der fik ideen til at betragte disse; i 1614 offentliggjorde han sit første skrift om logaritmer, og kort efter fandt han sammen med den engelske matematiker Henry Briggs (1561–1630) ud af, at 10-tals logaritmen var den mest hensigtsmæssige til beregninger.

Interessen for de matematiske discipliner, der var dominerende op til omkring 1500, var inspireret af deres anvendelighed for handelsregning og astronomi – senere også for landmåling, navigation og tekniske beregninger. Der var dog nogle filosoffer, der beskæftigede sig med mere spekulative sider af matematikken, såsom spørgsmålet om kontinuets sammensætning og uendelighedsbegrebet; deres arbejde blev fortsat af 1600-tallets matematikere. Også mere teoretiske dele af geometrien blev taget op, såsom spørgsmålet om, hvilke konstruktioner der kan udføres med passer og lineal, og om det er muligt i disse at bruge en passer med fast åbning.

Renæssancen gav ikke kun nye impulser til filosofi og kunst, også i matematikken, specielt algebraen, fandt der en nytænkning sted. Dette resulterede blandt andet i, at man blev i stand til at løse 3. og 4. grads ligninger, hvilket var det første matematiske resultat, der gik væsentligt ud over den arvede viden. Som på andre felter startede den nye udvikling i Norditalien, der indtil et stykke ind i 1600-tallet var et matematisk centrum. Her virkede også Galileo Galilei (1564–1642); hans, Johann Keplers (1571–1630) og enkelte andres arbejder blev begyndelsen til en ny frugtbar periode i de eksakte videnskabers historie, hvor matematikken blev et vigtigt redskab ved udledelse af naturlove, og hvor matematikken selv undergik en stor forandring.

Videnskabsmænd af mange nationaliteter bidrog til denne udvikling, men de koncentrerede sig periodevis i visse lande. Efter Norditalien overtog Frankrig for en tid rollen som det førende land for matematik. Her havde Pierre Ramée (1515–1572), kendt som Ramus, allerede i midten af 1500-tallet arbejdet stærkt for at få revideret den traditionelle matematik-undervisning i *quadrivium*, og hans tanker kom til at påvirke de kommende generationer. Også i Frankrig var det først algebraen, der blev taget op til revision og blev bragt væsentlig videre gennem juristen F. Viète's (1540–1603) arbejder. Man havde længe benyttet symboler til at tilkendegive ukendte størrelser i en ligning; Viète indførte symboler også for kendte størrelser, således at man blev i stand til at behandle generelle ligninger, på samme måde som vi i dag taler om 2. gradsligningen $ax^2 + bx = c$. Samtidig forbandt Viète algebraen og geometrien, idet han knyttede ligninger til visse geometriske konstruktionsopgaver – dog kun til sådanne, der førte til løsbare ligninger. Det næste skridt var at knytte ubestemte ligninger til kurver. Dette skridt, der var grundlaget for den analytiske geometri, blev taget næsten samtidigt af de to franske matematikere Pierre Fermat (1601–1665) og René Descartes (1596–1650). Sidstnævntes arbejde, *La géométrie* (1637), blev langt det kendteste og mest indflydelsesrige, blandt andet fordi Descartes heri udviklede en genial notation til behandling af ligninger – den notation, vi i dag finder så naturlig.

Descartes opholdt sig en stor del af sin tid i Holland og inspirerede der til skabelse af et matematisk miljø i Leiden, som blev et centrum, hvorfra kendskabet til og forståelsen for hans ideer udgik. Fra 1650'erne var England også med blandt de nationer, hvor der foregik bemærkelsesværdige matematiske aktiviteter.

Det, der især optog matematikerne efter 1630, var, foruden algebra, at finde metoder til bestemmelse af tangenter, arealer, volumener, tyngdepunkter, ekstrema og flere lignende opgaver, som alle i dag løses ved hjælp af differential- og integralregning. Allerede i den græske matematik beskæftigede man sig med disse opgaver. Grækerne havde en metode til bestemmelse af arealer og volumener, den såkaldte exhaustionsmetode, der udmærkede sig ved at være fuldstændig stringent. Men den havde den ulempe at være en syntetisk bevismetode for allerede indsete sammenhænge, således at den ikke gav nogen ideer om, hvorledes man skulle finde nye resultater. Matematikerne gav sig derfor til at lede efter metoder, der direkte kunne føre til en areal- eller volumenbestemmelse, ligesom de søgte metoder til løsning af de øvrige ovennævnte opgaver. Der dukkede et væld af sådanne metoder op i tiden efter 1630. Når der kom så mange, skyldes det, at hver enkelt af dem var en *ad hoc* metode, der samtidig led under ikke at være fuldstændig stringent. Den samlede mængde ideer, der lå i disse metoder, kom imidlertid til at føre frem til den generelle metode, man havde søgt. Eller rettere til to metoder, nemlig Isaac Newton's (1642–1727) fluxionsregning, der blev udviklet i 1665, og G. W. Leibniz' (1646–1716) differential- og integralregning, der kom til verden ti år senere.

Disse discipliner blev ikke præsenteret som samlede teorier umiddelbart efter deres tilblivelse; den første publikation om emnet er fra 1684, hvor Leibniz kortfattet beskriver sin differentialregning. Dette har nok været medvirkende til, at der opstod en bitter prioritetsstrid mellem Newton og Leibniz og deres respektive tilhængere om æren for skabelsen af differential- og integralregning. Det er senere blevet klart, at denne strid var fuldstændig ubegrundet; Newton og Leibniz gik hver sin vej i deres søgen efter en generel metode til behandling af infinitesimale problemer. Leibniz' differential- og integralregning blev helt dominerende på kontinentet; englænderne benyttede sig i mere end hundrede år af fluxionsregningen, inden de indrømmede, at den notation og terminologi, som Leibniz benyttede, og som vi stadig benytter, er den mest hensigtsmæssige.

Hverken fluxions- eller differential- og integralregningen løste det problem om eksakthed, matematikerne havde kæmpet med, siden de forlod de græske metoder. Dette vil blive illustreret med et eksempel, der viser, hvorledes en matematiker på kontinentet i slutningen af 1600-tallet ville udregne $d(x^2)$.

Han ville sige, at dx er en tilvækst til x, uden at det var klart, hvorledes denne skulle opfattes. Nogle ville sige, at dx var en infinitesimal størrelse (dvs. mindre end enhver given endelig størrelse, men forskellig fra 0), andre, at den var potentielt 0. Derefter ville han definere $d(x^2)$ som den tilvækst x^2 får, når x får tilvæksten dx, heraf ses, at

$$d(x^2) = (x + dx)^2 - x^2 = 2x\,dx + (dx)^2,$$

men han ville se bort fra $(dx)^2$, fordi den er negligibel i forhold til $2xdx$, så resultatet bliver $d(x^2) = 2x\,dx$.

Newton havde en stærk fornemmelse af, at den fundamentale størrelse i fluxionsregningen er den, der fremkommer som grænseværdi for en kvotient mellem to størrelser, den vi i dag kalder den afledede

$$f'(x) = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}.$$

Men han var ikke i stand til at formulere dette klart. På kontinentet regnede man 1700-tallet igennem med differentialer; i visse forbindelser havde man dog brug for at betragte kvotienten mellem to differentialer, differentialkvotienten, der svarer til den afledede størrelse; f.eks. fører ovenstående regning til, at $d(x^2) / dx = 2x$.

Filosofferne skældte ud over den måde, matematikerne ræsonnerede på, og kaldte differential- og fluxionsregningen for en behændig jonglering med nuller. Matematikerne erkendte, at der var svagheder i deres argumenter; men de hævdede samtidig – med rette – at de havde fået et særdeles effektivt redskab til behandling af matematiske og fysiske problemer. A. L. Cauchy (1789-1857) indførte i begyndelsen af 1800-tallet differentialkvotienten som en grænseværdi, men det var først i anden halvdel af århundredet, at man slap af med svaghederne i infinitesimalregningens fundament.

Det mest karakteristiske for matematikken i det 18. århundrede er, at man arbejdede videre på Newtons og Leibniz' matematiske analyse og benyttede den på en lang række problemstillinger. Matematikken fik således en frugtbar vekselvirkning med fysikken og astronomien, der leverede nye opgaver. Disse samledes efterhånden i nye discipliner, såsom teorierne for sædvanlige og partielle differentialligninger og variationsregning; endvidere viste uendelige rækker sig at være et nyttigt hjælpemiddel til løsning af forskellige opgaver, og arbejdet med dem blev intensiveret.

Der var mange, der deltog i dette arbejde; men der var dog én matematiker, der særligt prægede århundredet, nemlig schweizeren Leonhard Euler (1707-1783). Euler skrev et imponerende antal afhandlinger og bøger med emner fra alle grene af naturvidenskaben og matematikken. Hans kendteste matematiske værk er *Introductio in analysin infinitorum* (1748, Indledning til analyse om

det uendelige), han tager heri det meget væsentlige skridt at gøre funktionsbegrebet til det fundamentale grundlag for analysen.

Fremstillingen af matematikken efter *La géométrie* har kun berørt analysen, og det skyldes, at det var den matematiske disciplin, i hvilken den vigtigste udvikling foregik, og som også den danske matematik havde mest relation til. Geometrien udvikledes så meget i analytisk retning, at de teoretiske matematikere næsten helt tabte interessen for den syntetiske geometri. Men nogle få praktikere som den franske ingeniør og arkitekt G. Desargues (1591-1661) holdt disciplinen vedlige og så i den en forbindelse til perspektivlærens udvikling. Blandt de førende matematikeres andre interessefelter var talteori og sandsynlighedsregning. Talteori (læren om de naturlige tals egenskaber) har til alle tider fascineret nogle matematikere, og også en del danskere lod sig fange af dette emne. Sandsynlighedsregningen fik sin spæde teoretiske start omkring midten af 1600-tallet, hvor en del matematikere så det som en udfordring at løse en spilteoretisk opgave; disciplinen udvikledes og udvidedes langsomt gennem det næste halvandet hundrede år.

Endelig skal det af hensyn til den senere omtale af Caspar Wessels arbejde bemærkes, at der i forbindelse med løsning af 3. grads ligninger dukkede nye tal op i matematikken, nemlig tal af formen $a+b\sqrt{-1}$. Descartes kaldte disse for *imaginære,* altså indbildte tal; de kom til at spille en væsentlig rolle i hele ligningsteorien. Men det kneb matematikerne at få hold på de komplekse tal, som de senere kom til at hedde. Euler bragte forståelsen af dem et godt stykke videre og havde nytte af, at det var erkendt, at ethvert komplekst tal kan skrives på formen $r\,(\cos v + \sqrt{-1}\,\sin v)$; dog savnede man det 18. århundrede igennem en geometrisk repræsentation af de komplekse tal.

MATEMATIKKEN I DANMARK TIL OMKRING 1700

Som nævnt i indledningen til dette kapitel tog det generelt lang tid, inden matematikkens udvikling afspejlede sig i undervisningen; men emner, der havde betydning for astronomiske beregninger, blev ret hurtigt taget op. Indtil omkring 1700 var de danske professorers undervisning i matematik næppe ringere end den, der blev givet andre steder. De fleste havde gennem deres studierejser fået en god føling med den udenlandske undervisning, og de brugte i vid udstrækning de almindeligst benyttede lærebøger. Nogle ydede også selv en indsats ved at skrive lærebøger; selv om de var elementære, svarede de til det sædvanlige niveau for undervisningen i Europa. I det følgende vil nogle få af disse lærebøger og deres forfattere blive omtalt.



Fig. 23. Thomas Fincke (1561-1656). Maleri på Frederiksborg.

Den første dansker, der fik trykt en lærebog, var en af 1500-tallets mest fremragende professorer, *C.T. Morsing* (ca. 1485–1560). Det var også ham, der som første rektor for det reformerede universitet sikrede matematikken en plads blandt undervisningsfagene; hans lærebog *Arithmetica breuis* (1528, Kort aritmetik) gav så god en introduktion til aritmetikken, at den vandt anerkendelse i udlandet og blev genoptrykt flere gange.

En anden lærebog fra 1500-tallet, der fik et godt ry i udlandet, var *Geometriæ rotundi* (1583, Cirklens og kuglens geometri). Dens forfatter, *Thomas Fincke* (1561–1656), avancerede ligesom Morsing fra et matematik- til et medicinprofessorat ved universitetet og hørte også til tidens indflydelsesrige personer. Fincke fremstillede i *Geometriæ rotundi*'s fjorten bøger den plane og sfæriske geometri. Han fulgte sine betydningsfulde forgængere, såsom Euklid og Regiomontanus; men selve opbygningen er et selvstændigt arbejde, idet han – inspireret af Ramée – søgte en mere naturlig sammensætning af stoffet end den, der sædvanligvis benyttedes. Værket indeholder en indførelse – vist nok den første – af den trigonometriske betegnelse tangens, og bevis for en af tangensrelationerne. I forbindelse med trekantsberegningen viser Fincke, hvorledes man konstruerer trigonometriske tabeller og reproducerer dernæst nogle. Endvidere indeholder en af bøgerne en illustreret gennemgang af brugen af kvadranter ved opmålinger (jvf. fig. 24). Fincke efterlod sig en lang

række andre matematiske og astronomiske arbejder, men disse nåede ikke på højde med *Geometriæ rotundi.*

Langt de fleste matematiske lærebøger var skrevet på latin, blandt de få skrevet på dansk er det værd at nævne *Decarithmia, Ded er Thinde-Regenskab* (1602) af *Christoffer Dybvad* (1572–1622). Dybvad indleder med at sige, at han synes, at hans landsmænd skal have del i nederlændernes skat. Denne bestod i decimalbrøker, som hollænderen Simon Stevin (1548–1620) havde gjort kendt i 1585. Foruden at forklare, hvad decimalbrøker er, viste Dybvad hvorledes de fire regningsarter udføres med disse, og illustrerede hvorledes de kan være nyttige for land- og vinmålere. Dybvad udgav desuden flere omhyggelige kommentarer til de ti første bøger af Euklids *Elementer;* han søgte forgæves et matematikprofessorat; den formelle grund til afslaget var, at han som dr. med. var overkvalificeret til et lavt professorat. Den reelle grund var nok den uvilje, der herskede mod faderen *Jørgen Dybvad* († 1612). Denne var en årrække professor i matematik og senere i teologi, men blev afskediget i 1607 på grund af sin modstand mod adelen og regeringen. Christoffer Dybvad blev i 1618 kongelig *mathematicus,* men kom to år senere i unåde på grund af angreb på regeringen og blev idømt livsvarigt fængsel.

En typisk lærebog for 1600-tallet er *Progymnasmatum mathematicorum enchiridion* (1656, Lærebog i de matematiske grundbegreber). Forfatteren er *Jørgen Eilersen* (1616–1686), også kendt som Georgius Hilarius, der efter at have haft forskellige embeder ved universitetet blev professor i matematik i 1672. Eilersens værk er bygget op af fem bøger. Den første og længste er en gennemgang af sætningerne i bog I af Euklids *Elementer* – med mange græske citater – dog fremstillet i en anden rækkefølge. Dernæst følger en kort gennemgang af begreber fra astronomien, såsom horisont, ekliptika etc. Tredje og fjerde bog giver en anvisning på brugen af henholdsvis himmel- og jordglober og geografiske kort; endelig afslører den sidste bog nogle af kalenderberegningens hemmeligheder. Eilersen reviderede siden bogen; i andenudgaven (fra o. 1663) er første bog stærkt forøget, idet der nu er kommentarer til de første seks bøger af *Elementerne.* I ingen af udgaverne af *Progymnasmatum* foretages der egentlige matematiske beregninger i de sidste fire bøger, men sammenhængen mellem emnerne og matematikken bliver antydet.

Andre lærebøger sigtede mere direkte mod beregninger, specielt astronomiske og gav en udmærket introduktion til disse. Det regnetekniske hjælpemiddel, logaritmerne, fandt også hurtigt vej til Danmark, idet professoren i matematik og geografi ved Sorø Akademi, *Hans W. Lauremberg* (1590–1658), udgav en lærebog om beregninger ved hjælp af logaritmer, *Logarithmus,* i 1628 – d.v.s. kun 14 år efter, at der første gang var publiceret noget om logaritmer.

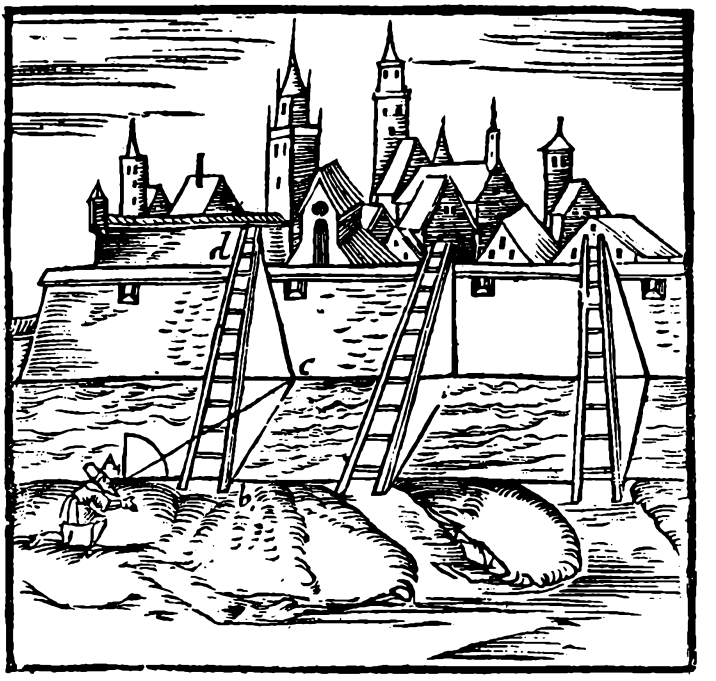


Fig. 24. Illustration i brug af kvadrant fra Thomas Finckes Geometriæ rotundi, s. 307.

Lauremberg skrev også populære fremstillinger af den elementære matematik, heri skinner det tydeligt igennem, at han havde en bred baggrund og et stort interessefelt; således henter han mange af sine matematiske eksempler fra mytologien og historien.

Hvorledes forholdt det sig med anden matematisk litteratur end lærebøger i Danmark? Det er allerede nævnt, at de danske matematikere hen til slutningen af 1600-tallet holdt sig ganske godt orienterede om den matematiske udvikling; men der var ikke så mange, der tilegnede sig stoffet på en sådan måde, at de selv gav sig til at formidle en videreudvikling. Der er dog undtagelser; den første danske videnskabelige matematiske afhandling må vist siges at være Jørgen Dybvads *Commentarii breves in secundum librum Copernici* (1569, Korte kommentarer til Copernicus' anden bog). Dybvad gennemfører heri nogle af de konstruktioner i sfærisk geometri, som er nyttige til forståelsen af anden bog af Copernicus' *De revolutionibus*.

De danske matematikere beskæftigede sig også med andre emner end dem, der var relevante for astronomien, blandt andet de tre klassiske problemer i matematikkens historie: vinklens tredeling, terningens fordobling og cirklens kvadratur. I det følgende vil der blive omtalt et arbejde om sidstnævnte emne, ikke fordi det er særlig beundringsværdigt, men fordi det tiltrak sig en del

opmærksomhed i samtiden. Dets historie illustrerer tillige, at en matematiker i 1600-tallet kunne bruge mystiske argumenter uden af den grund at blive ignoreret af det matematiske samfund. Den pågældende matematiker er *Christen S. Lomborg* (1562–1647), der fra 1605 var professor i matematik og siden i astronomi ved universitetet; han er bedst kendt under navnet *Longomontanus*.

Med en cirkels kvadratur menes at bestemme et kvadrat, hvis areal er lig med en given cirkels, og hvis side kan konstrueres ved hjælp af passer og lineal. Dette problem havde optaget mange matematikere siden oldtiden; først i det 19. århundrede blev det bevist, at problemet er uløseligt; indtil da forsøgte mange matematikere at finde en løsning, for hvilken der var udsat flere priser. Så det var ikke mærkeligt, at Longomontanus også prøvede lykken; i 1612 udkom hans første skrift om emnet, *Cyclometria*. Allerede samme år angreb Thomas Fincke Longomontanus' arbejde i et skarpt brev til universitetskansleren; men Longomontanus lod sig ikke overbevise om sin fejltagelse. Faktisk blev han resten af sit liv ved med at skrive afhandlinger om sin cirkelkvadratur.

Almindeligvis tiltrak påståede cirkelkvadraturer sig ikke meget opmærksomhed, men hvis de var skrevet af en anerkendt videnskabsmand, blev de



Fig. 25. Vinmåler med en stang, der er inddelt, så at han kan aflæse tøndens tilnærmelsesvise indhold. Billede fra Warachtige const der geometryen, 1547.

studeret – og tilbagevist. Longomontanus havde gennem sit astronomiske arbejde skaffet sig et sådant renommé, at han fik mange værdige opponenter, bl.a. Descartes. Longomontanus svarede på noget af kritikken og havde en lang polemik med englænderen John Pell (1611–1685). Det mærkelige ved debatten omkring Longomontanus' arbejder er, at han må have forstået sine kollegers matematiske argumenter; men alligevel holdt han urokkeligt fast ved sin kvadratur, blandt andet ud fra talmystiske betragtninger over tallene 6, 7 og 8's egenskaber. Hvor optaget han var af sin kvadratur, ses af en skildring, lægen Otto Sperling (1602–1681) har givet af et besøg hos Longomontanus, hvor denne straks trak Sperling ind i et værelse og forsøgte at overbevise ham om muligheden af at kvadrere en cirkel (Sperling 1885, s. 12–13).

Longomontanus' resultat svarer til at sige, at $\pi = 78\sqrt{3}/43$. Det, han egentlig har gjort, er ikke at bestemme cirklens areal nøjagtigt, men at approksimere det på forskellige måder, der alle ender med

$$\pi \approx \frac{78}{43}\sqrt{3} \qquad (\approx 3{,}14186).$$

Denne approksimation afviger fra π i fjerde decimal og er ikke bemærkelsesværdig nøjagtig for tiden; således havde Christoffer Dybvad i sine Euklid-kommentarer (1603) reproduceret hollænderen L. Van Ceulens (1540–1610) approksimation, hvori de 20 første decimaler er rigtige. Men den omstændighed, at Longomontanus ved hjælp af tilsyneladende forskellige argumenter når det samme resultat, sammen med de omtalte talmystiske betragtninger, har af mærkelige grunde fået ham til at tro, at hans resultat er eksakt.

Det følgende er en gengivelse af et af Longomontanus' argumenter *(Cyclometria,* 1612). På figur 26 er de fire små cirklers diameter lig med halvdelen af den stores, d.v.s.

den store halvcirkel = 4 små halvcirkler.

Der gælder også, at

den store halvcirkel = 3 trekanter + 3 cirkelafsnit;

hvorfor

3 trekanter + 3 cirkelafsnit = 4 små halvcirkler,

eller

3 trekanter − 1 lille halvcirkel = 3 små halvcirkler − 3 cirkelafsnit.

Det, der bliver tilbage af halvcirklen, når cirkelafsnittet er trukket fra, kaldes en måne; de tre trekanter danner tilsammen et trapez, så ovenstående kan udtrykkes i den eksakte relation

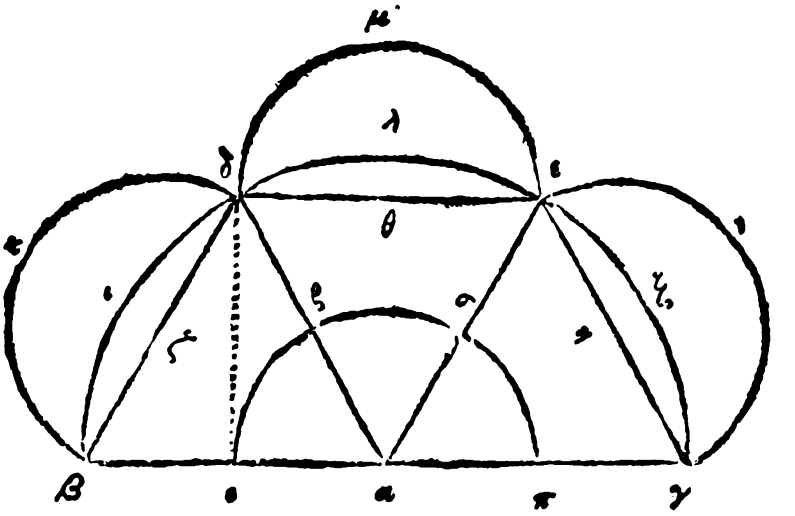


Fig. 26. Figur til Longomontanus' cirkelkvadratur (Cyclometria, 1612, s. 35).

$$\text{trapez} - \text{lille halvcirkel} = 3 \text{ måner}.$$

Longomontanus skønner derefter uden at begrunde det, at en lille halvcirkel er lig med 1 3/10 måne og opnår derved

$$\text{lille halvcirkel} = \frac{13}{43} \text{ trapez}.$$

Når radius i den store cirkel er lig med 1, er trapezets areal lig med $3\sqrt{3}/4$, altså giver den sidste relation, at en lille halvcirkel = $39\sqrt{3}/(43 \cdot 4)$, og følgelig vil den store cirkel være lig med $78\sqrt{3}/43$.

Cirklens kvadratur blev også kort berørt af *Marcus Meibom* (1621-1710) i *De proportionibus dialogus ad Fredericum III* (1655, Dialog om proportioner til Frederik III). Meibom havde – ligesom mange af tidens øvrige lærde – et meget omskifteligt liv. Som ung var han på studieophold i Tyskland og Holland. I 1652 udgav han en bog om antik musikteori dediceret til dronning Kristina af Sverige, der derefter ansatte Meibom som bibliotekar. Den stilling måtte Meibom dog snart forlade, fordi han gav livlægen en øreſigen, efter at denne havde moret sig synligt over en demonstration, Meibom havde givet af musikteori. I perioden 1653-1668 var Meibom i Danmark, hvor Frederik III sikrede ham økonomisk med et kongebrev og iøvrigt gav ham en stilling først ved sit bibliotek og siden ved Øresundstolden. Bortset fra et par års ophold i England tilbragte Meibom sine sidste år i Holland, hvor han hovedsageligt var beskæftiget med studier og levede i små kår. Hans navn dukker jævnligt op i samtidige matematikeres breve og huskes således stadig.

Meiboms hensigt med *De proportionibus* var at opstille en forholdslære, der blandt andet kunne bruges i musikteorien. Samtidig med, at han gjorde det, kritiserede han mange af sine forgængere, blandt andre den belgiske matematiker Gregorius Saint Vincent (1584-1665), der i 1647 havde publiceret en meget omfattende bog, blandt andet om cirklens kvadratur. Uden at gå i detaljer bemærkede Meibom i *De proportionibus,* at Gregorius' cirkelkvadratur er baseret på en forkert sammensætning af forhold – en fejl, som Huygens også havde gjort opmærksom på i 1651.

De proportionibus er ret vanskelig at læse, blandt andet fordi Meibom bruger en vanskelig terminologi for potenser af forhold. Astronomiprofessoren *Villum Lange* (1624-1682) opponerede mod Meiboms fremstilling og forsøgte selv at give en klarere i *De veritatibus geometricis* (1656, Om de sande geometrier).

De øvrige danske matematikere fra 1600-tallet, der har fået plads i de internationale værker om matematikhistorie, er Rasmus Bartholin (1625–1698) og Georg Mohr (1640–1697). Vi skal vende tilbage til disse, men inden skal omtales dels en kendt matematiker, der undertiden karakteriseres som dansk – men oftest som tysk – nemlig *Niklaus Kauffman* (ca. 1620–1687), kendt som *Mercator,* og dels en utraditionel anvendelse af matematik i anatomien.

Mercator har især gjort sig bemærket ved sine arbejder i analysen, specielt for den rækkeudvikling, der har fået hans navn:

$$\ln(1+x) = x - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{4}x^4 + \ldots$$

Mercator udtrykte ikke selv resultatet som en logaritme, men som arealet under hyperblen $y = 1/(1+x)$; ved en lang division fandt han, at $1/(1+x) = 1-x+x^2-x^3+\ldots$ og ved at foretage en operation, der svarer til ledvis integration, opnåede han ovenstående række. Andre havde også fundet denne rækkeudvikling, men Mercator var den første, der publicerede den (*Logarithmo-technica,* 1668). Mercator var født og opvokset i Holsten, studerede i Rostock og København, omkring 1654 tog han til London, hvor han blev i næsten 30 år og blev medlem af *Royal Society* lige efter dets oprettelse. I 1683 blev han af Colbert inviteret til at medvirke ved anlægget af springvandene i Versailles; han modtog også et tilbud fra Christian V om at komme til København, men valgte at rejse til Frankrig, hvor han blev resten af sit liv. Hans tilknytning til Danmark og dansk matematik kan således ikke siges at være stor, idet hans københavnerophold i studietiden ingen direkte spor har efterladt sig.

Det usædvanlige eksempel på at anvende matematik til at forklare et biologisk fænomen skyldes en af 1600-tallets mest berømte danske viden-

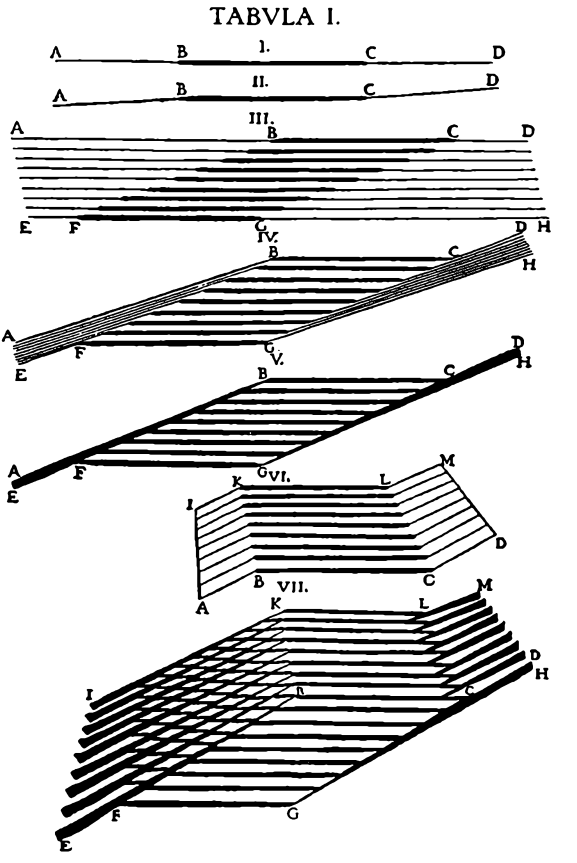


Fig. 27. Niels Stensens matematiske model for muskler fra Elementorum Myologiæ Specimen, 1667.

skabsmænd, *Niels Stensen* (1638–1686) – også kaldet *Steno*. I en afhandling fra 1667 indførte han en geometrisk model af en muskel og prøvede at forklare muskelbevægelsen ved hjælp af Euklids geometri (Stensen 1667). Resultatet kan ikke siges at være særligt tilfredsstillende, men ideen med at opstille en geometrisk model var god og tiltrak sig en del opmærksomhed. Stenos afhandling blev trykt flere gange, og blev blandt andet citeret af den kendte schweiziske matematiker Johann Bernoulli (1667–1748) i en afhandling fra 1694, hvor han brugte differentialregning for at forklare muskelbevægelser.

Der har ikke været plads til – og det har heller ikke været hensigten i dette afsnit – at give biografier af de enkelte matematikere. Det kan dog være rimeligt at beskrive nogle fås liv i en vis detalje for at give et bedre indtryk af matematikernes uddannelses- og arbejdsvilkår. Valget falder naturligt på Bartholin og Mohr, dels fordi de er kendte, dels fordi deres biografier belyser, hvorledes en matematikers liv henholdsvis inden og uden for universitetets verden kunne forme sig.

RASMUS BARTHOLIN OG GEORG MOHR

Rasmus Bartholin (1625–1698) tilhørte som søn af medicineren Caspar Bartholin og barnebarn af Thomas Fincke den slægt, der i lang tid var indflydelsesrig på Københavns Universitet. Han var så at sige født med gode muligheder for at blive professor. Hans uddannelse, der på grund af hans faders død i 1629 foregik delvist under onklen Ole Worms (1588–1654) vejledning, blev da også tilrettelagt efter dette.

Rasmus kom i 1637 på Herlufsholms skole, hvor der blev lagt stor vægt på, at eleverne tilegnede sig de latinkundskaber, der var nødvendige for at begå sig i de lærdes verden; han udviklede også under skolegangen en livlig interesse for matematik. I 1642 blev han student, og efter nogle års studium ved Københavns Universitet tog han på det traditionelle studieophold i udlandet. Han var i 1647 hjemme for at sikre sig sin magistergrad, men vendte først rigtigt hjem i 1656 for kort efter at blive professor i matematik og medicin.

I årene 1646–50 opholdt Bartholin sig hovedsageligt i et af tidens matematiske centre, Leiden. Han kom her i kontakt med Descartes og dennes begejstrede elev, matematikprofessoren Frans van Schooten (o. 1615–1660). Sidstnævnte samlede mange dygtige elever omkring sig, blandt andre den senere så kendte matematiker og fysiker Christiaan Huygens (1629–1695).

Van Schooten var især interesseret i at udbrede kendskabet til og forståelsen af de ideer, der fandtes i Descartes' *La géométrie*. Dette gav sig udslag i, at van Schooten og hans elever oversatte bogen til latin (*Geometria,* 1649 og flere senere udgaver), skrev kommentarer til den og videreudviklede Descartes' teorier. Bartholin tog aktivt del i dette arbejde, således blev det ham betroet at sammenskrive van Schootens introducerende forelæsninger, *Principia matheseos* (1651), og han var i det hele taget med til at redigere den supplerende litteratur til *Geometria*.

Fra Leiden tog Bartholin til Frankrig, hvor han opholdt sig i Blois et stykke tid for at lære fransk. Der kom han i kontakt med en anden Descartes-tilhænger, juristen Florimond Debeaune (1601–1652). Bartholin har i et brev til den franske matematiker Claude Hardy (o. 1598–1678) beskrevet, hvorledes han prøvede at overtale Debeaune til at udgive flere matematiske arbejder (Bartholin 1661, s. 55–60). Debeaune var imidlertid tilbageholdende på grund af andet arbejde, sygdom og manglende tillid til, at det kunne lykkes at sammenstille hans ideer klart. Bartholin tilbød sin hjælp, men fik ikke i første omgang overtalt Debeaune; kort før sin død i 1652 sendte Debeaune imidlertid bud efter Bartholin og betroede ham sine matematiske arbejder.

Bartholin rejste videre til Italien, hvor han i Padua tog den medicinske



Fig. 28. Rasmus Bartholin (1625-1698). Kobberstik fra Paul Freher: Theatrum virorum eruditione clarorum, 1668.

doktorgrad. Dernæst fortsatte han til England og kom blandt andre i kontakt med landets førende matematiker, Oxford-professoren John Wallis (1616–1703). Vejen fra England til København lagde han over Holland, hvor han genså Huygens.

Efter sin hjemkomst udvekslede Bartholin nogle breve med Huygens med videnskabelige nyheder. Det er tydeligt af Huygens' breve at se, at han ikke var imponeret af de matematiske aktiviteter i København. Han opfordrede kraftigt Bartholin til at fortsætte ad de matematiske baner, han var slået ind på og til at få gjort noget mere ved Debeaunes efterladte papirer. Arbejdet med disse havde vist sig at være større, end Bartholin havde forestillet sig, idet papirerne kun bestod af spredte notater. Det lykkedes Bartholin at få færdiggjort to afhandlinger om ligninger, specielt om sammenhænge mellem rødder og koefficienter. Afhandlingerne blev udgivet i 1659 og kom til at indgå i den supplerende litteratur til *Geometria*.

Efter at Bartholin var kommet hjem, blev han så optaget af andre ting, at han ikke fandt tid til at gøre mere ved Debeaunes arbejder. Forbindelsen med Huygens blev afbrudt, fra deres sidste tid findes kun ét brev, hvori Bartholin takker Huygens for et tilsendt eksemplar af Huygens' berømte værk *Horologium oscillatorium* (1673). Bartholin klager samtidig over, at han har været væk fra de tankegange, der er i Huygens' bog, i så lang tid, at han ikke længere kan følge dem. I mellemtiden havde Bartholin udgivet den afhandling, der mere end andet bidrog til hans berømmelse, *Experimenta crystalli Islandici* (1669, Experimenter med det islandske krystal), hvori han har beskrevet sine iagttagelser af dobbeltbrydningen i det islandske krystal (jvf. bd. XIII, s. 274 ff.).

Endvidere skrev Bartholin en række korte matematiske afhandlinger og disputatser, hvoraf dog kun én er bemærkelsesværdig. Den hører til i samlingen af disputatser, *De problematibus geometricis* (Om geometriske problemer), som Bartholin udgav i årene 1664–1674. Det skinner heri igennem, at Bartholin har bevaret sin beundring for Descartes og ønsker at overbevise læseren om dennes betydning for geometrien. Bartholin tager sit udgangspunkt i Descartes' opdeling af konstruktionsproblemer i geometriske og mekaniske; førstnævnte er sådanne, der kan løses ved hjælp af geometriske (dvs. algebraiske) kurver, medens sidstnævnte kræver mekaniske (dvs. transcendente) kurver til deres konstruktion. De fleste af disputatserne indeholder langt flere filologiske, historiske og filosofiske betragtninger end matematiske, men i den syvende går Bartholin i dybden med matematiske argumenter. Den starter med et eksempel på en mekanisk kurve, nemlig den der løser det såkaldte andet Debeaune'ske problem. Dette problem, som Debeaune havde stillet i 1638, drejer sig om at bestemme en kurve, hvis tangenter opfylder nogle givne betingelser (svarende til differentialligningen $f'(x) = 1/a(x-f(x))$ med $f(0) = 0$). Man havde ikke noget eksplicit udtryk for løsningskurven ($f(x) = x+a(\exp(-x/a)-1)$), men alligevel var det muligt ud fra dens definerende egenskaber at bestemme arealet under den. Bartholin giver i den syvende disputats et nydeligt bevis for dette, men æren for det skal nok tilskrives Debeaune, idet beviset med stor sandsynlighed stammer fra Debeaunes efterladte papirer.

Stort set må det altså siges, at Bartholin efter sin hjemkomst ophørte med at være en aktiv matematiker. Han synes ellers at have haft gode muligheder for at forsøge at forbedre matematikken i Danmark. Han var professor i faget, han havde i sin ungdom sat sig ind i de matematiske strømninger, og han havde skaffet sig gode kontakter til de udenlandske matematikere, så han ved en vedligeholdelse af disse kunne have bødet på den isolation, han befandt sig i. Endelig havde han gennem sin medvirken i udgivelsen af den supplerende

litteratur til *Geometria* vist, at han var en udmærket formidler af matematik. At han i sin ungdom var interesseret i formidlerrollen, illustreres af et brev, han i 1650 sendte til Ole Worm (Meyer 1933, s. 17), hvori han fortalte, at han kunne tænke sig at udgive blandt andet Euklid og Archimedes på dansk. Disse ungdomsplaner blev aldrig ført ud i livet, ligeså lidt som hans ungdoms matematiske aktiviteter kom til at reformere matematikundervisningen eller det matematiske miljø i Danmark.

Nogle har forklaret Bartholins dalende interesse for matematik med den vanskelige situation, Danmark befandt sig i ved hans hjemkomst (Svenskekrigen, hvor professorerne fik pålagt opgaver som at sørge for indkvartering af soldater og heste), og de mange forpligtelser, Bartholin havde både inden og uden for universitetets verden. Men det er nok ikke hele forklaringen, idet det må have været muligt for Bartholin at prioritere sine opgaver. Vi kan selvfølgelig ikke vide, hvad der har dirigeret Bartholins prioritering; men det er nærliggende at tro, at han har følt sig mest tiltrukket af de opgaver, der var størst forståelse for i hans omgivende samfund, og hvori der var mest ære og inspiration at hente. Således arbejdede Bartholin flittigt med at klargøre Tyge Brahes observationer til trykning. Astronomien nød en større bevågenhed end matematikken hos de bevilgende myndigheder og studenterne. Dette skyldes formodentlig ikke blot, at astromomien havde flere umiddelbare anvendelsesområder end matematikken, men også at dansk astronomi gennem Tychos og hans elevers arbejde havde skaffet sig et sådant ry, at den blev fundet værdig til at investere penge og arbejde i. Dermed tiltrak den de dygtigste studenter; en tiltrækning, som allerede Thomas Fincke efter sigende skulle have misundt Tycho.

Hvis Bartholin havde været en matematiker af Descartes' format, for hvem der var stor international respekt, havde det sikkert ikke været så vanskeligt at skabe en større interesse for matematik i Danmark. Det ville have krævet et stort engagement i matematik at skabe bedre vilkår for faget, hvis det skulle have været gjort med de forudsætninger, Bartholin havde. Han syntes ikke at have været i besiddelse af et sådant, det var til gengæld hans samtidige, Georg Mohr.

Vort kendskab til Mohrs liv og arbejde er ikke så stort. Interessen for ham blev først vakt i 1927, hvor en matematikstudent fandt en lille hollandsk bog med titlen *Euclides Danicus* (1672) i et antikvariat. Studenten viste bogen til sin lærer, J. Hjelmslev, som konstaterede, at dens forfatter, *Georg Mohr* (1640–1697), havde løst et problem, som italieneren L. Mascheroni (1750–1800) 125 år senere gjorde kendt. Problemet var at udføre alle de euklidiske konstruktioner, som sædvanligvis løses med passer og lineal, med

en passer alene. Man fandt også hurtigt ud af, at *Euclides Danicus* også var udkommet på dansk i 1672.

Siden har man søgt oplysninger om Mohr, men det er ikke blevet til en fuldstændig biografi (jvf. Hjelmslev 1931 og Hallerberg 1960). Kilderne har været dels efterladte skrifter af Mohrs søn, Peter Georg Mohrenthal, og dels spredte bemærkninger i samtidige matematikeres korrespondance. Georg Mohr er opvokset i et københavnsk købmandshjem og er formodentlig blevet undervist hjemme; han viste hurtigt en stor interesse for matematik, men der forlyder ikke noget om, at han har kontaktet danske matematikere som f.eks. Rasmus Bartholin. Som 22-årig tog Mohr til udlandet for at studere matematik og filosofi; også han tog først til Leiden, hvor han stiftede bekendtskab med en anden begejstret matematiker, tyskeren E.W. Tschirnhaus (1651–1708).

Det er ikke muligt at rekonstruere Mohrs bevægelser rundt i Europa den følgende snes år; han har besøgt England og Frankrig, men har nok opholdt sig mest i Holland, hvor han synes at være faldet godt til. Han lærte sproget og følte sig så knyttet til landet, at han deltog i de hollandsk-franske stridigheder i 1672–73 og blev taget til fange af de franske soldater. Sønnen beretter, at han ved den lejlighed mistede værdifulde manuskripter, og at de strabadser, han var ude for, knækkede hans helbred alvorligt.

Året efter udgivelsen af *Euclides Danicus*, altså i 1673, udgav han en anden bog om euklidiske konstruktioner på hollandsk – også med en latinsk titel: *Compendium Euclidis curiosi*. Bogen blev udgivet anonymt, men det fremgår klart af et brev fra den engelske matematiker John Collins (1625–1683), at Mohr var forfatteren.

I 1675 var Mohr sammen med Tschirnhaus i Paris, hvor han kom i kontakt med Leibniz; det næste, der med sikkerhed vides, er, at Mohr i begyndelsen af 1680'erne var i København. Det er uvist, hvad Mohr levede af i alle disse år, et rimeligt gæt er, at han har ernæret sig som privatlærer. Det ser ud til, at han forsøgte at finde et levebrød i København. Han havde viseligt dediceret *Euclides Danicus* til Christian V, og denne tilbød ham da også i det mindste en stilling – som tilsynsførende for den kongelige skibsbygning. Men det var ikke sådan en tilværelse, Mohr ønskede sig, idet han mente, at det var nødvendigt for en matematiker og filosof at have fuld frihed til at dyrke sin videnskab. Hans ideer om frihed gik så vidt, at han i 1683 skrev til Tschirnhaus, at han med største forundring havde hørt, at denne havde giftet sig. I 1687 må han dog have ændret indstilling på dette punkt, idet han selv indgik ægteskab. Da han ikke kunne blive enig med Christian V om sine frihedsidealer, drog ægteparret til Holland.

Tschirnhaus havde i mellemtiden fået den idé, at han ville omdanne sit

EUCLIDES DANICUS,

Beſtaande udi Too Deele.

Dend Førſte Deel: Handler udaf de Sex Førſte/ EUCLIDIS Bøger/ de der udi begreffne Maalkunſtige Werckſtycker.

Dend Anden Deel: Giffver anledning Atſkillige Werckſtycker at giøre/ ſom Skæring/ Røring/ Deeling/ Skinbar Tegenkonſt oc Soole-viſere. Allemeſte med en Circkel (Foruden Linial at bruge) med Skærelſer af Runder.

Foreſtillet.

Af

Georg Mohr.



Prentet i Amſterdam af Jacob van Velſen.
For Authore, Aar 1672.

Fig. 29. Titelblad fra den danske udgave af Georg Mohrs Euclides Danicus, 1672.

gods Kieslingswalde til et lille *museion*. Han skrev til Leibniz om sine planer og nævnte, at han kunne tænke sig Mohr knyttet til stedet. Mohr skulle hjælpe ham med at bearbejde astronomiske observationer og udføre beregninger samt dyrke sine egne interesser. Men Mohr fandt, at også dette tilbud var for stor en indskrænkning i hans videnskabelige frihed og var derfor meget

tilbageholdende med at modtage det. Først i 1695 lod han sig overtale til at komme til Kieslingswalde, og fik således kun kort tid der.

Kendskabet til, hvad Mohr beskæftigede sig med ud over geometriske konstruktioner, er meget ringe. Hans søn skrev, at han efterlod sig tre matematiske afhandlinger. De to er allerede nævnt, den tredje er ikke genfundet, men har formodentligt handlet om formen af rødderne i en 3. grads ligning og fortifikation. Det samlede billede, man får af bemærkningerne om Mohr i hans samtidiges breve, er, at han har nydt respekt blandt sine kolleger og har været velorienteret i matematikken. Leibniz karakteriserede ham som værende meget kompetent i geometri og analyse. Endvidere fortalte Leibniz, at det var gennem Mohr, han hørte om englændernes rækkeudvikling af arcus sinus. Men som nævnt ved vi ikke, om Mohr ydede selvstændige bidrag til analysen.

Mohrs første bog, *Euclides Danicus,* synes ikke at have vakt større opmærksomhed ved sin fremkomst. Dette kan dels skyldes, at den udkom på to ikke meget læste sprog, dansk og hollandsk, og dels at Mohr ikke særlig tydeligt gør opmærksom på, hvad hans idé er; et resultat heraf har været, at man i ældre litteratur ser *Euclides Danicus* klassificeret som en Euklidkommentar. Men det er nok ikke hele forklaringen, idet Mohr sikkert selv har gjort sine kolleger opmærksom på bogens indhold, hvad et brev, Collins skrev i 1675, vidner om. Den manglende interesse for bogen hænger formodentligt sammen med en manglende interesse for Mohrs nye geometriske erkendelse, nemlig at de euklidiske konstruktioner kan udføres med passer alene.

I sin anden bog *Euclides Curiosus* tillader Mohr igen brug af lineal til konstruktioner, men nøjes med en passer med fast åbning. Han gennemfører ikke alle Euklids konstruktioner, men nok til, at grundlaget for de resterende er klart. Flere matematikere før Mohr havde spekuleret på, om det kunne lade sig gøre at indskrænke brugen af passer til én med fast åbning – kaldet en rusten passer, så det var et kendt problem, Mohr løste. Hans præstation tiltrak sig da også en del opmærksomhed, så meget at *Euclides Curiosus* blev oversat til engelsk i 1677, men stadig anonymt.

Da forfatteren til den af Mohrs bøger, der blev betragtet som interessant, var ukendt af de fleste, og da den bog, hvis proveniens var klar, ikke havde interesse i samtiden, gik Mohrs navn snart i glemmebogen.

I dag betragtes *Euclides Danicus* som en af de vigtigste danske matematiske afhandlinger fra før 1800, der vil derfor i det følgende blive givet et lille indtryk af dens indhold. I første del af bogen udfører Mohr alle de konstruktioner, der findes i de første seks bøger af Euklids *Elementer,* udelukkende ved hjælp af en passer. Således bliver punkter og cirkler de fundamentale geometriske begreber; dog er rette linier ikke helt forsvundet,

idet Mohr arbejder med begrebet en *inbildede ret linne*. En sådan er bestemt ved to punkter og kan ikke trækkes; yderligere punkter på den må konstrueres ved hjælp af passer. I anden del af bogen udfører Mohr – stadig med passer alene – nogle videregående konstruktioner, der ikke synes at være særlig systematisk valgt. Det drejer sig blandt andet om at konstruere tangerende cirkler og tangenter, der opfylder bestemte betingelser, og om at dele givne indbildte liniestykker op efter givne betingelser (f.eks. så den ligesidede trekant på det ene stykke er lig kvadratet på det andet); endvidere opgaver fra perspektivlæren (hvorunder det vises, hvordan man finder skæringspunktet mellem to indbildte linier); det hele slutter med to konstruktioner af solure. Mohrs terminologi er noget speciel; for at give et eksempel på den gengives her hans konstruktion af den vinkelrette på en ret linie i et givet punkt:

10. Frembstill:

Udaf dend ene ende B, af to foregiffvene pricker A oc B, at sætte en retstaande.

Wercket.

Beskriff et halffrund med AG (af dend andens tilgifft), oc paa CD giør et ligesidig trehiørne (af dend 1); saa staar EB Retstaande paa AB.

Beviserne i *Euclides Danicus* er overladt til læseren, der som hjælp får de i parentes anførte henvisninger til tidligere konstruktioner.

Da Mascheroni i *Geometria del compasso* (1797) tog de samme opgaver op som Mohr, sagde han, at han var blevet inspireret af at se, hvorledes en kvadrant kunne konstrueres ved hjælp af passer alene. Om Mohr har haft en lignende inspiration, eller hans arbejde skal ses som en fortsættelse af den tradition, hvor man forsøgte sig med så enkle hjælpemidler som muligt – f.eks. lineal og passer med fast åbning – er endnu ikke klarlagt.

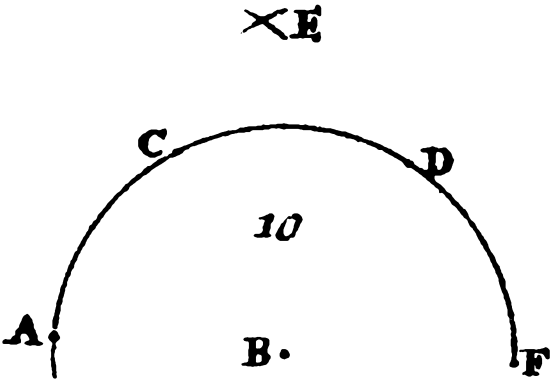


Fig. 30. Mohrs figur til tiende sætning i første bog af Euclides Danicus.

MATEMATIKKEN I DANMARK I 1700-TALLET

Hvis man betragter den danske matematik med fagets udvikling som baggrund, virker det, som om den havde en ringere status i det 18. århundrede end i det forrige. Dette gælder både undervisning og forskning. Det har tidligere været nævnt, at flertallet af 1700-tallets danske matematikere ikke fulgte så godt med i udviklingen, og at det muligvis hang sammen med, at matematikken var blevet mere kompleks. Men det har givetvis også spillet en rolle, at det i 1700-tallet ikke længere var almindeligt, at de matematikstuderende rejste til udlandet for at uddanne sig. Matematikerne fik således færre impulser til enten selv at beskæftige sig med aktuelle problemer eller give næste generation inspiration til at tage dem op. Det betød, at undervisningen kom til at sakke endnu mere bagud for udviklingen; f.eks. er det ikke førend hen i 1740'erne, at man i universitetets lektionskataloger finder forelæsninger over infinitesimalregningen.

Det betød igen, at de anvendelsesmuligheder, der var i disse discipliner, ikke kunne udnyttes. Man beskæftigede sig herhjemme århundredet igennem med matematikkens anvendelser, men var nok i højere grad end tidligere orienteret mod de meget praktiske anvendelser. Astronomien spillede således en mindre rolle for den danske matematik, end den havde gjort århundredet før. De fleste af 1700-tallets danske matematikere var involveret i disse praktiske anvendelser, enten ved at give undervisning på de tekniske skoler eller ved at være konsulenter på projekter som udbedring og bygning af diger, udlægning af landminer, konstruktion af vandings- og rensningsanlæg, anlæggelse af veje og broer, landbrugsforsøg etc. En del af matematikernes kræfter gik også til landmålingsarbejdet; det vil vi vende tilbage til.

Af de matematikere, der er blevet mest kendt for deres deltagelse i projekter af ovennævnte art, skal her nævnes to af de mest markante, nemlig *J.F. Ramus* (1685/86–1769) og *J.M. Geuss* (1745–1786). De var professorer i matematik ved universitetet i hver sin halvdel af århundredet – Ramus fra 1720 og Geuss fra 1774 – og holdt her forelæsninger over ren matematik. Ramus udgav til sin geometriundervisning *Elementa geometriae sex prioribus libris Euclidis* (1737). Han blev efterhånden så optaget af sine hverv uden for universitetet, at han fra 1747 blev fritaget for at holde sine forelæsninger. Geuss gjorde en hel del for at få forbedret matematikundervisningen ved at oversætte og sørge for oversættelser af gode lærebøger; han skrev også selv *Begyndelsesgrunde af Arithmetik, Geometrie og plan Trigonometrie,* der udkom posthumt i 1794. Endvidere skrev han en række artikler om artilleri og minérkunst i *Böhms Magazin für Ingenieure und Artilleristen* og efterlod sig mere end 60 manuskripter om løsning af praktiske problemer.

Det er svært at afgøre, om matematikernes udtalte beskæftigelse med simple anvendelser skyldtes et pres fra samfundet, eller om de gjorde det af egen tilskyndelse. Men under alle omstændigheder kan det formodes, at denne beskæftigelse har været medvirkende til, at de danske matematikere ikke havde så megen kontakt med de seneste strømninger i deres fag. Det er også svært at få rede på, hvorledes matematikken i Danmark tegner sig, hvis vi i stedet for at se den på baggrund af frontforskningen i faget vil sammenligne den med et mere alment billede af matematikken i den periode. Dette skyldes først og fremmest, at dette billede endnu er meget uoverskueligt. Dog kan det siges, at matematikundervisningen i Danmark tåler sammenligning med den, der fandtes på den overvejende del af de udenlandske læreanstalter. I det følgende vil der blive givet et lille indtryk af den danske undervisning gennem omtale af nogle få lærebøger, hvorefter vi vil se på den øvrige danske matematiske litteratur fra det 18. århundrede.

I lektionskatalogerne annonceredes forelæsningerne stadig på latin, men det blev efterhånden mere almindeligt at skrive lærebøger på dansk. Således oversatte og udvidede astronomiprofessoren *Peder N. Horrebow* (1679–1764) sin *Elementa matheseos* (1733) til *Danske Skatkammer bestaaende udi Grunden til Geometrien og Navigationen* (1745). Første del indledes med et afsnit om at beregne længden til søs og en tabel over loxodromen. Dernæst følger en gennemgang af hovedindholdet af de første seks bøger af Euklids *Elementer,* suppleret med en del af den nyere matematik, der kan knyttes hertil, såsom indførelse af de trigonometriske funktioner og en behandling af 1. grads ligninger i Descartes' terminologi. Endvidere er der et afsnit om logaritmer og deres forbindelse med differens- og kvotientrækker. Anden del af *Danske Skatkammer* er en astronomibog for søfolk.

Fra 1733 til 1777 varetoges en stor del af matematikundervisningen på universitetet af Horrebow og hans sønner *Christian P. Horrebow* (1718–1776) og *Peder P. Horrebow* (1728–1812); i hele den periode var *Danske Skatkammer* formodentlig en af de mest benyttede lærebøger. Den fik dog i 1772 en konkurrent, nemlig *Første Grunde til Regnekunsten og Algebra.* Dens forfatter *Thomas Bugge* (1740–1815) var uddannet teolog, men interesserede sig mere for matematik og astronomi. I 1777 blev han astronomiprofessor ved universitetet og forelæste i den matematik, der skulle bruges til dette fag. Han var fra 1780'erne også involveret i matematikundervisningen for sø- og landofficererne. Mest kendt blev Bugge dog for sit astronomiske arbejde.

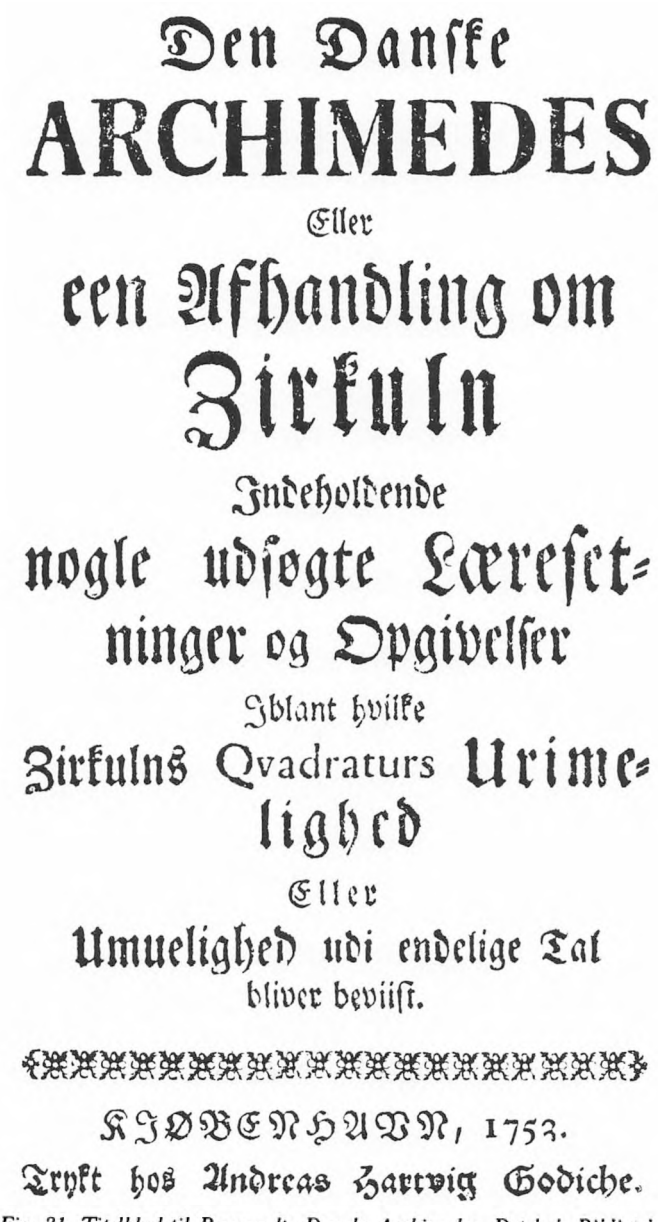
Første Grunde var tænkt som en håndbog i matematik, hvis indhold kunne tilegnes på forskellige niveauer, idet de elementære dele ikke byggede på de foregående sværere dele. I kapitlerne om regning gennemgår Bugge de fire regningsarter, roduddragning og regning med logaritmer. I algebraafsnittene

behandler han ligninger, rækker, binomial-formlen og -rækkerne. Bugges oprindelige plan med *Første Grunde* var, at den skulle følges op med yderligere fire bind, så geometrien, mekanikken, statikken, optikken, astronomien og bygnings- og krigsvidenskaberne også blev dækket. Bugge fulgte dog ikke dette skema, men udgav en hel række andre lærebøger, hvoraf de fleste som indledende titel har *De første Grunde*. Foruden regning og algebra omfattede disse lærebøger geometri, trigonometri, astronomi, matematisk geografi og flere aspekter af landmålingen. Bugges bøger blev vel modtaget, og hans sidste af *De første Grunde* (1813–14) fandt et publikum uden for Danmark, idet den blev oversat til tysk.

I forordet til *Første Grunde* fra 1772 skrev Bugge, at formålet med bogen var at give »den danske Krigsmand, Søemand, Kunstner, Haandværksmand og Agerbruger« lejlighed til at tilegne sig matematik på dansk. Bugge var ikke den eneste, der henvendte sig til dette publikum; specielt til eleverne på de militære skoler blev der i slutningen af århundredet skrevet en del lærebøger. Den mest bemærkelsesværdige er *H.J. Krebs'* (1742–1804) *Anfangsgründe der reinen Mathematik* (2 dele, 1777–78). Krebs havde studeret matematik blandt andet i Göttingen og var tillige uddannet inden for de civile og militære bygningsfag. Han blev i 1768 lærer ved artillerikorpset og i 1771 tillige ved landkadetkompagniet. Disse embeder beholdt han indtil 1803, samtidig med at han avancerede i de militære grader, og Videnskabernes Selskab optog ham som medlem i 1792. Hans lærebøger betød en hævning af det matematiske niveau – omend stadig elementært – på de militære skoler, og fik også indflydelse på undervisningen andre steder. I 1802 fulgte han sin matematiske lærebog op med mekanikkens og statikkens begyndelsesgrunde, skrevet på tysk, men de blev samme år oversat til dansk. Krebs har desuden efterladt sig en del militærtekniske skrifter.

Også undervisningen i ren og anvendt matematik ved den matematiske militære skole i Christiania gav anledning til en serie lærebøger. Deres forfatter var *P. Hirsch* (1758–1828), han havde selv fået sin uddannelse på skolen og fortsatte i 1790 som lærer ved den. Hirsch' bøger lå nok under den sædvanlige standard, men det er bemærkelsesværdigt, at selv om lærebøgerne fra sidste halvdel af århundredet adskiller sig ved deres kvalitet og den grundighed, hvormed et emne gennemgås, adskiller de sig ikke meget i selve emnevalget.

Den danske matematiske litteratur fra 1700-tallet bortset fra lærebøgerne består hovedsageligt af mindre afhandlinger: disputatser, småskrifter og artikler i Skrifterne fra Videnskabernes Selskab i København og Trondhjem. I det følgende vil det blive forsøgt at give et indtryk af nogle af disse afhandlinger ved en tematisk gennemgang.



Den Danſke
ARCHIMEDES
Eller
een Afhandling om
Zirkuln
Indeholdende
nogle udſogte Læreſet-
ninger og Opgivelſer
Iblant hvilke
Zirkulns Qvadraturs Urime-
lighed
Eller
Umuelighed udi endelige Tal
bliver beviiſt.

KJØBENHAVN, 1753.
Trykt hos Andreas Hartvig Godiche.

Fig. 31. Titelblad til Brumundts Danske Archimedes. Det kgl. Bibliotek.

Cirklens kvadratur

Den interesse, der var for dette emne i 1600-tallet, levede videre i det 18. århundrede og gav anledning til en del publikationer. Den eneste, der er af en sådan karat, at den skal omtales, er *Den danske Archimedes* (1753). Afhandlin-

gen er udgivet anonymt – med sideløbende dansk og latinsk tekst – det er dog kendt, at dens forfatter er *D.S. Brumundt,* en matematikstuderende, der ikke tog eksamen. Han mente – ligesom de førende matematikere – at det er umuligt at kvadrere en cirkel. Det var en rigtig opfattelse, men man var ikke i stand til at give et eksakt bevis for dette og måtte derfor nøjes med overbevisende argumenter, hvilket også er, hvad Brumundt forsøgte.

Tidligere havde nogle af de matematikere, der mente, at cirklen ikke kan kvadreres, henvist til, at man ikke kunne forestille sig, at en krum linie kan måles ved en ret linie. Dette argument faldt bort i slutningen af 1650'erne, da englænderen Christopher Wren (1632–1723) viste, at længden af en cycloidebue er lig med otte radier i den frembringende cirkel. Brumundt synes ikke at have været opmærksom på eller villet tage konsekvensen af dette, thi blandt de argumenter, han fremfører i første kapitel af *Den danske Archimedes,* er usammenligneligheden mellem en krum og ret linie. Han har i den forbindelse et uklart angreb på Euler, om hvem han siger, at han »vil lure sig Zirkulus Omkreds til«, men »Zirkuln leer bare af disse Lurendreierier«.

I andet og sidste kapitel af bogen sætter Brumundt sig for at finde en approksimation til π. Dette sker blandt andet ved, at han udtrykker buedifferentialet ved en uendelig række, integrerer ledvist i rækken og indsætter en værdi, der fører til en kendt bue. På den måde opnår han at bestemme π med 20 decimaler. Resultatet er ikke nyt, hvilket Brumundt er klar over, idet han bemærker dets overensstemmelse med L. van Ceulens (jvf. s. 126). Fremgangsmåden er heller ikke ny, da den har været benyttet i udlandet tidligere. Men Brumundts afhandling er dog et vidnesbyrd om, at der i Danmark i 1750'erne fandtes matematikstuderende, der var fortrolige med differential- og integralregningen og potensrækkeudviklingen for udtryk som $(1-x)^{-1/2}$. Bortset fra Jens Krafts og J.N. Tetens' arbejder, som vi skal vende tilbage til, findes der ikke mange afhandlinger, der benytter differential- og integralregningen. Derimod findes der en del, der beskæftiger sig med spørgsmålet om:

Fundamentet for infinitesimalregningen

Problemet om den rette opfattelse af differentialer, som blev omtalt i afsnittet »Træk af matematikkens generelle udvikling indtil 1800«, optog også de danske matematikere. Det var dog ikke så meget de filosofiske spørgsmål knyttet til dette problem, de søgte at løse, som det var at finde midler til at undgå problemerne. *Christian Cramer* (1699–1764), der var skoleholder og siden klokker i Århus, og som udgav flere elementære lærebøger i regning, geometri og algebra, prøvede således at gøre differentialregningen helt

algebraisk – det vil sige at komme uden om de infinitesimale størrelser. Dette skete i et 8 siders skrift *Algebraisk Nullo-Regning eller Tydelig Differential-Regning* (1748), hvor han starter med at foreslå, at man i stedet for at tale om differentialer lader et bogstav n »betegne snart noget og snart intet, og dog tractererer det som et Tall«. Det vil sige, at man i regningerne skal betragte tilvæksten n som en endelig størrelse og sætte den lig med nul i resultatet. Cramer illustrerer dette med et par simple eksempler, hvor han finder parabel- og ellipsetangenter. Netop i simple tilfælde vil hans algebraiske regel virke på samme måde som differentialregningen.

I samme stil er *Niels Morvilles* (1743–1812) afhandling *Forsøg til en ny analytisk Maade at finde Differentialerne til de foranderlige Størrelser* (1799). Niels Morville havde teologisk eksamen, men arbejdede som landmåler; i 1779 blev han medlem af Videnskabernes Selskab og publicerede i dets skrifter en række artikler om sit fag og om matematik, således også ovennævnte. Heri starter Morville med at kritisere Newton og Euler, fordi de i deres regninger negligerer visse led. Han mener, at denne inkonsistens kan ophæves, hvis man definerer dx som værende $x-x$, og tilsvarende $d(x^2) = x^2 - x^2$. Han finder da, at

$$\frac{d(x^2)}{dx} = \frac{x^2-x^2}{x-x} = \frac{(x+x)\ (x-x)}{x-x} = 2x,$$

og analogt findes $d(x^3)$, $d(x^4)$ udregnes ved at tage forholdet til $d(x^2)$, etc.

Universitetspedel *Jens P. Høysgaard* (1698–1773) udgav et forsøg på at gøre integralregningen algebraisk, *Algebraisk Quadratur eller tydelig Integral-Regning* (1759, udvidet 1767). Hans metode er at indføre intervaller af længden $1/n$, som han på et passende sted i regningerne ser bort fra. Høysgaards arbejde kan betegnes som værende en tilbagevenden til de former for integralregning, man benyttede før Leibniz, blot med den forskel, at han i vid udstrækning benytter uendelige rækker.

Spørgsmålet om, hvorledes man skal opfatte uendeligt små størrelser, hænger sammen med problemet om uendelighedsbegrebet; sidstnævnte interesserede også de danske matematikere. Jens Kraft skrev et par filosofiske artikler om dette i Videnskabernes Selskabs Skrifter (VI, 1754), hvori han dog mere beskæftigede sig med begrebets relation til materieteorien end til matematikken. Den norske matematiker *F.C.H. Arentz* (1736–1825) havde i tolvte bind af Skrifterne (1779) en lang artikel med titlen *Det er umueligt, at nogen Mathematisk Størrelse kan være virkelig uendelig.* Arentz anerkendte begreberne uendeligt små og uendeligt store som relative begreber. Men det absolutte uendelige kan man ikke tale om, thi hvis ∞ betegner det absolut uendelige, hvad skal man så stille op med ∞^2, for slet ikke at tale om ∞^∞.

Matematikhistoriske afhandlinger

Den mest bemærkelsesværdige af disse er skrevet af *L. H. Tobiesen* (1771–1839), der i 1793 blev doktor i filosofi i Göttingen, hvor han samme år udgav afhandlingen *Principia atque historia inventionis calculi differentialis et integralis nec non methodi fluxionum* (Om principperne og historien for differential- og integralregningen samt fluxionsregningen). Tobiesen var privatdocent i matematik ved Københavns Universitet i et par år, kort efter at han var blevet doktor; senere var han ved Kiels Universitet, derefter forlod han universiteternes verden og endte efter at have haft forskellige embeder som astronom ved den russiske marine. Tobiesen viser i sin afhandling, at han havde et godt kendskab til den relevante litteratur om sit emne. Han giver en kort indføring i differential- og fluxionsregningen og gør rede for deres sammenhænge. Dernæst skildrer han prioritetsstriden mellem Newton og Leibniz. Han konkluderer, at Leibniz' arbejde var uafhængigt af Newtons. Denne konklusion er ikke svær at nå i dag, hvor vi har adgang til Newtons og Leibniz' efterladte papirer; det var sværere for Tobiesen, der kun havde deres få trykte arbejder til sin disposition.

Af andre historiske arbejder kan nævnes *De ortu et progressu geometriæ* (1759, Om geometriens oprindelse og udvikling), skrevet af Peder P. Horrebow. Den tager sit udgangspunkt i den græske geometri og viser, hvorledes visse dele af den senere blev udviklet. Den græske eller rettere den pythagoræiske matematik er også emnet for *J.J. Friis'* (1753–94) *Introductio in librum Jamblichi tertium* (1790, Introduktion til Jamblichus' tredje bog). Denne afhandling udmærker sig i øvrigt ved at være den første matematiske disputats til magistergraden, der er skrevet af kandidaten selv.

Et af de klassiske problemer blev taget op i en større fremstilling i *De historia problematis cubi duplicatione* (1798, Om historien for terningens fordobling). Problemet kaldes også det deliske problem, fordi sagnet fortæller, at det stammer fra et orakelsvar, hvori det krævedes, at et terningformet alter på øen Delos skulle gøres dobbelt så stort og stadig have form som en terning. Det vil algebraisk udtrykt sige, at man skulle finde løsningen til ligningen $x^3 = 2a$. De græske matematikere gav selv en hel del løsninger til problemet, og senere kom der flere til. I nogle angives løsningen ved hjælp af skæringspunkter mellem to kurver, f.eks. to keglesnit, i andre tages der sindrige instrumenter i brug til konstruktionen af det ønskede liniestykke. Forfatteren til *De historia*, *N.T. Reimer* (1772–1832), gennemgår mange af disse løsninger og fører problemets historie op til Newton. Reimer tog ligesom Tobiesen doktorgraden i Göttingen, senere blev han professor i matematik ved Kiels Universitet.

Afhandlinger om »prøver«

Disse afhandlinger har til formål at give et middel til kontrol af regninger; de bygger på nogle talteoretiske overvejelser, som mange har været inde på, og som blev sat rigtigt i system af den tyske matematiker Carl F. Gauss (1777–1855), der i 1801 udgav en grundig behandling af begrebet kongruente tal.

Ideen i afhandlingerne er at gøre prøve i regning med hele tal ved hjælp af rester: Hvis tallene a_1 og a_2 ved division med det naturlige tal n giver resterne henholdsvis r_1 og r_2, så er resten r for $a_1 + a_2$ summen $r_1 + r_2$, hvis $r_1 + r_2 < n$, hvis $r_1 + r_2 > n$ er $r = r_1 + r_2 - n$; i de tilfælde, hvor man ikke finder denne rest r fra $a_1 + a_2$, har man udført additionen forkert. På lignende måde kan de tre øvrige regningsarter samt potensløftning og roduddragning kontrolleres.

Prøverne indeholder desuden en forenkling til bestemmelse af resterne efter division. Således benytter *J. Westerholt* (1705–1766) og *D. Merckel* i *Methodus probandi operationes arithmeticas* (1734, Metode til at prøve aritmetiske operationer), en observation vedrørende tallet 9, som andre før dem har foretaget, og som også benyttes i senere danske afhandlinger. Observationen er, at et helt tals rest efter division med 9 er den samme som den rest, man får ved at dele tallets tværsum med 9.

Niels Morville foretrak i sin afhandling *Om Prøve-Regningen med Elleve-Tallet* i Nye Samling af Videnskabernes Selskabs Skrifter, II (1783) at gøre 11 til prøvetal. Sammen med et naturligt tal betragter han det tal, man får, når man tager summen af hvert andet ciffer i det givne tal startende bagfra og derfra trækker summen af de resterende cifre. Han beviser, at hvis dette tal er positivt, har det samme rest efter division med 11 som det oprindelige tal (f.eks. vil resten for 12345 være den samme som resten for $(5 + 3 + 1) - (4 + 2) = 3$), og hvis dette tal er negativt, skal man lægge 11 til dets rest for at få det oprindelige tals rest (f.eks. kan resten af 8192 findes ved at indse, at $(2 + 1) - (9 + 8) = -14$ har resten -3, hvorfor 8192 har resten 8). Morville er af den opfattelse, at 11-prøven kan afsløre flere fejl end niprøven. Endvidere benytter han teorien til at kontrollere blandt andet rødder i ligninger med en ubekendt, og til at bestemme heltallige løsninger til visse ligninger.

Andre afhandlinger

Der var i tiden interesse for at vise, at matematik er et nyttigt fag, derom vidner en del disputatser og indlæg i programmer fra universitetet og Odense gymnasium. Vi skal ikke her komme nærmere ind på de argumenter, der

fremføres. Som tidligere nævnt var der også stor interesse for matematik anvendt til løsning af praktiske problemer; også dette resulterede i mange artikler, hvis emner det ville føre for vidt at opremse. Som et enkelt eksempel kan nævnes en afhandling af Niels Morville i Nye Samling af Videnskabernes Selskabs Skrifter II (1783), hvor han opstiller matematiske formler til bestemmelse af værdien af tienderetten på jord, idet der tages hensyn til dyrkningsmønster og jordens bonitet.

Blandt de øvrige emner, der tages op, er interpolation. Peder N. Horrebow hørte til dem, der interesserede sig for dette emne, og i 1731 publicerede han *De arte interpolandi* (Om kunsten at interpolere). Han interpolerer her i talfølger, hvis anden differenser er konstante, og viser blandt andet, hvorledes man kan finde alle led i en sådan følge, hvis man har givet størrelsen og nummeret i følgen på tre vilkårlige led. Han skrev senere mere om disse talfølger, som blandt andet dukkede op i forbindelse med astronomiske observationer.

En afhandling, der adskiller sig fra flertallet ved sit emnevalg er *Friedrich Koës'* (1684–1766) *»Ratio complanandi superficies curvas«* (Metode til at udmåle krumme overflader) i Acta Eruditorum, suppl. IX (1729). Koës sætter sig heri det mål at beregne arealet af visse pæne overflader og udtrykker resultatet ved et dobbeltintegral (dette er formodentlig det første eksempel på en formel til beregning af krumme overflader). Koës var først privatdocent og fra 1721 professor i matematik ved Kiels universitet; samtidig underviste han også artillerioffícerer i matematik. Han har foruden den nævnte afhandling efterladt sig en række mindre skrifter med emner fra den rene og anvendte matematik, specielt den matematiske geografi. På et ret tidligt tidspunkt i differentialligningernes historie, nemlig i 1715, udgav han en lille bog om løsning af sådanne, specielt interesserede han sig for, om løsningerne bør findes analytisk eller geometrisk.

Niels Morville tog også et emne op, der var usædvanligt i dansk matematik, nemlig løsning af eksponentialligninger, og han udgav en artikel herom i Videnskabernes Selskabs Skrifter, Nye Samling I (1781). Han pointerer heri, hvor ofte man træffer eksponentialligninger i forbindelse med løsning af praktiske opgaver (dødelighedstabeller, rentesregning, artilleriberegninger etc.). Indledningsvis beskæftiger han sig med problemet om at finde approksimative løsninger til sædvanlige ligninger og gennemgår fire approksimationsmetoder, hvoraf nogle også er anvendelige til ligninger, hvis eksponenter ikke er heltallige. Den ene af metoderne har han fundet hos Euler, medens en anden, der benytter logaritmer, er hans egen opfindelse. Han behandler derefter forskellige typer af eksponentialligninger, inklusive nogle der indeholder komplekse eksponenter. Ideen i løsningsmetoden er at indføre

nogle substitutioner, så de eksponentielle ligninger får samme form som de ligninger, han i indledningen løste approksimativt. (Et af de simplere eksempler er ligningen $a^x + b^x = c$, der omskrives til

$$u + u^{\frac{\ln b}{\ln a}} = c, \qquad \text{hvor } u = a^x,$$

først bestemmes en approksimation til u, og derefter kan man finde en approksimation til x).

Som afrunding på dette afsnit vil vi beskæftige os lidt mere udførligt med to af de danskere i 1700-tallet, der havde størst indsigt i matematikken, nemlig *Jens Kraft* (1720–1765) og *J.N. Tetens* (1736–1807). Ganske vist har ingen af dem skrevet epokegørende afhandlinger, men de har begge på forskellig vis gavnet det matematiske miljø.

Jens Kraft

Allerede i sin studietid ved Københavns Universitet viste Kraft, at hans matematiske interesser gik videre end de flestes. Han skrev i 1741 en kort kommentar til Newtons afhandling *Arithmetica universalis* (1707) og året efter et lille skrift *Theoria generalis* om, hvorledes man geometrisk kan konstruere løsninger til ligninger. Det var et emne, kaldet »konstruktion af ligninger« der optog mange matematikere i begyndelsen af 1700-tallet. Efter at have taget magistergraden i 1742 tog han på studieophold i Tyskland og Frankrig, hvor han beskæftigede sig med filosofi, matematik og fysik og fik øjnene op for de nye strømninger i de eksakte videnskaber. Kort efter at han kom hjem, blev han i 1747 medlem af Videnskabernes Selskab og professor i matematik ved det genetablerede Sorø Akademi.

Han har publiceret et par matematiske afhandlinger i Videnskabernes Selskabs Skrifter, V (1751). I den første sætter han sig blandt andet for at give et nyt bevis for binomialformlen

$$(x + \alpha)^m = x^m + mx^{m-1}\,\alpha + \frac{m(m-1)}{2}\,x^{m-2}\,\alpha^2 + \ldots + \alpha^m;$$

dette gør han ganske elegant ved hjælp af differentialregningen. (Han sætter

$$(x + \alpha)^m = x^m + ax^{m-1} + \ldots + hx + i; \qquad (1)$$

en differentiation og efterfølgende division med m giver

$$(x + \alpha)^{m-1} = x^{m-1} + \frac{m-1}{m}\,ax^{m-2} + \ldots + \frac{1}{m}h.$$



Fig. 32. Jens Kraft (1720-1765). Maleri i privateje.

Ved at identificere koefficienterne på højre side i (2) med dem, man får, hvis man dividererer højre side i (1) med $x + \alpha$, opnås binomialformlen). Afhandlingen indeholder også nogle geometriske argumenter for kendte sætninger i analysen; f.eks. at hvis $x = \alpha$ er dobbeltrod i et polynomium, så vil α være rod i det afledede polynomium. Dette er et forarbejde til den anden og større afhandling, hvor Kraft griber fat i problemet om at finde y udtrykt ved en uendelig række i x, når der er givet en algebraisk sammenhæng mellem x og y; eller som han selv udtrykker det, problemet om at komme fra

$$\alpha x^r + \beta x^m y^t + \gamma x^p y^l + \text{etc.} = 0$$

til

$$y = Ax^n + Bx^f + Cx^r + \text{etc.}$$

Kraft refererer til de matematikere, der tidligere har beskæftiget sig med problemet; han finder, at deres løsninger enten er for ufuldstændige eller for besværlige, hvorefter han giver sin opfattelse af den mest overskuelige løsningsmetode, der dog ifølge problemets natur ikke kan blive enkel.

Krafts væsentligste indsats for at skabe opmærksomhed om den matematiske analyses anvendelighed er den brug, han gør af den i sine mekanikbøger. Det er også dem, han huskes bedst for, idet han med dem bragte kendskabet til den newtonske mekanik til Danmark.



Fig. 33. J. N. Tetens (1736-1807). Stik af Laurens efter tegning af G. L. Lahde. KB. Billedsamlingen.

Johan Nicolai Tetens

Det er bemærkelsesværdigt, at flere af de 1700-tals matematikere, der hævede sig over gennemsnittet, var professorer ved Kiels Universitet. Den mest fremragende af disse matematiske Kielerprofessorer var Tetens. Han havde uddannet sig i filosofi, matematik og fysik i Rostock og København og blev – efter at have undervist i disse discipliner et par steder – professor i filosofi i Kiel i 1776, og kort efter også i matematik. I 1787 blev han medlem af Videnskabernes Selskab, og to år efter blev han opfordret af den danske regering til at komme til København. Det var dog ikke som underviser, man ville bruge ham, men som administrator. Han blev involveret i mange projekter (såsom organisation af digevæsenet og enkekassen og ledelse af den kongelige bank) og fik mange titler – sluttende med konferensråd i 1802. Tetens var skriftligt uhyre produktiv; af hans større udgivelser kan nævnes et filosofisk værk på mere end 1600 sider, der var stærkt inspireret af Kant, værket *Einleitung zur Berechnung der Leibrenten und Anwartschaften* (1785–86), og en udvidet oversættelse til latin af Jens Krafts *Mechanik* (1787). Det er ikke muligt inden for rammerne af dette kapitel at gå i detaljer med hans øvrige produktion, der blandt andet omfatter en række artikler i Videnskabernes Selskabs Skrifter og Acta Eruditorum. Hans emnevalg spænder lige fra meget

abstrakte matematiske teorier til, hvordan man bedst sikrer sig i tordenvejr og om månens indflydelse på vejret.

I den rene matematik beskæftigede han sig blandt andet med variationsregning (1763) inspireret af Eulers grundlæggende arbejde fra 1744, med udregning af

$$\int e^z \, dx$$

for visse funktioner z (1788) og med polynomier (1787 og 1799).

I afhandlingerne om anvendt matematik er Tetens især optaget af problemer om beregning af indbetalinger på livsforsikringer og afdrag på komplicerede gældsarrangementer. I en afhandling i Nye Samling af Videnskabernes Selskabs Skrifter V (1799) regner han på sandsynligheder i et system af stemmeafgivelser, hvor de stemmeberettigede er delt op i grupper, der efter simpel flertalsafgørelse i gruppen afgiver en kollektiv stemme. De kollektive stemmer kan eventuelt samles i nye grupper, men til sidst nås en gruppe, hvor den endelige afgørelse tages.

LANDMÅLING OG CASPAR WESSEL

Som allerede nævnt var landmåling et af de felter, inden for hvilke matematikere kunne skaffe sig et levebrød. Mange af de hidtil omtalte matematikere var i en kortere eller længere tid af deres liv beskæftiget med fremstilling af kort. Det forekommer derfor rimeligt at give et lille indtryk af, hvorledes de danske matematikere var knyttet til kartografien.

I 1552 blev det første kort udgivet i Danmark; det var udarbejdet af *Marcus Jordan* (d. 1595), der i 1550 blev ansat som matematikprofessor ved universitetet. Han brugte i øvrigt sit kort til at få en lønforhøjelse, men opgav sit professorat, idet han efter at have forladt København i 1553 på grund af pest bestemte sig for at efterkomme en opfordring fra Christian III om at arbejde videre med kortfremstilling.

Tycho Brahe havde en idé om en kortlægning af Danmark baseret på den første triangulering af riget. Faktisk triangulerede han med basis på Hven en del af Øresundsområdet, men opgav arbejdet, blandt andet fordi han hørte, at der var andre planer om en opmåling af Danmark. Flere af hans elever blev inddraget i det videre arbejde, blandt dem *Christen Hansen Riber* (1567–1642), der også i en kort årrække var professor i matematik ved universitetet, inden han blev biskop over Vendelbo stift.

Christian IV og hans rådgivere ønskede at få fremstillet nogle kort over Danmark, der var bedre end de eksisterende. Dette ønske har sikkert spillet

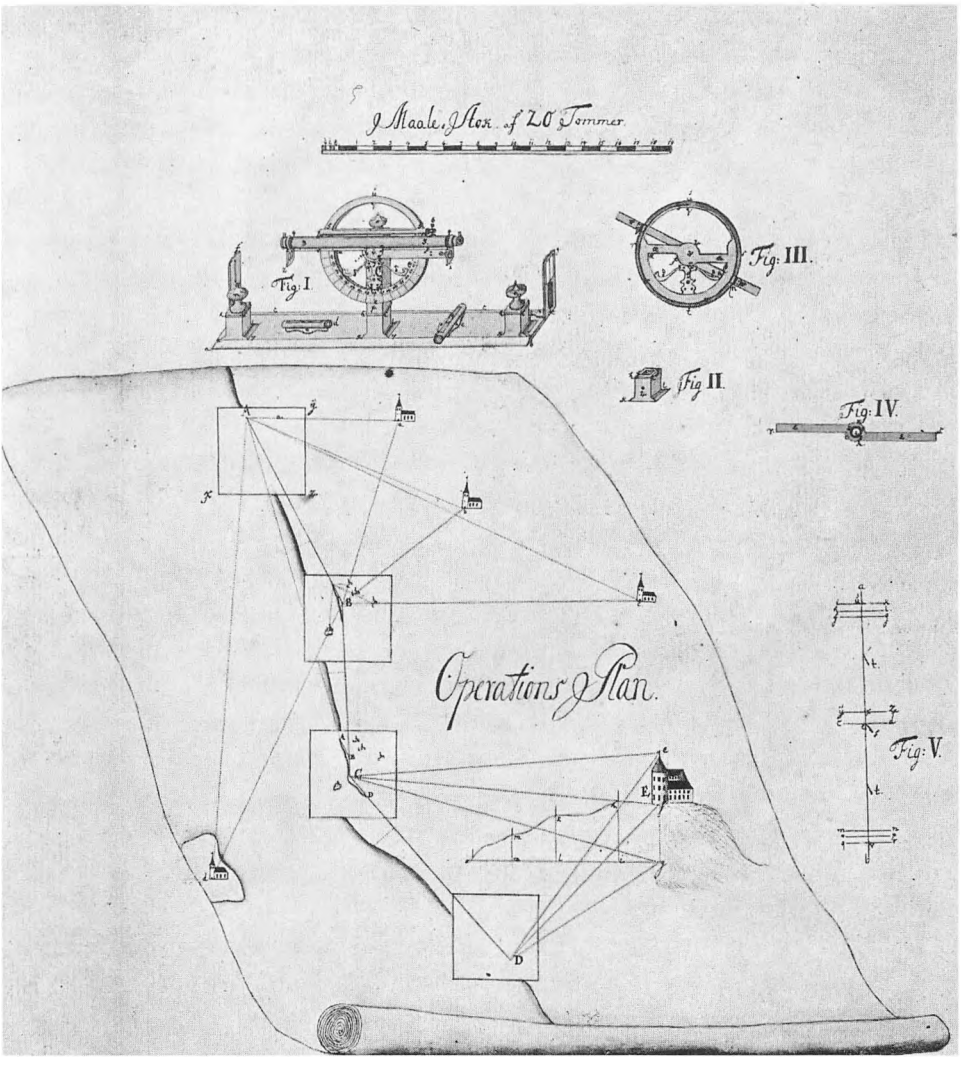


Fig. 34. Peder Koefoeds illustration til »Forklaring til Videnskabernes Societet over et Horizontal- og Vertical-Vinkelinstrument«, gengivet i A. Lomholt: Det kongelige danske Videnskabernes Selskab 1742-1942, V, s. 65.

en rolle, da de i 1623 valgte *Hans Lauremberg* til matematikprofessor for det nyetablerede Sorø Akademi. Lauremberg havde samtidig med, at han var lærer i latinsk poesi i Rostock, tegnet nogle kort og vist interesse for en opmåling af Danmark. Han fik overdraget denne opgave som et betalt ekstrajob med løfte om en ekstra belønning for hvert færdigt kort. Lauremberg dyrkede samtidig sine mange andre interesser og har næppe investeret så mange kræfter i landmålingen, som kongen havde forestillet sig. I alt fald

syntes denne, at arbejdet gik for langsomt – han havde nok heller ikke gjort sig klart, hvilken sen proces en opmåling af landet var. Endvidere var kongen og Lauremberg ikke enige om, hvor de færdige kort skulle udgives, idet kongen ønskede, at det skulle foregå her i landet, medens Lauremberg hellere ville benytte erfarne hollandske trykkere. Resultatet blev, at Christian IV i 1647 lod opmålingsarbejdet overgå til *Johannes Mejer* (1606-1674), der fik titel af kongelig mathematicus. På det tidspunkt var der endnu ikke udgivet nogen af Laurembergs kort, men senere dukkede der nogle kort op, som med stor sandsynlighed stammer fra ham (Nørlund 1943, s. 51–52). Lauremberg inddrog landmåling i sin undervisning på Sorø Akademi og udgav en lærebog om emnet *(Gromaticæ libri tres,* 1640, Tre bøger om landmåling).

I det følgende hundrede år var man stadig interesseret i at få bedre kort over Danmark, og der blev gjort en indsats for dette på forskellige felter – uden at der fandt nogen samlet planlægning sted. I 1757 indsendte kartografen *Peder Koefoed* (1728–1760) en ansøgning til Videnskabernes Selskab om at blive professor i matematik ved Odense Gymnasium, han ville så til gengæld udarbejde specialkort over samtlige danske provinser. Selskabet blev enigt om at anbefale dette over for Frederik V, og Koefoed fik sit professorat og begyndte på kortfremstillingen, men døde kort efter. Matematikprofessoren *Christen Hee* (1712–1782) foreslog i Videnskabernes Selskab, at man fulgte Koefoeds arbejde op, samtidig med at man tog nye og bedre metoder i brug. Hee's initiativ førte til, at kortlægningen af Danmark i 1761 blev overdraget en kommission under Selskabet med Hee som tilsynsførende. Hee påtog sig at uddanne egnede folk ved at holde forelæsninger om landmåling på universitetet.

Det blev ret hurtigt klart, at landmålingen var mere mandskabskrævende, end man hidtil havde forestillet sig. Man startede med at ansætte to landmålere, hvoraf den ene var den senere astronomiprofessor Thomas Bugge, der efter kort tid helligede sig observationsarbejdet knyttet til landmålingen. Desuden blev der ansat et par studenter og nogle praktiske hjælpere. Men staben udvidedes hurtigt, så man kom op på at have otte landmålere og hjælpere til disse. Alligevel tog det næsten hundrede år, inden arbejdet var færdiggjort. I landmålernes ansættelse blev der lovet dem avancement til en mere behagelig stilling (der ikke involverede markarbejde), når de havde »distingveret« sig. Men det kneb stærkt for staten at holde dette løfte, og konsekvensen blev for manges vedkommende en ikke særlig godt betalt livsgerning inden for landmålingen.

I 1764 blev der ansat to nye landmålere, hvoraf den ene var Niels Morville, som senere forgæves forsøgte at få en stilling som matematikprofessor. Den anden var den norske jurastuderende Ola Wessel; hans yngre broder *Caspar*

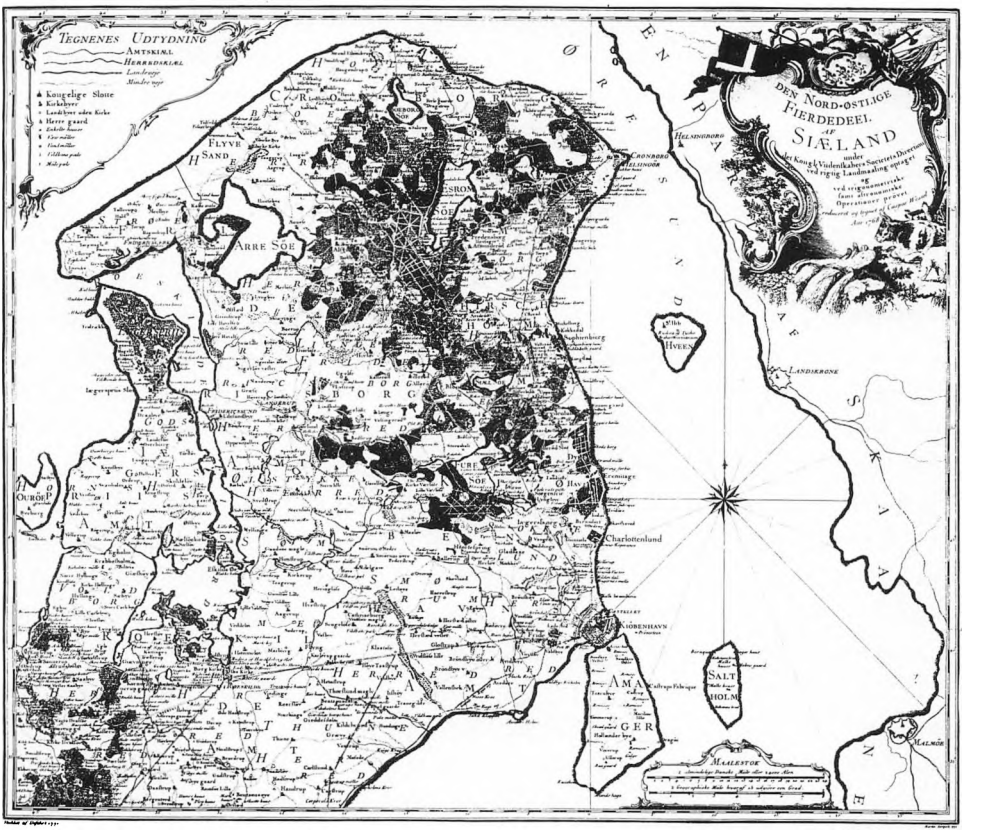


Fig. 35. Caspar Wessels kort over det nordøstlige Sjælland.

Wessel (1745–1818), der også studerede jura, blev aspirant. Caspar blev så engageret i landmålingsarbejdet, at han først i 1778 besluttede sig for at gøre sine jurastudier færdige og søge Videnskabernes Selskab om et års orlov. Ansøgningen blev anbefalet af Christian Hee, der blandt andet skrev følgende:

»Denne C Wessel kand ej sættes i parallel med broderen [Ola Wessel] som havde det ypperligste genie ieg haver kiendt, havde stor Hardiesse, var entreprenant og naar ham fattedes penge, laante hand af sine gode venner, gik paa masceraden og vandt undertiden i en aften, meere end hand fortiente i et aar ved Landmaalingen . . . Denne derimod har et godt, men meget langsom hoved, og naar hand foretager sig at studere en ting, har hand ingen roe førend hand kand approfondere ret«. (Lomholt 1961, s. 44).

Caspar Wessel fik sin orlov og sin juridiske eksamen, men fortsatte i sit embede. Han avancerede efterhånden gennem de forskellige landmålingsembeder og fik megen anerkendelse for sit arbejde, hvor han var involveret i

mange af processerne omkring landmåling: triangulering, opmåling, trigonometriske beregninger, reduktion og tegning af kort. I 1809 hædrede Videnskabernes Selskab ham med en sølvmedalje, og i 1815 blev han ridder af Dannebrog. En anden af Caspars brødre, digteren Johan Herman Wessel, karakteriserede ham således:

Han tegner Landkort og læser Loven
Han er saa flittig som jeg er doven.

Af Wessels korte selvbiografi fremgår det, at han selv mente, at hans største fortjenester lå inden for landmålingen. Alligevel er han i dag bedst kendt for at være den første, for hvem det lykkedes at finde en geometrisk repræsentation af de komplekse tal. Således finder man i alle nyere fremstillinger af de komplekse tals historie en omtale af hans eneste matematiske afhandling *»Om Directionens analytiske Betegning, et Forsøg anvendt fornemmelig til plane og sphæriske Polygoners Opløsning«*. Den blev præsenteret for Videnskabernes Selskab af J.N. Tetens i 1797 og trykt i Selskabets Skrifter i 1799 – som det første arbejde optaget af en person, der ikke var medlem. Det viser, at man i hans samtid tillagde Wessels arbejde betydning, men hverken Wessel eller de samtidige matematikere så det i det perspektiv, som man gør i dag.

Dette skyldes dels, at der ikke synes at have været nogen danske matematikere, der interesserede sig for problemet om de komplekse tals repræsentation, og dels at selv om Wessel løser dette problem, er det ikke det mål, han sætter sig i artiklen. Da Wessels arbejde er blevet så kendt og er det mest originale bidrag til matematikken i den her betragtede periode, vil hovedtrækkene i det blive skitseret i det følgende.

Gennem hele afhandlingen skinner det igennem, at Wessels formål er at finde et middel, så han kan benytte regneoperationer på liniestykker – og vel at mærke regninger, der ligner dem, man bruger til talbehandling.

Han betragter en plan, hvor han har indført en enhed, betegnet 1, der har længden én og en given retning. Retningen af andre liniestykker angives ved de vinkler – direktionsvinklerne – de danner med enheden. Wessel starter med at definere, hvad han vil forstå ved en sum og et produkt af to liniestykker i planen; hans definition gengives let forenklet med en illustration (figur 36), der ikke findes hos ham. Summen af to liniestykker *ab* og *bc* med et punkt fælles defineres som liniestykket *ac*. Lad *oa* være enheden, produktet af liniestykkerne *ob* og *oc*, der har direktionsvinklerne $aob = u$ og $aoc = v$, defineres som liniestykket *od* bestemt ved, at $< aod = u + v$, og ved at længden af *od* er lig med produktet af længderne af *ob* og *oc*.

For at kunne udtrykke disse to operationer analytisk foretager Wessel et skridt, som i dag forekommer en matematiker naturligt, men som var en nytænkning på hans tid, nemlig at indføre nok en enhed, ε, der har en

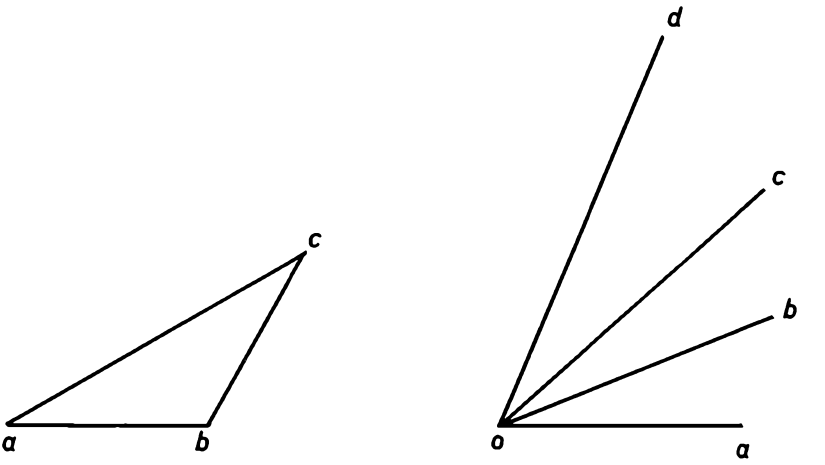


Fig. 36. Figurer til Wessels definitioner af addition og multiplikation af liniestykker.

direktionsvinkel på 90°. Ved hjælp af sine definitioner af addition og multiplikation kan Wessel vise, at han kan skrive ethvert liniestykke i planen på formen $r\,(\cos v + \varepsilon \sin v)$, og at man kan regne med disse på sædvanlig måde, når man opfatter ε som $\sqrt{-1}$. Han har således fundet de ønskede analytiske udtryk.

Det fremgår endvidere klart af afhandlingen, at Wessel ser polygoners opløsning som den vigtigste anvendelse af de analytiske udtryk. At opløse en polygon vil sige at beregne ukendte sider og vinkler i en polygon ud fra kendskabet til nogle givne sider og vinkler; det er en opgave, Wessel meget ofte er stødt på i sit landmålerarbejde. Han illustrerer, hvorledes de analytiske udtryk kan bruges til løsning af denne opgave. Dernæst søger han en metode til at overføre proceduren til bestemmelse af ukendte størrelser i en sfærisk trekant. Dette lykkes også for ham, idet han indlægger to komplekse planer vinkelret på hinanden med fælles reel enhed i kuglen. De to imaginære enheder kaldes henholdsvis ε og η, og han kan da skrive en radius i kuglen på formen $x + \eta y + \varepsilon z$. Addition af sådanne to udtryk går let, derimod kan Wessel ikke tale om multiplikation, idet $\varepsilon \cdot \eta$ ikke umiddelbart kan tillægges nogen mening. Men Wessel behøver heller ikke multiplikationen til sit formål, for ham er det nok at vise, at $x + \eta y + \varepsilon z$ ved en drejning om η-aksen på vinklen v vil blive ført over i $\eta y + (x + \varepsilon z)\,(\cos v + \varepsilon \sin v)$, og at x- og y-koordinaten vil blive ændret tilsvarende ved en drejning om ε-aksen. Ved at dreje en sfærisk trekant om skiftevis de to akser, indtil den kommer tilbage til udgangspositionen, får han en relation, som han kan benytte til bestemmelse af ukendte sider og vinkler. Han har dermed nået sit mål, der dog må siges at være mere teoretisk tilfredsstillende end praktisk anvendeligt.

Nogle har i Wessels procedure for sfæriske trekanter set en forløber for de firdimensionale quaternioner, som den irske matematiker R.W. Hamilton (1805–1865) indførte i midten af 1800-tallet efter længe forgæves at have søgt en udvidelse af de komplekse tal til det tredimensionale rum. Wessels analytiske udtryk kan da også udvides til sådanne; vi ved imidlertid ikke, om han selv har søgt efter en multiplikation for det tredimensionale tilfælde, kun at han understreger, at dette ikke behandles algebraisk – d.v.s. der mangler en multiplikation. Men også uden tilknytning til quaternionerne er Wessels arbejde enestående. Inspirationen til det har han givetvis fået fra sine trigonometriske beregninger i forbindelse med landmålingen. Han var så optaget af det aspekt, at han ikke med et ord nævner, at han også har opnået en repræsentation af de komplekse tal, selv om han klart i afhandlingen demonstrerer, at han var fuldt fortrolig med sammenhængen mellem de komplekse tal og de analytiske udtryk.

De udenlandske matematikere blev ikke opmærksomme på Wessels danske artikel, så det blev J–R. Argand (1768–1822) der fik æren for at være den første, der havde fundet en geometrisk fortolkning af de komplekse tal. Argand offentliggjorde sit arbejde derom i 1806, senere fremførte C.F. Gauss, at han i et ikke offentliggjort manuskript fra 1799 havde været inde på det samme som Argand. Først et lille hundrede år efter, at Wessel havde skrevet sin afhandling, tiltrak den sig virkelig opmærksomhed. Dette skete, fordi en omtale af den i S.A. Christensens doktordisputats (Christensen 1895) gjorde Sophus Lie og Christian Juel interesseret i Wessels ideer (jvf. Juel 1895). 100 år efter, at Tetens havde præsenteret Wessels arbejde for Videnskabernes Selskab, blev det udgivet på fransk og har siden været almindelig kendt.

MATEMATIK EFTER 1800

Betegnelsen Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet eksisterede siden oprettelsen i 1850, og alene af dette navn fremgår matematikkens særstilling, og selvom fagets navn gled ud ved ombenævnelserne i 1970 er det ikke urimeligt at den gamle benævnelse også benyttes i det nærværende jubilæumsværk.

For i modsætning til de eksperimentelle og observerende videnskaber er matematik et filosofisk fag, men dets rolle som redskabsfag bevirkede at det i 1850 fulgte fysikken og astronomien ind i det nye fakultet, og det vil sikkert forblive her, uanset at det har fået en stadig voksende betydning som hjælpefag også for universitetets andre fakulteter, det teologiske dog undtaget.

Den senere omtalte professor Chr. Jürgensen skrev i 1834 »nogle Bemærkninger om det mathematiske Studium« (Jürgensen, s. III–XVIII) hvori han fremstiller de tre motiver til at dyrke faget, og de følgende afsnit vil bidrage til at belyse disse motivers i tidens løb vekslende betydning, dels alment og dels med særligt henblik på vort universitet.

Det første motiv Jürgensen nævner er at matematik er et led i den »almene Dannelse«, idet dette er »mere eller mindre dunkelt følt eftersom den nu engang har faaet Plads her«. Ved universitetet fandtes dengang et matematisk kursus som var obligatorisk for samtlige studerende, men senere blev denne undervisning helt overtaget af de højere skoler. Matematikkens evne til at opøve i logisk tænkning har ofte været anfægtet, men man har også i den sidste menneskealder oplevet virkningerne af en international bevægelse, hvor forkæmpere for den »ny matematik« endog har søgt at bringe faget ind på et tidligt trin i barneskolen, og fagets rolle i den almene undervisning får stor betydning for universitetets virke ved den omkring midten af forrige århundrede indførte embedseksamen for den højere skoles matematiklærere.

Det andet motiv Jürgensen nævner er matematikkens anvendelse som redskabsfag. Ved år 1800 implicerede dette endnu kun en mindre personkreds, men teknikkens hurtige udvikling førte i 1829 til oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt, og et stadig voksende antal Danskere fik nu kendskab til »højere matematik« (som i denne forbindelse især vil sige differential- og integralregning, der er så vigtige for teknik og fysik). Af praktiske grunde indførtes et – efterhånden formaliseret – fællesskab mellem læreanstaltens undervisning og den fundamentale del af universitetets matematikundervisning, og dette fællesskab har varet langt op i tiden, den sidste del af det blev ophævet 1942. I den senere tid, hvor matematikken har fundet indpas også i andre fag, er anvendelsesrettede kurser indført mange steder, og dattervidenskaber som matematisk statistik og datalogi er udskilt.

Det tredie motiv er at matematikken kan studeres af »det lille Antal der udelukkende, eller rettere fortrinsvis dyrke den (thi hiint kunde vel aldrig nogen videnskabelig Mathematiker bekvemme sig til) for dens egen skyld som Hovedformaal og for at bringe Erkjendelsen sin Fuldkommenhed nærmere«. Karakteristisk ved denne udtalelse er bemærkningen i parentesen, thi som det vil fremgå af de følgende afsnit gjaldt det for det meste af forrige århundrede, at et videnskabeligt matematisk studium var noget som blev drevet jævnsides med andre arbejdsområder og interesser (måske rummer bemærkningen dog også et lille hib til Jürgensens kollega Ramus som senere skal omtales). Dette forklares tildels ved at datidens matematik ikke var mere omfattende end at den vanskelig kunde udfylde et menneskes hele tilværelse. Men på den anden side må man indrømme, at de videnskabelige bidrag som kommer fra dansk

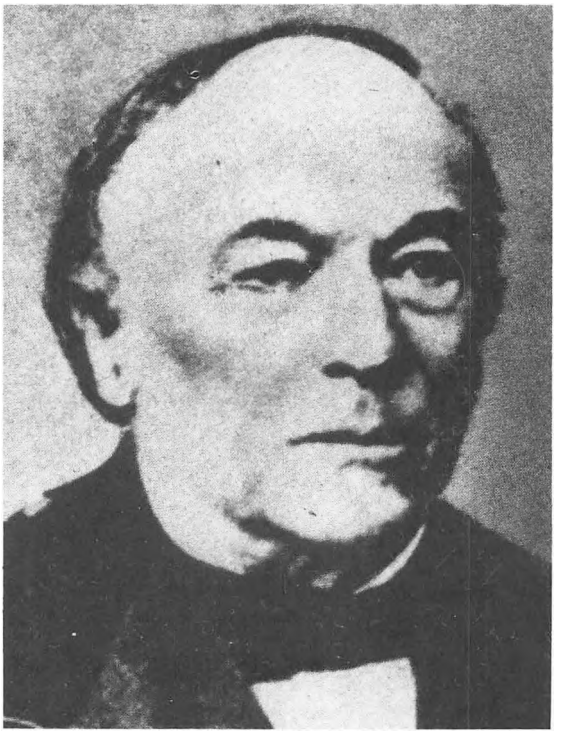


Fig. 37. Thomas Clausen (1801-85). Sønderjyde, arbejdede i sine yngre år i Altona hos Københavns astronomiprofessor Schumacher, efter 1843 i Dorpat (Estland). Han publicerede ca. 150 arbejder af astronomisk og matematisk indhold, især i de store nye tidsskrifter Astronomische Nachrichten (grundlagt af Schumacher 1823) og Crelles Journal (fra 1826). Som videnskabsmand må han af type karakteriseres som problemløser med små kortfattede artikler. Foto efter 1850, gengivet efter Biermann, 1964, s. 160.

side inden det store omslag ca. 1870–80 næppe har efterladt sig internationale spor, og når perioden inden disse år dog må betragtes som en opgangstid, så skyldes det at udlandets landvindinger gennem et godt lærebogsmateriale blev gjort bekendt herhjemme. I den følgende tid står den danske matematiske videnskab højt, også målt med international målestok, dyrket af en noget større men dog ret sluttet kreds, koncentreret om Københavns Universitet og Polyteknisk Læreanstalt. Efter sidste Verdenskrig er forholdene ændret, idet den matematiske vidensmasse er vokset, så selvom den dybere indsigt egentlig lader fagets enhed fremgå klarere, så mægter ingen at overskue det hele; kredsen af matematikere er vokset, og samtidig er der opstået nye studiecentre rundt i landet.

Bortset fra de sidste 25 år er den højere matematiks historie i Danmark i det her betragtede tidsrum altså det samme som dens historie i København, men ingenlunde det samme som dens historie ved universitetet. Det er allerede antydet at Polyteknisk Læreanstalt kom til at spille en væsentlig rolle, men der fandtes også andre tyngdepunkter, som Videnskabernes Selskab og de militære skoler, og ligeledes har fremtrædende matematikere før og efter sidste århundredskifte været ansat i private virksomheder, og alt dette finder naturligt plads i den følgende beskrivelse.

Man kan i denne forbindelse spørge om der fra 1800 til 1864 var nogen vekselvirkning med monarkiets andet universitet, Kieleruniversitetet, således som der var indenfor nogle andre fag, men det var ikke tilfældet. To tidligere matematiske professorer fra Kiel, *J. M. Ljungberg* (1748–1812) og hans efterfølger *J. N. Tetens* (1736–1807) var af Schimmelmann hentet til København, hvor de virkede indenfor hhv. fabriksvæsenet og finansvæsenet, men efter Tetens fik faget en meget ringe placering i Kiel (senere vil matematikkens svage stade ved Københavns Universitet år 1800 blive omtalt, men det har vist været fuldt så dårligt ved adskillige tyske og andre universiteter), og da der i 1833 med Scherk kom en bedre matematiker holdt han sig fjernt fra København, og hans optræden som aktiv forkæmper for tyskheden under oprøret 1848–50 førte til hans afsked i 1852 (om matematikken i Kiel se Schönbeck 1968). Det skal her lige nævnes, at i begyndelsen af 1900-tallet fik en Kielerprofessor, Max Dehn, stor betydning for to danske matematikere, Poul Heegaard og Jakob Nielsen.

En enkelt dansk matematiker falder dog helt udenfor Københavnskredsen, og kan derfor ikke finde plads i de følgende afsnit, men bør omtales, da han efter de ældre Georg Mohr og Caspar Wessel er den tredie af internationalt ry, og da hans danske tilhørsforhold synes lidet kendt. Det er *Thomas Clausen* (1801–85). Han fødtes i små kår i Sottrup (Sundeved), hvor hans gode anlæg blev opdaget af den stedlige præst, der var en dygtig astronom, og som efter at have oplært ham anbefalede ham til Schumacher; denne beklædte astronomiprofessoratet ved Københavns Universitet, men var stationeret i Hertugdømmerne hvor han ledede opmålingerne (se afsnittet om geodæsi), og han havde et observatorium i Altona. Skønt Clausens kantede karakter førte til gnidninger tog Schumacher sig faderligt af ham, og introducerede ham bl.a. hos den store Gauss. Clausen arbejdede ivrigt med algebraiske, geometriske og astronomiske emner og var flittig bidragyder til den nyligt påbegyndte Crelles Journal. I denne meddeltes 1840 den berømte Clausen-v.Staudts sætning (om en ejendommelig egenskab ved de såkaldte Bernoullital), og i samme bind angav han de 5 eksisterende Hippokrates halvmåner (opr. et problem fra oldtiden; Clausen turde dog kun udtrykke en formodning om at hans liste var komplet, dette vanskelige talteoretiske problem er opklaret af russiske matematikere ca. 1950). Hans store regnefærdighed satte ham i stand til at angive et 14-cifret primtal, den tidligere rekord med et 10-cifret var sat ca. 100 år tidligere af den store Euler. Efter ophold forskellige steder i Tyskland endte han som en højt hædret leder af det dengang berømte observatorium i Dorpat (nuv. Tartu) i Estland (meget om Clausen kan findes i Biermann 1964, s. 159–198).

En anden dansk emigrantmatematiker, den kendte gruppeteoretiker *H. F.*

Blichfeldt (1873–1945) har mindre interesse i denne oversigt, da hans hele uddannelse og virke faldt udenfor rigets grænser. Han udvandrede som 15-årig til USA, hvor han tilbragte det meste af sit liv ved Stanforduniversitetet i Californien.

Københavns Universitet har haft en matematisk lærestol i hvert fald siden 1539, og da der i 1621 kom endnu en, fik indehaveren af den nye stilling titlen Mathematicus Inferior, medens Longomontanus, der beklædte det gamle embede, blev Mathematicus Superior. Betegnelserne skyldes måske den fagdeling som i hvert fald blev effektiv, nemlig at det gamle embede i realiteten blev en lærestol i astronomi, altså den himmelske matematik, medens den nye professor tog sig af den jordiske. I de formelle stillingsbetegnelser bekræftedes dette efterhånden, definitivt i 1836 (Slottved s. 144), og det er derfor kun den anden stilling som har interesse her. I 1788 oprettedes endnu et matematisk professorat, og universitetets rene matematik trådte altså ind i 1800-tallet med to undervisere, hvilket dog snart atter reduceredes til en. Hvad der siden da har udviklet sig heraf skal beskrives i det følgende, idet det dog for den sidste menneskealders vedkommende må blive en ret skematisk oversigt, også fordi den rivende udvikling har medført at København nu kun er et – omend det vigtigste – blandt landets matematiske studiecentre.

Beskrivelsen er inddelt i generationslange perioder ved årstal, men disse må ikke opfattes altfor absolut, idet skillepunkterne oftest vil omfatte flere tidsmæssigt omtrent sammenfaldende begivenheder. Især for den ældre tids vedkommende vil man hyppigt se at de betydende matematikere kommer i små jævnaldrende grupper, mere end man statistisk skulde vente; dette skyldes vel i nogen grad gensidig inspiration og konkurrence, men ejendommeligt er det at i 1871–73 fødtes foruden fire senere omtalte professorer i faget og professoren i forsikringsmatematik J.F. Steffensen og endnu en dr.phil. i ren matematik (E. Schou, senere professor i maskinlære) også den ovenfor omtalte emigrant Blichfeldt.

DANSK MATEMATIK HÆVES FRA DET PROVINSIELLE

Matematikken og romantikken. 1800–1830

I første del af 1800-tallet havde matematikken ved Københavns Universitet en placering som ligner den som filosofien i en senere periode kom til at indtage. For efter at forholdene var regulariserede ved artiumsordningen af

1805 havde fagets lærere – udover at eksaminere i matematik ved den adgangsgivende artiumsprøve – som deres væsentligste pligt at undervise til og afholde eksamen ved *Anden Eksamen,* der var obligatorisk for samtlige studerende efter et års studium. Derudover kunde de afholde kurser og give vejledning i videregående emner, dette var normalt privatim eller privatissime (d.v.s. mod betaling), og da et egentligt studium af matematik sædvanligvis måtte anses for »brødløst« var søgningen ringe og emnerne sjældent vidtgående, således forekom infinitesimalregning kun undtagelsesvis.

Til at varetage dette havde universitetet siden 1788 to egentlige matematikprofessorer foruden professoren i astronomi. Denne sidste, *Thomas Bugge* (1740–1815), forelæste lejlighedsvis over matematiske emner som f.eks. sfærisk trigonometri, men hans arbejdskraft var i øvrigt fuldt beslaglagt af geodætiske og astronomiske arbejder og offentlige hverv (se kapitlerne om geodæsi og astronomi). Matematikprofessorerne var *Jeremias Wøldike* (1736–1813) og *Jacob Andreas Wolf* (1749–1819), begge aldrende mænd uden egentlig videnskabelig fortid, og de gennemgik pligtmæssigt de lidet inspirerende elementære tyske lærebøger af Kästner og Karstens (den første af disse blev dog oversat til dansk af Wolf).

Ovenfor nævntes at matematikstudiet ved universitetet var brødløst, og dette hænger sammen med at det ikke gav nogen forret ved besættelsen af lærerstillingerne ved landets latinskoler. År 1800 indledtes ganske vist et forsøg på at uddanne faglærere til disse ved det *pædagogiske seminarium.* Det blev drevet i ret nær tilknytning til universitetet (således med fælles lektionskatalog), og havde praktik ved Metropolitanskolen, hvis lærer Linderup også overtog seminariets matematikundervisning, men det blev ikke nogen succes og efter en halv snes år løb foretagendet ud i sandet.

Landets bedste matematikundervisning blev utvivlsomt givet ved de militære skoler. Landkadetakademiet var oprettet 1713 som en almen officersskole, og i 1772 suppleredes det med Artillericadet-Instituttet der underviste til de videnskabelige våben: artilleriet og ingeniørkorpset. Begge institutioner havde som matematiklærer den ansete *H.J. Krebs* (1742–1804). Som vidnesbyrd om den anseelse uddannelsen nød kan nævnes, at den nedenfor omtalte professor v.Schmidten valgte at blive artillerikadet for at kunne følge sin trang til et matematisk studium (Bricka, bd. XV, s. 236). Det 1701 oprettede Søkadetakademi havde som lærere Thomas Bugge og navigationsdirektør *C.C. Lous* (1724–1804). Det er symptomatisk, at medens militærets lærere alle var medlemmer af Videnskabernes Selskab, så var universitetets to matematikere det ikke (Wolf blev det dog senere).

Hvis man betragter Videnskabernes Selskabs medlemsliste fremgår det da også, at taget som helhed var landets matematiske sagkundskab ved

århundredskiftet ikke så ringe endda. Foruden de nævnte, af hvilke Bugge indtog en prominent stilling som leder af selskabets kortlægningsarbejde og blev dets mangeårige sekretær, og de to tidligere omtalte forhenværende Kielerprofessorer, af hvilke Tetens må betegnes som en særdeles indsigtsfuld matematiker og filosof, rummer listen overlandmåler Morville og desuden to fremtrædende skolefolk, den lærde rektor Arentz fra Bergen og den nedenfor omtalte C.F. Degen, der senere kom til universitetet. På denne tid hvor der ikke fandtes egentlige matematiske journaler var selskabets *Skrifter* et middel til at publicere videnskabelige arbejder, men den omstændighed at de (ligetil 1902) kun udkom på dansk indskrænkede deres internationale betydning. Selskabet udskrev også prisopgaver som publiceredes i og også besvaredes fra fremmede lande, således i 1822 et arbejde af Gauss (som dog var blevet udenlandsk medlem af selskabet). Den senere udvikling kom til at betyde en relativ mindskelse af selskabets umiddelbare betydning for matematikken, men i forbindelse med andre initiativer vil det senere blive omtalt.

I 1813 døde Wøldike, og som hans efterfølger tog man *Carl Ferdinand Degen* (1766–1825). Han var som lille kommet herop fra Tyskland da hans fader blev ansat som kapelmusikus. Drengens gode anlæg blev opdaget af arveprinsen (Christian VIII's fader), som støttede ham så han kunde blive student og derefter benyttede ham som lærer for sine børn. Degens mangfoldige interesser bevirkede at han aldrig fik nogen universitetseksamen; han studerede musik og sprog, således har han oversat nogle af Zoëgas arkæologiske arbejder fra italiensk, og da universitetet i 1792 indførte systemet med prisopgaver fik han med det samme to guldmedailler for at besvare både den teologiske og den matematiske opgave, og senere blev han doktor på et filosofisk emne. Ved sin professorudnævnelse var han rektor i Viborg. Han havde godt kendskab til den nyere matematiske udvikling indenfor infinitesimalregning, algebra og sandsynlighedsregning, og videregav det ved sine forelæsninger, og kom derved til at indlede fremgangsperioden for matematikken ved universitetet. Han karakteriseres som elskværdig, noget pudsig, og med stor godmodighed overfor eksamenskandidaterne (DBL, bd. V s. 628), og hans yderst rosende anerkendelse af det 19-årige norske geni Abel er bekendt. Selv blev han også anerkendt i udlandet, især for *Canon Pellianus* (tabel over løsninger til den såkaldte Pell'ske ligning), og han blev korresponderende medlem af akademiet i St. Petersborg.

I 1815 døde Thomas Bugge, og da hans efterfølger Schumacher ikke kom til at opholde sig i København gav man matematikken en styrkelse ved udnævnelse af en lektor *E.G.F. Thune* (1785–1829), som endda blev ekstraordinær professor 1818; nu var der altså tre matematikprofessorer, men det varede kun et år, så døde Wolf og Thune overtog hans stilling. I virkeligheden

var Thune nærmest astronom, og da han få år efter også ansattes som bestyrer af observatoriet blev hans betydning for matematikken kun ringe.

I fortalen til Canon Pellianus takker Degen en medhjælper, den 18-årige artilleriløjtnant *Henrik Gerner v. Schmidten* (1799–1831). Efter et lovende arbejde om lineære differentialligninger (der som en ren undtagelse blev udsendt på fransk med støtte fra Videnskabernes Selskab; som nævnt ovenfor udsendtes selskabets skrifter kun på dansk) fik han støtte til en langvarig studierejse 1820–1824 til Paris og Göttingen. Bredt favnende deltog han her ivrigt i det åndelige liv, idet »hans påfaldende lighed med Napoleon hjalp ham til at vække en opmærksomhed, som han dernæst ved sine personlige egenskaber kunde fastholde« (Bricka, bd. XV, s. 236). Han arbejdede med differentialligninger og rækketeori og publicerede i internationale tidsskrifter, f.eks. 1826 i 1. årgang af det første store – og stadig eksisterende – matematiske tidsskrift *Crelles Journal für die reine und angewandte Mathematik*. Da Degen kort efter hans hjemkomst døde i 1825 blev v. Schmidten hans naturlige efterfølger (først ansat som lektor og 1827 som professor). I Videnskabernes Selskabs historie er han det medlem som er indvalgt i næstyngst alder (kun fysikeren Kraft fra selskabets tidligste år var et par måneder yngre).

V. Schmidten er den ypperste repræsentant for tidens sympatiske åndfulde matematikere, som søgte at anvende deres videnskab alment; til Ørsted skriver han »hvor er grænsen for matematikken? Dette synes mig et stort problem« (Mathilde Ørsted, s. 26). Hans dybe kulturelle interesser gjorde ham til flittig medarbejder ved *Maanedsskrift for Litteratur* og han færdedes i hovedstadens bedste kredse. Kendt er H.C. Andersens skildring fra artiumsprøven (1828): »han var saa hjertensgod som han var rigt aandeligt begavet; saa gerne vilde han give mig Mod, og vidste nu ikke selv ret, hvorledes han skulde gøre det; han bøjede sig helt over mod mig og hviskede: »hvad bliver nu det første poetiske Arbejde De giver os, naar De har taget Eksamen?« . . .« (H.C. Andersen, s. 101). Men v. Schmidten overanstrengte sig ved sine mange aktiviteter, hvortil kom professoratet ved Polyteknisk Læreanstalt som senere skal omtales, og under en rekreationsrejse døde han på St. Croix 1831. Han nåede næppe at indfri de forventninger man kunde have stillet i retning af memorable matematiske arbejder, men han inspirerede i hvert fald nogle unge der skulde blive ledende i den følgende udvikling.

En fantasirig og begejstret men overeksponeret forkæmper for den tanke, at matematikken skulde kunne forklare alt, fra de fysiske og fysiologiske fænomener til filosofien og guddomstroen var *August Krejdal* (1790–1829). I Odense Latinskole havde han som lærer haft Degen, der »ved sit fortræffelige videnskabelige Foredrag lod mig ane de salige Glæder der ventede mig«

(Krejdal, s. VII). Efter at have fået guldmedaille for en matematisk-fysisk opgave i 1814 blev han tilbudt stillingen som lektor i filosofi ved det nye universitet i Kristiania, men han afslog, og da han kort efter led den skuffelse at få forkastet en indsendt doktordisputats søgte han til provinsen som lærer, og arbejdede så resten af sit korte liv på en *Pananalysis eller Verdens Dynamik,* som blev udgivet posthumt i 1833. Heri søges alle tilværelsens fænomener forklaret ved tidens mest avancerede matematik (hvilket for Krejdal var Differential- og Integralregning); et sådant forsøg vil formentlig altid for en eftertid virke hovedløst.

Da Thune døde 1829 meldte Krejdal sig som ansøger til professoratet, der jo formelt var i matematik, men hans egen død umiddelbart efter bevirkede at der ikke blev anledning til en bedømmelse af ham. Stillingen blev ikke besat – dog ansattes snart efter astronomen Olufsen som vikar for den fraværende Schumacher – og på denne måde mistede matematikken den ene af de to lærestole, som århundredet var begyndt med.

En matematiker af helt anden observans end Krejdal var *Georg Frederik Ursin* (1797–1849). Egentlig var han astronom, og han var i en årrække ansat som observator ved universitetet, men samtidig var han matematiker med blikket rettet mod fagets praktiske anvendelser. Han udgav elementære lærebøger, bl.a. en med den for hans virksomhed karakteristiske titel *Geometri for Kunstnere og Haandværkere* (udkom i 7 udgaver), og 1827 blev han professor i matematik ved Kunstakademiet. Samme år indsendte han til kongen et forslag om oprettelse af hvad man nu til dags vilde kalde en teknisk skole; forslaget blev videresendt til universitetets professorer Ørsted, v. Schmidten, Thune og Zeise (kemiker) og resulterede sluttelig i oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt, hvorom i næste afsnit.

Århundredet var begyndt svagt (især for universitetets vedkommende), men ved Degens og v. Schmidtens indsats blev kendskabet til den nyere matematik bragt til landet, og ved deres åndfuldhed inspirerede de i hvert fald nogle elever til et dybere studium.

Håndfast oplæring på Polyteknisk Læreanstalt. 1830–60

Foran blev nævnt at man skylder Ursin det første initiativ til Polyteknisk Læreanstalt, men da anstalten oprettedes blev det ved Ørsteds indsats til langt mere end Ursin havde tænkt sig.

Men også andre faktorer spillede ind. Efter Napoleonskrigene følte trang til en forbedring af den militære ingeniørundervisning og man så naturligt hen til Frankrigs École Polytechnique som et forbillede; i 1828–29 var danske

officerer i Paris og studerede undervisningen ved denne læreanstalt for teknisk videnskab til både militære og civile anvendelser. I Danmark blev spørgsmålet nu om man skulde have en fælles anstalt eller to adskilte. Man besluttede sig for det sidste, og oprettede 1829 *Polyteknisk Læreanstalt* og 1830 den *Kgl. militære Højskole*. Det var nok en gunstig løsning, selvom der herved for matematikkens vedkommende kom to paralleltløbende uddannelser på nogenlunde samme niveau.

Polyteknisk Læreanstalt fik to studieretninger, »Mekanikere« og »Kemikere«, medens den militære højskole tog sig af undervisningen af »Ingeniører« (i ordets oprindelige forstand, d.v.s. det som senere kaldtes bygningsingeniører); det var naturligt, da ingeniørkorpset havde tradition for at stille teknikere til rådighed for monarkiets større bygnings- og jordarbejder (f.eks. Anholt fyrtårn og Ejderkanalen), og traditionen fortsattes idet videreudførelsen af landevejsnettet blev lagt under korpset i 1834.

For universitetet er det Polyteknisk Læreanstalt som får betydning, idet de to institutioner knyttedes nært sammen, lokalemæssigt og personmæssigt. Læreanstalten indrettedes i de to tidligere professorgårde i Studiestræde og St. Pederstræde (en del af det nuv. Studiegårdskompleks), altså kun få skridt fra universitetets øvrige bygninger (hvoraf jo i øvrigt hovedbygningen først fuldførtes 1836). Og universitetets professor i matematik (v.Schmidten) blev også udnævnt som lærer i faget ved læreanstalten; årslønnen var på 600 rdl, altså et væsentligt bidrag til hans (noget større) løn ved universitetet.

Læreanstaltens undervisning var i begyndelsen tilrettelagt som et 2-årsstudium og nye kurser begyndte i de ulige årstal. Matematikken var undervisningsemne i hele studietiden, og ved de senere forlængelser af denne (hvoraf den første, til 2½ år, allerede kom 1831) ændres ikke ved det forhold, at matematik er noget der doceres jævnt fordelt over de to første studieår.

Den unge v. Schmidten nåede ikke at føre første hold op til eksamen, idet han som foran omtalt blev syg og døde 1831. Både for læreanstalt og universitet var det et hårdt slag, og da der ikke var nogen selvskreven efterfølger resulterede det for universitetets vedkommende i en professorkonkurrence, den eneste som har været afholdt i matematik efter år 1800 (ved læreanstalten afholdtes en »konkurrence« i 1871, men der var kun én – senere omtalt – ansøger, og han fandtes tilfredsstillende ved prøveforelæsningerne). Indtil 1910 blev alle øvrige embedsbesættelser i faget foretaget ved kaldelse.

Til konkurrencen meldte sig tre ansøgere: *Christian Ramus* (1806–56), *Christian Jürgensen* (1805–60) og *L.S. Fallesen* (1807–40). Alle tre var elever af v.Schmidten. Ramus havde i 1831 fået universitetets guldmedaille og var deltager på læreanstaltens første hold, og ved v.Schmidtens sygdom valgte man at lade ham docere sidste del af kursus for sine kammerater. Jürgensen

var cand.jur. og forfatter til flere matematiske arbejder, bl.a. i Crelles Journal. Fallesen (broder til den senere kendte teaterchef) var også cand.jur. og havde i 1830 erhvervet guldmedaillen for den matematiske afhandling. Ingen af dem var doktorer, men alle tre skyndte sig at skrive en matematisk magisterafhandling.

Det er måske på sin plads her at omtale de af matematikere i århundredets første halvdel opnåede højere akademiske grader, også fordi det illustrerer den forskelligartede baggrund. Thune, cand.theol., havde i 1815 opnået titlen »magister artium et doctor philosophiæ« på et matematisk-astronomisk arbejde, den samme titel som den alsidige Degen – uden nogen afsluttende universitetsuddannelse – havde fået 1798 for et filosofisk arbejde. I 1824 adskiltes doktorgraden og magistergraden, uden at forskellen dog blev så stor, idet der i begge tilfælde skulde forsvares en – efter nutidig målestok ret kort – afhandling på latin; magistergraden ækvivalerede med de andre fakulteters licentiatgrad. Kort efter at ordningen var ophævet 1849 fik magistrene ret til at kalde sig doktor, og magisterkonferens blev så navn på en afsluttende kandidateksamen. Magistergraden erhvervedes 1825 af v.Schmidten, artillerifficer, og efter de tre konkurrenter kom i 1841 den tidligere nævnte teolog Mundt og i 1845 cand.polyt. Steen som omtales i næste kapitel. Endnu en polyteknisk kandidat forsøgte sig 1844, men med det triste resultat at hans afhandling (om et matematikhistorisk emne) ved det mundtlige forsvar blev afsløret som plagiat af et tysk arbejde fra 1798. Først fra 1865 kommer der igen disputatser, og de ligner den senere tids, idet det er længere afhandlinger affattet på dansk.

Til at dømme i konkurrencen 1832 nedsattes et femmandsudvalg bestående af fakultetets lærere i de nærmest beslægtede fag og de land- og sømilitære matematiklærere; blandt de første var Ørsted og Schumacher og blandt de sidste Bendz. Konkurrencen afholdtes efter reglerne fra 1788, d.v.s. 5 forelæsninger over opgivne emner, en extemporal (med 3 timers varsel), de øvrige med 14 dages (samtidig) forberedelse. Kravet om at en af forelæsningerne skulde være på latin fraveg man.

Resultatet blev at Ramus af alle dommerne blev sat forrest for sin gennemførte stringens. Det kan dog måske være rimeligt at citere fra et privatbrev fra Schumacher til Ørsted: »eigentlich glaube ich Jürgensen sei der tiefste Kopf von allen . . . in Ramus' Vorlesungen gefällt mir eine Art Ostentation gar nicht« (Harding, s. 520). Ramus fik altså universitetsstillingen (den samme lærestol som hans oldefaders broder J.F. Ramus havde beklædt 1722–69), hvormed næsten automatisk også fulgte lærerstillingen for polyteknikerne. Jürgensen ansattes 1833 som lector matheseos ved Søetaten (tit. professor 1835) og de to blev samtidig i 1834 optaget som medlemmer i

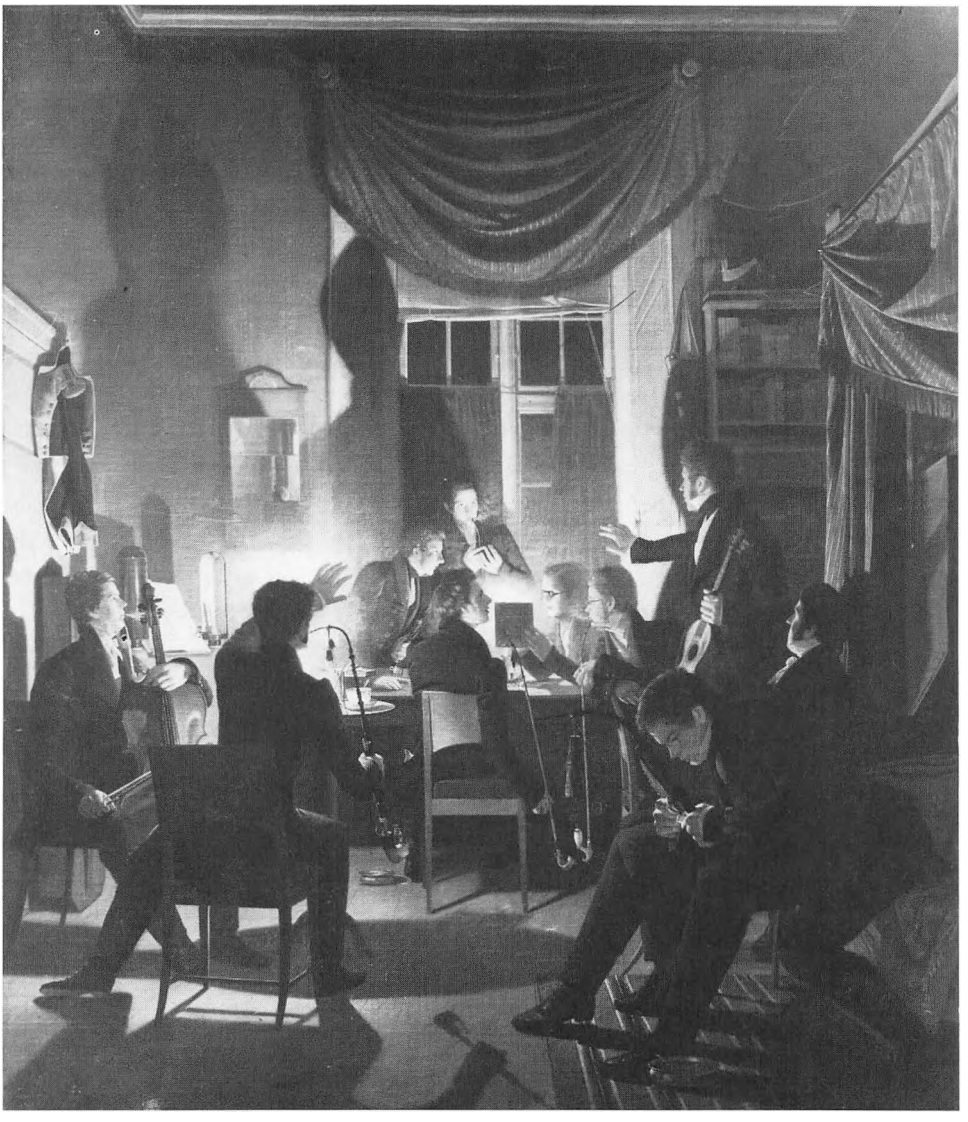


Fig. 38. I 1828 malede Vilhelm Bendz billedet »Et tobaksselskab«. Det viser unge studenter, kunstnere og militære samlet til søndagsselskab hos stud. jur. Chr. Jürgensen (1805-1860), den senere matematikprofessor. Han ses længst t.v. Nr. 4 f.h. – som tilsyneladende betragter et fysisk fænomen – er stud. theol. C. E. Mundt (1802-73), der senere blev matematisk doktor og lærebogsforfatter, titulær professor. Kunstneren har afbildet sig selv som nr. 3 f.v.; hans broder ingeniørofficeren C. L. Bendz (1797-1843) er ikke med på billedet, han var i denne periode i Paris og studerede indretningen af École Polytechnique som en forberedelse til oprettelsen af vor militære højskole, hvor han blev matematiklærer; i 1834 blev han medlem af Videnskabernes Selskab samtidig med Jürgensen og Ramus. Mundt blev medlem af selskabet 1849. Ny Carlsberg Glyptotek.

Videnskabernes Selskab. Fallesen blev *forstdocent,* da det ret matematiske skovbrugsstudium kort efter flyttedes fra Kiel til København (hvor det fik lokaler i Polyteknisk Læreanstalt), og kan dermed siges at være første indehaver af den lærestol som i 1940 blev Landbohøjskolens matematikprofessorat; han blev også inden sin tidlige død inddraget i de statslige overvejelser som resulterede i oprettelsen 1842 af *Livsforsikringsanstalten* (senere »Statsanstalten«), og hvor man antog Jürgensen som matematikkyndig direktør.

Ramus' undervisning lå på tre niveauer. For det første undervisningen til »anden eksamen«, altså for samtlige studerende i deres første studieårs vintersemester, 100–150 tilhørere, det samme antal som han eksaminerede til den adgangsgivende artiumsprøve. Emnerne er stereometri, trigonometri og elementær algebra. For det andet forelæsningerne på Polyteknisk Læreanstalt, hvor tilhørerantallet normalt var under 20. Blandt disse var også de universitetsstuderende som ønskede at lære mere matematik uden at være »polytekniske Eksaminander«, idet man for 2 rdl pr. semester kunde følge en enkelt forelæsningsrække; først i 1871 da fællesskabet normaliseres får læreanstaltens direktør bemyndigelse til at give gratis adgang for universitetsstuderende. Emnerne er »højere matematik«, d.v.s. differential- og integralregning med anvendelser i rationel mekanik. For det tredie videregående forelæsninger på universitetet, tilhørerantal 2–4, når der da overhovedet er nogen. Emner f.eks. elliptiske funktioner eller »forklaring af vanskeligere algebra og funktionsteori«.

Det er utvivlsomt undervisningen på læreanstalten som er den interessanteste del af Ramus' lærervirksomhed. Ifølge statutterne skulde der benyttes bøger på dansk, tysk eller fransk (senere kom svensk og engelsk med), og i begyndelsen benytter han Lacroix's franske, men efterhånden får han selv skrevet en række lærebøger, meget stofrige og kun uddrag læses. Som lærer er han karakteriseret som »Stringensen, Klarheden og Skarpheden selv, men tillige noget tør og lidet vækkende, næsten undselig, lærd uden synderlig Verdenserfaring; med en fast Karakter, der uden Barmhjertighed og med exempelløs Udholdenhed overholdt Fordringerne« (Steen 1873, s. 172).

Polyteknisk Læreanstalt bød på endnu et kursus af interesse for matematikere, nemlig deskriptiv geometri. Dette fag var skabt ved École Polytechnique af Monge og blev bragt til Danmark af *L.S. Kellner* (1796–1883), der sammen med Bendz havde været i Paris som en forberedelse til oprettelsen af den militære højskole (for hvilken han senere blev chef). Kellner blev lærer i faget også ved Polyteknisk Læreanstalt, og han og hans efterfølger, der først gik af 1903, fortsatte samvittighedsfuldt den franske skoles noget overdrevne undervisning i afbildningslæren.



Fig. 39. Christian Ramus (1806-1856). Med sin energiske – men lidt hårdhændede – undervisning på universitetet og Polyteknisk Læreanstalt og med sine skolebøger bidrog han til matematikkens konsolidering i Danmark. Posthum tegning efter fotografi og familiens angivelser af Henrik Olrik.

For den højere undervisning gav slutningen af perioden reformer, længe overvejede, men fremskyndet ved begivenhederne 1848–49. I 1850 kommer Madvigs reform, hvor »anden eksamen« afskaffes så kun rudimentet filosofikum bliver tilbage, og hvor artiumsprøven lægges ud til skolerne og nu også omfatter det meste af matematikken fra anden eksamen. Det er muliggjort ved en generel højnelse af lærebogsmaterialet, både for skolens ældre klasser og for videregående, og hertil har samtlige i dette kapitel nævnte personer (og enkelte andre) bidraget. Medens skolernes adjunkter hidtil oftest var teologer (der hyppigt blot ventede på et ledigt præstekald), en del polyteknikere var dog også kommet med, så reguleres nu som embedseksamen en magisterkonferens i matematik (med bifagene fysik, kemi og astronomi) med formaliserede krav i matematisk analyse, i geometri (deskriptiv og analytisk), i mekanik, i sandsynlighedsregning og oversigt over hovedtrækkene i matematikkens historie. Men ligesom de andre fag i det 1850 oprettede matematisk-naturvidenskabelige fakultet er matematikken mindreværdig, i den forstand at rektorater og visse andre højere lærerstillinger er forbeholdt personer med filologisk-historisk skoleembedseksamen.

For de andre højere undervisningsinstitutioner med matematiske fag sker der også ændringer. En bygningsingeniørretning indføres 1857 ved Polytek-

nisk Læreanstalt, medens forstundervisningen går ind under den samtidigt oprettede Landbohøjskole. Og – for at tage det på forskud – i 1868 erstattes den videnskabelige Kgl. militære Højskole med den almene Officersskole, og i 1869 Søkadetakademiet med Søofficersskolen; i de følgende hundrede år har lærerne ved disse skoler ofte en hovedstilling ved universitetet eller Polyteknisk Læreanstalt, men der er ikke en sådan vekselvirkning at det kommer til at spille nogen væsentlig rolle for udviklingen på universitetet.

I 1856 dør Ramus, og ved universitetet tiltræder Jürgensen 1857 som hans efterfølger. Med sine almene interesser, hvor han ønsker at matematikundervisningen skulde blive »et Led i et større Hele« (og f.eks. foranlediger et forsøg med at indføre infinitesimalregning i Metropolitanskolen), og med sit venlige væsen minder han om v.Schmidten, og han bliver en afholdt lærer. Men hans virke ved universitetet blev kun kort, idet han døde 1860. Han var som nævnt også forsikringsdirektør, og derfor fandt man til Polyteknisk Læreanstalt andre lærere, hvorom senere; i 1858 forpligtes dog fremtidige universitetslærere til også at undervise på læreanstalten.

Disse tiår er en fremgangsperiode for dansk matematik, dels fordi udlandets faglige landvindinger gøres bekendt herhjemme og dels fordi større kredse interesserer sig for faget, støttet af gode lærebøger. Et resultat er påbegyndelsen 1859 af *Mathematisk Tidsskrift,* som under vekslende navne levede til 1952, hvor det gik ind i en større skandinavisk enhed. Udgiverne var *H.C.F.C. Schjellerup* (1827–87, observator og udgiver af astronomisk-historiske arbejder) og *Camillo Tychsen* (1826–88, senere direktør i Statsanstalten for Livsforsikring). Det lagde ud med et så stort abonnenttal som 248. Betragtet med nutidens øjne var indholdet ret elementært; det bestod for en stor del af opgaver, og symptomatisk er det at det i 1865 (samtidig med det første titelskifte) deltes i »elementære Meddelelser« og »højere Matematik«, hvor det sidste betyder infinitesimalregning.

Periodens videnskabelige bidrag skyldes væsentlig Ramus og Jürgensen, omhandlende differentialligninger, kædebrøker, funktionalligninger og rationel mekanik. Foruden danske udgivelser giver begge en række bidrag til Crelles Journal, men det må indrømmes, at internationalt er der næppe nogen af deres arbejder som får varig betydning.

Fortsættelse. Spirer til et højere niveau. 1860–86

Universitetet har stadig kun en professor i matematik, og i denne periode er det *Adolph Steen* (1816–86).

På Polyteknisk Læreanstalt havde man følt trang til en uddybelse af Ramus' noget vanskelige forelæsninger, og Steens akademiske virksomhed begynder her som »repetent« 1841–45. Derefter deltes matematikundervisningen således at kemikerne fik deres eget mindre kursus, og dette blev 1849 overdraget til ham. Da Ramus dør efterfølges han ved Læreanstalten af et par mindre betydelige matematikere, *H. A. Pedersen* (1821–58) og *Fr. A. V. Kolling* (1833–71), men da Steen ved Jürgensens død 1860 får universitetsprofessoratet, bliver det ham som i højere grad kommer til at præge udviklingen. Ved Kollings død 1871 omorganiseres undervisningen, idet Læreanstalten fra nu af optager studerende hvert år (ikke som tidligere kun i de ulige årstal), og det toårige matematikkursus dubleres derfor. Samtidig bliver det formaliseret at universitetets matematikstuderende i de to første studieår skal følge læreanstaltens undervisning, og som følge deraf skal det stille lærer til rådighed til det ene af kurserne, og Steen overtager dette. Til det andet kursus antages som docent *Julius Petersen* (1839–1910). Kemikerne skal fremtidig kun følge en del af dette kursus og deres specielle undervisning nedlægges.

I deskriptiv geometri bliver Kellner i 1861 efterfulgt af *C. J. L. Seidelin* (1833–1909), hvis undervisning skal have været vanskelig at følge for elever uden rumsans, og været en af anledningerne til den manuduktion som længe blomstrede omkring Læreanstalten (Lundbye 1929, s. 361).

Steen var utvivlsomt en bedre pædagog end Ramus og en dårligere matematiker. Han var energisk og praktisk dygtig, og han deltog i politik både i Folketinget og i Københavns Borgerrepræsentation hvor han udnyttede sine evner som debattør. For matematikundervisningen ved skolerne og universitetet betød hans virkekraft en højnelse af standarden, og det skyldes ham at universitetets lærerstab i 1871 udvidedes med en docent i faget, *Hieronymus Georg Zeuthen* (1839–1920), som skulde blive den nyere tids første internationalt kendte danske matematikprofessor. Steen inddrog adskilligt nyt stof i sine forelæsninger såsom trekantskoordinater, projektivgeometri og partielle differentialligninger, men det må siges at meget af det havde han næppe selv forstået til bunds. Han var flittig bidragyder til Mathematisk Tidsskrift, og i videnskabelige arbejder i øvrigt beskæftigede han sig især med integration af differentialligninger. For universitet og læreanstalt udgav han en række lærebøger, men ligesom ved hans øvrige arbejder kan der i disse påpeges mangler. Den altid noble og forsigtige men klartseende Zeuthen omtaler det med ordene: »Ja den Klarhed, hvormed han fremsatte sine Tanker, og som vel kunde give dem Skin af at være ligesaa korrekte som de syntes forstaaelige, kunde maaske hos dem der tænkte dybere, gøre Manglerne mere iøjnefaldende end hos en dunklere Forfatter« (Zeuthen 1899, s. 37). Talrige eksempler kunde anføres, men lad det være nok at henvise matema-

tisk kyndige til at læse »beviset« på første side af hans *Differential- og Integralregning* (Steen 1876).

Han deltog gerne i polemik, og to berømte tilfælde skal omtales da de vedrører almene problemer for matematikkommunikation. I 1847 anklager han voldsomt i artikler og piecer læreanstaltens bestyrelse fordi den til at undervise kemikerne i matematik ikke havde ansat en matematiker (som ham selv), men en med fagets anvendelser bekendt, nemlig fysikeren Holten. Og en halv snes år senere havde filosofiprofessoren Rasmus Nielsen til brug ved filosofikum udgivet en bog, hvori »mathematiske Begreber, Sætninger og Formler meget stærkt [benyttes] som Udgangspunkter, Analogier og Opklaringer« (Madvig 1860, s. 45), og efter at Jürgensen havde udtrykt sin forståelse for dette indledte Steen en række angreb på Rasmus Nielsen som han beskyldte for matematiske fejl, og der udviklede sig nu en strid i aviser og piecer 1859–60.

Men for universitetet var det en opgangstid. Man var frigjort fra det elementære kursus til Anden Eksamen, og det fundamentale stof indlærtes på Polyteknisk Læreanstalt. Magisterkonferensordningen stillede mere bestemte krav, og der kom dygtige kandidater og derefter også en række doktordisputatser. Den første (efter et interval på 20 år) var Zeuthens 1865 efterfulgt af Julius Petersens, og ialt kreeres syv doktorer inden 1886. De fleste af disse udnytter deres jus docendi i adskillige semestre, matematik er det fag indenfor fakultetet som i lektionskataloget optræder med langt de fleste privatdocenter, og undervisningen får dermed værdifulde bidrag. Foruden nogle senere omtalte personer må nævnes geometerne *Christian Crone* (1851–1930, lærer ved Søofficersskolen og Landbohøjskolen) og *Herman Valentiner* (1850–1913, lærer ved Officersskolen og forsikringsmatematiker). Stor betydning får det også, at den i 1875 udnævnte astronomiprofessor *T. N. Thiele* (1838–1910) har betydelige matematiske interesser; hans forelæsninger over iagttagelseslære og interpolationsregning er velbesøgte (oftest et tilhørerantal mellem 10 og 20) og er et værdifuldt led i undervisningen af de matematikere som senere vender sig til den hen mod århundredskiftet opvoksende forsikringsvirksomhed, og hans originale betragtninger over matematikkens grundlag og »talmønstre« virker inciterende.

Dansk matematik begynder at give bidrag som anerkendes og stadig huskes ude i verden. Zeuthens og Julius Petersens indsats skal omtales i næste kapitel. *J. P. Gram* (1850–1916), som kommer til at indtage vigtige positioner i forsikringsvæsenet, skriver 1882 om rækkeudviklinger for funktioner approksimeret efter mindste kvadraters metode (»Gram-Schmidt ortogonalisering«) og om invariantteori. Og landets første – og for lange tider eneste – »industrimatematiker« *J. L. W. V. Jensen* (1859–1925), ansat 1881 i Internati-

onal Bell Telephone Co's Københavnsafdeling, det senere KTAS, viser 1884 eksistensen af Dirichletrækkers konvergensabscisse.

Et samlingssted skabes med *Matematisk Forening*. Dens stiftelse 1873 skyldes nok primært Thiele, men for hele kredsen var det af interesse at »fremme en livlig Samvirken til Gavn baade for den matematiske Videnskab og for dens praktiske Anvendelse« (i senere udgaver af lovene nævnes også matematisk undervisning). Medlemstallet ligger indtil århundredskiftet omkring 50. Virksomheden består væsentligt i månedlige møder med foredrag og påfølgende samvær afholdt i restaurationslokaler, altså foreløbig uden lokalemæssig forbindelse med universitetet, og der findes mange vidnesbyrd om værdien af dette samvær. Af deltagerne må foruden de ovennævnte omtales den alsidige *L. Oppermann* (1817–83); han var Jürgensens efterfølger som matematikkyndig direktør ved Statsanstalten og indvalgt som matematiker i Videnskabernes Selskab samtidig med at han beklædte universitetets lærestol i tysk (professor fra 1855) og tidligere havde han været overlærer i Århus og folketingsmand og han havde forsteksamen.

Studiet reformeres med indførelsen 1883 af skoleembedseksamen, men for matematik er forandringen dog ikke så stor, idet den tidligere magisterkonferens automatisk havde bifag (fysik, kemi og astronomi). Ved eksamenskravene bemærkes at talteori og differensregning er med (altså »diskret matematik«), og endvidere matematikkens historie med speciel fremhævelse af Euklid og Descartes. Det mod skolen rettede »elementær matematik i fyldigere og friere tilegnelse« kommer først med ændringen 1906, som også giver den humane deling af eksamen i en 1.del og en 2.del. Karakterskalaen er Ørsteds, med en bestågrænse ved et gennemsnit på 3½. Kandidaterne, hvis titel er cand. mag. som de tidligere magistres, er bedre egnet til at varetage den 1871 indførte mat.-nat. gymnasieundervisning, og de får samme rettigheder som filologer og kan altså få rektorembeder.

I 1883 lykkes det Steen at få Zeuthen ansat som professor extraordinarius, og fra da af er der to matematiske professorer ved universitetet.

DANSK MATEMATIK PÅ INTERNATIONALT NIVEAU

Bedre kår på universitetet. 1886–1910

I 1885 forlader Steen Polyteknisk Læreanstalt og Zeuthen overtager hans undervisning, og denne beholder han da han ved Steens død året efter gøres til ordinær professor ved universitetet. Ved at henvise til at et fag som allerede

1788 havde to normerede professorer nu kun har en, og at det yderligere påhviler denne at læse 6 timer om ugen på læreanstalten, og ved at henvise til de mange nye emner »som ikke burde savnes ved et Universitet, som blot gjorde nogen Fordring paa at være tidssvarende« (Årbog 1886–87, s. 20–22) lykkes det omgående at få normeret det andet professorat, og det besættes med Julius Petersen. Denne forlader dermed læreanstalten, hvor hans post indtages af dr. *P. C. V. Hansen* (1844–1917); indtil sin afgang 1915 er han en uhyre samvittighedsfuld og godhjertet men lidt kejtet lærer for hvert andet hold af stud. mag.erne, medens Zeuthen underviser de øvrige. I deskriptiv geometri er læreren stadig Seidelin, og alt er ved det gamle.

I sommeren 1890 flytter Polyteknisk Læreanstalt og dermed den grundlæggende matematik fra Studiestræde til de nye bygninger ved Sølvtorvet; fra Chr. Richardts indvielseskantate kan citeres: »Kun Husets Grundvold som det Hele bærer / er gammel, mathematisk og solid / To Gang To er Fire – kort Euklid«(!). For de studerende er ulemperne ved flytningen ikke så væsentlige, da også bifagene fysik og kemi flytter herhen (og til Østervold).

Universitetet har altså nu to professorer i matematik, Zeuthen og Julius Petersen, og begge kommer til at virke i hele det her betragtede tidsrum. Af natur og interesseområder er de meget forskellige, Zeuthen er den dybeste, men begge kommer til at udøve en stor indflydelse på fagets udvikling herhjemme, og begges navne huskes ude i verden. Hertil kommer som en faktisk tredie Thiele, hvis betydning for den matematiske tankeverden dog bliver mere lokal dansk (her tænkes ikke på forsikringsmatematik eller hans egentlige fag astronomi).

Zeuthens gode anlæg blev hurtigt anerkendt og som 24-årig kunde han i 1863 rejse til Paris på stipendium. Foruden at følge sine geometriske interesser ved at studere hos den kendte Chasles fik han her lejlighed til at gøre bekendtskab med yngre matematikere fra mange europæiske lande. Efter sin hjemkomst forsvarede han sin disputats om keglesnitssystemer, og der kommer nu en lang række arbejder fra hans hånd om algebraisk geometri, hvor han især benytter de såkaldte antalgeometriske metoder. En række nye matematiske journaler opstår på denne tid, og Zeuthen udnytter i rigt mål disse muligheder; han er den første danske matematiker med en lang liste af publikationer i udlandet. Og hans forelæsninger ved universitetet giver Danmark en god placering indenfor geometrien; et par af hans tidlige elever er nævnt i forrige afsnit og flere omtales senere.

Efterhånden vender han sig mere mod matematikkens historie. Den ydre anledning er filologen *J.L. Heibergs* (1854–1928) disputats *Questiones Archimedeæ* i 1879, men som tidligere omtalt havde emnet længe haft en vis – omend mindre – plads i kandidaternes pensum. Medens det væsentlige for ældre

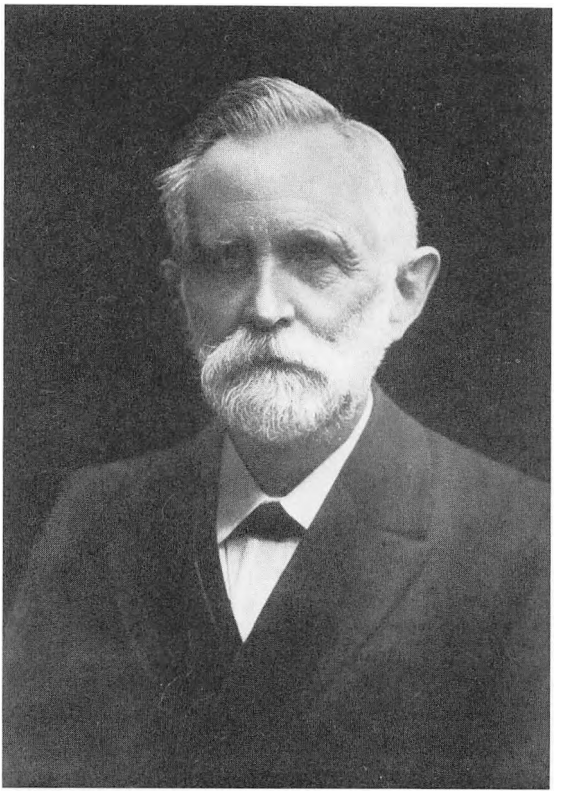


Fig. 40. Hieronymus Georg Zeuthen (1839-1920). Professor ved universitetet 1883-1910. Med sine geometriske og historiske arbejder og gennem sine elever gav han Danmark en god placering i den internationale matematiske verden. Fot. ca. 1910.

matematikhistorikere havde været at fastslå biografiske og bibliografiske data, så søger Zeuthen at forstå den tankeverden som ligger bagved den på så mange måder beundringsværdige matematik der er overleveret fra oldtidens grækere. Nogle hovedværker er hans *Keglesnitslæren i Oldtiden* 1885 og *Mathematikens Historie* 1893. Han får elever og interessefæller, og det er en triumf da Heiberg i 1903 i Konstantinopel finder et hidtil ukendt Arkimedesmanuskript som kan bekræfte nogle af de af Zeuthen fremsatte anskuelser. En af hans elever er *A.A. Bjørnbo* (1874–1911), som i den grad går op i matematikhistorien at han ikke består sin kandidateksamen, men så tager en doktorgrad i München, og som udgiver græske og arabiske matematikere efter middelaldermanuskripter (og som også er kendt for sine arbejder om nordisk kartografi). Den almene interesse for matematikhistorie styrkes ved P. la Cours til højskolebrug bestemte *Historisk Mathematik* 1888 og ved Thyra Eibes oversættelse til dansk af Euklid 1897–1912. En senere tids matematikhistorie studeres af S.A. Christensen, hvis disputats om dansk matematik i 1700-tallet giver anledning til genopdagelsen af Caspar Wessels arbejde.

Julius Petersen var skolekammerat med Zeuthen i Sorø, men en mere



Fig. 41. Julius Petersen (1839-1910). Docent ved Polyteknisk Læreanstalt 1871-1886, derefter professor ved universitetet til 1909. Gav vigtige bidrag til grafteorien. I hans meget benyttede skolebogssystem indgik den berømte bog Metoder og Teorier til Løsning af geometriske Konstruktionsopgaver. Fot. ca. 1900.

irregulær uddannelse bevirker at han kommer senere igang. Hans disputats 1871 *Om Ligninger, der løses ved Kvadratrod* behandler i realiteten spørgsmålet om hvilke konstruktionsopgaver der kan løses med passer og lineal; sådanne opgaver havde han allerede betragtet 1866 i sin berømte *Metoder og Theorier,* der i tidens løb oversattes til talrige sprog (ungarsk, hollandsk, russisk o.s.v.). Litteraturstudier lå ikke for ham, men hans opfindsomhed og intuition og evnen til at se kernen i et spørgsmål hjalp ham til mange elegante problemløsninger. Udover geometri og ligningsteori var hans yndlingsemner talteori og kombinatorik; ude i verden huskes han nu nok mest for sine grafteoretiske arbejder (»Petersengrafen«). For den danske almenhed blev han kendt ved sine skolebøger der ved sine fordele, lethåndterlige og kortfattede (»man ser let«) som de var, og trods de præcisionsmæssige mangler der kan anføres, udgjorde et system der – omend med bearbejdelser – levede helt frem til omkring 1960.

Den årlige produktion af matematiske kandidater ligger oftest omkring 5–6, ligeligt fordelt på skoleembedseksamen og magisterkonferens; forskellen

mellem disse er i øvrigt kun ringe. Hyppigheden af doktordisputatser vokser, der kreeres ialt 11 doktorer mellem 1886 og 1910, hvoraf adskillige – men i modsætning til de ældre perioder ikke alle – vil finde omtale i denne beskrivelse. Ligesom tidligere virker mange af dem som privatdocenter og giver dermed værdifulde bidrag til undervisningen.

En af dem er *C. Juel* (1855–1935). Som elev af Zeuthen er han geometer, og hans betydeligste bidrag til videnskaben er undersøgelser, hvori det godtgøres at talrige af resultaterne fra den algebraiske geometri kan frigøres fra det algebraiske og blot afhænger af visse maksimale skæringspunktsantal. Han var fra 1894 docent ved Polyteknisk Læreanstalt ved den i dette år igen udskilte matematikundervisning for F-retningen (de tidl. kemikere). Da emnet rationel mekanik i 1907 som et særligt fag udskilles fra de øvrige retningers almindelige matematikkursus ordineres han som professor heri, og bliver derved lærer for universitetets stud. mag.er, og ved sin lærebog skaber han en ramme for faget. Han var mangeårig redaktør af *Nyt Tidsskrift for Matematik* (som det hed i dette tidsrum) og levende interesseret i sit fag; hans distraktion er legendarisk.

En anden privatdocent er *Niels Nielsen* (1865–1931), som skulde blive Julius Petersens efterfølger. I årene 1898–1909 producerer han det hartad utrolige antal af ca. 4000 tekstsider, nogenlunde ligelig fordelt på videnskabelige noter, funktionsmonografier, universitetslærebøger (udg. på tysk) og skolebøger og yderligere en bibliografi over al dansk matematisk litteratur fra 1801–1908 (tilsyneladende uden alvorligere egentlige fejl, og særdeles nyttig for nærværende forfatter) samtidig med at han uafbrudt udnytter sin jus docendi indtil han 1905 ansættes som docent ved universitetet. Han føler sig som forkæmper for funktionsanalysen i den nyere Weierstrass'ske skoles forstand, et område som han ved egen kraft havde kæmpet sig frem i, og stod derved i modsætning til Zeuthens geometri og Julius Petersens anskuelighed. Hans arbejder har hverken den førstes dybde eller den andens elegance, og når hans yndlingsudtryk er »moderne« og »eksakt«, så er det let at påvise forsyndelser mod i hvert fald den sidste betegnelse. Man kan ikke tilskrive ham nogen banebrydende resultater, og når han dog huskes internationalt er det for den håndbogsmæssige værdi af de formelfyldte funktionsmonografier.

Det skyldes Nielsens utrættelige iver at matematikken får et lokalemæssigt hjemsted idet *Universitetets matematiske Laboratorium* oprettes. På finansloven for 1907 bevilliges (med en bemærkning om at der skal være åbent for alle interesserede, også udenfor de studerendes kreds) et beløb på 1500 kr, hvoraf 500 til en tavle, et skab med glasruder (til modeller) og en reol, 600 til bøger og modeller og 400 til årlig drift (Årbog 1906–07, s. 768–770). Laboratoriet indrettes i et lille tagkammer som stilles til rådighed i Polyteknisk Lærean-

stalts fysiske fløj. Foruden nyindkøb bestod bogbestanden af værker udlånt fra observatoriet og en mindre bogsamling (bl.a. referattidsskriftet *Jahrbuch über die Fortschritte der Math.*) som i tidens løb var erhvervet af Matematisk Forening og hidtil opbevaret i et skab ved zoologisk studiesal. En fremlæggelse af nye tidsskriftnumre fandtes overflødig, da sådant skete både i Det kgl. Bibliotek og Universitetsbiblioteket (Crone 1923, s. 64–67).

De store matematikere udenfor universitetet er Gram og Jensen, den første bl.a. nu med arbejder fra primtalteorien og den anden med holomorfe funktioner (»Jensens ulighed«) og banebrydende arbejder om konvekse funktioner. Samlingsstedet for matematikerne er stadig Matematisk Forening hvori medlemstallet gradvis vokser. Medens dens første bestyrelser har været hurtigt vekslende bliver de nu mere stabile, med Jensen som formand 1892 efterfulgt 1903 af landets krigsminister, den kendte våbenkonstruktør og generalmajor *V.H.O. Madsen* (1844–1917) (som bl.a. i sin lærebog fra 1869 havde givet den første indførelse i Danmark af determinanter).

Et nyt moment i denne periode er det internationale samarbejde. Tidligere havde man kun haft korrespondance og enkeltpersoners studierejser. I foreningen holdes første gang foredrag af en udlænding i 1900 (svenskeren Mittag-Leffler). Den første internationale kongres finder sted i Zürich 1897 med Zeuthen, Juel og Valentiner som danske deltagere. Derefter kommer de med mellemrum på 3–4 år indtil krigen 1914. Ind imellem disse kommer der skandinaviske matematikerkongresser, den første i Stockholm 1909.

Og universitetet får endda en udenlandsk forelæser, nemlig finnen *Neovius* (1851–1917). Han, der foruden sin professorstilling i Helsinki havde været senator (i realiteten minister), foretrak efter urolighederne i 1905 at forlade landet og tog til København (han var dansk gift), og i 1908–10 forelæste han med ministeriel tilladelse, først over sit speciale minimalflader, derefter på opfordring af studerende også om andre emner. Medlemmer af hans slægt blev i Finland, men udskiftede navnet til Nevanlinna, blandt dem de senere berømte matematikere.

På læreanstalten sker en nybesættelse i deskriptiv geometri, idet Seidelin går af 1903 og erstattes af Hjelmslev som omtales nærmere i næste afsnit.

I 1907 tager Thiele sin afsked efter at et forsøg på at ændre hans professorat til »regnende matematik« var mislykkedes; en stilling af denne art, d.v.s. i forsikringsmatematik, kommer først en halv snes år senere. Thieles efterfølger som astronom, E. Strømgren, får mindre direkte betydning for matematikken, uanset hans store interesse for regnende astronomi.

I 1909 og 1910 falder hhv. Julius Petersen og Zeuthen for aldersgrænsen og en ny epoke begynder.



Fig. 42. Den 15/2 1919 fyldte professor Zeuthen 80 år, og i den anledning gav venner og elever ham en guldmedaille. Danmarks ledende matematikere foretog overrækkelsen, og blev fotograferet til bladet Verden og Vi. Personerne er fra venstre Bonnesen, Mollerup, Juel, Harald Bohr, Niels Nielsen, Crone, Hjelmslev og J.L.W.V. Jensen. Foto, Matematisk Institut.

Fremragende professorer. 1910–42

Inden omtalen af stillingsbesættelserne må nævnes at der i 1910 kommer to nye matematiske doktorer, først *Harald Bohr* (1887–1951) og så *Niels Erik Nørlund* (1885-1981). Deres emner er hhv. Dirichlet-rækker og Differensregning, d.v.s. forskellige sider af spørgsmål om summation af funktionsfremstillende rækker, og behandlingen er så overlegen, at det er tydeligt at disse to elever af Niels Nielsen vil komme til at få en fremtrædende placering i den periode som kommer.

Da Julius Petersen går af 1909 vælger man Niels Nielsen som efterfølger. Juel nævntes som en mulighed, men han var ikke interesseret – han var netop ved at opbygge mekanikundervisningen, og man følte også at funktionsteorien burde have en mere fremtrædende placering. Som professor fortsætter Niels

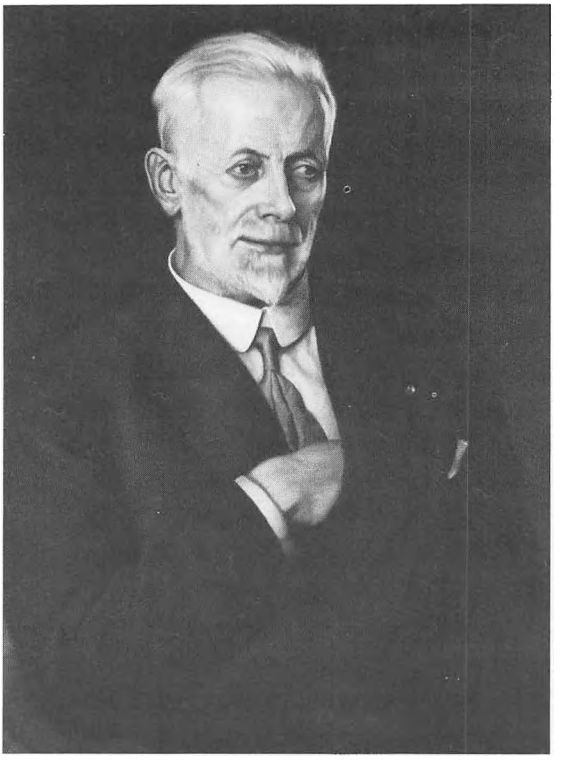


Fig. 43. Poul Heegaard (1871-1948). Professor ved universitetet 1910-1917, derefter professor ved Kristiania (Oslo) universitet. Topolog. Virkede alsidigt for naturvidenskabens popularisering. Maleri af F. Hveding 1935, Blindern (Oslo universitet).

Nielsen sit energiske arbejde, omend tempoet naturligt afmattes i tidens løb.

Til Zeuthens stilling blev (for første gang i nyere tid ved et matematikprofessorat) indkaldt ansøgninger, og der kom tre, fra professor *Johannes Hjelmslev* (1873–1950; navneforandring 1903 fra Petersen) og dr. *Poul Heegaard* (1871–1948) og dr. *Johannes Mollerup* (1872–1937). Valget stod mellem de to første, og man foretrak Heegaard.

Heegaard var topolog og hans disputats rummede vigtige bidrag, bl.a. en væsentlig korrektion til den berømte H. Poincarés teori for Bettital, hvilket forårsagede at man senere i Frankrig oversatte og udgav den. Han underviste ved de militære skoler og Metropolitanskolen og var dansk delegeret for den 1908 oprettede internationale matematikundervisningskommission IMUK (tysk fork.) til hvilken han udarbejdede større bidrag. Han udførte et stort arbejde for popularisering af videnskaben, således blev han første formand for det 1916 stiftede Astronomisk Selskab. Ved krigsudbruddet 1914 fik han udfyldt et nyopstået hul i forsvaret ved oprettelsen af det frivillige maskinistkorps af stud. polyt.er (til projektørbetjening).

Ved Niels Nielsens ansættelse som professor bliver hans docentur ledigt og det besættes med Harald Bohr, idet man samtidig ordner det således at

universitetets docent fremtidig skal varetage undervisningspligten på læreanstalten, så professorerne frigøres. For Nørlund frembyder der sig ingen passende stilling i landet, og han overtager 1912 et professorat i Lund.

Men ordningen bliver kun kortvarig. I 1915 går P.C.V. Hansen af og Harald Bohr får hans professorat ved læreanstalten og Mollerup får docenturet og dermed den anden læreanstaltsundervisning. Hans stilling ophøjes i 1916 til et professorat – men nu ved læreanstalten – idet man samtidig lader universitetets undervisningsforpligtelse bortfalde. Det er også rimeligt, da stud.mag.erne procentvis kun udgør en ringe del af tilhørerne ved matematikforelæsningerne. Pengene fra det ledige docentur benyttes til at aflønne H.M. Hansen som vikar i fysik for Niels Bohr.

Universitetsmatematikken havde altså nu kun to ansatte og et laboratorium. Dette var som nævnt Niels Nielsens hjertebarn, han var lige til sin død absolut den professor man hyppigst traf her, og ofte benyttede han det til aftenforelæsninger for ældre studerende. Dets ydre forhold havde han fået forbedret. Tagkammeret på Sølvtorvet var »saa lille, at det just kan rumme en Tavle, en Reol, et Skab og et Skrivebord med Stol« (Årbog 09–10, s. 1065), men i 1910 flytter man til Kommunitetsbygningen, hvor der i to etager i gavlen ud mod Krystalgade bliver plads til både biblioteksrum, kontor og et lokale med bord og stole til seminarøvelser, og annuet forøges tilsvarende. Huset rummede dengang også zoologiske studielokaler, og det fortælles, at for at finde vej til matematikernes rum skulde man følge det skilt hvorpå der stod »Til de højere Hvirveldyr«.

Ved lokalerokeringerne 1916 efter Studiegårdens opførelse kunde man flytte over i Studiestræde på 2.sal i rum som engang havde været en del af Ørsteds lejlighed (del af nuv. Statistisk Institut). Her lå lokalerne i ét plan og kunde i en årrække give plads til de aktiviteter som dengang ansås tilstrækkelige for et universitetslaboratorium. Bogbestanden øges, også ved gaver og ved særbevillinger til indkøb fra matematiske dødsboer.

Personalet forøges også. Matematik var efterhånden kommet til at indtage en særstilling i fakultetet som et fag uden medhjælp for professorerne, og ved at henvise til at det som hovedfagsstudium omfattede en trediedel af fakultetets studerende, og til at »studenterne nu mødte fra skolen med et mindre fyldigt grundlag end tidligere og derfor behøvede eksaminatorier og opgaveretning« (Årbog 1915–20, III, s. 293) fik man 1918 bevilling til en assistent til hver professor. Den beregnede daglige arbejdsbyrde var for hver en times undervisning og en times opgaveretning, og desuden skulde den ene tilse laboratoriet. Dermed havde man to uddannelsesstillinger for unge videnskabsmænd, den ene blev besat med *Richard Petersen* (1894–1968), og den anden var fra 1920 besat med *David Fog* (f. 1896).

Forinden var der sket et professorskifte. På grund af dissenser indenfor fakultetet anmodede Heegaard i 1917 om sin afsked, og da han kort efter modtog en kaldelse til et geometriprofessorat i Kristiania modtog han dette, man var endda villig til at give det dobbelte af hans danske professorløn (interview, Nationaltidende 12/12 1917). Dermed forlod han sine danske gøremål, men han vedblev at være lige aktiv, han tog initiativet til Norges matematiske forening og blev første redaktør af deres tidsskrift og hans mangesidede interesser bragte ham i forbindelse med vide kredse.

Hans efterfølger blev Johannes Hjelmslev. Han havde fornyet undervisningen i deskriptiv geometri ved læreanstalten ved at skabe en forbindelse mellem afbildningslære og teori. På universitetet kom han til at øve en betydelig indflydelse på adskillige af den kommende tids matematiklærere ved sine geometriske forelæsninger og bøger, som »stræber at bane Vej for et lidt videre Syn end det, som paa dette Omraade har hersket siden Platons Dage« (Hjelmslev 1913, s. 3), de var på en gang kritiske og med megen matematisk fantasi. Hans tanker om en »virkelighedsgeometri«, i hvilken f.eks. en cirkel og dens tangent har et liniestykke fælles, er senere forladt i skolematematikken, men for ham blev de også anledning til dybtgående aksiomatiske studier. Han var en fremragende taler, og da han ved 450 års jubilæet i 1929 var rektor optrådte han som en fornem repræsentant for universitetet.

Som efterfølger for Hjelmslev fik læreanstalten *Tommy Bonnesen* (1873–1935, ikke at forveksle med dens professor i tegning E.P. Bonnesen). Som ung magister havde han vaklet mellem matematikken og skuespilkunsten, han debuterede 1897 på Det kgl. Teater »men mindede lidt for meget om Mantzius« (Mollerup 1935, s. 17), og valgte så skolen og i ung alder blev han rektor for Borgerdydsskolen (nuv. »Østre«). Hans videnskabelige speciale skulde blive uligheder mellem konvekse legemers forskellige målstørrelser.

Studentertallet voksede gradvist og antallet af matematikkens emnekredse, og efterhånden også anvendelsesområder, tiltog. Det var ønskeligt at få udvidet lærerkredsen og samtidig havde man jo det ledige docentur, og i Lund fandtes en dansk førsterangsmatematiker, prof. Nørlund. I 1919 blev docenturet erstattet af et professorat hvortil Nørlund blev kaldet, og med en udsættelse på grund af boligsituationen kunde han tiltræde 1922. Det betød en styrkelse på videnskabeligt højt niveau af funktionsteorien, »Nørlundsummation« er et kendt begreb, men universitetet måtte kort efter give afkald på en væsentlig del af hans arbejdskraft; i 1923 medførte omstændighederne at han overtog hvervet som direktør for Gradmaalingen; andetsteds i dette bind er berettet hvorledes han røgtede det med kraft og fik oprettet Geodætisk Institut.

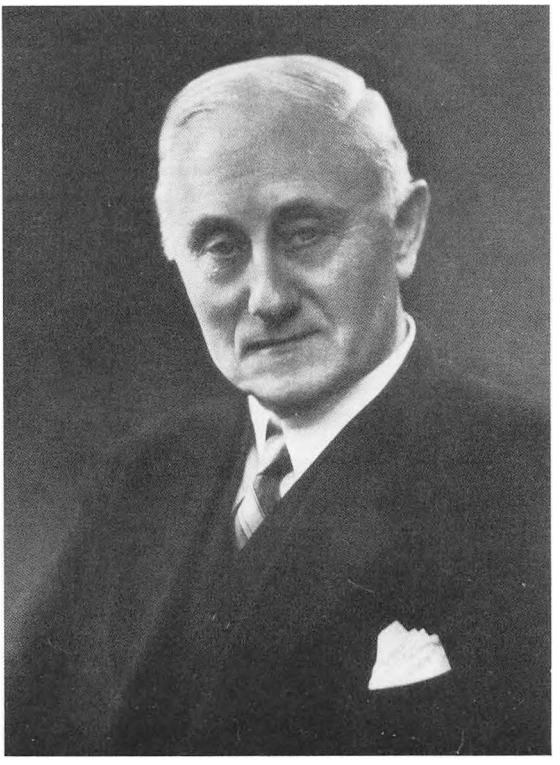


Fig. 44. Johannes Hjelmslev (1873-1950). Gennem sit virke ved Polyteknisk Læreanstalt, Statens Lærerhøjskole og universitetet kom han til at påvirke en generation af matematiklærere. Hans geometriske synspunkter var udpræget syntetiske (anskuelige), hvorved han stod i modsætning til den mere analytiske retning.

Den danske matematikerkreds fik en værdifuld forøgelse ved *Jakob Nielsen* (1890–1959). Han var sønderjyde og dr. fra Kiel. Under krigen havde han gjort tjeneste i det tyske kystartilleri i Tyrkiet; under en orlov 1917 skrev han anonymt til bladet Hejmdal en sang hvori han tolkede den sønderjydske soldats tanker, og denne sang blev i København udgivet med musik (Lind, s. 461). Han forlod sin stilling i Breslau og gik til Danmark, da docenturet ved Landbohøjskolen blev ledigt ved Crones afgang 1921. I 1925 overtog han professoratet i rationel mekanik ved læreanstalten efter Juel og blev således lærer for stud.mag.erne. Til brug her skrev han en moderne afløser for Juels lærebog; hans videnskabelige speciale var topologisk fladeteori og diskrete grupper.

På Polyteknisk Læreanstalt forelæste Bohr og Mollerup over matematisk analyse. Deres første år her var optaget af at skabe et nyt tidssvarende sæt lærebøger, en dansk »cours d'analyse«, og resulterede i det overmåde omhyggeligt gennemarbejdede firebindsværk, som så mange hold af polyteknikere og stud.mag.er kom til at kende.

Efter fuldførelsen af dette rettede Bohr atter sin opmærksomhed mod Dirichletrækkerne, men nu betragtet på en ny måde, og det resulterede ca.

1924 i de *næsten-periodiske funktioner,* en nyskabelse som han altid vil blive husket for, og som blev begyndelsen til en rig udvikling. Matematikere fra mange lande besøgte Danmark, således havde vi endog en franskmand på et langvarigt studieophold her, den senere Sorbonne-professor J. Favard. Og hyppigt var der en hel matematisk sommerkoloni ved Fynshav på Als, hvor både Harald Bohr og Jakob Nielsen havde feriehuse.

Overhovedet opstod et internationalt samkvem som var rigt sammenlignet med tiden før første verdenskrig, men naturligvis ikke kan måle sig med tiden efter sidste krig. De matematiske kongresser kom igang igen i Toronto 1924 og afholdtes derefter regelmæssigt alternerende med de skandinaviske. Og det internationale smitter af på Matematisk Forening, nu er der konstant flere udenlandske foredragsholdere i hver sæson. Foreningen var i øvrigt blevet en smule mindre privat, i den forstand at fra 1920 afholdtes møderne på Polyteknisk Læreanstalt. Medlemstallet ligger nu omkring 100.

Det var klart at Harald Bohr burde være på universitetet og i 1930 oprettes et ekstraordinært professorat til ham her, men ved Niels Nielsens død 1931 opterer han dennes stilling og bliver samtidig bestyrer for laboratoriet.

På læreanstalten efterfølges Bohr af *A.F. Andersen* (1891–1972), kendt for sine rækketeoretiske arbejder og for sit omhyggelige og besindige arbejde for skolematematikken. Ved Mollerups død 1937 besættes det andet professorat med Richard Petersen, der med sin aktivitet senere fandt et virkefelt i anvendt

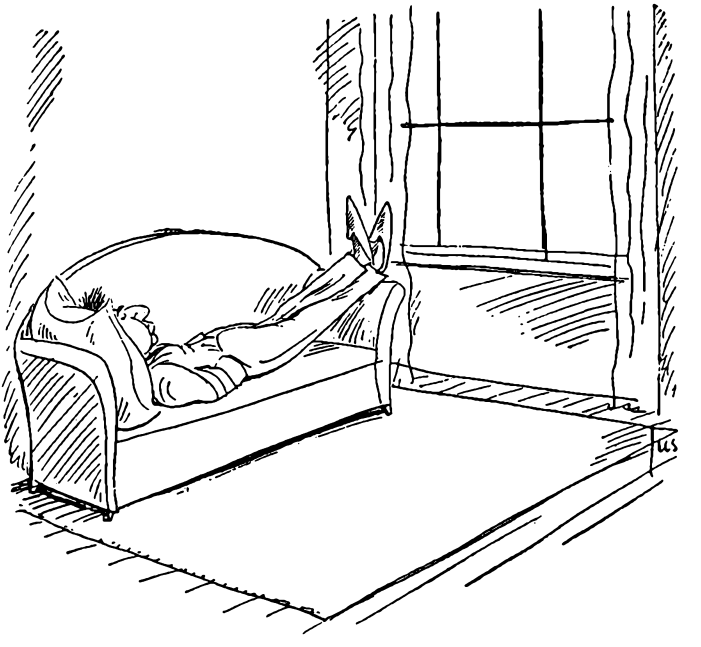


Fig. 45. Ved indvielsen af instituttet på Blegdamsvej citerede Harald Bohr en tysk kollega, som havde sagt at det vigtigste ydre hjælpemiddel for en matematiker er en sofa. Alle aviser gengav dette. Tegning af Jensenius, Berlingske Tidende 10/2 1934.

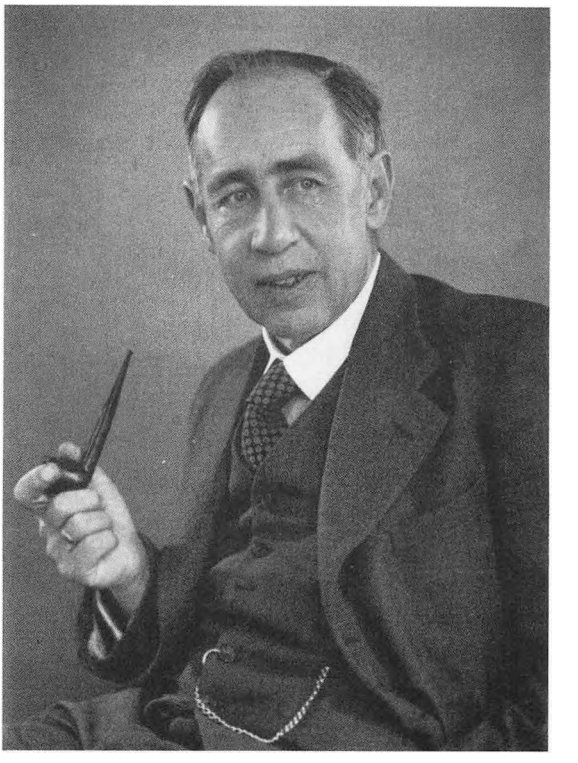


Fig. 46. Harald Bohr (1887-1951). Professor ved Polyteknisk Læreanstalt 1915-1930, derefter ved universitetet. Blev dansk matematiks ledende skikkelse; hans portrætrelief pryder Matematisk Institut. I sin ungdom var han en kendt fodboldspiller.

matematik. Sammen medvirkede de to ved en ny udgave af Bohr og Mollerups Lærebog. De bliver de sidste matematiklærere på læreanstalten som har at gøre med universitetsstuderende.

Forholdene var efterhånden vokset fra laboratoriet, og det var med glæde at Hjelmslev som rektor ved jubilæet 1929 kunde modtage Carlsbergfondens gave på 150.000 kr. til et matematisk institut, og dette kunde indvies af den næste matematiske rektor, Nørlund, i 1934 i nærværelse af bl.a. statsminister Stauning. Der havde været nogle vanskeligheder med at finde en plads, først havde man tænkt på den ubebyggede grund i Skindergade, men en løsning blev fundet da Niels Bohr tilbød et areal ved Instituttet for teoretisk Fysik, ud imod hjørnet af Frederik V's Vej. Det fysiske og det matematiske institut – hvis bestyrere var brødre – blev forenet med en lav forbindelsesbygning, og matematikerne fik lov at benytte fysikernes to auditorier og deres frokoststue – med den dermed følgende lette adgang til faglig samtale – medens fysikerne fik kælderetagen i det nye hus. Udvendigt lignede dette en villa, indvendigt gav det plads til forbavsende meget, selvom der var økonomiseret med kvadratmetrene. I stueetagen professorværelser og rum til særtryksamling, til Matematisk Tidsskrift og til et kontor (med medhjælp én time hver dag), i

mansardetagen et stort hyggeligt biblioteksrum og assistentværelser og en »samtalestue« hvortil studerende kunde reservere tid, og endelig øverst oppe en tegne»sal« til det obligatoriske kursus i geometrisk tegning, men også benyttet til samvær, f.eks. af de studerendes forening »Parentesen«. Naturligvis fik også Matematisk Forening sit hjemsted på instituttet. For de studerende kom der dog en ulempe p.g.a. beliggenheden; førstedelsstudiet var indtil 1942 spredt på Blegdamsvej, Sølvtorvet og Østervold, og forelæsningsskemaet kunde kun følges af den som var i besiddelse af en cykel, men det var så godt som alle.

På denne tid blev der også brug for mere plads. Med sin usvigelige hjælpsomhed bistod Harald Bohr udenlandske matematikere som havde vanskeligheder i deres hjemland, og fremmede derved også den danske matematik. Efter første verdenskrig havde han således fået ungareren *Julius Pál* (1881–1946), en sjæl med matematisk ildhu, her til landet, og han blev nu den daglige leder på instituttet, siden 1929 havde han været docent ved læreanstalten. Tvunget af forholdene i Tyskland kom *Werner Fenchel* (f. 1905) hertil i 1933, han var i nært samarbejde med Bonnesen om konveksitetsspørgsmål, senere blev han Nørlunds efterfølger. Endvidere kom Otto Neugebauer, han var specialist i matematikkens historie, især den babyloniske, men også redaktør af det matematiske referattidsskrift, og instituttet kom derved til at rumme dets redaktion i nogle år; kort før krigen rejste han til USA.

Privatdocentvirksomheden var i aftagende. Hyppigheden af doktordisputatser var nogenlunde uændret, så det var ikke årsagen; man kan regne at der i perioden kom 11 egentlige matematiske doktorer efter Bohr og Nørlund (desuden udnævntes enkelte udenlandske æresdoktorer, Hilbert, Borel og Wiman). Men det større antal stillinger (ved læreanstalten var der kommet assistenter i 1919) bidrog måske til at incitamentet til at give denne form for akademisk undervisning var blevet mindre, og universitetets øgede undervisningsudbud til et kun svagt voksende studentertal gjorde trangen mindre. Og instituttets muligheder for samvær gav bedre lejlighed til videnskabelig kommunikation under andre former.

Studiet til skoleembedseksamen blev lagt i faste rammer. I 1917 var der indført en lidt ejendommelig ordning ved den mat.-fys. faggruppe. Efter en 1.del med et fælles grundlag tog man i et hovedfag en 2.del som var ret stærkt præget af hensynet til skolen, og derefter en 3.del som enten kunde være en faglig uddybning af hovedfaget eller være en 2.del i et af faggruppens andre fag. Ordningen blev kritiseret, bl.a. for at føre til for langvarige studier.

På initiativ af især Hjelmslev kom så i 1924 en ny ordning, og den holdt så længe skoleembedseksamen eksisterede, d.v.s. til 1960. Hjelmslev var ingen



Fig. 47. Instituttet på Blegdamsvej var lille, men velindrettet. Billedet viser en fjerdedel af »tegnesalen«. Det var det eneste sted hvor faggruppens studerende kunne benytte lokaler, og som man ser af skriften på tavlen blev det også brugt til kemiforberedelse. Th. Bang fot. 1936.

ynder af lang studietid, og teoretisk skulde studiet kunne fuldføres på 4 år, hvilket dog sjældent blev opnået i praksis. Også her var en tredeling, og som en nyskabelse indførte man som 2.del, *lærerprøven*, der fælles for alle gruppens fire fag behandlede det elementære skolestof »hverken for at lære Studenterne selve dette Stof eller direkte at lære dem at undervise i det; det sker andetsteds – – derimod lære dem at forberede sig selv til en saadan Undervisning; Grundspørgsmaalene behandles paa videnskabeligt Grundlag og belyses historisk« (Hansen 1929, s. 110), og desuden gav manuelle færdigheder f.eks. i fysisk teknik. Af det tidligere beskrevne vil dog fremgå at for matematikkens vedkommende var det ikke noget nyt for de hovedfagsstuderende. Hvis en studerende efter lærerprøven ombyttede 3.del med en konferensafslutning (hvilket ikke var nogen væsentlig forskel) fik han den imponerende titel »cand.mag. et mag.scient.«.

Der var i det hele taget nær forbindelse med skolen, mange professorer havde haft lærerhverv og forbindelsen blev styrket gennem den 1931 stiftede *Forening af Matematiklærere ved Gymnasieskoler og Seminarier*, i hvilken efterårsmøderne med foredrag af akademiske lærere blev et dominerende træk.

Ordningen af 1924 betød også begyndelsen til adskillelsen fra Polyteknisk

Læreanstalt, idet geometrien flyttede til universitetet således at den bedre kunde tilpasses stud. mag.ernes behov. Hjelmslev afholdt forelæsningerne, senere ved David Fog som assistent, og i 1934 skete endda det på den tid usædvanlige, at assistenten fik ret til at afholde eksamen; i 1935 udnævntes Fog dog til lektor. I 1940 forlod han universitetet da han blev professor ved Landbohøjskolen og erstattedes af *F.G. Fabricius-Bjerre* (f. 1903). Næste skridt i adskillelsen fra læreanstalten kom 1937, da den rationelle mekanik flyttede til instituttet.

Endnu et personskifte ved læreanstalten må omtales. Bonnesens geometriprofessorat blev ledigt ved hans død 1935 og besattes med *Børge Jessen* (f. 1907), Bohrs elev og videnskabelige medarbejder og senere hans efterfølger som bestyrer af matematisk institut.

Endelig i 1942 kommer den definitive adskillelse fra læreanstalten, idet hovedkurset, matematisk analyse, flytter ud.

De sidste år før de store forandringer. 1942–60

Initiativet til ændringerne 1942 var egentlig taget tre år tidligere, men på grund af de alvorlige begivenheder i landets historie blev iværksættelsen forsinket.

Den 18/3 1939 indsendte de matematiske professorer et andragende om en nyordning (Årbog 1941–42, s. 48). Et af baggrundsmotiverne var at man kunde forudse professor Hjelmslevs snarlige pensionering. Han fik meddelt afsked pr. 1/9 1940 og i begyndelsen af dette år opsloges hans embede ledigt; som eneste ansøger meldte sig Børge Jessen, men i et brev af 15. april 1940 foreslog han (naturligvis i forståelse med professorerne) at embedsskiftet blev stillet i bero, og professor Hjelmslevs ansættelse blev forlænget. Først sommeren 1942 effektueredes så forandringen, og Jessen var igen eneste ansøger og fik embedet.

Samtidig iværksattes nyordningen: Hidtil havde universitetets matematikundervisning blot på traditionel måde været fordelt mellem de tre professorer, hver med deres personlige assistent. Nu blev assistenter og lektorer (hvis antal forøgedes med en) ansat ved instituttet, og professorerne kom til at udgøre et bestyrelsesråd, ansvarligt for den samlede matematikundervisning, og dette blev den fulde uddannelse af matematikerne, idet det fundamentale kursus i matematisk analyse samtidig blev flyttet ud fra Polyteknisk Læreanstalt (i det følgende anvendes den nu gængse betegnelse DTH).

Medens det tidligere kun havde været af traditionelle grunde at stillingsopslag blot havde lydt på »matematik«, så blev fagets enhed nu mere bevidst

betonet, et synspunkt som det indtil nu har været muligt at fastholde. Det var underforstået at enhver ansat skulde være i stand til at bestride ethvert førstedelskursus, og for de fagprøvestuderende kom det til at betyde at de i mindre grad end tidligere blev knyttet til en bestemt professor.

Harald Bohr var ubestridt instituttets ledende skikkelse, hans inciterende forelæsninger fulgtes af de fleste studerende, og det gjaldt stadig, at så godt som alle unge matematikeres første videnskabelige arbejder knyttede an til en eller anden facet af teorien for de næsten-periodiske funktioner.

Professor Nørlunds rolle ved Matematisk Institut var mere rétiré, hans hovedvirksomhed lå ved Geodætisk Institiut, men hans måske lidt formelle forelæsninger gav et supplement for studerende med funktionsteoretiske specialer.

Den klassiske geometri havde hidtil været stærkt repræsenteret ved Hjelmslev, og som assisterende lektorer hans elever, først David Fog (som 1940 fik Landbohøjskolens nyoprettede matematikprofessorat), og så F. Fabricius-Bjerre (som 1942 overtog geometriprofessoratet ved DTH efter Jessen). Men Jessen, hvis videnskabelige arbejder lå indenfor funktionsteorien og som tidlig var taget til medarbejder af Harald Bohr, havde i syv år beklædt et professorat i geometri og han sørgede for at området ikke blev forsømt, støttet af Werner Fenchel (specialist i konveksitetsteori bl.a.) som fik et af lektoraterne. Da Bohr 1948 trak sig tilbage fra bestyrerposten blev Jessen den naturlige efterfølger. Af studenterne huskes han nu nok mest for sin blændende forelæsningsteknik, og en del af hans tid blev også optaget af det ansvarsfulde hverv som formand for Carlsbergfonden.

Rokeringerne og det øgede antal stillinger betød øgede uddannelsesmuligheder for unge matematikere, og medens tidligere adskillige ansatte ved universitetet og DTH havde haft forskellige arter af undervisning på lavere niveau, så ophører dette nu praktisk talt. Men det er stadig således at embederne ved DTH, 4 professorater og 1 docentur (med tilhørende assistenter) i nogen grad betragtes som gennemgangsstillinger til universitetet. For DTH kom adskillelsen i øvrigt kun til at betyde lidt, dog er det næsten symptomatisk at det matematiske laboratorium i 1942 skiftede navn til »Laboratoriet for anvendt Matematik«, et varsel om den senere udvikling hvor matematikken her reduceredes til et hjælpefag.

Krigens hårde tider nåede også instituttet. I oktober 1943 måtte Bohr og Fenchel rejse til Sverige, og i december s.å. begyndte en 3-måneders besættelse af instituttet (fremkaldt ved naboskabet til det fysiske institut). De urolige forhold i krigens sidste tid førte til at forelæsninger afholdtes de mærkværdigste steder ude i byen, og i øvrigt var mange studerende jo optaget af andet end studiet.

Efter krigsafslutningen med dens demonstration af atomfysikkens magt kunde man have ventet at studenterne vilde strømme til det matematisk-fysiske studium, men det blev slet ikke tilfældet. I en længere årrække produceres stadig kun gennemsnitlig 7–8 matematiske hovedfagskandidater om året, d.v.s. nærmest lidt færre end i 1930'erne, og der er stadig god plads på instituttet.

Udlandsforbindelserne kom igang igen. Først med de nordiske lande, allerede 1946 kunde man i København afholde den 10. skandinaviske kongres, den som egentlig skulde have været afholdt 1942, og i 1948 er det allerede således at flertallet af foredragsholdere i Matematisk Forening er udlændinge, noget som ikke tidligere var set, men som siden da næsten er blevet en regel. Den første internationale kongres efter krigen finder sted 1950 i Cambridge, Massachusetts, og samtidig restitueres den *matematiske union* (en international rammeorganisation, oprettet 1920).

Det er en frugtbar tid for den matematiske forskning, man kan regne at der 1942–60 kreeres 10 egentlige matematiske doktorer; emnerne er vidt forskellige, dog nok med en overvægt af funktionsteori. Desuden giver fakultetsjubilæet 1950 anledning til udnævnelse af tre skandinaviske æresdoktorer (Cramér, M. Riesz og Störmer).

Instituttets stab konsolideres langsomt, nogle af de unge doktorer ansættes her, og man finder mulighed for at sende dem på langvarige studieophold i udlandet. Werner Fenchel forlader instituttet i 1947 for at overtage docenturet ved DTH (efter J. Páls død).

Et stort tab lides ved Harald Bohrs død 1951. Embedet besættes ved kaldelse med Jakob Nielsen fra DTH, han får herved lejlighed til i nogle få år at beskæftige sig med sine egentlige matematiske interesser, omend hans store tillidshverv i det internationale UNESCO lægger beslag på meget af hans tid.

Trods den voldsomme udvikling af naturvidenskabens anvendelser som indtraf efter krigen er studentertilgangen til den mat.-fys. faggruppe stadig forbavsende lille, også efter 1950. Det er vanskeligt at tilfredsstille gymnasieskolens behov, og man ser begyndelsen af de år hvor en matematik-fysiklærer bliver i stand til at fordoble sin indtægt ved overtimer.

Problemet erkendes i Undervisningsministeriet, hvor man f.eks. 1956 nedsætter et udvalg, der afgiver *Betænkning om den matematisk-naturvidenskabelige uddannelses karakter og omfang* (1959), en betænkning som bl.a. rummer forslag om støtteordninger for studerende i disse fag, så attraktive at de for en eftertid virker forbavsende. Og der åbnes fra september 1956 mulighed for et matematisk-fysisk studium ved Aarhus Universitet (her var i 1954 oprettet et naturvidenskabeligt fakultet hvori indgik de eksisterende fysiske og kemiske institutter og dertil kom et professorat i matematik). I offentligheden havde



Fig. 48. Jakob Nielsen (1890-1959). Sønderjyde, professor i Breslau, men opterede for Danmark 1921. Professor ved Polyteknisk Læreanstalt 1925-51, derefter ved universitetet til 1956. Fik betroet mange ansvarsfulde tillidshverv, og var bl.a. medarbejder i de første aktive år for UNESCO. Elfelt fot. Videnskabernes Selskab.

spørgsmålet også vakt genklang, og studentertilgangen til faggruppen ved vort universitet steg eksplosivt; medens den hidtil havde ligget ret konstant på 40–50 om året, dog 64 i 1955, så steg den nu pludselig til 106 i 1956 (hvortil kom 34 i Århus), og i de følgende år fortsatte opgangen, i 1960 var den nået op på 193.

De mange studerende gav naturligvis lokalevanskeligheder, og begynderforelæsningerne måtte foregå i kælderrum i Niels Bohr Instituttet, rum som et arbejdstilsyn næppe ville godkende. Men samtidig åbnede regeringen storsindet mulighed for nye bygninger; på tillægsbevillingsloven for 1956/57 optoges et beløb på 500.000 kr. til detailprojektering af det som senere skulle blive H.C. Ørsted Institutet, hvorom nærmere i næste afsnit.

På grund af alder måtte professor Nørlund trække sig tilbage februar 1956, og embedet besattes »uden opslag« (en nyindført svagere form for kaldelse) med W. Fenchel, der på dette tidspunkt beklædte professoratet i rationel mekanik ved DTH. Samtidig trak Jakob Nielsen sig tilbage, og embedet besattes efter ansøgning med *Thøger Bang* (f. 1917; funktionsteori og talteori); de andre ansøgere var *Hans Tornehave* (f. 1915; funktionsteori og topologi), som 1958 uden opslag gik fra DTH's mekanikprofessorat til et på grund af væksten nyoprettet professorat ved universitetet, og *Erling Følner* (f. 1919;

funktionsteori og gruppeteori), der 1954–74 beklædte et af analyseprofessoraterne ved DTH.

Væksten havde givet problemer, og nye synspunkter og fremskridt i matematikken og naturvidenskaberne – for offentligheden akcentueret ved opsendelsen af den russiske sputnik i 1957 – bevirkede at den hidtidige studieordning følte forældet; der blev rådet bod på dette omkring 1960.

Nutidens kvantitative og kvalitative vækst. 1960–79

I 1960 ville man have kunnet gentage professor Zeuthens foran omtalte henvisning til de »mange nye emner som ikke burde savnes ved et universitet som blot gjorde nogen fordring på at være tidssvarende«, og det over hundrede år gamle system sigtende på en uddannelse af gymnasielærere i firefagsgruppen matematik, fysik, kemi og astronomi følte som en snærende ramme.

Den 1960 indførte nye studieordning gav mulighed for en række forskellige liniestudier indenfor faggruppen, således at en større specialisering blev mulig. Og faggruppens skarpe afgrænsning blev lidt efter lidt afslappet; medens der tidligere kun havde været mulighed for kombination med gymnastik tillodes i 1959 også musik, og snart efter tillodes kombinationer med fag både i fakultetets biologiske faggruppe og i Det humanistiske Fakultet, idet dette dog indtil 1972 krævede ansøgning i hvert enkelt tilfælde.

For at understrege at studiets sigte ikke længere specifikt var en gymnasielæreruddannelse afskaffedes benævnelsen skoleembedseksamen og titlen cand.mag., idet kandidaterne efter den nye ordning fik titlen cand.scient.; at en sådan overgang tager tid kan illustreres ved at der endnu 1977 kreeredes en cand.mag. med hovedfag matematik. Det hidtidige magisterstudium vedblev teoretisk at være muligt, men blev i praksis afskaffet efter nogle års forløb. Som sædvanligt ved studieordningsændringer udtryktes håbet om en mulig forkortelse af den gennemsnitlige studietid, men som også sædvanligt synes dette ikke opfyldt.

Som en nyskabelse kom der til 1.dels kurserne ugentlige øvelser, hvor studenterne blev hjulpet af instruktorer; instruktoraterne var oprindelig tænkt besat med yngre kandidater, men i praksis blev det hovedsagelig dygtige ældre studerende, som på denne måde også fik en vis økonomisk støtte. En anden nyhed var at der også i 1960 ved fakultetet indførtes studienævn (dog med mindre kompetence end de i 1970 generelt indførte), noget som måske har bidraget til at de senere oprørsår ved universitetet fandt mindre genklang ved Matematisk Institut.

Medens den hidtidige forprøve var en eksamen efter (beregnet) 2 års studium, og med lærebøger og pensum i matematik omtrent som på DTH, d.v.s. med hovedvægten lagt på differential- og integralregning, så opdeltes den nye 1.del i etårskurser, og der blev lagt større vægt på det fælles begrebsmæssige grundlag for matematikkens forskellige områder, en konsekvens af den »ny matematik«, den retning som groft generaliseret kan siges at være indledt af Bourbakikredsen i Frankrig umiddelbart før anden verdenskrig. Desuden førte de nye regnemaskiners store betydning til at numerisk analyse også kom med i undervisningen. På DTH, hvor faget mere er at betragte som et nødvendigt hjælpefag, skete kun mindre pensumændringer og de kom langsommere, idet de nye studieområder fik egne institutter (for operationsanalyse og for matematisk statistik 1963, numerisk analyse 1965 og matematisk fysik 1965), og udflytningen til Lundtofte bidrog også til at der ikke længere er den tidligere så nære forbindelse med universitetets matematikere.

Tanken om en ny stor fællesbygning for matematik, fysik og kemi blev som foran nævnt fremsat 1956 af Børge Jessen, og han fik en stor andel i planlægningen, naturligvis specielt for matematikafdelingen. Hele komplekset, der fik navnet H.C. Ørsted Institutet, opførtes 1958–64 ved Nørre Allé for en pris af 39 millioner kr., og matematikken kunne flytte ind i sommeren 1963. Fagets særstilling i faggruppen fremgår i bygningens grundplan, thi medens de eksperimentelle fag har høje dominerende fløje med omfattende tekniske installationer, så har matematikken en mere beskeden bygning, hvis kerne er et stort bibliotek, og som er beliggende på den modsatte side af den fælles vandrehal. Det egentlige Matematisk Institut kom til at bestå af mange arbejdsværelser for de videnskabelige medarbejdere og det nødvendige sekretariatspersonale, beliggende i to etager som omkranser biblioteket; det nyoprettede institut for matematisk statistik fik bygningens øverste etage, og kælderetagen blev hjemsted for numerisk analyse indtil det 1970 oprettede Datalogisk Institut flyttede ud i 1974, så matematikken kunne få en tiltrængt udvidelse. Auditorier og øvelseslokaler er fælles for hele H.C.Ørsted Institutet.

Den nye studieordning medførte mange nye arbejdsopgaver, såsom kurser til brug for studerende i og udenfor faggruppen for hvem matematik var sekundær (d.v.s. ikke kompetencegivende til gymnasieundervisning), og det stadig voksende studentertal førte hurtigt til at begynderkurser måtte dubleres, så en række nye stillinger oprettedes. Ved indflytningen 1963 var der 4 afdelingsledere, 7 amanuenser og 5 ikke-videnskabelige medarbejdere foruden de fire foran nævnte professorer (Jessen, Fenchel, Bang og Tornehave) og docenten *Olaf Schmidt* (f. 1913), som dog i 1965 udnævntes til professor

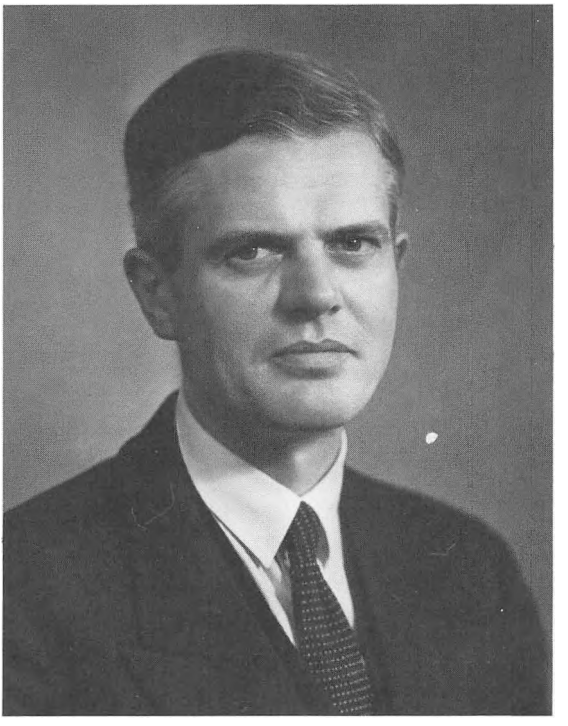


Fig. 49. Børge Jessen (f. 1907). Professor ved Polyteknisk Læreanstalt 1935-42, derefter ved universitetet. Bestyrer af Matematisk Institut og 1955-63 formand for Carlsbergfonden. Fot. 1947. Videnskabernes Selskab.

i sit speciale, de eksakte videnskabers historie; lokalemæssigt fortsatte han at høre til Matematisk Institut, og det er dettes studenter som ofte vælger speciale (i matematik eller astronomi) hos ham. I 1965 besættes et nyt professorat med *Bent Fuglede* (f. 1925), tidligere professor ved DTH og eneste ansøger til stillingen; han har især arbejdet med lineære operatorer og potentialteori, men som foran nævnt bærer alle stillinger blot betegnelsen matematik. I 1966 kom endnu et professorat, besat uden opslag med *Erik Sparre Andersen* (f. 1919; kombinatorik og sandsynlighedsregning), tidligere professor i Århus.

Et tredie nyt professorat oprettedes 1972 og besattes med *Chr. U. Jensen* (f. 1936; algebra). De foregående års muligheder for uddannelse af matematiske forskere viser sig ved at der fra nu af er mange ansøgere til professoraterne, i dette tilfælde fem (og noget tilsvarende ses ved opslag af lektor/amanuensisstillinger); flertallet er velkvalificerede, men i modsætning til hvad der er gjort i det foregående skal de ikke nævnes, det ville være uoverkommeligt, og der forekommer også sporadiske ansøgninger fra udlændinge med ringe eller ingen betydning for dansk matematiks historie. Fænomenet ses akcentueret da Werner Fenchel på grund af alder må træde tilbage 1975, blandt 9



Fig. 50. Werner Fenchel (f. 1905). Forlod Tyskland 1933, og blev medarbejder ved Københavns Universitets matematiske institut. Professor ved Polyteknisk Læreanstalt 1951, derefter ved universitetet 1956. Fot. 1948. Videnskabernes Selskab.

ansøgere vælges dr.phil. *Gert Kjærgård Pedersen* (f. 1940; operatoralgebra). Og i 1977 bliver Børge Jessen halvfjerds, og som hans efterfølger udnævnes dr.phil. *Christian Berg* (f. 1944; potentialteori), valgt blandt 13 ansøgere.

Antallet af medarbejdere på lektor/amanuensisniveau vokser tilsvarende, således at der i 1978 kan regnes at være 27, hvortil kommer nogle stipendiater og et ret stort antal studenterinstruktorer.

Den større videnskabelige stab yder en differentieret videregående undervisning, hvilket der ikke kan siges at have været mulighed for før 1960, og samtidig udøver de mange medarbejdere en betydelig forskningsindsats, fordelt over et bredt spektrum af matematiske discipliner; det årlige antal publikationer fra instituttets ansatte er henved et hundrede. En opremsning af studieområderne ville kun være til glæde for kyndige i moderne matematik, og her skal blot henvises til de nyere af universitetets årbøger. Nutidens så stærkt øgede matematiske vidensmasse og de mange forgreninger af den bevirker at forskningsområderne ikke i samme grad som tidligere er præget af professorernes specialer, idet adskillige lektorer har deres egne studiefelter, som de dyrker med forbindelser til interessefæller i ind- og udland. Medens der tidligere gennemsnitlig forløb flere år mellem doktordisputatserne, og i



Fig. 51. Det matematiske bibliotek er H. C. Ørstedinstituttets smukkeste rum. Med sine over 25.000 bd. og henved 400 tidsskrifter opstillet frit tilgængeligt er det et uvurderligt hjælpemiddel for den ifølge fagets natur ret specielle brugerkreds. Th. Bang fot. 1980.

1960'erne kun kom en enkelt (nuv. professor H. Skovgaard ved DTH), dette nok delvis beroende på alles store arbejde med at udforme nyt undervisningsmateriale, så har der i 1970'erne næsten været en disputats hvert år. Den 1969 indførte mulighed for et licentiatstudium har derimod kun været lidet benyttet, ialt kun af fem.

Den voksende betydning af det internationale samarbejde er antydet i det foregående. De internationale og skandinaviske kongresser har stadig deres rolle, men ligeså vigtige er nu de mange mindre møder indenfor specielle studiefelter. Så godt som alle yngre ved Matematisk Institut har været på længere studieophold i udlandet, og der foregår en livlig udveksling af foredragsholdere (bl.a. med støtte fra Statens naturvidenskabelige Forskningsråd), og de nordiske sommerskoler (forskerkurser) har siden 1966 været et træk i udviklingen. Indenfor landets grænser samarbejdes med de nye matematiske studiecentre, hvor især Århus (matematik siden 1956) og Odense (matematik siden 1972) er af betydning, ligesom også med fagfæller fra DTH; oftest sker det i mindre kredse der arbejder med specielle problemer (se f.eks. Schøtt 1979, kap.9). Det umiddelbare samarbejde med gymnasielæ-

rerne er derimod formindsket, idet den aktive forening af matematiklærere afholder adskillige egne kurser.

I de tidligere afsnit er Matematisk Forening ofte omtalt, og den må også nævnes her, da den stadig har sit hjemsted på Københavns matematiske institut, men dens aktiviteter er nærmest at betragte som et supplement til hvad der er omtalt ovenfor, med foredrag af en lidt mere generel karakter end instituttets kollokvier. Den afholder også landsmøder med blikket rettet mod begge dens formål (videnskab og undervisning ifølge lovenes sidste udgave), og foruden at deltage i den fællesskandinaviske tidsskriftudgivelse udsender den ugebladet MAT-NYT med meddelelser om kommende begivenheder i hele landet af matematisk interesse.

At Matematisk Institut er et væsentligt led i Københavns Universitet fremgår af en grafisk afbildning af kontaktmønsteret (Årbog 69/70, s. 158), hvor man ser at matematikken er et af de fag som har mange forbindelser til andre studieområder, måske kunne endnu mere opnås i denne retning. Den i de senere år relativt svage studentertilgang til de eksakte fag bevirker, at adgangsbegrænsningen her er mindre følelig. Hvad endelig forskningen angår tør man vist antage, at der for instituttet gælder den i *Planlægningsrådets Undersøgelse* (1979, s. 92) anførte sætning: »udgør et frugtbart forskningsmiljø, og at forskningsaktiviteten kvantitativt – og efter de foreliggende oplysninger også kvalitativt – er høj«.

LITTERATUR

Andersen, H.C.: *Mit Livs Eventyr* I, udg. 1951.

Bartholin, Rasmus (ed.): *Principia matheseos universalis seu introductio ad geometriæ methodum Renati des Cartes*, Amsterdam 1661.

Betænkning om den matematisk-naturvidenskabelige uddannelses karakter og omfang, 1959.

Biermann, Kurt-R.: *Thomas Clausen, Mathematiker und Astronom*, Journal f.d. reine und angewandte Mathematik 216, 1964, s. 159-198.

Boyer, Carl B.: *A History of Mathematics*, New York 1968.

Bricka, C.F.: *Dansk biografisk Lexikon* I-XIX, 1887-1905.

Christensen, S.A.: *Matematikens Udvikling i Danmark og Norge i det XVIII Aarhundrede*, Odense 1895.

– *Studiet af Euclids Elementer i Danmark*, Festskrift til H.G. Zeuthen, 1909, s. 18-26.

Crone, C.: *Matematisk Forening gennem 50 Aar*, 1923.

Dansk matematisk forening 1923-1973, 1973.

DBL, *Dansk biografisk Leksikon*, red. af Povl Engelstoft og Svend Dahl, I-XXVII, 1933-1944.

De statsgaranterede danske Livsforsikrings-Anstalter, 1892.

DTH, Polyteknisk undervisning og forskning i det 20. århundrede, 1979.

Festskrifter udgivet af Københavns Universitet i anledning af universitetets årsfest (med nekrologer, doktorers selvbiografier og bedømmelser af prisopgaver).

Goos, C.: *Samling af de for Universitetsforholdene gjældende Retsregler* I-II, 1884-1885.

Hallerberg, Arthur E.: *Georg Mohr and Euclidis Curiosi,* Mathematical Teacher LIII, 1960, s. 127-132.

Hansen, H. M.: *Naturfagene i Københavns Universitet 1929.*

Harding, M.C.: *Correspondance de H.C. Ørsted avec divers savants* II, 1920.

Hjelmslev, J.: *Geometriske Eksperimenter,* 1913.

– *Om et af den danske Matematiker Georg Mohr udgivet Skrift »Euclides Danicus«, udkommet i Amsterdam i 1672,* Matematisk Tidsskrift, B, 1928, s. 1–7.

– *Beiträge zur Lebensbeschreibung von Georg Mohr (1640-1697),* Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, Mathematisk-fysiske Meddelelser XI, 4, 1931.

Juel, C.: *Redegjørelse for en Afhandling af Landmaaler Caspar Wessel fra 1799,* Nyt Tidsskrift for Matematik, B, 6, 1895, s. 25-35.

Jürgensen, C.: *Analytisk Plangeometrie,* 1834.

Kjølsen, Hans H.: *Fra Skidenstræde til H.C. Ørsted Institutet,* 1965 (må for matematikkens vedkommende benyttes med varsomhed).

Kline, Morris: *Mathematical Thought from Ancient to Modern Times,* New York 1972.

Krejdal, August: *Omrids af Pananalysis eller Verdens Dynamik,* 1833.

Lind, Hans: *Husmandssønnen, der blev professor,* Sønderjysk Månedsskrift 1975, s. 459-464.

Lomholt, Asger: *Det kongelige danske Videnskabernes Selskab 1742-1942* I-V, 1942-1973.

Lundbye, J.T.: *Den polytekniske Læreanstalt 1829-1929,* 1929.

Madvig, J.N.: *I Anledning af de Angreb som nylig ere gjorte paa de lærde Skolers Undervisningsplan,* 1860.

Mathematisk Tidsskrift 1859-1864, efterfulgt af *Tidsskrift for Mathematik* 1865-1889, efterfulgt af *Nyt Tidsskrift for Matematik A & B* 1890-1918, efterfulgt af *Matematisk Tidsskrift A & B* 1919-1952 (derefter indgået i de fællesskandinaviske *Nordisk Matematisk Tidskrift* og *Mathematica Scandinavica).*

Meyer, Kirstine: *Erasmus Bartholin. Et Tidsbillede,* 1933.

Mohr, Georg: *Euclides Danicus,* 2. udgave med forord af J. Hjelmslev, 1928.

– *Compendium Euclidis Curiosi,* Amsterdam 1673 og London 1677, Faksimileudgave med indledning af Henrik Meyer, Acta historica scientiarum naturalium et medicinalium, Vol. 34, 1982.

Mollerup, J.: *T. Bonnesen,* Matematisk Tidsskrift B 1935, s. 16-24.

Maar, Vilhelm: *Lidt om Descartes og Danmark,* 1931.

Nielsen, Niels: *Matematiken i Danmark 1801-1908,* 1910.

– *Matematiken i Danmark 1528-1800,* 1912.

Nørlund, N.E.: *Danmarks Kortlægning,* bind 1, 2. udgave, 1943.

Officerskoler i Tidsrummet 1691-1918, 1918.

Planlægningsrådets undersøgelse: *Forskningens vilkår i Danmark indenfor fagområderne engelsk og matematik,* 1979.

Schleswig-Holsteinisches Biographisches Lexikon IV, Neumünster 1976 (artikler om Th. Clausen og J.N. Tetens).

Schönbeck: *Mathematik,* Geschichte der Christian-Albrechts-Universität Kiel 1665–1965 VI, Neumünster 1968, s. 9–58.

Schøtt, Thomas: *Fundamental research in small countries, mathematics in Denmark 1928-1977,* Århus 1979.

Slottved, Ejvind: *Lærestole og lærere ved Københavns Universitet 1537-1977,* 1978.

Sperling, O.: *Dr. med. Otto Sperlings Selvbiografi,* oversat af S. Birket Smith, 1885 (1974).

Steen, Adolph: *Det mathematiske Studiums Fremgang i Danmark i dette Hundredaar,* Tidsskrift for Mathematik 1873, s. 161-174.

– *Den polytekniske Læreanstalts første halvhundrede Aar,* 1879.

Steno, Nicolaus: *Elementorum Myologiæ Specimen, Seu Musculi Descriptio Geometrica,* Florentiæ 1667 (genoptrykt i *Opera Philosophica,* 2. vols., ed. V. Maar, 1910).

Struik, Dirk J.: *Matematikkens Historie* (oversat af C.-O. Johansen efter 2. udgaven af *A concise history of mathematics),* 1966.

Zeuthen, H.G.: *Mathematikens Historie.* I: *Oldtid og Middelalder,* 1893. II: *16de og 17de Aarhundrede,* 1903.

– *Steen og Oppermann,* Nyt Tidsskrift for Matematik A 1899, s. 33-45.

Ørsted, Mathilde: *Breve fra og til Hans Christian Ørsted,* Anden samling, 1870.

Årbøger for Københavns Universitet (citeret »Årbog«) og deres forgængere udgivet af Linde 1849-63, af Selmer 1833-48 og af Engelstoft 1806-23.

Datalogi

Af Peter Johansen

DATALOGISK INSTITUT

Datalogisk Institut blev oprettet i forsommeren 1970. Hermed afsluttedes første fase i instituttets tilværelse, tilblivelsesfasen. Denne startede i 1963 med anskaffelse af et elektronisk regneanlæg af typen Gier til Matematisk Institut. Den ene af Gier's skabere *Bjarner Svejgaard Nielsen,* blev ansat som afdelingsleder for at varetage undervisning og forskning i tilknytning til dette anlæg. Omkring anlægget udbyggedes nu samarbejde med forskere i kemi, fysik, psykologi, lingvistik, botanik, økonomi og en lang række andre fag. Matematikstuderende med speciel interesse for datalogi arbejdede med på disse projekter. På kursuset »matematik 4« blev det muligt til numerisk beregning at anvende Gier i stedet for elektriske bordregnemaskiner. En del af undervisningen på »matematik 4« blev derfor indføring i programmering. Desuden undervistes der i videregående emner med tilknytning til den løbende datalogiske forskning. Der blev således udviklet en matematisk hjælpefunktion der var særlig egnet til beregning af eksponential- og logaritmefunktionerne. Listeprogrammering blev tilgængelig på Gier på et tidligt tidspunkt. To programsystemer fortjener særligt at blive nævnt: et sæt programmer til at udskrive kurver og tegninger på en grafisk tegnemaskine samt en makrooversætter. Begge systemer fandt udbredelse til andre Gier anlæg i Danmark og i udlandet. Det blev besluttet at starte en særlig første dels uddannelse for matematikstuderende der ønskede at specialisere sig i datalogi. Kurserne »datalogi 1« og »datalogi 2« skulle starte i henholdsvis sommeren 1969 og sommeren 1970 som overbygning af »matematik 4«.

Uden for Matematisk Instituts rammer blev den tidlige udvikling præget af Københavns Universitets edb-udvalg som blev nedsat i sommeren 1966 for at undersøge universitetets behov for elektronisk databehandling. Dette udvalg opridsede en plan indeholdende tre hovedpunkter:

1. Etablering af et databehandlingscentrum ved Københavns Universitet. Centret tænkes anbragt i en særlig bygning med en stor datamat som fælles service og forskningscentrum for alle fakulteter.
2. Etablering af en række mindre datamater ved universitetets institutter til dækning af større lokale edb-behov. Disse lokale anlæg tænkes senere ved datakanaler sat i forbindelse med datacentret som satellitmaskiner.

3. Etablering af undervisning i datalogi ved alle fakulteter samt oprettelse af en datalogilinie ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet.

I juni 1968 fremkom udvalget med endnu en plan som afstak den kommende udvikling af Københavns Universitets Regnecenter samt planerne for undervisningen i datalogi. Disse sidste var:

a. at ansøgningen om et professorat i datalogi bør gives højeste prioritet og at man straks efter besættelsen af professoratet (i 1969) opretter et institut i datalogi, hvorunder ansvaret for fagets fremtidige udvikling skal sortere.
b. at datalogilinien, som en variant af matematiklinien ved cand.-scient. studiet, indrettes således at studerende kan påbegynde studiet i efteråret 1968.
c. at datalogiafdelingen ved Matematisk Institut (senere Datalogisk Institut) bør være rådgivende ved den undervisning, der gives i datalogi og programmering ved de forskellige fakulteter og at man ved afdelingen stiller lokaler (gæsteværelse) til rådighed for de lærere, som afholder denne undervisning.

September 1969 tiltrådte dr.phil. *Peter Naur* professoratet i datalogi. Peter Naur havde fra sit arbejde ved A/S Regnecentralen haft tæt kontakt med den tidlige udvikling af datalogien i Danmark såvel som internationalt. Han var således sekretær for en international arbejdsgruppe der udformede programmeringssproget Algol.

Opbygning

Styrelsesloven trådte i kraft 1970, et år efter instituttets oprettelse. Instituttet har opbygget sine administrative funktioner i takt med en afklaring af styrelseslovens indhold. Datalogisk Institutråd og Datalogisk Studienævn blev stiftet. Indtil 1974 var instituttet i økonomiske anliggender henlagt direkte under Konsistorium. 1974 blev instituttet endeligt underlagt Det naturvidenskabelige Fakultet som medlem af Matematisk Centralinstitut. Indtil 1972 havde instituttet lokaler i H.C. Ørsted Instituttet, men flyttede derefter til Sigurdsgade 41, i en bygning, hvor et år senere Regnecentret for Københavns Universitet (RECKU) flyttede ind. Ved oprettelsen i 1970 havde instituttet 1 professorat, 3 amanuenser, 3 lektorer og 3 kandidatinstruktorer. Instituttet underviste på første del 500 studerende og 50 på anden del. I 1977 har instituttet et gæsteprofessorat, 2 professorater, 8 lektorer og 5

adjunkter samt 5 administrative medarbejdere. Der undervises 600 studerende på første del og 250 på anden del.

Undervisningen ved instituttet har beholdt sin struktur og er kun søgt udvidet i takt med de stigende studentertal. Første dels undervisningen består stadig af 3 kurser, hver struktureret omkring ugentlige forelæsninger ved lærerne og ugentlige øvelser ved studenterinstruktorer. Som væsentlig bestanddel af undervisningen arbejdes på hvert kursus med cirka 4 årlige rapportopgaver hver af en varighed på 2–4 uger. Undervisningens indhold har undergået nogle ændringer, især må fremhæves administrativ databehandling og systemarbejde som ved studiets start var meget svagt repræsenteret, men nu er på vej til at blive en fast del af pensum. I øvrigt består den obligatoriske første dels undervisning af emneområderne elementær datamatik, materiel, materielnært programmel, operativsystemer, programmeringssprog og oversættere samt matematisk datalogi. Anden dels undervisningen præsenterer et vekslende udbud der kan sammensættes frit af den studerende. En gruppering kan foretages i specialiserede emner, som bygger på første dels undervisning, og i emner af aktuel interesse som med kort varsel kan tages op. En tendens i anden dels undervisningen synes at være at der opbygges faste kurser der tilbydes år efter år og som består af et introducerende semester fuldt af en videregående del. Dette afspejler formentlig presset fra det store studentertal. Disse faste kurser følges nemlig hver af omkring 50 studerende. I det hele taget er det store antal studerende af særlig betydning for speciale-skrivning. For ganske vist kan man undervise på første del i store hold med rimelig god samvittighed på grund af støtten fra studenterinstruktorerne, og ganske vist kan anden dels undervisningen med nogen betænkelighed rationaliseres ved indførelse af faste kurser for store grupper, men speciale-skrivningen kan og bør ikke effektiviseres på bekostning af kvaliteten.

Således er antallet af speciale-studerende ikke steget i takt med studenterantallet, men er nærmest stagneret som en naturlig følge af et fastholdt antal lærerstillinger. Der er let adgang for studerende for at få studierelevant erhvervsarbejde. Dette forhold bevirker også at studietiden er længere end normalt.

Forskning

Forskningen har udviklet sig inden for de tre hovedområder, anvendelser, basisprogrammel og teori. I det følgende vil der blive redegjort for to anvendelsesområder inden for henholdsvis medicin og operationsanalyse; desuden vil der blive omtalt en række projekter, karakteristiske for udviklin-

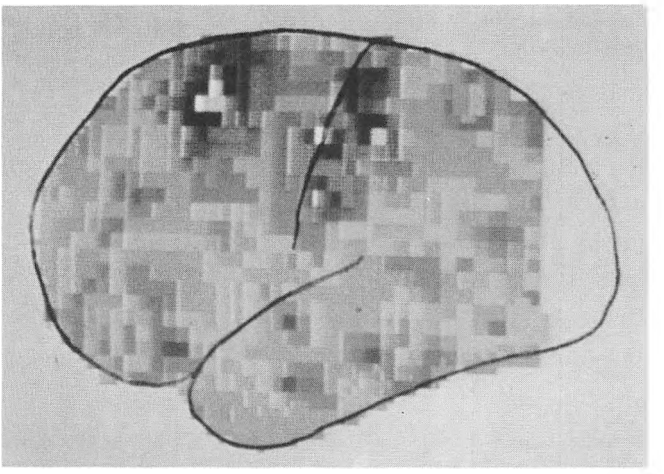


Fig. 52. Sansning påvirker blodgennemstrømningen i hjernebarken. Forsøgspersonen har under optagelsen bevæget sine fingre i den side af legemet der er modsat af den viste hjernehalvdel. Billedet er frembragt af en datamat ud fra målinger af henfaldet af den radioaktive isotop Xenon 133. Hver kvadratisk billedelement repræsenterer en kvadratcentimeter af hjernebarken.

gen inden for basisprogrammel. Endelig vil to hovedlinier inden for den teoretiske forskning blive omtalt: bevisførelse for programmer samt automatteori.

Som indledning til dette afsnit om forskningens historie vil det være på sin plads at nævne at dette emne faktisk omfattes af instituttets forskningsaktiviteter.

Som følge af den hurtige udvikling har der vist sig stærkt stigende interesse for fagets tidlige historie, gennem årene 1945–1960. Peter Naur har derfor haft anledning til at beskrive sine arbejder fra denne periode, dels ved anvendelser af datamaten Edsac i Cambridge, England i 1951 og 53, dels som deltager i udviklingen af programmeringssproget Algol 60 i 1959–60.

Siden 1969 har instituttet beskæftiget sig med at udvikle datamatiske systemer til brug for medicinske målinger, specielt målinger af hjernens blodgennemstrømning. Denne aktivitet førte til konstruktion af et gammakamera med indbygget minidatamat. Dette kamera har muliggjort et udvidet kendskab til hjernens funktion både i normal og syg tilstand. Det er særlig lokalisation af hjernefunktioner som tale, syn, bevægelse, hørelse samt lokalisation af epileptiske centre, som har været af interesse. Disse målinger har ikke før været mulige på mennesket *in vivo*. Fra et datalogisk synspunkt har dette projekt været af værdi bl.a. som kilde til projekter af tværvidenskabelig art på anden del. Det har givet anledning til udvikling af et makrosprog, et operativsystem til tidstro multiprogrammeret operation (VACS), modelstudier af fysiologiske systemer og grafisk databehandling. Med hensyn til det sidste er der til instituttets farvefjernsynsskærm af mærket Ramtek, udviklet programmel til præsentation af billeder der viser lysintensiteten af astronomiske observationer.

I 1977 er der startet et nyt projekt inden for ovennævnte område. Der er arbejdet på udviklingen af en enkelt-foton dynamisk grammatomograf (eng. ECAT: »emission computer assisted tomograph«) til afbildning af funktion i et tværsnit af hjernen. Anledningen til dette projekt har været fremkomsten i 1972 af den første transmissions-CAT baseret på brug af røntgenstråler og udviklet af Hounsfield hos EMI Ltd. i England. Billeddannelsen her er baseret på målinger af bremsningen af et sæt parallelle røntgenstråler, som sendes gennem hovedet og danner en projektion. Ved rotation af måleudstyret omkring patientens hoved kan man få opsamlet et sæt projektioner (sædvanligvis ca. 100). Ud fra de målte projektioner (i alt ca 16000 data) kan det pågældende tværsnit rekonstrueres på datamaskine ved benyttelse af forskellige rekonstruktionsalgoritmer. Herved dannes et billede af hjernens anatomiske struktur i et tværsnit. EMI scanneren og senere apparater efter samme princip har ført til et markant fremskridt inden for medicinsk diagnostik.

Transmissions-CAT viser anatomiske strukturer, men kun indirekte fysiologi. Emissions-CAT tillader ved brug af radioaktiv mærkning at udføre fysiologiske undersøgelser *in vivo*. Imidlertid har vægten været lagt på udstyr, som udnytter positronudsendende radioaktive stoffer, hvilket nødvendiggør tilstedeværelsen af en cyclotron i umiddelbar nærhed af udstyret. Vi foreslår

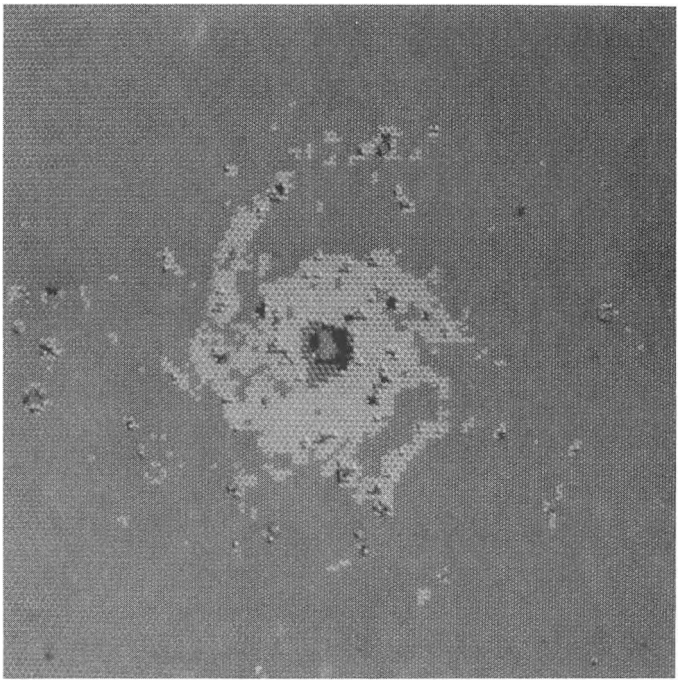


Fig. 53. Billedet viser spiralgalaksen mgc628 optaget på en fotografisk plade på det europæiske observatorium i Andesbjergene i Sydamerika. Billedet er derefter digitaliseret på et mikrodensitometer ved Lunds universitet. Billedet har været anvendt til efterprøvning af en teori om dannelsen af armene i spiralgalakser af astronomen Preben Grosbøl. Billedet er fotograferet fra DIKU's farve raster skærm.

udviklingen af en enkelt-foton ECAT til benyttelse med mere tilgængelige radioaktive stoffer i lighed med, hvad man arbejder med nogle få steder i verden. Udstyr, som er hurtigt nok til at afbilde et dynamisk forløb i tværsnit, findes dog ikke.

Instituttet har sammen med Rigshospitalet og Bispebjerg Hospital fået bevilliget midler til udvikling af en dynamisk enkelt-foton ECAT.

Operationsanalyse er læren om anvendelse af matematiske modeller som led i beslutning med det formål at søge en optimal udnyttelse af begrænsede ressourcer. Ved Københavns Universitet er operationsanalysen spredt over flere institutter med undervisningstilbud og løbende forskning dels ved Økonomisk Institut, dels ved Datalogisk Institut. Fremfor at tilstræbe en stor bredde i fagets dækning ved Datalogisk Institut har man valgt at koncentrere såvel forskning som den videregående undervisning om et af operationsanalysens vigtigste hjælpemidler: de matematiske optimeringsmetoder, også kaldet matematisk programmering. Med fælles rod i den efterhånden klassiske teori for lineær programmering fordeler disse metoder sig i to hovedgrupper: ikke-lineær optimering med nære forbindelser til numerisk analyse, og diskret optimering, hvor nogle eller alle beslutningsvariable skal antage heltallige værdier, ofte netop 0 eller 1 svarende til enten-eller beslutninger. Især diskret optimering med udløbere inden for bl.a. grafteori, matroideteori, beregningskomplexitet og kombinatorik er i årenes løb dyrket ved Datalogisk Institut under en form, hvor denne faggren naturligt kan opfattes som et eksempel på anvendt datalogi.

Her kan for eksempel nævnes en undersøgelse af matroider. Matroider er et fælles aksiomatisk grundlag for optimering af grafer og matricer. På denne måde kan en grundlæggende algoritme specialiseres til optimalisering af forskellige strukturer. Den såkaldte grådige algoritme er et eksempel herpå.

Desuden er der siden 1977 arbejdet kraftigt på en oversigt over lokaliseringsproblemer. Arbejdet omfatter foreløbig statistiske, deterministiske prototypeproblemer.

Det andet hovedområde for forskningen var emneområdet omkring maskinnært programmel. Som nævnt var der udviklet programmel af denne type, blandt andet tegneprogrammel og en makrooversætter. I 1971–73 udvikledes programsystemet Noos, der kan få RC 4000 til at fungere som terminal til de regionale edb-centre RECKU og RECAU, idet der over for hvert af centrene simuleres en terminaltype som centret i forvejen anerkender. Noos har været anvendt i drift på to RC 4000 installationer; på Kemisk Institut ved Århus Universitet og på H.C. Ørsted Instituttet ved Københavns Universitet.

I 1975 udvikledes MIK, et korutineorienteret styresystem til en mikrodata-

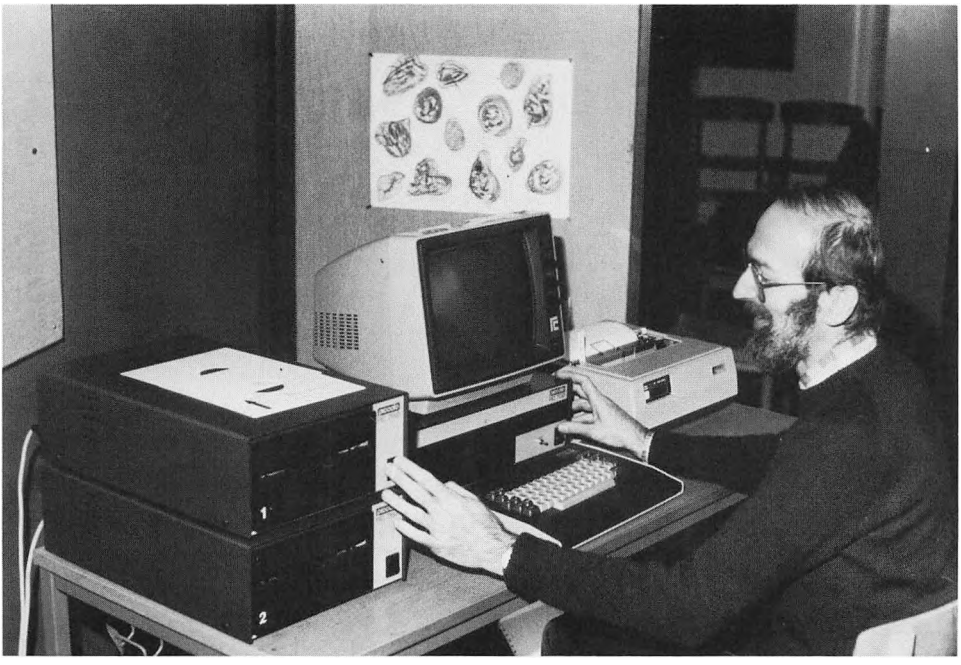


Fig. 54. Lektor Nils Andersen arbejder med forberedelse af første års kurset datalogi 0. Ved undervisningen anvendes mikrodatamater af mærket Piccolo.

mat. Systemet afvikler prioriterede reentrante korutiner og omfatter mekanismer til indbyrdes synkronisering og kommunikation, synkronisering med sand tid, og retningslinier for behandling af ydre enheder. MIK er et skelet, som kan udbygges til forskellige dedikerede systemer. Det er implementeret på en intel 8080 centralenhed.

En datamaskines operativsystem sørger for at flere job (programmer) kan udføres parallelt, at job er beskyttet mod hinanden, at job kan nedlægges, og at job kan kommunikere med hinanden (fx. gennem et fil- eller databasesystem). Primitive operativsystemer sørger kun for parallel udførelse og kommunikation, og disse funktioner er velafklarede i litteraturen. Derimod er beskyttelse og nedlæggelse temmelig uudforskede, specielt deres samspil med kommunikation.

På instituttet fortsættes et projekt om afklaringen af begreberne beskyttelse og nedlæggelse. Arbejdsmetoden består i at definere en »kerne« (dvs. et sæt grundoperationer til at opbygge operativsystemer). Dernæst anvendes kernen til at konstruere de vanskelige dele af et operativsystem. Resultaterne vurderes, begrebsapparatet revideres, og »kernen« forbedres tilsvarende.

Denne proces har nu været gennemløbet flere gange og en række resultater er opnået: traditionelt har man ladet et job bære alle egenskaberne »parallel



Fig. 55. En student arbejder i Datalogisk instituts værksted for mikroprocessorer. I en prøveopstilling sammensættes integrerede kredse til en fungerende mikrodatamat.

udførelse«, »beskyttelse« og »nedlæggelse«. Det viser sig imidlertid mere frugtbart at adskille »parallel udførelse« fra »beskyttelse«. Det kan ske ved at lade den grundlæggende enhed for beskyttelse være en datastruktur, dvs. et sæt data med tilhørende operationer til at ændre og »aflæse« data. Et job kan nu opfattes som oprettelse af en datastruktur, parallel udførelse af den, og nedlæggelse af den. Et filsystem (eller en anden form for kommunikation) kan opfattes som en datastruktur der kun undtagelsesvis nedlægges, men som selv kan oprette og nedlægge andre datastrukturer. Filsystemet udføres ikke nødvendigvis parallelt med job, men job kan kalde operationerne i filsystemets datastrukturer. Herved kommer den grundlæggende kommunikation til at ligne procedurekald.

Ligeledes inden for arbejdet med operativsystemer er der i 1977 færdigudviklet nogle ressourcetildelingsalgoritmer som forhindrer permanent blokering og låsning. De programmer, der behøver ressourcer antages at være ordnede efter en prioritetsregel, men programmerne er i øvrigt uafhængige af prioriteringsregelen. Hovedfordelene ved de udviklede algoritmer er at nye programmer, der er lavt prioriterede, aldrig vil blokere tidligere højere prioriterede programmer, og at anmodninger altid opfyldes hvis de ikke kan forsinke programmer med højere prioritet.

Grænsefladen for programmel til ydre enheder udgør ofte et problem i udvikling af basisprogrammel. Der arbejdes med at beskrive denne grænseflade med gængse multiprogrammeringsbegreber. De udviklede begreber indpasses i »Concurrent Pascal«, så man kan opnå at skrive drivprogrammer i et højniveausprog.

Instituttet har udviklet en oversætter til programmeringssproget Pascal for UNIVAC 1110. Herved er skabt et godt udgangspunkt for praktisk afprøvning af nye ideer vedrørende nye sprogfaciliteter. Oversætteren er distribueret til en række udenlandske universiteter. Der er udformet udvidelser til Pascal i form af dynamiske tabeller og fuldstændig typespecifikation af procedureparametre.

Der arbejdes med databaser over en bred front. Hovedindsatsen samler sig om sammenligninger af Relations- og CODASYL-baserede databasesystemer samt implementation af bestemte typer af disse. Der er lavet generelle programmer til reorganisering af databaser samt projekter der har gennemført effektivitetsmålinger på forskellige typer af databasesystemer.

Den teoretiske forskning præsenteres i to delområder: teori for programmer og automateori. Først omtales teori for programmer.

Peter Naur har under sin tilknytning til A/S Regnecentralen opbygget en metode til at vise programmers korrekthed. Til hvert sted i et program knyttes et udsagn, et øjebliksbillede, der udsiger hvorledes værdierne af de variable skal forholde sig til ethvert tidspunkt hvor udførelsen af programmet har nået det pågældende sted. Ud fra en viden om den ændring som en programsætning medfører af de variables værdier, kan man vise konsistensen af de opstillede øjebliksbilleder.

Desuden har han beskrevet en programmeringsmetodik, som sigter på systematisk konstruktion af programmer ud fra en global problembeskrivelse. Det kritiske trin i metoden er omdannelsen af »handlingsklynger« som derefter anvendes som byggesten for det færdige program. Man kan sige at de globale krav omdannes til øjebliksbilleder og at handlingsklyngerne konstrueres således at øjebliksbillederne automatisk er invariante.

Der er blandt andet udviklet følgende udbygning af de nævnte metoder.

Til hver løkke i et program associeres et sæt differensligninger. En invariant hørende til løkken kan findes som løsning til differensligningerne. Som en følge heraf kan en løkke-invariant beregnes hvis der kan findes en analytisk løsning. Man kan udtrykke det på den måde at i stedet for at gætte en invariant skal man gætte en løsning. Det foreliggende arbejde beviser programmer til at kvadrere et heltal og til at opløfte et heltal til en heltalspotens. Metodens videre muligheder kendes først når den er afprøvet på flere eksempler.

Desuden studeres programmer stilistiske udformning ud fra større, publicerede programmer. Studierne søger at belyse i hvilken grad programmerne giver klart og effektivt udtryk for den forestilling om algoritmernes virkemåde som man får gennem mindre formelle beskrivelser. Herunder forsøges det konstruktivt at forbedre algoritmernes udformning. Der søges efter generelle træk for hvad det er for programmeringsmetodiske brist der ligger til grund for uhensigtsmæssige udformninger. Tillige søges der efter stiltræk der kan benyttes som indicier for uhensigtsmæssige udformninger.

Endvidere er det statistisk blevet undersøgt hvilke faktorer som indvirket på et programs læsbarhed. Det er fundet at den relative længde af kommentarer i en programtekst samt længden af de anvendte navne begge har positiv betydning.

Grundlæggende inden for teoretisk datalogi er begrebet tilstand. En datamats tilstand til et givet tidspunkt er indholdet af dens registre. Tilsvarende er en algoritmes tilstand, til et givet tidspunkt i løbet af dens udførelse, værdien af algoritmens variable samt den næste elementære sætning der skal udføres. En automat er en matematisk model for et system der kan befinde sig i en veldefineret diskret tilstand og hvis tilstand ændres som en funktion af inddata til systemet. En omfattende international forskning har siden omkring 1956 undersøgt automater. Automaten har været anvendt som model for bl.a. oversættere for programmeringssprog, digitale sekvensnetværk, og inden for teoretisk biologi som model for en celle. I denne sidste anvendelse er tilstanden de aktive gener. Mængden af uddatafølger som fører en automat fra samme givne begyndelsestilstand til en given sluttilstand anvendes som model for et programmeringssprog. Af særlig interesse er endelige automater. De tilsvarende sprog kaldes regulære sprog. Ved instituttet er der i 1972 foreslået en algebraisk normalform for regulære sprog. Den fremkommer ved at indføre formelle inverse til inddatategn; matematisk set udvides sprog fra at være delmængder af en fri semigruppe til at være delmængder af en fri gruppe. Det er vist at regulære sprog kan beskrives på simpel vis ud fra endeligt frembragte undersemigrupper af en fri gruppe. En endelig automat der kan læse inverse uddatategn er opstillet og det er vist at et reduceret regulært sprog igen er regulært. Motiveret af automatens anvendelse i teoretisk biologi er automater og sprog i den fri gruppe anvendt inden for dette område. Lokalt katenative ligninger er defineret i den fri gruppe. Det er vist at hvis den fri gruppe frembragt af en deterministisk kontekstfri Lindenmayer (DOL) følge er endeligt frembragt, da findes der en lokalt katenativ ligning i den fri gruppe som definerer DOL følgen. En algoritme gives der finder frembringerne af den fri gruppe. Desuden er kommutatorregning anvendt til at vise at det såkaldte ækvivalensproblem for

DOL følger kan løses i den fri gruppe modulo et vilkårligt led i den nedre centrale følge.

Det er vist at frembringerfunktionen for antallet af delord i en DOL følge er rational.

I dette afsnit om forskningen udvikling har jeg forsøgt at trække hovedlinierne frem. Disse linier vil nok fortsætte også i det næste tiårs udvikling.

LITTERATUR

Johansen, Peter: *An Algebraic Normal Form for Regular Events,* Polyteknisk Forlag, Lyngby, 1972.

Krarup, Jakob: *Discrete Optimization and Location Decisions,* DIKU, 1981.

Naur, Peter (ed): *Revised ALGOL 60 report,* Comm. ACM, Vol. 6, 1963.

Naur, Peter: *The Design of the Gier Algol Compiler,* BIT, Vol. 3, No. 2 and 3, 1963.

Steensgaard-Madsen, Jørgen: *A Statement-oriented Approach to Data Abstraction,* TOPLAS, Vol. 3, 1981.

Sveinsdottir, Edda et al.: *A single Photon Dynamic Computer Assisted Tomograph (DCAT) for Imaging Brain Function in Multiple Cross Sections,* Journal of Computer Assisted Tomography 4(2): 230-270, 1980.

Statistikkens teori

Af Anders Hald

INDLEDNING

Den begrænsede plads tillader ikke en detailleret redegørelse for den teoretiske (eller matematiske) statistiks historie i Danmark. De følgende afsnit giver nogle hovedtræk af historien med vægten lagt på udviklingen ved Københavns Universitet. Fremstillingen falder i to dele. For perioden 1860-1950 har jeg forsøgt at give en kort fremstilling af de vigtigste danske bidrag til statistikkens teori og sandsynlighedsregningen samt en vurdering heraf set i internationalt perspektiv. For perioden 1950-1979 har jeg indskrænket mig til en opremsning af vigtige begivenheder og aktiviteter på Københavns Universitet.

Sandsynlighedsteoretiske resultater af overvejende målteoretisk eller kombinatorisk natur må søges i afsnittet om matematik.

De fleste af de i perioden 1860-1950 omtalte statistikere har også ydet en betydelig indsats på andre områder, hovedsagelig indenfor astronomi, geodæsi, matematik, numerisk analyse og forsikringsmatematik. Herom henvises til de pågældende specialafsnit.

TIDEN 1860-1950

International videnskabelig baggrund. Laplace og Gauss

I begyndelsen af det nittende århundrede indledtes en ny epoke i den teoretiske statistiks historie. *Laplace* samlede og kompletterede sine arbejder om sandsynlighedsregning og statistik i sin lærebog fra 1812, der bl.a. indeholdt et bevis for den centrale grænseværdisætning og en diskussion af mindste kvadraters metode. Herved skabtes grundlaget for den asymptotiske estimationsteori. *Gauss* diskuterede i 1809 den lineær-normale model og udledte aposteriori fordelingen af parametrene under forudsætning af ligelig apiori fordeling. Som estimator valgte han den mest sandsynlige værdi i aposteriori fordelingen og beviste derefter, at denne estimator kan findes ved mindste kvadraters metode. Dette resultat efterfulgtes i 1821-1826 af en ny udledelse af mindste kvadraters metode, der hverken forudsatte apriori

fordeling af parametrene eller normal fordeling af observationerne, men kun at fejlenes middelværdi er nul, og at varianserne er endelige. Den bedste estimator defineredes som den centrale, lineære estimator med mindst varians, og Gauss beviste, at den bedste estimator kan findes ved mindste kvadraters metode. Dette var den videnskabelige baggrund for udviklingen af den teoretiske statistik i Danmark.

Tiden 1860-1910. Thiele og Westergaard

Det var naturligt, at de første bidrag kom fra astronomer og geodæter. *C. G. Andræ,* direktør for Geodætisk Institut, kritiserede i 1867, at Gauss havde indskrænket den betragtede klasse af estimatorer til kun at omfatte lineære funktioner af observationerne. Han påpegede, at den bedste estimator, som han definerede som estimatoren med den største koncentration af sandsynlighedsmasse, vil afhænge af fejlenes fordeling, og beviste under forudsætning af ligefordeling af fejlene, at den bedste estimator er middeltallet af den mindste og den største observation. Han viste derefter, at mindste kvadraters metode kun fører til den bedste estimator, når fejlenes fordeling er normal. Andræs efterfølger som direktør, *G. Zachariae* udgav i 1871 en lærebog *De mindste Kvadraters Metode,* der bl.a. indeholder en udførlig diskussion af elementarfejlshypotesen med en gennemgang af Bessels udledelse af rækkeudviklingen for fordelingen af summer af elementarfejl med symmetriske fordelinger samt under hensyntagen til Andræs synspunkter en fremstilling af Gauss' første bevis for mindste kvadraters metode med grundig diskussion af normalligningerne og deres løsning.

Adolph Steen (1816-1886), professor i matematik, skrev en elementær lærebog i statistik og sandsynlighedsregning i 1864.

I Tidsskrift for Mathematik, 1879, angreb *F. Bing* anvendelsen af Bayes' postulat, hvilket førte til en af de sædvanlige, lidt forvirrede og ophidsede diskussioner om Bayesianisme med *L. Lorenz* som modpart. Debatten medførte imidlertid, at Bayesianismen uddøde i Danmark. *K. Kroman* gav i Overs. Vid. Selsk. Forh., 1908, en mere afbalanceret diskussion af anvendelsen af Bayes' formel.

Nye bidrag til forskningen i perioden 1860-1900 ydedes især af de tre aktuarer, Oppermann, Thiele og Gram, som havde et nært samarbejde.

Ludvig H. F. Oppermann (1817-1883) var professor i tysk 1852-1883 og matematisk direktør i Statens Livrenteanstalt 1861-1870. I 1872 knyttede Thiele ham til Livsforsikringsselskabet Hafnia som matematisk konsulent (Gram 1883).



Fig. 56. Ludvig H. F. Oppermann (1817-1883). Professor i tysk 1852-1883. Direktør i Statens Livrenteanstalt 1861-1870. Matematisk konsulent i Hafnia 1872-1883.

Thorvald Nicolai Thiele (1838-1910) blev cand.mag. i 1860 og dr.phil. i 1866 på en afhandling om et astronomisk emne. I 1870-1871 udarbejdede han det matematiske grundlag for livsforsikringsselskabet Hafnia og blev ved selskabets oprettelse i 1872 matematisk direktør. Han var professor i astronomi 1875-1907. Thiele knyttede Gram til sig som beregner i Hafnia i 1875 (Gram 1910, Burrau 1929).

Jørgen Pedersen Gram (1850-1916) blev magister i matematik i 1873 og dr.phil. i 1879 på en afhandling om et matematisk-statistisk emne, i 1895 udnævntes han til direktør i Hafnia og i 1910 til formand for Forsikringsrådet (Nielsen 1916, Westergaard 1916, Zeuthen 1916).

Som aktuarer arbejdede de med økonomiske og demografiske data og erkendte nødvendigheden af at udarbejde en teori for skæve fordelinger til supplement af den herskende fejlteori, som hovedsagelig byggede på den normale fordeling. De arbejdede alle tre med den rækkeudvikling, der i dag kaldes Gram-Charlier Type A rækken. Navnet skyldes, at Gram behandlede denne rækkeudvikling i sin disputats *Om Rækkeudviklinger, bestemte ved Hjælp af de mindste Kvadraters Methode,* 1879, og at den svenske astronom *Charlier* senere gav en sandsynlighedsteoretisk begrundelse for den, i det væsentlige en generalisering af Bessels ovennævnte bevis til ikke-symmetriske fordelinger.

Navnet er imidlertid i historisk henseende ukorrekt, idet Gram i sin disputats skriver, at Oppermann tidligere har anvendt denne række og bestemt koefficienterne ved momentmetoden. Der er heller ingen tvivl om, at Thiele anvendte rækken i 1873. Som aktuarer var de kun interesserede i nogle få led af rækken til fremstilling af skæve fordelinger på grundlag af momenterne af højst fjerde orden. En anden række, som Gram diskuterede i sin disputats, fremkom ved multiplikation af en eksponentialfunktion med et polynomium. Som et specialtilfælde heraf fremkommer gamma-fordelingen, som Gram brugte til beskrivelse af mænds fordeling efter vielsesalder.

Thiele udviklede i 1878 teorien om transformation af skæve fordelinger til normalfordelinger. Allerede i 1875 havde han brugt transformationen log $(x-\alpha)$ for at normalisere fordelingen efter vielsesalder.

Oppermann og Thiele var meget kritiske overfor Gauss' begrundelser af mindste kvadraters metode. Da de ikke var Bayesianere, kunne de ikke anerkende Gauss' første bevis, og i hans andet bevis forekom kravet om minimalisering af estimatorens varians dem alt for vilkårligt.

Oppermann forsøgte i 1872 at give en ny begrundelse uden at specificere observationernes fordeling. Han begrænsede sig til positions- og skalaækvivariante estimatorer og definerede ligesom Laplace og Gauss den bedste estimator som den estimator, der minimaliserer tabsfunktionen, men i modsætning til Laplace og Gauss, der anvendte vilkårligt valgte tabsfunktioner, ønskede Oppermann at udlede tabsfunktionens form fra fundamentale principper. Ved at stille krav om, at tabsfunktionen for alle observationerne skulle være lig med summen af tabsfunktionerne for undergrupper af observationer, og at den bedste estimator baseret på alle observationerne skulle fremgå ved kombination af de bedste estimatorer beregnet af undergrupperne, nåede han frem til en differentialligning, der havde den kvadratiske tabsfunktion som løsning.

Thiele gav i 1889 endnu en begrundelse for mindste kvadraters metode. Thiele ønskede en begrundelse, som ikke byggede på anvendelse af en tabsfunktion, men som hvilede alene på en forudsætning om, at observationerne er uafhængige og normalt fordelt. Han fandt frem til den simplest tænkelige, lineære model, den kanoniske form, i hvilken m af observationerne har ukendte middelværdier og de resterende n-m har kendte middelværdier. Estimationen i denne model er efter Thiele selvindlysende. Han viste derefter, at enhver lineær model ved en ortogonal transformation kan føres over i den kanoniske form, hvorefter estimatorerne i denne ved den inverse transformation kan udtrykkes ved de oprindelige observationer. Thieles fundamentale idé blev ikke forstået af hans samtidige. Først i 1930'rne genopdagedes den kanoniske form af den lineær-normale model.



Fig. 57. Thorvald Nicolai Thiele (1838-1910). Professor i astronomi 1875-1907. Direktør i Hafnia 1872–1910.

Det er bemærkelsesværdigt, at Thiele som specialtilfælde af mindste kvadraters metode gav en fremstilling af ensidet og tosidet variansanalyse. Som teststørrelse brugte han dog differensen mellem varianserne i stedet for kvotienten.

Thiele er mest kendt for sin opdagelse af de symmetriske funktioner, som han kaldte halvinvarianter, men som i dag kaldes kumulanter. Han definerede dem oprindelig (1889) ved en rekursionsformel, hvori momenterne indgik, men fandt i 1899 en generel definition ved hjælp af en rækkeudvikling af logaritmen til den momentfrembringende funktion. Han anså med rette kumulanterne som de fundamentale symmetriske funktioner på grund af deres additivitet. Ved operatorregning viste han, hvorledes en tæthed med givne kumulanter kan fremstilles ved en rækkeudvikling efter differentialkvotienterne af en simplere tæthed, idet koefficienterne afhænger af differenserne mellem kumulanterne for de to tætheder. Dette resultat blev først genopdaget af Cornish og Fisher i 1937.



Fig. 58. Jørgen Pedersen Gram (1850-1916). Ansat i Hafnia 1875, direktør 1895-1910. Formand for Forsikringsrådet 1910-1916.

Thieles hovedværk er lærebogen *Almindelig Iagttagelseslære* fra 1889, hvortil slutter sig afhandlingen *Om Iagttagelseslærens Halvinvarianter* i Overs. Vid. Selsk. Forh., 1899. Bogen er vanskeligt tilgængelig. En mere »populær« version findes i *Elementær Iagttagelseslære* fra 1897 eller den tilsvarende engelske udgave *Theory of Observations* fra 1903. En detailleret redegørelse for Thieles arbejder er givet af A. Hald i *T. N. Thiele's Contributions to Statistics*, 1981.

Harald Ludvig Westergaard (1853-1936) tog magisterkonferens i matematik i 1874 og statsvidenskabelig eksamen i 1877. I 1883 blev han docent og 1886-1924 var han professor i statsvidenskab (Årbog 1882-83, s. 58-61; 1885-86, s. 19-20). Foruden at holde forelæsninger over statsvidenskab skulle han efter fakultetets bestemmelse særligt holde forelæsninger over statistikkens teori, der hermed indførtes som et særligt forelæsningsområde og »hvortil matematiske Kundskaber vare om ikke absolut nødvendige saa dog i høj grad ønskelige«. Westergaards hovedinteresser var socialpolitik, demografi og forsikring samt statistikkens anvendelse på disse områder. Han var i besiddelse af en umådelig arbejdsevne, idet han ved siden af professoratet



Fig. 59. Harald L. Westergaard (1853-1936). Docent 1883, professor i statsvidenskab 1886-1924. Direktør i Københavns Brandforsikring 1885-1935. Direktør i Bikuben 1886-1936. Medlem af Forsikringsrådet 1904-1932.

varetog adskillige stillinger i erhvervslivet og desuden var medlem af mange offentlige og private kommissioner, bestyrelser og råd. Samtidig var han en meget produktiv skribent. Fortegnelsen over et udvalg af hans skrifter i Nationaløkonomisk Tidsskrift, 1937, er på 293 numre. Mange af disse arbejder giver en statistisk analyse af demografiske, socialpolitiske og socialmedicinske spørgsmål, som stadig er aktuelle. Westergaard fik oprettet en økonomisk-statistisk eksamen (Årbog 1889-90, s. 123-25; 1891-92, s. 862-76), som dog ved en senere ændring af statsvidenskabelig eksamen igen blev nedlagt.

Hans første større værk var *Die Lehre von der Mortalität und Morbidität,* 1882, 2. udg. 1901. Derefter fulgte lærebogen *Statistikens Theori i Grundrids,* 1890, tysk udgave samme år, 3. udg. sammen med H. Cl. Nybølle i 1927, tysk udg. i 1928. Lærebogen giver en elementær indføring i statistikkens teori skrevet for demografer og økonomer og med mange eksempler fra disse fagområder. Westergaard bygger på den simple idé, at ethvert observationsmateriale ved inddeling i rationelle undergrupper udviser enten binomial eller normal

variation indenfor grupperne, og at en statistisk analyse derfor ikke er lykkedes, førend en sådan inddeling er foretaget. Den statistiske analyse bliver herved forholdsvis simpel, vanskeligheden ligger i at opnå en sådan indsigt i det pågældende problem, at undergrupperne bliver rigtigt afgrænsede. Lærebogen udmærker sig også ved en udførlig gennemgang af let forståelige og nyttige metoder såsom beregnede tilfældes metode, standardberegningsmetoden og interpolation med numerisk givne mønstre. Endvidere indeholder den en udførlig fremstilling af statistikkens historie, der i udvidet form blev til bogen *Contributions to the History of Statistics,* 1932. Westergaard lagde megen vægt på, at forelæsningerne over statistikkens teori suppleredes med praktiske øvelser på grundlag af aktuelle data, og skabte derved en værdifuld tradition, der stadig følges (Nybølle 1937, Nationaløkonomisk Tidsskrift 1937, Jensen 1976).

Tiden 1910-1935. Steffensen og Erlang

De mest fremtrædende blandt den følgende generation af statistikere var N. R. Jørgensen, A. Fisher, K. Smith, C. Burrau, A. K. Erlang, J. F. Steffensen og H. Cl. Nybølle. Det bør også nævnes, at arvelighedsforskeren, professor *W. Johannsen* (1857-1927) gennem sin bog *Elemente der exakten Erblichkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik,* 1909, 3. udg. 1926, skabte et godt grundlag for undervisningen i biologisk statistik.

Niels R. Jørgensen (1879-1967) generaliserede i sin disputats, 1916, Thieles teori for kumulanter og Charliers teori for rækkeudviklinger af frekvensfunktioner. Dansk-amerikaneren *Arne Fisher* (1886-1944), som emigrerede til U.S.A. i 1902, skrev en lærebog i matematisk statistik, 1915, 2. udg. 1922, der var stærkt påvirket af Thieles og Charliers teorier. I bogen *Frequency Curves and their Application in the Analysis of Death Curves and Life Tables,* 1922, udviklede han en metode til konstruktion af dødelighedstavler baseret alene på observation af de dødes fordeling efter alder og dødsårsag. *Kirstine Smith* (1878-1939) erhvervede doktorgraden i statistik ved universitetet i London i 1918. Hun skrev dels om estimation af parametrene i éndimensionale, grupperede fordelinger ved minimalisering af χ^2, Biometrika 1916, og dels om det optimale valg af værdier af den uafhængigt variable ved polynomial regression, Biometrika 1918. *Carl Burrau* (1867-1944) skrev i 1925 en elementær lærebog om statistikkens anvendelser i skadesforsikring.

Agner Krarup Erlang (1878-1929) blev cand.mag. i matematik i 1901 og efter nogle års virksomhed som lærer ansattes han i 1908 som videnskabelig

medarbejder ved Københavns Telefon A/S. Her udførte han sine banebrydende arbejder over sandsynlighedsregningens anvendelse i telefonien, idet han udledte opkaldsfordelingen (Poisson fordelingen), samtalelængdefordelingen (den eksponentielle fordeling), sandsynligheden for afvisning (Erlangs B-formel) og ventetidsfordelinger. Han opnåede mange af sine resultater ved anvendelse af statistiske ligevægtsbetragtninger på stokastiske processer og var i den henseende langt forud for sin tid. En detailleret redegørelse for hans arbejder findes i *The Life and Works of A. K. Erlang* af E. Brockmeyer, H. L. Halstrøm og Arne Jensen, 1948 (jvf. også Arhnung 1977 og Jensen 1978).

Thiele havde, uden held, arbejdet på oprettelse af et professorat i regnende (eller praktisk) matematik (Årbog 1903-04, s. 879-81; 1905-06, s. 413-415; 1907-08, s, 117-21 og 144-45; 1908-09, s. 486-88; 1909-10, s. 1015; 1910-11, s. 59-60 og 179-80). Først i 1916 lykkedes det at få oprettet et docentur i forsikringsmatematik (Årbog 1914-15, s. 576-77), der besattes med *Lars Iversen* (Årbog 1915-20, s. 279-81) fra 1916 til 1919 (Simonsen, 1951).

Johan Frederik Steffensen (1873-1961) tog juridisk embedseksamen i 1896. I 1904 blev han medlem af og sekretær for det nyoprettede forsikringsråd, i 1914 direktør for Andelsanstalten Tryg, i 1919 docent og i 1923-1943 professor i forsikringsmatematik (Årbog 1915-20, s. 308-10; 1920-23, s. 176-77; 1941-42, s. 56-57). Steffensen fik således ikke nogen regelret matematisk uddannelse, men studerede på egen hånd matematik, astronomi, forsikringsmatematik, statistik og numerisk analyse. I 1912 fik han doktorgraden på en afhandling med titlen *Analytiske Studier med Anvendelser på Talteorien.* Steffensen udarbejdede grundlaget for undervisningen til eksamen i forsikringsvidenskab og statistik (oprettet i 1917) med sine fire lærebøger; *Matematisk Iagttagelseslære,* 1923, *Interpolationslære,* 1925, *Forsikringsmatematik,* 1934, og *Rentesregning,* 1936. Vi skal her kun beskæftige os med den førstnævnte.

Steffensen var stærkt påvirket af Thiele og karakteriserer selv i sin afskedsforelæsning, 1943, forholdet således: »Jeg begyndte dog med at lægge Thieles Fremstillinger til Grund, baade for Iagttagelseslærens og Interpolationslærens Vedkommende, idet jeg haabede at kunne benytte disse Bøger med nogle Tilføjelser. Dette viste sig imidlertid ugørligt. Thieles *Iagttagelseslære* er en original og dybsindig Bog, som jeg for mit Vedkommende sætter overordentlig højt og har lært umådelig meget af, men som er uegnet som Lærebog for de studerende, hvad vistnok alle, som har givet sig i Kast med den, vil indrømme. Hertil kom, at Thiele meget nødig skrev om Ting, som han ikke mente at have noget nyt at sige om, og Følgen heraf blev, at en Mængde Spørgsmaal, hvorom de studerende absolut bør vide Besked, slet ikke er berørte i hans Bog. Jeg besluttede altsaa at lægge alt tilrette saaledes, at de, der maatte ønske at supplere det læste med Thieles Fremstilling, kunde

gøre det uden større Vanskelighed. Jeg erkender nu, at dette i Virkeligheden var misforstaaet Pietet, ...«.

Steffensen overtog teorierne for kumulanter og for fri funktioner fra Thiele, men modificerede fremstillingen af mindste kvadraters metode under indflydelse fra Gauss og Helmert. Steffensen føjede adskilligt nyt til indenfor andre områder. Han indførte de faktorielle momenter og viste, at denne type af momenter giver betydelige lettelser ved behandlingen af diskrete fordelinger. Han udledte de Pearson'ske fordelinger ud fra sandsynlighedsteoretiske argumenter i stedet for at bruge Pearsons differentialligning, gav en forbilledlig klar fremstilling af disse fordelingers egenskaber og fandt estimatorer af parametrene ved hjælp af momentmetoden. Han generaliserede teorien for den todimensionale normale fordeling ved at indføre en todimensional tæthedsfunktion som produktet af to vilkårlige endimensionale tætheder med argumenter, som er linearkombinationer af de to variable. Mange af nydannelserne i lærebogen publiceredes som tidsskriftartikler i årene før 1923. *Matematisk Iagttagelseslære* giver en koncis fremstilling af den matematiske statistik, som den forelå i 1923, og var et godt udgangspunkt for videregående studier.

I Matematisk Tidsskrift, 1930, gav Steffensen et vigtigt bidrag til teorien for forgreningsprocesser, idet han fandt den fuldstændige løsning til det af Erlang året før rejste spørgsmål om sandsynligheden for familienavnes uddøen (Simonsen 1962, Steffensen 1953).

Hans Cl. Nybølle (1885-1947) blev cand.mag. i matematik i 1910 og fik ansættelse i Statistisk Departement, hvor han blev til 1936, de sidste 12 år som kontorchef for den befolkningsstatistiske afdeling. Ved Westergaards afgang på grund af alder blev professoratet opslået som et rent professorat i nationaløkonomi og fakultetet udtalte, at »... Forholdet indenfor Fakultetet for Tiden (er) det, at ingen af Lærerne i Nationaløkonomi mener at kunne påtage sig på forsvarlig Måde at lede Undervisningen i Statistikens Teori. Dette Fag er iøvrigt også så omfattende, at det at følge med og dyrke det som selvstændig Disciplin vil lægge Beslag på en stor Del af en Mands Arbejdskraft». Fakultetet søgte derfor om oprettelse af et lektorat og i 1926 ansattes Nybølle som (ekstern) lektor i statistikkens teori (Årbog 1925-26, s. 26-27; 1926-27, s. 15-17). I 1936-1947 var han professor (Årbog 1935-36, s. 20-21; 1939-40, s. 10 og s. 26). Nybølles betydning ligger først og fremmest i hans fortsættelse af Westergaards arbejder som lærer, lærebogsforfatter (3. udg. af bogen sammen med Westergaard), befolkningsstatistiker og socialstatistiker. Han videreførte Westergaards betragtninger over interpolation i statistikken og udarbejdede selv en metode til pseudo-analytisk udjævning (Zeuthen 1948, Johansen 1948, Nationaløkonomisk Tidsskrift 1948).

Brydningstiden 1935-1950

Den engelske statistiker *R. A. Fishers* arbejder fra 1915 til 1935 blev indledningen til en ny epoke i statistikkens teori. I Danmark blev tiden fra omkring 1935 til 1950 en overgangstid, i hvilken R. A. Fishers teorier gradvis slog igennem og statistikkens anvendelsesområde udvidedes væsentligt. Steffensen gav i 1936 en ny udledelse af Student-Fishers sætning ved hjælp af variabeltransformation af flerdimensionale tætheder. Denne bevismetode anvendtes i de følgende år i en række afhandlinger af W. Simonsen, G. Rasch og A. Hald til at give ny beviser for Fishers og hans elevers fundamentale resultater for den lineær-normale model og for den flerdimensionale, normale fordeling. Endelig publiceredes en række bøger, som i overvejende grad var påvirket af de ny teorier, heriblandt *Landbrugets Jorddyrkning* af K. A. Bondorff, 1938, *Matematisk Fremstilling af R. A. Fisher's Teorier* af A. Hald, 1939, duplikeret udgave 1945, *Sandsynlighedsregning* af N. Arley og K. Rander Buch, 1940, og *Statistiske Metoder* af A. Hald, 1948.

Den store formidler af de Fisher'ske ideer var *G. Rasch* (1901-80), der efter uddannelse som matematiker og ansættelse ved Geodætisk Institut 1925-1934 i 1935 ansattes som statistisk konsulent ved Statens Seruminstitut. I 1935-1936 studerede Rasch ved University College i London og fik således en førstehåndsviden om de ny metoders matematiske grundlag og deres anvendelsesmuligheder i biologien og landbrugets forsøgsvirksomhed. I 1939 ansattes Rasch som ekstern lektor i biologisk statistik, og i 1945 udvidedes lektoratet til også at omfatte matematisk statistik (Årbog 1941-42, s. 57-62; 1944-45, s. 52-53). Rasch udøvede sin indflydelse ikke alene gennem sine forelæsninger, men også gennem sine talrige praktiske arbejder indenfor biologi, medicin og psykologi og ikke mindst derved, at en række unge aktuarkandidater i kortere perioder virkede som assistent hos ham på Seruminstituttet.

I 1943 udnævntes *W. Simonsen* (f. 1904) til professor i forsikringsmatematik (Årbog 1942-43, s. 104-106;), og i 1948 udnævntes *A. Hald* (f. 1913) til professor i statistikkens teori (Årbog 1947-48, s. 25-28) under Det rets- og statsvidenskabelige Fakultet, hvorefter de Fisher'ske metoder inkorporeredes i undervisningen for aktuar- og økonomistuderende.

I 1949 stiftedes *Det Statistiske Seminar* med det formål regelmæssigt at samle statistikere til foredrag og diskussioner. En bevilling fra The Rockefeller Foundation gjorde det muligt at invitere udenlandske, især engelske statistikere til at holde længere foredragsrækker over aktuelle emner. I 1971 afløstes seminaret af *Dansk Selskab for Teoretisk Statistik.*

INSTITUTPERIODEN 1950-1979

På foranledning af rektor H. M. Hansen nedsattes i foråret 1950 et udvalg som udarbejdede »Betænkning af 22. juni 1950 angående statistikkens stilling som selvstændig videnskab og som hjælpevidenskab ved de højere læreanstalter i København«. Udvalget foreslog, at der oprettedes et professorat i statistikkens teori under Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet, og at der samtidig oprettedes et statistisk institut med to afdelinger, hørende under henholdsvis Det rets- og statsvidenskabelige og Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet, ledet af de to professorer og med en passende bemanding til at varetage forskning og undervisning samt konsulentvirksomhed overfor videnskabsmænd fra andre fagområder. Udvalget anbefalede endvidere Det lægevidenskabelige Fakultets forslag om oprettelse af en afdeling for medicinsk statistik og biometri på universitetets arvebiologiske institut. Endelig påpegede udvalget betydningen af, at der snarest muligt oprettedes statistiske institutter på Landbohøjskolen og Danmarks tekniske Højskole. Disse planer – og mere til – er alle realiseret i tiden 1950-1979. I det følgende omtales kun udviklingen ved Københavns Universitet.

Statistisk Institut 1953-1979

Da planerne ikke umiddelbart fremmedes af Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet, oprettedes i 1953 Statistisk Institut under Det rets- og statsvidenskabelige Fakultet med *A. Hald* som bestyrer. I løbet af 50'erne ansattes her en række videnskabelige medarbejdere, der senere kom til at danne grundstammen i nyoprettede statistiske institutter eller institutter på nærtbeslægtede områder, nemlig *E. Lykke Jensen* (fra 1962 professor i teoretisk statistik ved Handelshøjskolen), *Th. Busk* (fra 1965 professor i numerisk analyse ved DTH), *H. Brøns* (fra 1972 professor i matematisk statistik ved Københavns Universitet; Årbog 1971-72, s. 113-114), *E. Harsaae* (fra 1969 professor i teoretisk statistik ved Aarhus Universitet) og *K. Vind* (fra 1966 professor i matematisk økonomi ved Københavns Universitet). *Arne Jensen,* som var ansat ved KTAS og dér videreførte Erlangs arbejder, var knyttet til undervisningen som ekstern lektor og blev i 1963 professor i matematisk statistik og operationsanalyse på DTH. Når det lykkedes at udvide instituttet i hurtigt tempo, skyldtes det bl.a. en aftale med og en bevilling fra Danmarks tekniske højskole (ved rektor Anker Engelund) og Handelsministeriets Produktivitetsudvalg, som gjorde det muligt at ansætte

Brøns og Harsaae for at fremme udviklingen af statistikkens anvendelser i industrien.

Statistisk Institut beskæftigede sig i 50'erne hovedsagelig med økonomisk statistik, økonometri, teorien for repræsentative undersøgelser, statistisk kvalitetskontrol og statistisk forsøgsplanlægning. Desuden skabtes i samarbejde med Dansk Ingeniørforening en efteruddannelse i statistik for ingeniører. Instituttet stiftede og redigerede *Nordisk Tidsskrift for Industriel Statistik.*

Efter A. Hald fulgte *G. Rasch* som professor og bestyrer af Statistisk Institut i 1962-72 (Årbog 1958-63, s. 74-78). I 1971 udnævntes *P. C. Matthiessen* til professor i demografi (Årbog 1969-70, s. 29; 1970-71, s. 64). Rasch efterfulgtes af *Erling B. Andersen* i 1974 (Årbog 1973-74, s. 92).

I 60'erne og 70'erne har Statistisk Institut hovedsagelig beskæftiget sig med følgende emneområder: metoder til analyse af kategoriserede data (itemanalysemodeller, parvise sammenligninger, kontingenstabeller), betinget statistisk inferens, repræsentative undersøgelser, statistiske problemer i human genetik (familiedataundersøgelser), tidsrækkeanalyse, økonometri, kø- og lagerteori samt demografi, herunder metodespørgsmål, befolkningsprognoser og den demografiske transition. Nærmere oplysninger om de enkelte medarbejdere og deres virksomhed findes i årsberetningerne fra instituttet, som fra 1964 er publiceret i Årbog for Københavns Universitet.

Institut for matematisk statistik 1961-1976

Eksamen i Forsikringsvidenskab og Statistik, oprettet i 1917 (Årbog 1915-20, s. 236-50), spaltedes i 1958 i en aktuareksamen og en eksamen i statistik (Årbog 1953-58, s. 351-357). Endvidere indførtes matematisk statistik som obligatorisk fag til første del af eksamen i matematik. Som en konsekvens heraf oprettedes i 1960 et professorat i matematisk statistik, der besattes med *A. Hald* (Årbog 1958-63, s. 231-234), og i 1961 oprettedes Institut for matematisk Statistik til at varetage undervisning og forskning i statistikkens teori og sandsynlighedsteori indenfor det naturvidenskabelige hovedområde. Instituttet har hovedsagelig beskæftiget sig med følgende emneområder: grundlaget for statistikkens teori, flerdimensionale normale statistiske modeller, kontingenstabeller, exponentielle familier af fordelinger, statistisk kvalitetskontrol, statistisk inferens i stokastiske processer, sandsynlighedsregningens grundlag, Markovprocesser, forgreningsprocesser, populationsdynamik og demografi. Instituttets medarbejdere har taget aktivt del i det internationale videnskabelige arbejde, dels gennem publikationer i udenlandske tidsskrifter og dels gennem længerevarende ophold ved udenlandske universi-

teter, ligesom instituttet i høj grad har draget nytte af talrige besøg af udenlandske kolleger. Nærmere oplysninger om de enkelte medarbejdere og deres virksomhed findes i årsberetningerne fra instituttet, som fra 1964 er publiceret i Årbog for Københavns Universitet.

Statistisk Forskningsenhed 1978-1979

Af mange forskellige grunde lykkedes det ikke, som forudsat i Betænkningen af 1950, at få de to institutter organiseret således, at de engagerede sig i en aktiv konsulentvirksomhed overfor videnskabsmænd fra andre fagområder på universitetet. Det var derfor en betydningsfuld nydannelse og et væsentligt supplement til det eksisterende statistiske miljø på universitetet, at det lægevidenskabelige og det samfundsvidenskabelige forskningsråd i 1978 oprettede Statistisk Forskningsenhed med *N. Keiding* som leder med det formål at drive statistisk forsknings-, udviklings- og rådgivningsvirksomhed indenfor de to råds områder. Det må formodes, at Forskningsenhedens virksomhed vil vokse kraftigt i de kommende år, og at der kan opretholdes et frugtbart samarbejde mellem Forskningsenheden og de to institutter.

LITTERATUR

Dansk Biografisk Leksikon (1933-1944) indeholder biografier af næsten alle de i teksten omtalte personer, hvis hovedvirke falder før 1930.

Arhnung, J.: *A. K. Erlang,* Teleteknik, 1977, No. 2, s. 49-57.

Brockmeyer, E, H. L. Halstrøm and Arne Jensen: *The Life and Works of A. K. Erlang,* Trans. Dan. Acad. Techn. Sci. No. 2., 1948.

Burrau, C.: *T. N. Thiele,* Nordisk Statistisk Tidsskrift 8, 1929, s. 340-348.

Gram, J. P.: *Ludvig Henrik Ferdinand Oppermann,* Tidsskr. Math. 5, 1, 1883, s. 137-144.

– *Professor Thiele som Aktuar,* Dansk Forsikringsårbog 1910, s. 26-37.

Hald, A.: *T. N. Thiele's Contributions to Statistics,* International Statistical Review 49, 1981, s. 1-20.

Jensen, Arne: *Harald Westergaard,* i: *Danske Økonomer,* 1976, s. 225-247.

– *Forskeren, Bohemen, Geniet og Kunstneren,* Ingeniøren 1978, Nr. 1.

Johansen, P.: *Hans Cl. Nybølle,* Nationaløkonomisk Tidsskrift 1948, s. 92-94.

Nielsen, N.: *Dr. J. P. Gram,* Nyt Tidsskr. Mat. A. 27, 1916, s. 48-53.

Nybølle, H. Cl.: *Harald Westergaard, K. U. Festskr. Nov. 1937, s. 137-144.*

Fortegnelse over Hans Cl. Nybølles skriftlige Arbejder, Nationaløkonomisk Tidsskrift 1948, s. 94-95.

Simonsen, W.: *Lars Iversen,* K. U. Festskr. nov. 1951, s. 103-105.

– *Johan Frederik Steffensen,* K. U. Festskr. nov. 1962, s. 165-169.

– *Aktuaren J. F. Steffensen,* Nordisk Forsikrings Tidsskr. 1962, s. 193-200.

Steffensen, J. F.: *Nogle Træk af mit Liv som Matematiker og Aktuar.* Foredrag på Københavns Universitet den 2. marts 1953 (Trykt som manuskript og udsendt af Dansk Matematisk Forening og Den danske Aktuarforening).

Westergaard, H.: *Til Minde om Raadsformand, Dr. J. P. Gram,* Dansk Forsikrings årbog 1916, s. 5-11.

Fortegnelse over et Udvalg af Professor Harald Westergaards Skrifter, Nationaløkonomisk Tidsskrift 1937, s. 246-261.

Zeuthen, F.: *Hans Cl. Nybølle,* K. U. Festskr. nov. 1948, s. 83-86.

Zeuthen, H. G.: *Mindeord om J. P. Gram,* Vidensk. Selsk. Oversigt 1916, s. 41-47.

Årbog for Københavns Universitet.

Forsikringsmatematik

Af Jan M. Hoem

Som fag karakteriseres forsikringsmatematikken primært ved sit studieobjekt og ved sin matematiske orientering. Den klassiske forsikringsteknik beskæftiger sig mest med matematiske og statistiske spørgsmål forbundet med forskellige former for livs- og pensionsforsikring, især som disse ses fra forsikringsgiverens side. Der lægges fortsat stor vægt på disse områder i dag, men perspektivet er efterhånden blevet betydeligt udvidet, så faget nu i princippet omfatter alle anvendelser af matematisk og statistisk teori på forsikringsvirksomhed. Således er skadeforsikring blevet underkastet tilsvarende analyse; problemer fra genforsikring er blevet taget op, ligesom forsikringsselskabernes investeringsvirksomhed; man har forsøgt at se sagen fra forsikringstagerens synspunkt; og man er begyndt at studere forsikringsvirksomhed som et led i almindelig økonomisk aktivitet. I studiet af den mangfoldighed af problemer som dermed kommer i søgelyset, anvender forsikringsmatematikken teori og metoder fra en række andre fag (statistik, sandsynlighedsregning, numerisk analyse, operationsanalyse, matematisk økonomi, osv.), som man derved drager nytte af og samtidig giver impulser tilbage til. Flere danske forskere, som oprindelig var uddannet som aktuarer, har således lagt det væsentligste af deres virksomhed i et sådant naboområde, som faget har interessefællesskab med, og mange forskningsbidrag fra de egentlige forsikringsmatematikere ligger indenfor sådanne områder. Forsikringsmatematikken har ingen ensartet metodelære; den bindes sammen til et fag af sin koncentrerede interesseretning.

Ved Københavns Universitet har forsikringsmatematik altid været en lille disciplin, både ved at det til enhver tid har haft få ansatte (for det meste en professor og en assistent eller adjunkt), og ved at der ikke har været mange aktuarstuderende. (For tiden er der et halvt dusin studerende i hver årgang, og det er flere end nogen sinde.) Siden den første stilling i forsikringsmatematik blev oprettet ved universitetet i 1916, har fagets vigtigste funktion ved siden af forskningen været at bidrage til uddannelsen af danske aktuarer. Virksomheden er organiseret ved Forsikringsmatematisk Laboratorium, som fra 1963 har holdt til på H.C. Ørsted Institutet, Universitetsparken 5, mens man tidligere havde lokaler i Tordenskjoldsgade 10, Studiestræde 6 og Skt. Peders Stræde 19.

Tiden før 1916

Dansk forsikringsmatematik siges gerne (Johansen 1951, s. 1) at have rødder tilbage til *J. N. Tetens* (1738?–1809), som efter at have været professor i Kiel kom til København i 1789 og blev knyttet til Finanskollegiet. Han var vistnok den første, som brugte aktuarielle kommutationsfunktioner. Fagets moderne historie her i landet begyndte imidlertid med *Ludvig H. F. Oppermann* (1817–1883), som var matematisk direktør i Statens Livrenteanstalt 1861–1870 og teknisk konsulent i forsikringsselskabet Hafnia fra 1872. Oppermann var en ejendommelig personlighed og en mangesidig begavelse, filolog og forstkandidat af uddannelse, professor i tysk ved Københavns Universitet 1855–1883 og medlem af Folketinget 1849–1861 (Gram 1883, Zeuthen 1939). Hans skriftlige produktion var ganske lille, men han udøvede stor indflydelse gennem de nyskabende ideer, han fremsatte mundtligt overfor yngre samtidige som *Thorvald Nicolai Thiele* (1838–1910) og *Jørgen Pedersen Gram* (1850–1916). Disse tre tilsammen startede de to vigtigste udviklingslinjer i dansk livsforsikringsmatematik, nemlig (1) brug af statistisk metodelære i analysen af livsforsikringsdata, især ved udjævning af dødelighedskurver og andre empiriske biometriske funktioner, og (2) brug af adækvate matematiske redskaber i udvikling af livsforsikringsteknikken.

Oppermann må have været den første som (ca. 1870) brugte mindste kvadraters metode med vægte til bestemmelse af værdien af parametrene i en dødelighedsformel (Gram 1883, s. 142 og 1884, s. 116, 134, etc). Interessen for udjævningsmetoder blev ført videre af Thiele, som bl.a. foreslog en række nye dødelighedsformler, og af Gram, som i en kun lidt kendt del af sit forøvrigt velkendte doktorgradsarbejde (1879, s. 108–122), som en af de første publicerede generelle resultater for udjævning med glidende gennemsnit. Danske forsikringsmatematikere har siden jævnligt givet bidrag til udjævningsmetodernes teori, og dette er fortsat et af de centrale forskningsområder ved laboratoriet.

T. N. Thiele, som var astronom, havde brede matematiske interesser, og hans vigtigste bidrag har nok været indenfor statistisk teori (Hald 1979). Som forsikringsmatematiker skrev han ikke meget, han virkede mest gennem den indflydelse han havde på sine elever samt gennem sit arbejde som matematisk direktør i Hafnia fra dets oprettelse i 1872 (Gram 1910). Blandt Thieles forsikringsmatematiske bidrag er vel hans differentialligning for præmiereserven mest kendt. Karakteristisk nok publicerede han den aldrig selv; han meddelte den kun til sine medarbejdere (1875), og den kom først på tryk efter hans død (Gram 1910, s. 31). Både Oppermann og Thiele var forøvrigt kendt som fremragende regnemestre, som fandt stor glæde i selve beregningsproces-

sen, et træk som vi genfinder også hos fremtrædende senere danske forsikringsmatematikere.

J. P. Gram, som var en førsteklasses matematiker, arbejdede i Hafnia fra 1875 til 1910 og var derefter formand i Forsikringsrådet til sin død i 1916 (Zeuthen 1916). I 1884 grundlagde han ulykkesforsikringsselskabet Skjold. Han var redaktør for Tidsskrift for Mathematik fra 1883, og i 1904 udgav han det eneste udkomne nummer af tidsskriftet Aktuaren i et forgæves forsøg på da at starte et skandinavisk aktuartidsskrift, en plan som først blev gennemført af andre i 1918. Gram gav vigtige bidrag til matematisk og statistisk teori. Hans matematiske begavelse præger også de få rent forsikringsmatematiske arbejder han skrev. Eksempelvis er hans udledning af varianser for banktekniske kapitalværdier for almindelige former for livsforsikring (1889) helt moderne i sin ånd og langt forud for sin tid.

Aktuarstudiet 1917–1974

Før begyndelsen af dette århundrede var der ingen egentlig aktuarundervisning i Danmark. Uddannelsen af aktuarer foregik gennem det praktiske arbejde på beregnerkontorerne og ved selvstudier. I årene 1906–1912 forelæste *Carl Burrau* over beregningsmatematik som privatdocent ved universitetet, og *N. R. Jørgensen* holdt kort efter forelæsninger under private former på forsikringsforeningens bibliotek (Johansen 1951, s. 3f). Den danske Aktuarforening, som blev stiftet i 1901 på Thieles initiativ (Ørding 1951), foranledigede imidlertid oprettelsen af en lærestol i forsikringsmatematik, og i 1916 blev *Lars Iversen* (1874–1951) udnævnt til docent i faget ved universitetets matematisk-naturvidenskabelige fakultet (Simonsen 1951), og en eksamen i forsikringsvidenskab og statistik blev oprettet året efter under det rets- og statsvidenskabelige fakultet. Man fik dermed den usædvanlige konstruktion med hovedundervisningen ved ét fakultet og eksamen under et andet, en ordning som fortsat består.

Aktuarstudiet af 1917 omfattede fag, som vi i dag ville kalde matematisk analyse, forsikringsmatematik (rentesregning, livsforsikringsteknik, dødelighedsteori), numerisk analyse, matematisk statistik, samfundsbeskrivelse, nationaløkonomi, regnskabsvæsen og retslære. Der var periodiske revisioner af pensum, eksamensordning og fagenes indhold, bl.a. i 1925, 1958 og 1968, men uddannelsen beholdt egentlig formelt samme struktur helt til omlægningen 1975, bortset fra at man i 1958 indførte en selvstændig afhandling (specialet) som led i studiet samtidig med, at der blev oprettet en parallel eksamen i (matematisk) statistik.



Fig. 60. J. F. Steffensen (1873-1961). Docent 1919, professor i forsikringsmatematik 1923-1943.

J. F. Steffensen

Lars Iversen tog afsked fra docenturet allerede efter tre års virke for at blive efterfulgt af *Johan Frederik Steffensen* (1873–1961), som har fået fundamental betydning for aktuaruddannelsen i Danmark, ikke mindst gennem sine fire lærebøger, *Matematisk Iagttagelseslære* (1923), *Interpolationslære* (1925), *Forsikringsmatematik* (1934) og *Rentesregning* (1936).

Steffensen var oprindelig jurist, men arbejdede fra 1898 i privat forsikringsvirksomhed og i Forsikringsrådet før han i 1919 blev docent og fra 1923 til 1943 var professor i forsikringsmatematik. Han tog doktorgraden på et emne i analytisk talteori i 1912 og skrev godt et hundrede videnskabelige artikler om vidt forskellige emner fra matematisk teori og anvendt matematik. Ved siden af sin universitetsgerning havde Steffensen adskillige hverv, bl.a. som bestyrelsesmedlem i en række forsikringsselskaber. Han modtog flere udmærkelser, og han var æresmedlem af en række matematiske og statistiske foreninger og aktuarforeninger i Europa (Forsikringsårbogen 1961).

Blandt Steffensens bidrag til udjævningsteori kan vi nævne, at han allerede i 1915 fremholdt at de vægtede mindste kvadraters metode generelt er bedre end momentmetoden, og at han tidlig i 1930-årene sammen med *H. Cl.*

Nybølle lancerede kurveudjævning ved splinfunktioner som metode under navn af pseudo-analytisk udjævning. I rentelæren fandt han bl.a. et simpelt fortegnskriterium for eksistensen af en enkelt effektiv rente. Han interesserede sig meget for invalidepensionsforsikringens teknik.

Det Steffensen skrev om livsforsikringsteknik og rentelære, var gennemsyret af hans store interesse for numerisk analyse, og han fik nok sin største videnskabelige betydning gennem sit arbejde på dette felt. Han indførte en klar sondring mellem estimationsteori og interpolationsregning/numerisk analyse (Steffensen 1943), og i den sidste gennemførte han en stringent restledsvurdering, som må have repræsenteret en omvæltning af de synspunkter og vaner, som den gang var traditionelle (Simonsen 1962). Han sanerede og udvidede interpolationslærens formelapparat og fandt et fejlkriterium, som i mange tilfælde gør det muligt at foretage en vurdering af nøjagtigheden af en approksimation ved en enkel fortegnsundersøgelse. Han fandt også flere vigtige uligheder mellem middelværdier. Steffensen fik stor international indflydelse på dette område, bl.a. ved at hans banebrydende lærebog blev udgivet på engelsk.

Også flere af Steffensens elever har publiceret arbejder i numerisk analyse, deriblandt *Thøger Busk* (f. 1917), *Paul Johansen* (f. 1910) og *W. Simonsen* (f. 1904), som blev Steffensens efterfølger i professoratet. Til Steffensens 70 års dag udgav kolleger og elever et festskrift med bl.a. mange forsikringsmatematiske bidrag, herunder en meget tidlig generel diskussion af jævnalderloven af *Mogens Lublin*.

Oversigter over skrifter af danske aktuarer findes forøvrigt i aktuarforeningens festskrifter fra 1951 og 1976.

Konsolidering og nye signaler

Jens Harald William Simonsen var professor i forsikringsmatematik i 31 år, fra 1943 til 1974. Han var samtidig praktiserende aktuar det meste af tiden. På mange måder repræsenterede Simonsens virke i forsikringsmatematikken en konsolidering omkring de temaer, som også tidligere havde stået i fokus ved laboratoriet. Han gav tidligt (1936) et vigtigt bidrag til invalideforsikringens matematiske teori, og beskæftigede sig med rentelære, dødelighedsanalyse, kurveudjævning og livsforsikringsteknik. Simonsen har udgivet tre lærebøger, *Numerisk analyse* I/II (1962, 2. udg. 1971), *Rentesregning* (1964), *Forsikringsmatematik* I/III (1960–70). Bøgerne er skrevet i en karakteristisk stil med stor vægt på formelværket, og de genspejler forfatterens store interesse for numerisk analyse, som også kom til udtryk i en række artikler. Lærebogen i



Fig. 61. W. Simonsen (f. 1904). Professor i forsikringsmatematik 1943-74. Juncker-Jensen fot. 1955.

livsforsikringsmatematik udmærker sig ved genuint at anvende moderne sandsynlighedsteori. Mange af Simonsens arbejder, inklusive hans seneste bidrag til statistikkens teori, demonstrerer en usædvanlig gennemslagskraft overfor problemer i klassisk matematisk analyse baseret på hans store opfindsomhed ved formelbehandling.

Konsolideringsperioden bar i sig kimen til en ny udvikling. Der har hidtil bare sporadisk været givet originale danske bidrag til den generelle teori for forsikringsrisiko og skadesforsikringsmatematik, men Paul Johansen arbejdede længe på at udbrede interesse for disse emner (Johansen 1976). Han stod blandt andet bag studiekredse i aktuarforeningens regi og tog initiativet til oprettelsen (i 1957) af en international forening af aktuarer i ikke-livsforsikring (ASTIN). Simonsen (1946) og matematikeren *E. Sparre Andersen* (1957) har publiceret resultater om risikoprocessen, og teorien for denne var også tema for forelæsninger, som Simonsen holdt i sine sidste embedsår. Ved revisionen af aktuaruddannelsen i 1975 blev der indført selvstændig deleksamen i skadeforsikringsmatematik. Den tidligere indflydelse fra numerisk analyse blev samtidig stærkt reduceret og faget blev delvis erstattet af et

indføringskursus i datalogi. I stedet blev der lagt langt større vægt end før på statistisk teori i studiet, og man åbnede for større frihed i de studerendes kursusvalg.

Den aktuelle situation

I 1974 blev Simonsen efterfulgt af nordmanden *Jan Michael Hoem* (f. 1939) som professor i forsikringsmatematik. Antallet af stillinger er udvidet, så laboratoriet nu (1981) desuden har to adjunkt/lektorstillinger og en sekretærstilling, samtidig med at man er begyndt at få stipendiater. Laboratoriet udgiver sin egen serie med arbejdsrapporter, og man har indledet et forskningssamarbejde med interesserede forsikringsselskaber under aktuarforeningens auspicier. For tiden arbejdes der ved laboratoriet i første række med skadeforsikringsmatematik og med statistisk teori for kurveudjævning og forløbsanalyse. Hoem fratrådte professoratet i 1981.

LITTERATUR

Den Danske Aktuarforening: *Festskrift til professor, dr. phil. J.F. Steffensen fra kolleger og elever på hans 70 års fødselsdag den 28. februar 1943.*

– *Festskrift i anledning af foreningens 50-års jubilæum den 23. april 1951.*

– *Festskrift ved foreningens 75 års jubilæum den 23. april 1976.*

Gram, J.P.: *Om Rækkeudviklinger bestemte ved Hjælp af de mindste Kvadraters Methode,* 1879.

– *Ludvig Henrik Ferdinand Oppermann,* Tidsskrift for Mathematik 5 rk. I, 1883, s. 137–144.

– *Om udjævning af dødelighedsantagelser og Oppermann's dødelighedsformel,* Tidsskrift for Mathematik 5 rk. II, 1884, s. 113–139.

– *Professor Thiele som Aktuar,* Dansk Forsikringsårbog 1910, s. 26–37.

Hald, A.: *T. N. Thiele's contributions to statistics,* International Statistical Review 1981, bd. 49, s. 1-20.

Johansen, Paul: *Aktuarvidenskab og aktuaruddannelse i Danmark,* s. 1–23 i Den Danske Aktuarforenings festskrift 1951.

– *Aktuarens rolle i skadeforsikring. Historiske noter,* s. 5–29 i Den Danske Aktuarforenings festskrift, 1976.

Simonsen, W.: *Lars Iversen,* Universitetets festskrift, november 1951, s. 103–105.

– *Aktuaren J.F. Steffensen 28/2 1873-20/12 1961,* Nordisk Forsikringstidsskrift 1962, s. 193–200.

Steffensen, J.F.: *Om Undervisningen i Forsikringsmatematik ved Københavns Universitet,* Nordisk Forsikringstidsskrift 1943, s. 417–425.

– *Nogle Træk af mit Liv som Matematiker og Aktuar,* 1953.

– *Professor J.F. Steffensen,* Dansk Forsikringsårbog 1961, s. 434–436.

Zeuthen, H.G.: *Mindeord om J.P. Gram,* Vidensk. Selsk. Oversigt 1916, s. 41–47.

– *Oppermann, Ludvig Henrik Ferdinand,* s. 474–476 i Dansk Biografisk Leksikon XVII, 1939.

Ørding, Poul: *Aktuarforeningen gennem 50 år,* s. 53–102 i Den Danske Aktuarforenings festskrift 1951.

Geodæsi

Af Einar Andersen

Forhistorien

Geodæsi er et ret nyt fag ved Københavns Universitet, men som videnskab er geodæsi så gammel som geometri, og begge ord betyder også det samme: Jordmåling. Direkte oversat betyder geodæsi jorddeling – ikke i betydning udstykning – men jordmåling, der sker ved deling med en måleenhed.

Faget er sporadisk blevet dyrket i Danmark, således udførte astronomen *Tycho Brahe* (1546-1601) en ret omfattende triangulation – og den første, der blev udført i Norden – omkring årene 1578-79 mellem sit observatorium på Hven og stationer i Skåne og på Sjælland (Nørlund 1942, s. 30-43). Nævnes kan også de af astronomen *Ole Rømer* (1644-1710) og søkortdirektøren *Jens Sørensen* (1646-1723) udførte afstandsmålinger med milevogne, hvoraf 2 eksemplarer findes på Tøjhusmuseet (Nørlund 1942, s. 57; samme 1944).

Faget fik en vis – dog yderst svag – tilknytning til Københavns Universitet, da Det kgl. danske Videnskabernes Selskab i henhold til et kongeligt reskript af 26. juni 1761 begyndte en rationel opmåling og kortlægning af Danmark, d.v.s. en opmåling hvilende på basismåling, triangulation og astronomisk stedbestemmelse. Det blev nemlig professor i matematik og astronomi *Thomas Bugge* (1740-1815), der kom til at lede denne store opgave, ikke som professor, men som medlem af og senere sekretær i Videnskabernes Selskab (Andersen 1968). Bugges efterfølger som professor i astronomi *Heinrich Christian Schumacher* (1780-1850) stiftede d. 18. maj 1816 Den danske Gradmaaling (Andersen 1975; Madsen 1916), nu Geodætisk Institut, med det formål at udføre en gradmåling fra Skagen til Lauenburg, der dengang hørte under den danske krone. Det var således heller ikke i dette tilfælde som professor, men heller ikke som medlem af Videnskabernes Selskab, idet han havde afslået at lade sig indvælge i Selskabets landmålingskommission. Hans nærmere tilknytning til Københavns Universitet varede i øvrigt ikke længe, da han af kongen, Frederik VI, fik tilladelse til at tage fast ophold i Altona fuldstændig løst fra sine pligter som professor.

Fra 1761 dyrkedes der således geodæsi i Danmark af universitetsansatte, men ikke i denne egenskab. Bugge og Schumacher havde naturligvis hjælpere, der kan betegnes geodæter, men de var mere beskæftigede med praktisk end med videnskabeligt arbejde. En enkelt af Bugges medhjælpere

bør nævnes, nemlig den norsk-danske geodæt og matematiker *Caspar Wessel* (1745-1818), der fandt på de imaginære tal uden dog at indføre denne betegnelse (jvf. ovenfor s. 154).

Der havde naturligvis været knyttet stor militær interesse til kortlægningsarbejderne, og da Schumacher døde, blev geodæsien – den nødvendige videnskabelige basis for kortlægningen – i en længere årrække videreført af officerer: Geheimekonferensråd *Carl Christopher Georg Andræ* (1812-93) (Madsen 1916, s. 14-24; Andersen 1955), generalløjtnant *Georg Karl Christian Zachariae* (1835-1907) (Madsen 1916, s. 25-32), generalmajor *Vilhelm Herman Oluf Madsen* (1844-1917) og kaptajn, dr.phil. *Frants Andreas Buchwaldt* (1874-1923). De militære titler må på ingen måde foranledige mistillid til de pågældendes videnskabelige kvalifikationer (Andersen 1957). Andræ og Zachariae blev således medlemmer af Videnskabernes Selskab, Andræ en overgang klasseformand, og Madsen var en årrække formand for Dansk Matematisk Forening. Buchwaldt havde bestået magisterkonferens i astronomi og erhvervet doktorgraden på en geodætisk afhandling. Men i årene 1850-1923 var der slet ingen tilknytning til Københavns Universitet.

Ved Buchwaldts død i en ung alder var der ingen arvtager til stillingen som ledende dansk geodæt, og da man på det tidspunkt var ved at genopbygge det netop for geodæsi så vigtige internationale samarbejde, der var blevet afbrudt af den første verdenskrig, var det ønskeligt at få en fremtrædende dansk videnskabsmand til at overtage ledelsen. Valget faldt naturligt på matematikeren, professor, dr.phil. *Niels Erik Nørlund* (1885-1981), der netop var blevet professor i matematik ved Københavns Universitet efter en periode som professor ved Lunds Universitet (Andersen 1956/57). Han indvilligede i at påtage sig det store og for ham fremmede arbejdsområde, men takket være hans beherskelse af de for geodæsi fundamentalt nødvendige matematiske og astronomiske kundskaber og specielt hans store administrative evner lykkedes det for ham ikke alene at lede Den danske Gradmaaling, men at opnå politisk tilslutning til skabelsen d. 1. april 1928 af Geodætisk Institut ved forening af Den danske Gradmaaling og generalstabens topografiske afdeling.

Københavns Universitet kommer ind

Professor Nørlund indså straks, at der af hensyn til fagets fremtid hurtigt måtte skabes en kreds af unge akademisk uddannede geodæter, og da man kun kunne tage eksamen i fag, hvor der var en lønnet docent, påtog han sig denne opgave indtil 1950, da det første lektorat i geodæsi blev oprettet.

Den første magisterkonferens i geodæsi blev bestået marts 1928 – nogle få

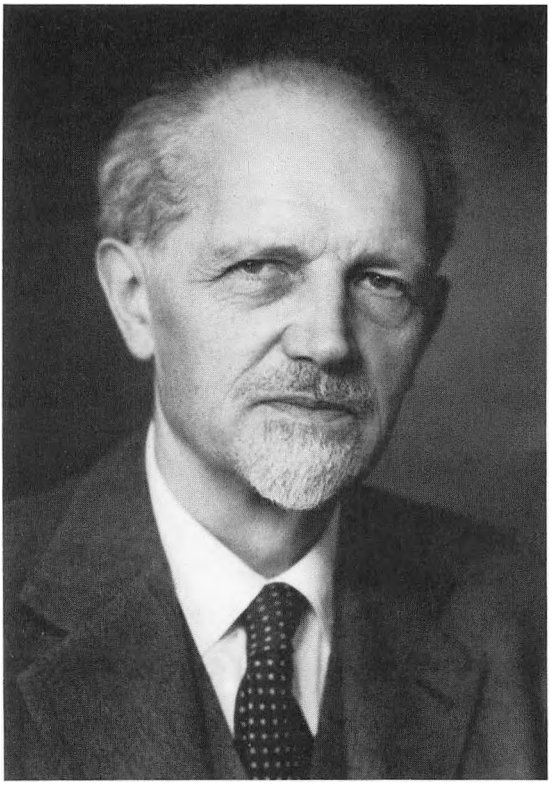


Fig. 62. Niels Erik Nørlund (1885-1981). Professor i matematik (1922-1956) og direktør for Den danske Gradmaaling, nu Geodætisk Institut (1924-1955). Juncker-Jensen fot. 1955.

dage før oprettelsen af Geodætisk Institut – af den senere professor i geodæsi *Einar Anton Andersen* (f. 1905), der erhvervede doktorgraden oktober 1932 på en geodætisk afhandling som den første efter kaptajn Buchwaldt. Han blev 1939 chef for Geodætisk Instituts videnskabelige afdeling, geodætisk afdeling I, og han begyndte 1947 at holde forelæsninger som privatdocent på Københavns Universitet dog ikke over geodæsi, men over praktisk matematik, et fag af særlig stor betydning for geodæsien. Han blev december 1950 den første lektor i geodæsi (Årbog 1948-53, s. 297-298) og juli 1956 den første professor i geodæsi (Årbog 1953-58, s. 205-207) ved Københavns Universitet, efter at han november 1955 havde efterfulgt professor Nørlund som direktør for Geodætisk Institut.

Geodæsi omfatter et stort antal forskellige discipliner: Matematisk geodæsi, referensfladens geometri, geodætisk astronomi, basismålinger med Jäderin-'ske basistråde kompareret med kvartsmetre ved Väisälä's interferenskomparator, nyere basismålinger med geodimetre, tellurometre og andre elektroniske afstandsmålingsapparater, præcisionsnivellement, hydrostatisk nivellement, klassisk triangulation og trilateration, nyere stellar- og satellittriangu-

lation, udjævning af observationer ved mindste kvadraters metode, koordinatberegninger og transformationer mellem forskellige konforme, plane systemer i nyere tid under anvendelse af den af Geodætisk Institut i forbindelse med Regnecentralen byggede GIER (Geodætisk Instituts Elektroniske Regnemaskine) og nu med den af Regnecentralen A/S byggede RC 4000, tyngdemålinger med penduler og senere med gravimetre, dynamisk geodæsi og potentialteori.

1928-75 har 26 bestået magisterkonferens i geodæsi og 1 cand.scient. eksamen med geodæsi som hovedfag. Af disse har 5 erhvervet den filosofiske doktorgrad, 2 en udenlandsk Ph.D. grad, 1 er blevet æresdoktor ved Københavns Universitet og 1 er blevet æresdoktor ved Technische Hochschule i München.

Forelæsninger og øvelser foregår på Geodætisk Institut, der stiller lokaler og instrumenter til gratis rådighed for Københavns Universitet, der alene betaler lærernes lønninger. De studerende kan låne bøger fra institutets righoldige bibliotek.

Geodæsi studeres som et 2. dels fag, og det har lige fra Den danske Gradmaalings dage været skik, at de studerende, der ønsker det, kan få lønnet arbejde. Oprindelig var det heltidsansættelse på månedsløn, men senere ændredes dette til timelønnet arbejde efter Finansministeriets regulativ. Dette er en særdeles gunstig ordning, idet de studerende hurtigt kommer ind i det geodætiske milieu, arbejder sammen med andre studerende og med det videnskabelige personale, har let adgang til vejledning samt tjener et rimeligt beløb.

På grund af fagets store omfang med meget forskellige discipliner, blev der 1966 oprettet et eksternt lektorat i geodæsi, der blev besat med statsgeodæt, mag. scient. *Elvin Kejlsø* (f. 1919), der nu er chef for Geodætisk Instituts videnskabelige afdeling. Det er siden 1974 overgået til statsgeodæt, mag. scient. *Knud Poder* (f. 1925). Det er senere blevet suppleret med 2 eksterne lektorater i henholdsvis matematisk og fysisk geodæsi.

Forskning

Fagets lærerkræfter har i samarbejde med medarbejderne drevet intensiv forskning. Man har her fulgt traditionen fra Andræs videnskabelige afhandlinger, der fremførte ny synspunkter og behandlede problemerne på en original måde, der vakte opsigt i udlandet. Ved siden af *Den danske Gradmaaling,* Bd. I-IV, der var på dansk, udsendtes der således en fransk udgave af samtlige afhandlinger fra alle fire bind. Under Zachariae og

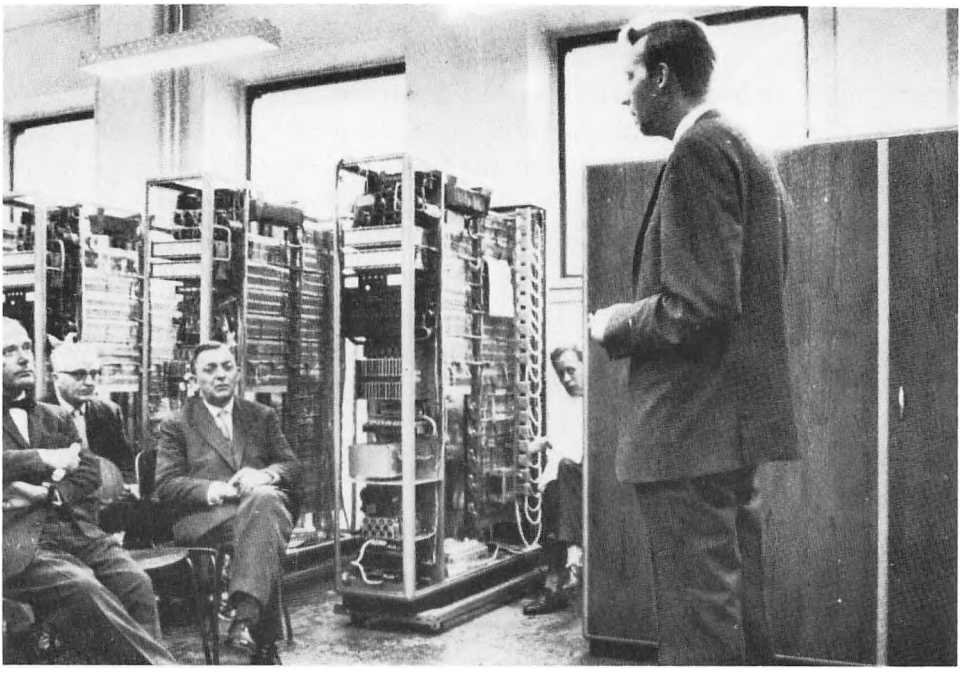


Fig. 63. Den første danske trasistoriserede regnemaskine GIER bygget til Geodætisk Institut. Den yderst vellykkede maskine bevirkede, at den blev prototyp for en stor serie, der blev solgt i ind- og udland. Den første af serien blev solgt til firmaet Haldor Topsøe november 1961. Billedet viser professor Oskar Nielsen, professor Hans Tornehave og direktør, professor Einar Andersen. I forgrunden direktør Niels Ivar Bech.

Madsen fortsattes dette forskningsarbejde, hvor Zachariaes navn er bevaret i betegnelsen Zachariaes Teorem, og hvor det må fremhæves, at Madsen på et meget tidligt tidspunkt eksperimenterede med bygning af et statisk tyngdemålingsapparat. Desværre fandt han ikke frem til den rigtige fjeder af kvarts, selv om han havde benyttet dette stof til et pendul, der havde den fordel, at det kunne bygges i ét stykke, men det var for let. Buchwaldt nåede i sin korte virketid ikke meget mere end disputatsen, men efter at tilknytningen til Københavns Universitet var fast etableret, har professor Nørlund og Einar Andersen dels drevet personlig intensiv forskning dels ledet og inspireret deres medarbejdere.

Professor Nørlund oprettede seismiske stationer ved København og 2 steder på Grønland, han gennemførte efter princippet om forbundne kar det storslåede hydrostatiske nivellement over Øresund ved Helsingør, over Store Bælt ved Korsør og over Østersøen ved Rødby. Han arbejdede personligt med Holweck-Lejay-pendulmålinger, og han skrev betydningsfulde afhandlinger, bl.a. en redegørelse for alle de gamle danske måleenheder samt de monumentale værker om Danmarks, Færøernes og Islands opmåling.

Einar Andersens disputats fra 1932 om medsvingningen ved pendulmålinger står stadig som det nyeste, og hans navn er sammen med tyskeren Furtwänglers knyttet til brugsformlerne, der stadig citeres. Han har udviklet brugsformler for referensfladens vertikalsnit, der giver mm nøjagtighed over afstande på 1000 km. Han har studeret problemerne ved numerisk løsning af meget store ligningssystemer, og de tidligere adskilte udjævningsopgaver dels elementudjævning dels korrelatudjævning har han ved anvendelse af matrixregning samlet til et enkelt generelt problem, der løses på få sider, hvor der tidligere krævedes hele bøger. I denne forbindelse simplificerede han også Thieles fri funktioner til løsning af det samme problem. Han har de senere år fordybet sig i den geodætiske videnskabshistorie. Han har inddraget EDB-maskiner og åbnet muligheder for løsning af medarbejdernes forskningsproblemer med landsomfattende udjævningsopgaver og koordinattransformationsproblemer. Der er blevet udført dybtgående undersøgelser af afstandsmålingsinstrumenter, og resultaterne er blevet internationalt godkendt og er blevet anvendt af instrumentfirmaerne. Der er også udført internationalt anerkendt forskning i forbindelse med matematisk behandling af geoideproblemer. Nivellementsbestemte højdevariationer er blevet studeret ikke blot for Danmark, men for en stor del af Europa.

Internationalt samarbejde

Fra en spæd begyndelse i midten af tyverne blev der i årenes løb skabt et videnskabeligt geodætisk milieu med stærk international tilknytning, idet Danmark ved Videnskabernes Selskab tilsluttede sig Union Géodésique et Géophysique Internationale, UGGI, d. 11. april 1924, og hvor professor Nørlund som unionens vicepræsident fungerede som acting president ved unionens generalforsamling i Oslo 1948 og en periode var præsident for den astronomiske sektion under unionens geodætiske association, og hvor Einar Andersen var medlem af unionens Bureau 1960-71, hvorefter han udnævntes til æresmedlem. Lektor Kejlsø efterfulgte ham som medlem, og dette fortsatte medlemskab af unionens ledende 7-mands Bureau er bemærkelsesværdigt, da det strider mod reglen om geografisk spredning af tillidshvervene. Professor Nørlund var formand for den af Videnskabernes Selskab nedsatte nationalkomité for UGGI fra 1924-55, da Einar Andersen overtog hvervet som formand.

Danmark har været tilknyttet Commission Géodésique Baltique 1924-47, hvor professor Nørlund var præsident 1927-30 og 1934-36. I 1930 afholdt kommissionen møde i København.

Dansk geodæsi har naturligvis også været tilknyttet det nordiske samarbejde i Nordiska Kommissionen för geodesi, NKG, og der har været afholdt

møder i København 1959 på Københavns Universitet og 1974 i Videnskabernes Selskab. Einar Andersen har været præsident 1957-60 og 1972-75, og han er nu udnævnt til æresmedlem.

Det bør anføres, at geodæsi førte til det første internationale samarbejde overhovedet. Dette er ganske naturligt, idet internationalt samarbejde nok er ønskeligt for alle videnskaber, men en videnskab, der har til opgave at bestemme Jordens form og størrelse, må nødvendigvis kræve samarbejde over grænserne. Det var Den danske Gradmaalings stifter Schumacher, der opfordrede den kendte tyske matematiker, astronom og geodæt *J. C. F. Gauss* til en sammenknytning af den danske og den hannoveranske gradmåling med måling af en fælles basislinie, og opfordringen kom, inden det danske geodætiske arbejde blev påbegyndt. Formelt samarbejde indledtes først 1861, da den tyske generalløjtnant *J. J. Baeyer* opfordrede til dannelse af Mitteleuropäische Gradmessung, der senere blev udvidet til Europäische Gradmessung og endelig til Internationale Erdmessung med hovedsæde i Potsdam. Danmark var medlem, og 1903 afholdtes sammenslutningens 14. generalkonference i København, hvor Zachariae udnævntes til vicepræsident.

Danmark har trods sin lille størrelse spillet en ikke ubetydelig rolle i det internationale samarbejde, således var professor Nørlund præsident for International Time Commission 1928-48. Einar Andersen har repræsenteret UGGI i Federation af Astronomical and Geophysical Sciences, FAGS, 1971-75, samt været medlem af internationale kommissioner for gravimetri og udjævning af det europæiske net.

De geodætiske forskeres dybe interesse for internationalt samarbejde har bevirket, at et par af dem er kommet til at yde en indsats inden for det råd, der omfatter samtlige eksakt- og naturvidenskabelige unioner. Rådet hed oprindelig International Research Council, og Videnskabernes Selskab tilsluttede sig ved mødet d. 26. marts 1920. Ved rådets femte generalforsamling 1931 ændredes lovene på væsentlige punkter, og mødet blev derved første generalforsamling i det ny råd International Council of Scientific Unions, ICSU (Andersen 1970). Professor Nørlund valgtes til vicepræsident, men han kom ved den næste generalforsamling til at fungere som acting president, hvorefter han valgtes til præsident for perioden 1934-37. Det næste møde skulle have været i København, men den anden verdenskrig standsede samarbejdet, der blev genoptaget 1946. 1955 nedsatte Videnskabernes Selskab en nationalkomité for ICSU, der bestod af formændene for nationalkomiteerne for de forskellige unioner. Oprindelig havde denne komité ingen formand, men 1962 valgtes Einar Andersen til formand, og han har repræsenteret Selskabet ved samtlige møder 1961-74. Han har været medlem af ICSU's eksekutivkomité 1968-72 og af dets finanskomité 1970-74.

Beslægtede fagområder

Tyngdemålinger har betydning for fastlæggelse af geoiden, og faget henhører under den internationale geodætiske association, men faget er samtidig en geofysisk disciplin af stor betydning for geologien. Einar Andersen har været medstifter af Dansk Geofysisk Forening.

Geodæsi har som nævnt betydning for kortlægningen, hvorfor fotogrammetri, kartografi og til en vis grad geografi udgør beslægtede fagområder. Dansk fotogrammetrisk Selskab blev oprindelig stiftet af professor Nørlund, men kom efter en aktiv periode til at hvile i mange år, indtil Selskabet blev genoplivet med Einar Andersen som præsident 1964-73, hvorefter Selskabet blev omdannet til Dansk Selskab for fotogrammetri og landmåling med samme præsident 1973-74. Dansk kartografisk Selskab blev stiftet 1972 med Einar Andersen som præsident 1972-75, hvorefter han blev æresmedlem. Professor Nørlund har været medlem af bestyrelsen for Det kgl. danske geografiske Selskab siden 1931 og vicepræsident 1940-56. Einar Andersen har været medlem af bestyrelsen siden 1957 og vicepræsident for Selskabet siden 1974.

Satellittriangulationen har medført en vis forbindelse med rumforskningen, og Einar Andersen har været formand for nationalkomiteen for Committee on Space Research, COSPAR, 1965-75, og for nationalkomiteen for Committee on Solar and Terrestrial Physics, SCOSTEP, 1973-75.

Glaciologiske undersøgelser på Grønland har krævet en vis geodætisk kontakt, hvorfor Einar Andersen har været præsident for direktionskomiteen for Expédition Glaciologique International au Groenland, EGIG, 1963-66, formand for den danske komité for glaciologi 1962-68 og medlem af Pearyland-ekspeditionskomiteen fra 1962.

En række tværvidenskabelige opgaver er blevet løst ved UGGI. Nogle år før International Geophysical Year, IGY, nedsattes en nationalkomité med professor Nørlund som formand. Undersøgelserne skulle foregå 1957-58, men ved professor Nørlunds afgang 1955 valgtes ingen ny formand, men Einar Andersen var medlem og fungerede som formand. IGY efterfulgtes af International Quiet Sun Year, IQSY, hvor man i modsætning til IGY med stor solaktivitet valgte et år med ringe solaktivitet.

Ved disse undersøgelser havde samtlige geofysiske fag været inddraget, men man gik nu over til Upper Mantle Project, UMP, hvor kun gravimetri, seismologi – der af specielle grunde har henhørt under Geodætisk Institut – samt geologi som væsentlig faktor var inddraget. Der nedsattes en nationalkomité med Einar Andersen som formand. Dette projekt afløstes af et mere begrænset geodynamisk projekt, hvor Videnskabernes Selskab nedsatte en

nationalkomité for Inter-Union Committee on Geodynamics, ICG, med Einar Andersen som formand 1971-75.

Da det lykkedes med økonomisk bistand dels fra NATO gennem Einar Andersens medlemskab af Committee on Geophysical and Geological Investigations in the Skagerrak and the North Sea dels fra forskningsrådet at indkøbe et søgravimeter, blev geodæterne inddraget i oceanografiske undersøgelser, og Einar Andersen blev medlem af nationalrådet for oceanologi, SCOR, 1969.

Professor Nørlund og senere Einar Andersen har været medlemmer af kommissionen for videnskabelige undersøgelser i Grønland, af de to stednavneudvalg – i hvilken forbindelse Einar Andersen har repræsenteret Danmark ved UNITED NATIONS Geographical Conferences i Genève 1967 og London 1972 – samt af udvalget for tilsynet med rigsprototypernes opbevaring.

Einar Andersen har repræsenteret Københavns Universitet i bestyrelsen for den af Akademiet for de tekniske Videnskaber, ATV, oprettede Regnecentral.

Einar Andersen har været inddraget i U-landsarbejde, idet han to gange har været direktør for et UNITED NATIONS Interregional Seminar on Application of Cartography for Economic Development i Helsingør 1965 og på Krogerup 1967. Endvidere har han været Videnskabernes Selskabs korrespondent til Committee on Science and Technology in Developing Countries, COSTED, 1973-75.

Han har i samme tidsrum været Selskabets korrespondent for Committee on Data for Science and Technology, CODATA.

Manuskriptet afsluttet 13. februar 1976.

Publikationer

Der er udarbejdet en række videnskabelige publikationer inden for de nævnte discipliner, og disse er udkommet på Geodætisk Instituts forlag.

Professor Nørlund stiftede 3 serier: Publikationer (folio), Skrifter (kvart)* og Meddelelser (oktav). Der er udvekslingsaftaler med en række udenlandske institutioner.

* Geodætisk Instituts Skrifter betegnes 3. Række, idet 1. Række udgøres af C. C. G. Andræ: *Den danske Gradmaaling*, Bd. I-IV, 1867-84 og 2. Række af *Den danske Gradmaaling*, Ny Række, Hefte 1-18, 1908-23.

Einar Andersen tilføjede en serie med geodætisk-historiske bøger, hvoraf der er udkommet 3 bind. Af økonomiske grunde udarbejdes der nu såkaldte interne publikationer i mindre oplag.

LITTERATUR

Andersen, Einar: *C. C. G. Andræ, Publié à l'occasion du centenaire de sa nomination de directeur des Travaux géodésiques,* Geodætisk Instituts Skrifter, 3. Række, Bd. XXI, 1955.

– *200 Års videnskabelig geodætisk Virksomhed i Danmark 1757 – 25. februar – 1957,* Geodætisk Instituts Meddelelse No. 32, 1957.

– *Geodætisk Institut 1928-1955,* Geografisk Tidsskrift, Bd. 55, 1956, s. 1-20 samt Geodætisk Instituts Meddelelse No. 33, 1957.

– *Thomas Bugge, Et mindeskrift i anledning af 150 årsdagen for hans død 15. januar 1815,* 1968.

– *50 års tværvidenskabelig international organisation 1920 – 26. marts – 1970,* Geodætisk Institut 1970.

– *Heinrich Christian Schumacher, Et mindeskrift,* 1975.

Madsen, V. H. O.: *Le Service Géodésique du Danemark 1816-1916,* Den danske Gradmaaling, Ny Række, Hefte 16, 1916.

Nørlund, N. E.: *Danmarks Kortlægning,* Første Bind, Geodætisk Instituts Publikationer IV, 1942.

– *De gamle danske Længdeenheder, Tilegnet Mindet om Ole Rømer i Anledning af 300-Aarsdagen for hans Fødsel,* Geodætisk Instituts Skrifter, 3. Række, Bd. III, 1944.

Årbog for Københavns Universitet 1948-53, 1970; 1953-58, 1971.

Astronomi

Af Kristian Peder Moesgaard, Kurt Møller Pedersen og Bengt Strömgren

ASTRONOMI FRA BABYLON TIL HVEN

Astronomien er vor kulturs ældste eksakte naturvidenskab og grundvidenskab for astrologi, tidsregning og navigation. *Tycho Brahe* blev, med sit virke på Hven 1576-97, en af de mest skelsættende skikkelser i astronomiens historie. For ret at begribe, hvor epokegørende hans arbejde var, må vi se det i sammenhæng med træk af fagets tilblivelse og tidligere historie. Som naturvidenskab bygger astronomien på iagttagelser, og dens sandhedskriterium er et krav om overensstemmelse med observationsdata. Som eksakt videnskab formulerer den sine resultater i matematiske teorier kalibreret med talmæssigt bestemte parametre. Det er naturligt, men ikke altid nødvendigt, at knytte teorierne til en bestemt opfattelse af altets indretning, så at astronomien tillige bliver kosmologi. Afgørende udvikling indenfor en videnskab sker, når dens sandhedskriterium skærpes eller generaliseres. Vi skal derfor skitsere en udviklingshistorie for astronomiens sandhedskriterium.

De første tilløb til den astronomi, som Tycho Brahe siden reformerede, går tilbage til ca. 750 f.Kr., da babyloniske astrologer anlagde et systematisk bogholderi over deres iagttagelser af udvalgte fænomener på himlen. For eksempel noterede de tidspunkt, plads på stjernehimlen samt størrelse for måneformørkelser. Præcise formørkelsesdata kunne fremgå af den blotte iagttagelse uden brug af andre hjælpemidler end et vandur til tidsbestemmelsen. Midt i det første førkristelige årtusinde begyndte babylonierne at systematisere sådanne iagttagelser i regneskemaer, som måned for måned angav tid og sted for fuld- eller nymånen. Senest ved den Seleukidiske æras begyndelse, 311 f.Kr., rådede de over sådanne ephemerider, hvis kolonner umiddelbart kunne fortsættes og med stor sikkerhed forudsige forekomsten og størrelsen af måneformørkelser flere århundreder ud i fremtiden. Vi ved kun meget lidt om babyloniernes vej fra konkrete iagttagelser til de færdige

Fagets historie frem til Ole Rømer (s. 279) er skrevet af Kristian Peder Moesgaard, fra Ole Rømer til Thomas Bugge (s. 279-310) af Kurt Møller Pedersen og den afsluttende del af Bengt Strömgren.

ephemerider eller om deres eventuelle kosmologiske forestillinger. Det er imidlertid muligt at konstruere regneskemaer som de babyloniske indenfor et verdensbillede, hvor jorden tænkes at være en flad skive og himlen en hvælvet kuppel. Der er altså ikke nødvendigvis nogensomhelst dybde i det babyloniske univers (Neugebauer 1975, van der Waerden 1966).

Overfor kriteriet: *overensstemmelse med rækker af udvalgte iagttagne himmelfænomener af en bestemt art, f.eks. fuldmåner,* kunne de babyloniske teorier stå deres prøve. Astrologerne var blevet astronomer, og enhver videreudvikling af deres astronomi måtte korrespondere med det grundlag, de havde lagt. Den græske oldtidsastronomi blev en sådan videreudvikling, idet den lånte flere grundlæggende observationsrapporter såvel som teoretiske parametre fra babylonierne. Men grækerne ønskede *overensstemmelse med iagttagne positioner af individuelle himmellegemer til vilkårlige tidspunkter,* og det var mere, end de babyloniske regneskemaer kunne klare. Grækerne benyttede sigteinstrumenter til bestemmelse af de enkelte himmellegemers positioner. Det viste sig, at månen havde en betydelig parallakse og altså var et forholdsvist nærtliggende himmellegeme. Verdensbilledet fik dybde og blev baseret på læresætningerne: Jorden er en kugle i hvile midt i himlen, som også er en kugle, og månen bevæges omkring jorden meget nærmere end de øvrige himmellegemer. Bevægelse *omkring* knyttedes naturligt til en cirkulær bane, og da de synlige bevægelser åbenbart foregik ujævnt på mangfoldig vis, måtte nogle cirkler gøres eccentriske og korrektionscirkler (epicykler) tilføjes. Men som et uomgængeligt aksiom for den græske geometrisering af himmelbevægelsernes kinematik stod sætningen: enhver bevægelse på himlen skal beskrives som sammensat af jævne cirkulære delbevægelser. Hver planets bevægelse lagde beslag på et vist område af himmelrummet, og to filosofisk bestemte krav, nemlig 1) der må ikke findes noget tomrum til ingen nytte i universet, og 2) en planet må ikke kunne komme ind i naboplanetens domæne, førte herefter til billedet af det fyldte kuglerunde himmelalt med koncentriske sfærer, dvs. kugleskaller, til måne, merkur, venus, sol, mars, jupiter og saturn og allerydest begrænset af den såkaldte ottende fixstjernesfære. I disse himle var evig uforanderlighed og kun bevægelse i cirkler, krummet tilbage i sig selv, så at bevægelserne kunne gentage sig til evindelig tid. Indenfor månesfæren var tilblivelses og forgængeligheds verden med dens fire elementer, hvis naturlige bevægelser var retlinede, nedad for de to tunge, jord og vand, og opad for de lette, luft og ild. Naturfilosofien bag den græske astronomi formuleredes i alt væsentligt endeligt af *Aristoteles* (384-322 f.Kr.), medens *Hipparch* (ca. 150 f.Kr.) og *Ptolemaios* (ca. 150 e.Kr.) udviklede den cirkelgeometriske astronomi til en så høj grad af perfektion, at al videreudvikling af astronomien i de næste halvandet tusinde år forekom umuligt uden korrespondens med dette

grundlag som nedlagt i Ptolemaios' store sammenfatning, der siden blev kendt under titlen *Almagest* (Ptolemäus 1963, O. Pedersen 1974, Neugebauer 1975).

I perioden 800-1400 arbejdede i den arabiske kulturkreds mangen astronom videre på cirkelastronomien i kugleuniverset. Al Ma'mūn (regerede 813-833) og mange senere kaliffer ofrede store beløb på større og bedre instrumenter, undertiden placeret i regulære observatorier (Sayili 1960). Utvivlsomt har mange af observationsresultaterne været nøjagtigere end i oldtiden. Man fandt andre værdier end *Almagestens* for adskillige parametre, og i dag kan det forekomme os så ligetil blot at erstattet de gamle værdier med de nybestemte. Men herved ville jo korrespondensen med oldtidens resultater gå tabt. Fra Thābit ibn Qurra's tid (826-901) lød derfor undertiden i stedet et krav om *overensstemmelse med oldtids såvel som samtids observationsdata,* og prisen måtte betales ved formulering af en teori for den pågældende parameters ændring i det lange tidsforløb. Det var denne form for astronomiens sandhedskriterium, som *Copernicus* på sin side generaliserede til et krav om *overensstemmelse med observationsdata fra oldtid, arabisk middelalder og sin egen samtid.* Som man spørger, får man svar. Copernicus (1473-1543) fandt en række langperiodiske ændringer af grundlæggende parametre. I dag ved vi, at disse ændringer var fiktive og for en del stammer fra fejltolkning af de gamle data. Men det kunne Copernicus ikke vide, og for ham viste ændringerne sig koblede, så at de på en gang kunne forklares ved tilsvarende langsomme forandringer af jordklodens akseretning i forhold til stjernehimlen. Mon dog jordkloden var så urokkelig, som Aristoteles havde påstået? Efter et langt livs arbejde havde Copernicus vist, at astronomiske iagttagelser fra to årtusinder, i nydelig korrespondens, kunne indpasses i en ny verdenskugle, hvor solen var i hvile nær centrum, stjernerne i hvile ved den yderste grænse, og planeterne såvel som jorden – med månen som drabant – i kredsløb omkring solen. I dette billede udgjorde jordbanens radius en ny, astronomisk bestemt målestok for de relative afstande i planetsystemet. For størrelsen af selve målestokken godtog Copernicus efter traditionen fra oldtiden den altfor lille værdi på ca. 1200 jordradier. Den antagne banebevægelse af iagttageren på sin jordklode afspejledes ikke i observerbare halvårlige forskydninger af sigteretningerne til fixstjernerne, så stjernehimlen måtte være uhyre fjern, ja, flere hundrede gange større end i det traditionelle univers, hvor man havde forestillet sig, at stjernesfæren lå umiddelbart udenfor saturns sfære i ca. 20000 jordradiers afstand (Moesgaard 1977).

Efter Copernicus forelå ikke blot een lærebygning at lappe på, men to vidt forskellige begrebsmæssige rammer at vælge imellem. *Tycho Brahe* erkendte, at det rette valg måtte bygge på en kulegravning af det empiriske grundlag helt

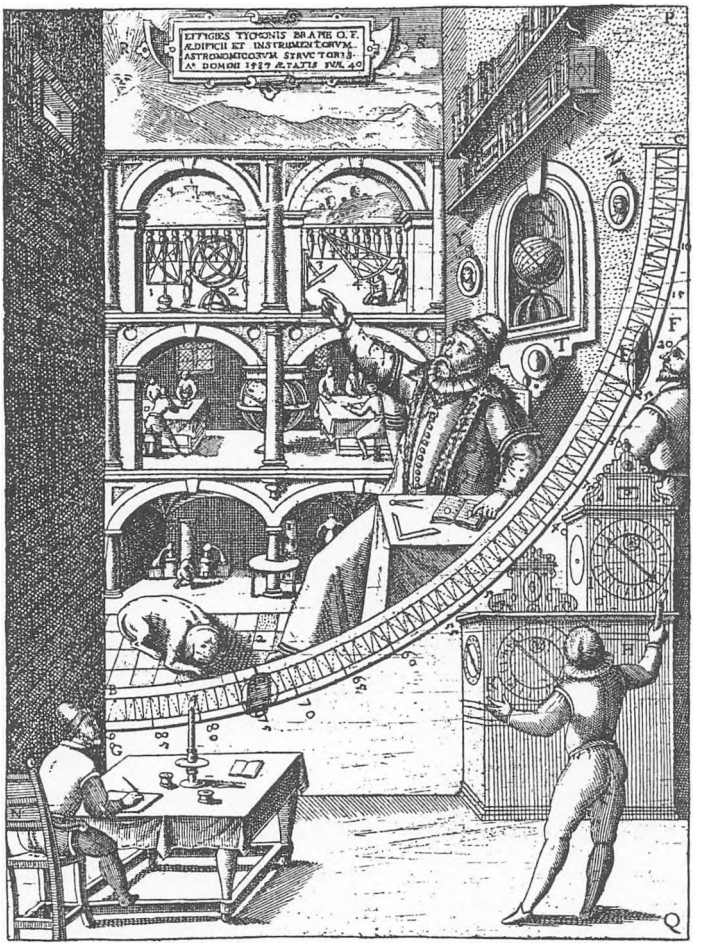


Fig. 64. Murkvadranten var et af Tycho's hovedinstrumenter. Den var af massivt messing og havde en radius på omtrent 2 m. Gradbuen var inddelt med transversalpunkter til 10" og fastnaglet til en nord-syd-gående mur. Sigtemidlerne bestod af en forgyldt messingcylinder i det kvadratiske hul øverst på den øst-vest-gående mur, samt af to forskydelige plader, hver med 4 spalter. Bag målebuen har Tycho i et maleri, fremstillet af hele tre kunstnere, fået portrætteret sig selv samt skildret de væsentligste sider af sin virksomhed. Der ses en del af biblioteket, instrumenter, arbejdsborde, kemisk laboratorium og »en af mine jagthunde, som var meget trofast og havde en fin næse« (Opera omnia V, s. 28).

fra bunden. Som ingen tidligere astronom begyndte han forfra, stillede foreløbigt kravet om korrespondens med fortids empiri i bero og forlangte blot *overensstemmelse med, hvad jeg, Tycho Brahe, kan iagttage på himlen, når jeg ser rigtigt nøje efter.* I 1572, som 25-årig allerede veluddannet astronom, så han i Cassiopeias stjernebillede en ny stjerne blusse op og gradvist slukkes igen. Han blev sikker på, at stjernen var fjernere end månen og sandsynligvis så fjern som fixstjernerne. I den Aristoteliske uforanderligheds himmel så han et

nyt himmellegeme blive til og forgå. Overleverede læresætninger fik herefter – uanset deres autoritetsgrundlag – vige, om de ikke kunne forenes med resultaterne af Tychos nye formulering af astronomiens sandhedskriterium. Men uden støtte i korrespondens med tidligere data og læresætninger stod Tycho i et nyt dilemma. Han kunne ikke benytte tidligere veltjente kriterier for at skelne gode fra mindre gode observationsdata. Det er velkendt, at han udviklede til deres højeste ydeevne en række forskellige instrumenttyper, så at han som regel fik pålidelige resultater. Men kunne han selv vide, hvor sikre resultaterne var? Ja, for han byggede flere instrumenter af hver type, og til stadighed kontrollerede han mod hinanden resultater fra de forskellige instrumenter. Han var først tilfreds med et måleresultat, når det kunne genbestemmes med flere instrumenter, og han var først tilfreds med et nyt instrument, når det kunne give samme resultater som bestanden af allerede gennemkontrollerede instrumenter. Tychos arbejde kom derved til at fastlægge astronomiens sandhedskriterium som et krav om *overensstemmelse med reproducerbare observationsdata, så at spillerummet for reproducerbarheden definerede pålideligheden af observationerne såvelsom af teorierne, der kunne udledes af dem.*

Til dokumentation af, hvor godt arbejdet lykkedes, kan vi se på den nyeste undersøgelse af observationsnøjagtigheden på Hven. For en række af Tychos fundamentalstjerner har W. G. Wesley (1978) vurderet fejl i deklinationsbestemmelserne foretaget med forskellige instrumenter. I tabel 1 gengives et uddrag af Wesleys resultater. Det ses, at instrumenternes fejlvisning var korreleret indenfor et spillerum på en brøkdel af et bueminut. Tycho skabte en ny standard for objektiv nøjagtighed som fundamentet for ikke blot den moderne astronomi, men for al senere eksakt naturvidenskab.

Tabel 1: *Fejl i Tycho Brahes deklinationsbestemmelser. Spedning er beregnet, hvor mindst 8 enkeltmålinger er taget med i betragtning (efter Westley 1978, s. 44,47).*

Stjerne	Instrument			
	Murkvadrant	Azimuthalkvadrant		Astronomisk sekstant
		af træ	af stål	
Aldebaran	59″.6 ± 15″.1	38″.5 ± 20″.3	52″.3 ± 22″.3	59″
Regulus	−25″.8 ± 13″.4	−23″.5 ± 17″.3	−21″.8 ± 10″.3	−39″.6
Spica	−22″.0 ± 17″.7	− 1″.4 ± 13″.6	19″.5 ± 17″.6	− 9″.1 ± 24″.0
Altair	−97″.6 ± 14″.9	−45″.3		−83″.2 ± 27″.2
Gennemsnit for otte stjerner	34″.6	32″.3	36″.3	33″.2

ASTRONOMISK LÆRDOM FØR OG EFTER TYCHO

Astronomien var en af de fire matematiske discipliner i *quadrivium*, som sammen med de tre humanistiske *trivium*fag udgjorde de syv *artes liberales*, der definerede lærestoffet, først i den tidlige middelalders kloster- og domskoler og siden ved universiteternes *artes*fakulteter. Uanset om de studerendes senere eventuelle embedsstudium faldt indenfor teologi, medicin eller jura, har de derfor alle skullet gennem elementære kurser i astronomi. Omkring midten af tolvhundredetallet blev ved universitetet i Paris fastlagt et pensum, som med senere udvidelser blev normgivende i resten af middelalderen over hele Europa. Målet var åbenbart at meddele så megen viden om astronomi, som var nødvendig for anvendelserne indenfor tidsregningen og siden også indenfor astrologien. Kalenderberegningen måtte enhver klerk mestre, og den ældste kerne i lærestoffet omfattede just tre afhandlinger af *Johannes de Sacrobosco* (d. ca. 1250), nemlig *Algorismus* om elementær regning med arabertal, *De Sphæra* med en indføring i kugleuniverset og himlens daglige bevægelse, samt *Compotus* med detaljerede regler for beregning af kalenderen. Hertil kunne komme traktater om instrumenter og deres brug, månetabeller samt kalendere (O. Pedersen 1975, Thorndike 1949). Omkring 1300 har en dansk lærd, *Petrus de Dacia* (Peder Nattergal), spillet en væsentlig rolle ved udformningen af lærestoffet (O. Pedersen 1976, F. S. Pedersen 1978).

Snart tilføjedes med den anonyme *Theorica Planetarum* en indføring i principperne for den cirkelgeometriske planetastronomi, og suppleret med planettabeller – efter 1300 som regel de *Alphonsinske tabeller* – og regler (*canones*) for disses brug forelå det nødvendige grundlag for beregning af planeternes positioner til ethvert opgivet tidspunkt (Grant 1974). I den senere middelalders håndskrifter findes undertiden yderligere en regulær indføring i astrologiens tydningslære, og herved dækkede det anførte stof just en astrologs behov, uanset om hans specielle sigte var medicinsk, meteorologisk, eller gik ud på at stille horoskoper.

I den senere middelalder har altså universitetsundervisningen omfattet en indføring i astronomiens resultater og regnemetoder så vidt, at de studerende har kunnet lære at anvende faget. Kun sjældent og sent er astronomien blevet dyrket som grundvidenskab og forsøgt videreudviklet. Først i løbet af fjortenhundredetallet med *Georg Peurbachs* (1423-61) og *Johannes Regiomontanus'* (1436-76) arbejder kan vi tale om en virkelig forståelse af *Almagesten*, som måtte danne udgangspunktet for ny astronomisk grundforskning. Med Copernicus' bog om sit livsværk, *De revolutionibus orbium coelestium* forelå endeligt i 1543 europæisk astronomis første helt igennem originale bidrag til fagets videreudvikling. Copernicus' bog blev den anden almagest.

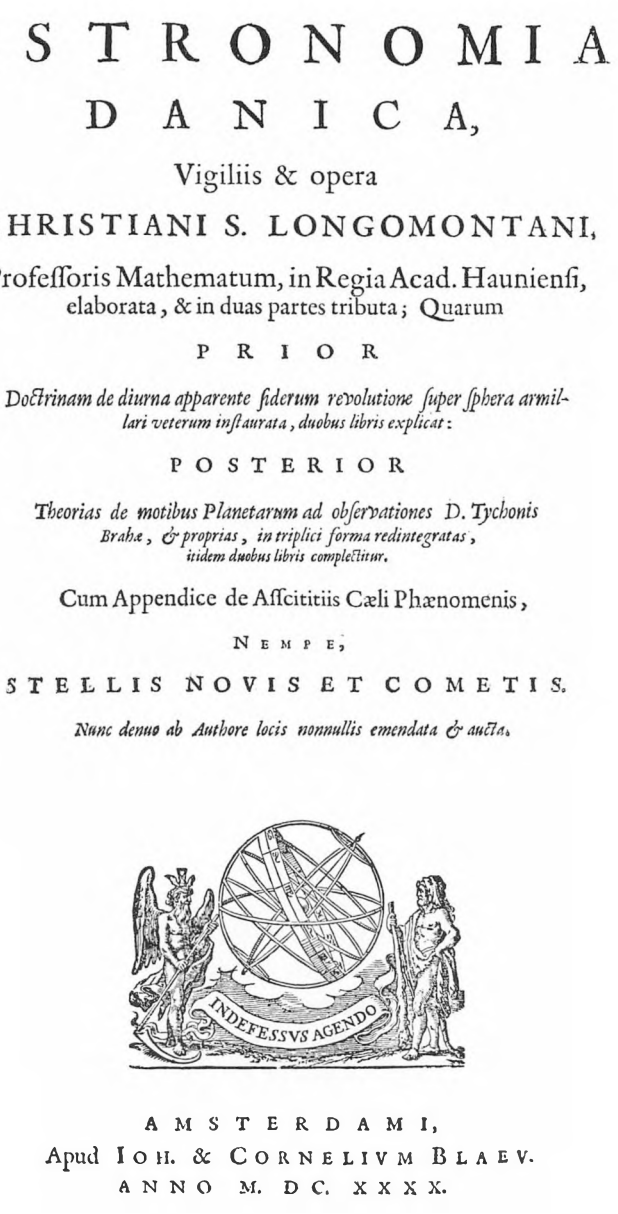

ASTRONOMIA
DANICA,
Vigiliis & opera
CHRISTIANI S. LONGOMONTANI,
Profeſſoris Mathematum, in Regia Acad. Haunienſi,
elaborata, & in duas partes tributa; Quarum
PRIOR
Doctrinam de diurna apparente ſiderum revolutione ſuper ſphera armillari veterum inſtaurata, duobus libris explicat:
POSTERIOR
Theorias de motibus Planetarum ad obſervationes D. Tychonis Brahæ, & proprias, in triplici forma redintegratas, iisdem duobus libris complectitur.
Cum Appendice de Aſſcititiis Cæli Phænomenis,
NEMPE,
STELLIS NOVIS ET COMETIS.
Nunc denuo ab Authore locis nonnullis emendata & aucta.
INDEFESSVS AGENDO
AMSTERDAMI,
Apud IOH. & CORNELIVM BLAEV.
ANNO M. DC. XXXX.

Fig. 65. Titelblad fra hovedværket indenfor dansk astronomi i 1600-tallet, Christian Sørensen Longomontanus:»Astronomia Danica« (Amsterdam, 1622, 1640, 1663).

Som allerede omtalt byggede Tychos arbejder på Hven herefter for faget en ny metode og et nyt empirisk grundlag. Men Tycho såvel som Copernicus virkede udenfor universiteternes lærde miljø, og først i løbet af sekstenhundredetallets første halvdel trængte den nye astronomi ind i undervisningen. I

denne udvikling spillede Københavns Universitet en væsentlig rolle. Efter 1600 blev flere af assistenterne fra Hven professorer ved universitetet, først og fremmest *Christian Sørensen Longomontanus* (1562-1647). Hans *Astronomia Danica,* der udkom første gang i 1622, udgør intet mindre end en almagest på tychonisk grundlag. I 1621 oprettedes en speciel lærestol i astronomi (»Mathematicus Superior«), hvormed artesfakultetet fik et professorat, der var anset nok til at udgøre en slutstilling for indehaverne. I 1639 udgav Longomontanus sin *Introductio in Theatrum astronomicum* om indretning, bemanding og brug af det planlagte observatorium på Rundetårn, og København fik altså sit universitetsobservatorium en generation før grundlæggelsen af observatorierne i Paris 1667 og Greenwich 1675.

UNDERVISNING OG ASTROLOGI FØR 1600

Med et tilbageblik over den astronomiske litteratur, taget i videste forstand, kan vi i kort begreb karakterisere fagets stilling og indhold, før indflydelsen fra Hven begyndte at mærkes. Niels Nielsen (1912) nævner omkring en snes forfattere til astronomiske, astrologiske eller kalendariske skrifter fra før 1600. Heriblandt var fire indehavere af professoratet i matematik og derfor, sammen med de medicinske professorer, ansvarlige for universitetets undervisning i astronomi. *Mads Hak* (d. 1555; prof. mat. 1539-45) har i et skrift på 4 sider vist, at han kunne beregne og tyde to måneformørkelser i året 1538 (Hacus 1537). *Albert Meier* (1528-1603; præst fra 1553) var som 22-årig på nippet til at kvalificere sig til det matematiske professorat, nemlig med en disputats omfattende blandede theser fra quadriviumfagene samt astrologi, kalenderberegning og teologi (Nielsen 1912, s. 146). *Anders Pedersen Kjøge* (d. 1588; prof. mat. 1564-77) tilskrives et par almanakker samt fire korte disputatser, alle med emne indenfor tidsregningen, men nu tabtgåede (Nielsen 1912, s. 113).

Først hos *Jørgen Christoffersen Dybvad* (d. 1612; prof. mat. 1578-90, teol. til 1607) møder vi et forfatterskab med præg af kompetence udover det helt elementære niveau. Som studerende i Wittenberg lærte Dybvad sig den sfæriske astronomi gennem et grundigt studium af de første bøger i Copernicus' værk. I 1569 udgav han sine kommentarer hertil og instruktive regneeksempler til glæde for de studerende, som aldrig selv går i gang med de store astronomers mesterværker (Dibvadivs 1569). Dybvad blev ikke talsmand for det nye copernikanske verdensbillede (Moesgaard 1972, s. 117-119); men med en række lærebøger i geometri, astronomi, landmåling og meteorologi har han tilført undervisningen en tiltrængt modernisering. Som

en habil matematiker med evner for en systematisk og pædagogisk fremstilling fik Dybvad udformet et pensum, der må have virket som en rimelig forudsætning for en videregående praktisk og teoretisk uddannelse ved forskningsinstitutet på Hven (Nielsen 1912, s. 61-62).

Thomas Fincke (1561-1656; prof. mat. 1591-1602, med. efter 1603), der i sin geometri udviste betydelig originalitet, var veluddannet også i astronomi. Han har studeret Copernicus' arbejde ud i dets komplicerede detaljer, og han magtede beregningstekniske sammenligninger mellem Copernicus og andre astronomer (Moesgaard 1972, s. 119-120). Som mediciner og nært knyttet til Henrik Rantzau har Fincke i første række interesseret sig for det mest tidssvarende grundlag for astrologien, og han står dels som udgiver af og dels som forfatter til astrologiske håndbøger (Finckius 1591, Nielsen 1912, s. 165). I forbindelse med sin undervisning publicerede han en række disputatser om grundbegreberne indenfor den sfæriske astronomi og tidsregningen (Nielsen 1912, s. 69).

Allerede førend Dybvad fik sat skik på astronomiundervisningen, havde *Tycho Brahe* (1546-1601) sat sine spor på universitetet. I tre år, fra april 1559 til februar 1562, studerede han her artesfagene (Christianson 1967); men astronomi måtte han væsentligst lære ved selvstudium, dels af ephemerider og dels af selveste Ptolemaios. I sin videnskabelige selvbiografi skriver han: »... ligesom jeg heller ikke ellers har opnået at have en lærer i matematik; i så fald ville jeg måske have gjort hurtigere og større fremskridt deri.« (Brahe 1946, s. 121). *Claus Lauridsen Skavbo* (d. 1590; prof. mat. 1556-64) og hans undervisning har altså ikke gjort noget dybt indtryk på Tycho Brahe. Han knyttede da også især forbindelse med medicinere, først og fremmest med den 3 år ældre *Hans Philipsen de Prato* (1543-76; prof. med. 1571-76), forfatter til et astrologisk skrift om planetkonstellationerne i året 1566 (Nielsen 1912, s. 162) og i høj grad medansvarlig for udgivelsen af den første bog fra Tychos egen hånd, *De stella nova (Opera omnia* I). Efter bogen om den nye stjerne var Tycho Brahe kendt som astronom i hele det lærde Europa, og i efteråret 1574 forelæste han efter opfordring ved universitetet over himmellegemernes indbyrdes bevægelser »efter Copernicus' teorier og under brug af hans parametre, alt blot henført til en hvilende jordklode«. Til fordeling blandt de mindre velstående studerende havde Tycho for egen regning indkøbt nogle eksemplarer af de Pruteniske tabeller, beregnet af Erasmus Reinhold efter Copernicus' teorier. Til forelæsningerne var da sikkert knyttet regneøvelser, og under alle omstændigheder har der været tale om en i samtiden enestående kompetent undervisning (Moesgaard 1972, s. 32). Blandt de studerende var vel *Peder Jacobsen Flemløse* (ca. 1554-99; assistent på Hven 1578-88, læge), der allerede i oktober 1574 dedicerede til Tycho et digt om måneformørkelsen i december

1573 og den kommende solformørkelse i november 1574 (Nielsen 1912, s. 71). I 1577 var Tycho Brahe fuldt optaget af at opbygge Uraniborg, så han afslog et tilbud om at overtage rektorposten ved universitetet. Da han tyve år senere, stillet overfor en bevillingsnedskæring, var gået i frivillig landflygtighed med alt rørligt gods, kunne en kommission bestående af universitetsprofessorerne Thomas Fincke og Iver Stub (d. 1611; prof. pæd. 1589, hebr. 1594-1609) erklære de på Hven efterladte instrumenter for ganske unyttige.

Nyttige var almanakkerne og de astrologiske forudsigelser. Først de medicinske og senere den matematiske professor måtte sørge for udgivelsen af den årlige almanak med dens prognostica eller practica (Nielsen 1912, s. 277). Foranlediget af særlige begivenheder krævedes undertiden en ekstraordinær udgave; således udsendte Dybvad efter den store komet i 1577 et skrift med følgende afsnit: »Om det som fromme Christne skulle betracte oc tencke, naar de see nogen forskreckelige Tegn paa Himmelen eller i Skyerne«, »Om nogle Cometer, paa huilcke Tider de haffue ladet sig see, oc huad der effter skeed er«, og »Om den ny Cometis udrettelse« (Dibvadius 1578). I det hele taget blev kometer og deres mulige politiske, økonomiske, klimatiske og helbredsmæssige virkninger emnet for en hel række af akademiske såvel som populære skrifter (Nielsen 1912, s. 62, 85, 128, 150, 159). Der har også i de sidste årtier af 1500-tallet været et marked for samlede prognostica gældende for en længere årrække, »Vdi huilken Konstelig, grangiffuelig oc visselig giffuis til kiende, huad der skal begiffue sig oc skee«, som de blev »regnet med stor flit oc Aduarsel« af *Georg Ursin* og *Nicolaj Weyse* (Nielsen 1912, s. 205, 211, 223), samt for en folkelig håndbog i bl.a. astrologi som udgivet af bogtrykkeren Laurens Benedicht (Nielsen 1912, s. 21; sml. Zinner 1938, s. 150-155).

I virkeligheden drømte også Tycho Brahe om at forbedre den nyttige astrologi; men gennem sit arbejde lærte han, at den astronomiske grundvidenskab først måtte bringes i orden. I selvbiografien finder vi hans endelige vurdering, nemlig at astrologien »er mere pålidelig, end man kunne fristes til at tro; og det gælder ikke blot meteorologiske virkninger og vejrforudsigelser, men også nativitetsforudsigelser, når blot tidspunkterne er rigtigt bestemt, og stjernernes gang og deres indtræden i bestemte himmelafsnit benyttes på en måde, der stemmer med himlen, og deres bevægelsesretning og omløb bliver rigtigt bearbejdet; i disse to henseender har vi også på grundlag af selve erfaringen udformet en metode, der er forskellig fra den hidtil anvendte« (Brahe 1946, s. 134). Allerede i 1572 arbejdede Tycho efter en ny metode på en astrologisk kalender for det kommende år. Åbenbart så han frem til sit gennembrud som fornyer af den astrologiske meteorologi. I november dukkede så den nye stjerne op i Cassiopeia, og det planlagte skrift blev til en særudgave om »det største under, der har vist sig i hele naturen siden verdens

begyndelse«. Hen på foråret har Tycho vel kunnet konstatere, at hans vejrspådomme ikke altid slog til, så *De stella nova,* der udkom i maj 1573, medtog af den oprindelige kalender blot den del, som angik måneformørkelsen i december 1573. Fra Hven skulle Tycho årligt levere en almanak til Frederik II, han stillede horoskoper for prinserne Christian, Ulrik og Hans, og han skrev på tysk en kort beretning om kometen fra 1577. Men i øvrigt måtte assistenterne lægge navn til et par publikationer med astrologisk indhold; *Elias Olsen Morsing* (d. 1590; fra ca. 1580 assistent på Hven) udsendte således et kometskrift kombineret med en astrologisk kalender for 1586 beregnet efter Tychos metode, og Flemløse samlede vejrvarsler til *En elementisch oc jordisch Astrologia* (Nielsen 1912, s. 150, 71; Friis 1904).

FORSKNING PÅ HVEN 1576-97

Adelig forsker med kongelig bevilling

Astronomisk og kemisk lærdom var vel en utraditionel baggrund for en adelig levevej. Men på tværs af standsfordomme og familieinteresser benyttede Tycho 12 studie- og rejseår, 1559-71, til at erhverve sig sin tids viden om disse fag. Utvivlsomt har den adelige herkomst åbnet mangen dør for Tycho i lærdoms kredse. Efter endt uddannelse og arbejdet om den nye stjerne fremstod han allerede som Europas førende astronom, der naturligt kunne regne med – og også fik – gunstige vilkår for sin stilling som adelig forsker under Frederik II. Således flød da rundhåndede bevillinger til den astronomiske grundforskning netop på det tidspunkt, da kun storstilede investeringer i instrumenter kunne føre udviklingen af faget videre, og på bare 20 år lagde Tycho på sin lille ø i Øresund grunden til den moderne astronomi. Havde andre under mere beskedne og traditionelle forhold skullet gøre Tychos arbejde, var det ganske sikkert sket stykkevist og langsommeligt; denne og hin astronom, måske i hvert sit hjørne af Europa, kunne have løst sin del af opgaven til langt senere sammenknytning.

Med sine astronomiske hovedværker om den nye stjerne, *Astronomiae instauratae progymnasmata (Opera omnia* II-III), om kometen fra 1577, *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis* (sst. IV), og om sin instrumentbestand, *Astronomiae instauratae mechanica* (sst. V), præsenterede Tycho selv for samtiden de væsentligste resultater, som han nåede at se færdige. Sidst i bogen om instrumenterne finder vi et slags videnskabeligt testamente, hvor mesteren på nogle få sider beretter »Om det, som vi hidtil, med Guds hjælp, har udrettet i

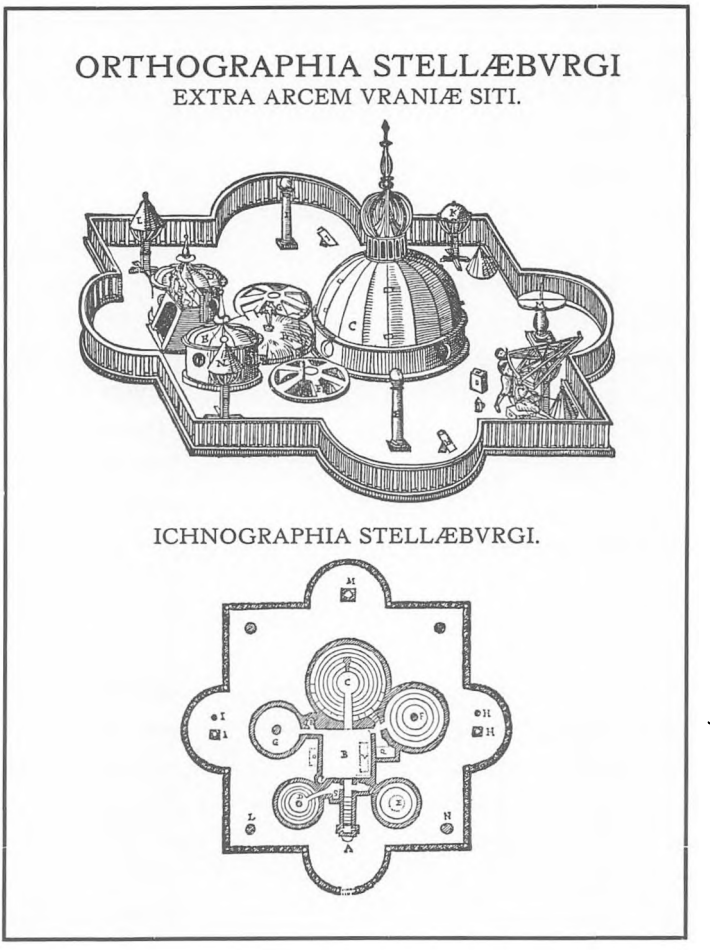


Fig. 66. Først i 1584 med anlægget af Stjerneborgs fem kupler over tilsvarende krypter, hvor de større instrumenter kunne stå fast opstillede, var Tycho fuldt tilfreds med sit i datiden helt enestående observatorium (Opera omnia V, s. 146).

astronomien, og om det, der i fremtiden med hans nådige bistand står tilbage at fuldføre». Her kan vi læse, at for sol og måne »mangler der blot, at det altsammen bliver tilpasset til flere århundreder og fremstillet i større almindelighed, hvilket ikke vil kræve noget særdeles stort arbejde, for så vidt som de gamles og vore forgængeres observationer, der må lægges til grund, da er rigtige«, og igen, at for fixstjernerne »mangler der ikke andet, end at deres almindelige bevægelse (præcessionen) bliver henført til og tilpasset til alle århundreder af den tid, verden har bestået. At gennemføre dette med omhu ville ikke være så vanskeligt, når blot de gamles observationer på dette område ikke var blevet taget for så gode varer« (Brahe 1946, s. 127, 130). Tycho giver altså her i arv til sine umiddelbare efterfølgere den opgave at genoprette korrespondensen med tidligere tiders observationsresultater. Efter arbejdet på Hven var det meningsløst blot at benytte ældre og nye data på

lige fod. I sin *Astronomia Danica* løste Longomontanus opgaven, bl.a. under brug af talmystiske argumenter og synkronisering mellem bibelsk kronologi og udviklingen i tidens løb af astronomiske modelparametre (Moesgaard 1975). Med sine *Tabulæ Rudolphinæ* løste vel også Johannes Kepler (1571-1630) denne opgave; men i *Astronomia nova* og i *Harmonices mundi libri V* løste Kepler desuden en anden opgave, som Tycho aldrig havde drømt om at formulere. Han udledte af Tychoniske observationsdata de sande love for planeternes bevægeler i elliptiske baner omkring solen. Tycho selv, såvelsom Longomontanus og mange andre astronomer i 1600-tallet holdt bestandigt fast ved grækernes aksiom om jævne cirkulære delbevægelser.

Tychos indsats kom således gennem hans egne og hans elevers værker straks til at præge udviklingen, og ingen senere generation af astronomer har vel nogensinde glemt hans store betydning. Efter J. L. E. Dreyers udgave fra 1913-29 af Tychos værker, brevveksling og observationsprotokoller, og efter samme forfatters stadigt grundlæggende Tycho-biografi (1890) har såvel kilderne til som en levende beretning om astronomiens fornyelse på Hven foreligget tilgængelige for astronomer, historikere og andre. Siden Dreyer har altså Tychos resultater været velkendte, men først i allernyeste tid er materialet udnyttet i en række astronomihistoriske specialstudier, som analyserer forløbet af den forskningsproces, der førte til resultaterne.

V. E. Thoren har nyligt gjort status over Tycho-forskningen (1973), hvortil han selv har bidraget med en udviklingshistorie for instrumentbestanden på Hven (1973) og med et par rent ud spændende analyser af, hvorledes Tycho førtes til at berige måneteorien med redegørelser for hele fire tidligere upåagtede ujævnheder i bevægelsen (1967). Helt grundlæggende for forståelsen af astronomiens fremgang mellem Copernicus og Newton er imidlertid Y. Maeyamas arbejde om solteoriernes udvikling i denne periode (1974). Maeyama gør rede for Tychos opbygning af en struktur bestående af solteori, refraktionstabeller, og værdier for ekliptikahældning, solparallakse og polhøjde for observatoriet – en struktur med betydelige fejl, som imidlertid viser sig at opveje hinanden indbyrdes, så at forudberegnede værdier for solens middagshøjde ved Uraniborg dog ved observation kunne verificeres indenfor en brøkdel af et bueminut. De følgende afsnit er inspireret af Maeyamas resultater, men i øvrigt baseret på et uafhængigt studium af Tychos observationsdagbøger.

Hvor lå Uraniborg?

Den 8.8.1576 blev grundstenen nedlagt til Uraniborg; men der gik fire år, før det rigt udsmykkede bygningsværk i gotisk renaissancestil stod færdigt, og

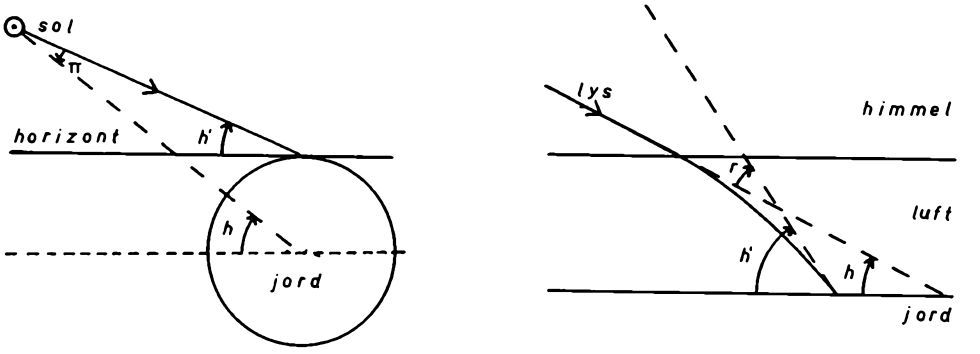


Fig. 67. Parallakse og refraktion, stærkt overdrevet. Når en observeret højde, h', forøges med parallaksen, π, og formindskes med refraktionen, r, fås den sande geocentriske højde, h. Parallaksen er et mål for afstanden til det observerede himmellegeme.

yderligere fire år, før Tycho i 1584 med anlægget af Stjerneborgs fem kupler over tilsvarende krypter, hvor de større instrumenter stod fast opstillede, var fuldt tilfreds med sit i datiden enestående observatorium. Den 14.12.1576, på sin 30 års fødselsdag, håbede Tycho at kunne nedlægge grundstenen til sin astronomiske lærebygning med en bestemmelse af Uraniborgs geografiske bredde, φ. Datoen var nær vintersolhverv, han målte solens middagshøjde til 10;43°, benyttede Copernicus' værdi for ekliptikas hældning, ε = 23;28°, og fandt

$$\varphi = 55;49°. \qquad (1)$$

Observationsjournalen fortsætter med den forbløffende kommentar: »Dog gør subtraktion af solens parallakse resultatet 2′ mindre. Med en parallakse for solen på 3′ bliver dens højde blot 10;40° og polhøjden for Hven 55;52°«. Det er velkendt, at Tycho godtog den fra oldtiden overleverede værdi på 3′ for solens horizontalparallakse, svarende til en afstand til solen på ca. 1150 jordradier eller 7 mill. km. I virkeligheden er afstanden ca. 150 mill. km og parallaksen kun 9″. Her er det overraskende imidlertid, at han *subtraherer,* og ikke, som han burde, forøger den observerede højde med parallaksen. Men Tycho ville gerne finde en polhøjde større end (1). Thi næste dag, den 15.12. »observerede jeg med et andet instrument polarstjernens maximale højde (i øvre kulmination) og fandt 58;54°; men jeg finder dette resultat tvivlsomt; thi det fører til en polhøjde, som er 6′ større end den tidligere«, altså

$$\varphi = 55;55°. \qquad (2)$$

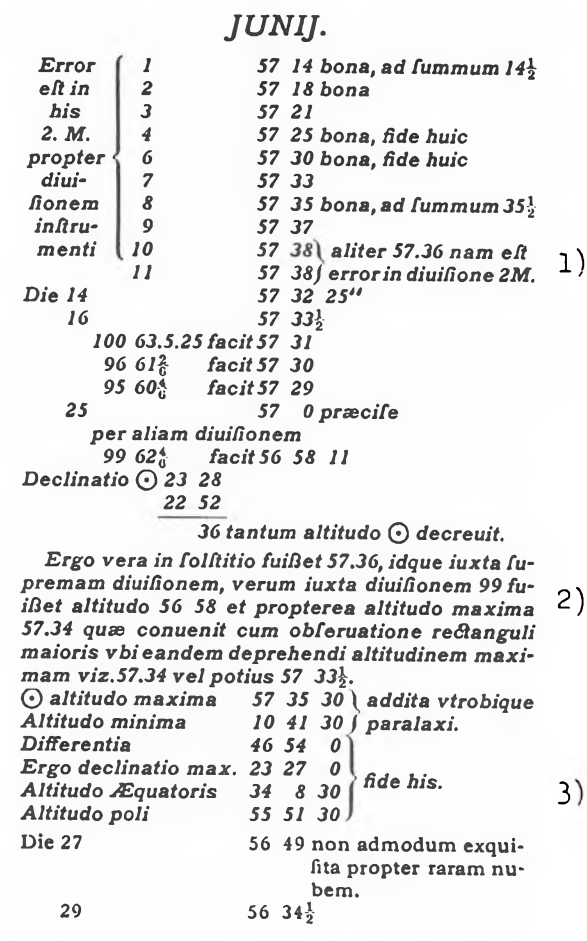
Den 24.12. fandt Tycho udfra en solobservation polhøjden til 55;50°, hvilket »med en afvigelse på 1′ stemmer tilstrækkeligt godt overens med solhvervsobservationen«. Og for juledag, den 25.12. læser vi endeligt: »Jeg iagttog

polarstjernen i en højde på 5... grader ved middagstid«. Prikkerne efter femtallet vidner om, at Tychos øje ikke evnede det umulige at se polarstjernen i nedre kulmination ved højlys dag (*Opera omnia* X, s. 42-43).

Hvilken uventet gåde? Polhøjden kunne ikke så godt ændre sig, eftersom Tycho iagttog solen eller stjernerne. Han var allerede så erfaren som instrumentkonstruktør og observator, at han ikke kunne godtage en egentlig observationsfejl på 6′. Den korrekte polhøjde for Uraniborg er 55;54,5°, og (2) var altså bedre end (1). Den væsentligste årsag til forskellen ligger i manglende hensyntagen til refraktionen, som skal *subtraheres* fra den målte højde, og som udgør ca. 5′ ved en højde på 11°. Dette kunne Tycho naturligvis ikke vide så tidligt i sin karriere. Han fik ikke bestemt polhøjden utvetydigt, førend hele observatoriet stod færdigt i 1584. I perioden 1584-88 kunne han herefter sikkert opbygge en grundlæggende solteori; men den omfattede da også en nybestemmelse af ekliptikas hældning og astronomihistoriens første tabeller over den atmosfæriske refraktion. Godt nok var hans værdi for ekliptikahældningen på 23;31,30° for stor med 2′, hans refraktionstabeller var ikke korrekte, og en Tychonisk ephemeride over solens længde i ekliptika var op til 7.5′ forud for solens sande længde i februar/marts og lige så meget bagud i september/oktober; thi den af Tycho bestemte solbaneeccentricitet var for stor med 6%. Men disse fejl og den altfor store solparallakse opvejede hinanden indbyrdes, så at Tycho alligevel kunne udlede teoretiske værdier for solens meridianhøjder, som derefter kunne verificeres ved observation indenfor ½′ eller endog ⅓′.

I observationsjournalerne kan vi år for år følge, hvorledes praktisk instrumentudvikling og teoretisk udledning af solteori og bestemmelse af astronomiske konstanter bestandigt veksler, så at ethvert skridt indenfor det ene område betinger fremskridt indenfor det andet. Tycho skabte epoke i den observationelle astronomis historie. Men bedre observationer var ikke et tryllemiddel, som af sig selv førte astronomien fremad. Kun fordi Tycho i en person forenede et klart blik for sin videnskabs situation med håndværksmæssig snilde og de nødvendige ressourcer for tilvejebringelse af de rette hjælpemidler, kunne netop han skabe et nyt grundlag for den tusindårige videnskab. Mange års trælsomt arbejde voksede ud af problemet om Hvens beliggenhed, ud af en usikkerhed på 6′ eller godt en halv snes km på jordoverfladen.

Sjældent har vel nogen grundforskning nyt så frie vilkår. Ingen sparekniv ramte den astronom, som brugte 1% af kronens indtægter gennem otte år, før han kendte beliggenheden af sit observatorium. Men siden, da de enestående resultater af arbejdet stod klart for enhver, blev bevillingerne paradoksalt nok beskåret, så at Tycho måtte forlade landet.



JUNIJ.

Error eſt in his 2. M. propter diuiſionem inſtrumenti

1	57 14	bona, ad ſummum $14\frac{1}{2}$
2	57 18	bona
3	57 21	
4	57 25	bona, fide huic
6	57 30	bona, fide huic
7	57 33	
8	57 35	bona, ad ſummum $35\frac{1}{2}$
9	57 37	
10	57 38	aliter 57.36 nam eſt
11	57 38	error in diuiſione 2M.

1)

Die 14 57 32 25″

16 57 $33\frac{1}{2}$

100 63.5.25 facit 57 31

96 $61\frac{2}{6}$ facit 57 30

95 $60\frac{4}{6}$ facit 57 29

25 57 0 præciſe

per aliam diuiſionem

99 $62\frac{4}{6}$ facit 56 58 11

Declinatio ⊙ 23 28

22 52

36 tantum altitudo ⊙ decreuit.

Ergo vera in ſolſtitio fuißet 57.36, idque iuxta ſupremam diuiſionem, verum iuxta diuiſionem 99 fuißet altitudo 56 58 et propterea altitudo maxima 57.34 quæ conuenit cum obſeruatione rectanguli maioris vbi eandem deprehendi altitudinem maximam viz. 57.34 vel potius 57 $33\frac{1}{2}$.

2)

⊙ altitudo maxima	57 35 30	addita vtrobique paralaxi.
Altitudo minima	10 41 30	
Differentia	46 54 0	
Ergo declinatio max.	23 27 0	fide his.
Altitudo Æquatoris	34 8 30	
Altitudo poli	55 51 30	

3)

Die 27 56 49 non admodum exquiſita propter raram nubem.

29 56 $34\frac{1}{2}$

Fig. 68. Kvadrantobservationer af solens middagshøjde i juni 1578 (Opera omnia X, s. 55). Ved 1) subtraheres en delefejl på 2' fra aflæst højde på 57;38°, ved 2) subtraheres igen en delefejl på 2' fra 57;36°, og ved 3) beregnes ekliptikahældning til 23;27° og polhøjde til 55;51,30° med bemærkningen »stol på disse«.

Tychos lille univers

I løbet af 1577-78 lykkedes det at reducere uoverensstemmelsen til 1.5′ mellem

$$\varphi = 55;53° \qquad (3)$$

bestemt ved observationer af polarstjernen (*Opera omnia* X, s. 52-54, 58-59) og

$$\varphi = 55;51,30°, \qquad (4)$$

som sammen med ekliptikahældningen

$$\varepsilon = 23;27° \qquad (5)$$

blev resultatet af sommer- og vintersolhvervsobservationer af solen (*Opera omnia* X, s. 44, 55-57). I mellemtiden var der på den benyttede kvadrant konstateret en delefejl på 2′, som Tycho frejdigt subtraherede *to gange* ved sin reduktion af solobservationerne i juni 1578. Frem til 1584 forblev (3) og (5)

Tychos foretrukne parametre. Enhver tidligere astronom ville have slået sig til tåls hermed. Den moderne læser vil finde udledningen kritisabel og måske endda uredelig. Tycho selv var langtfra tilfreds. Resultaterne blev blot foreløbige holdepunkter for den videre instrumentudvikling.

De følgende års observationer af polarstjernen falder i to grupper, nemlig de, som fører til den korrekte polhøjde på 55;54,30° eller lidt mere (*Opera omnia* X, s. 66, 76, 78-79, 123-124), og de, som fører til værdien (3) eller lidt mindre. Kommentarerne i dagbogen afslører, at Tycho frem til 1582 *ville* finde den sidste værdi og først anså sine instrumenter for korrekt justerede, når de førte til denne (*Opera omnia* X, s. 85-90, 107-108). I 1582 foretages med flere instrumenter til gensidig kontrol talrige observationer af polarstjernen også udenfor meridianen, og andre circumpolare stjerner er nu inddraget i undersøgelsen. Under 22.1.1582 kommer en holdningsændring til udtryk: »Altså kan det ikke fejle, at polhøjden er 55;53°. Men siden har jeg fundet, at 55;54⅔° er bedre end den tidligere værdi« (*Opera omnia* X, s. 183). I tillæg til dagbogen for 1582 er en række stjernekoordinater beregnet to gange, først under forudsætningen $\varphi = 55;54{,}30°$ (*Opera omnia* X, s. 204) og dernæst med $\varphi = 55;50{,}10°$ (*Opera omnia* X, s. 221). Nu er altså den »neutrale« middelværdi (3) opgivet, og vi er tilbage ved den oprindelige uoverensstemmelse mellem sol- og stjerneobservationer.

Endeligt, i et tillæg til dagbogen for 1584, bestemmer Tycho rektascensionsforskellene indenfor to sæt af klare stjerner og summerer forskellene op ækvator rundt. Det er klart, at resultatet skal blive en fuld cirkel på 360°. Han kom nærmest dette mål ved at benytte polhøjden

$$\varphi = 55;54{,}30° \qquad (6)$$

der altså kan godtages som korrekt, og han konstaterer, at den resterende uoverensstemmelse kan bringes ud af verden ved korrektion for refraktion (*Opera omnia* X, s. 340-341). I 1587 har Tycho klarhed over dette (*Opera omnia* XI, s. 222-223) og kan opstille sin tabel over den atmosfæriske refraktion nær horizonten af lyset fra stjernerne. Tabellen er praktisk taget korrekt for højdeintervallet fra 5° til 15°, men bryder af ved 20°, hvor refraktionen i virkeligheden udgør ca. 2.5′. Under brug af tabellen kan dog næsten alle circumpolare stjerner benyttes til polhøjdebestemmelser, som er korrekte indenfor 1′.

Gennem 20 år på Hven observeredes jævnligt solens middaghøjde, og fra 1582 intensiveredes aktiviteten ved samtidig brug af 2, 3, eller endog 4 instrumenter. Fra dette år optræder også observationer af solen udenfor meridianen og i op- og nedgang som vidnesbyrd om interessen for refraktionens indflydelse. For højder større end 45° regnede Tycho refraktionen for betydningsløs, så i 1584 turde han udlede sin endelige værdi for ekliptikas

hældning udfra solens middagshøjde ved sommersolhverv, $\varepsilon = h\dot{s} +$ parallakse – refraktion – $(90° - \varphi)$. Tychos løsning var,

$$\varepsilon = 57;35,30° + 1'30'' - 0° - 34;05,30° = 23;31,30° \qquad (7)$$

i stedet for den korrekte, $\varepsilon = 57;35,30° + 5'' - 38'' - 34;05,30° \cong 23;29,30°$, og fejlen på 2′ i Tychos værdi for solbanens hældning modsvares altså nøje af hans fejlagtige indregning af solens parallakse og hans udeladelse af sollysets refraktion (*Opera omnia* X, s. 293, 297). Med henblik på refraktionskorrektion af højden ved vintersolhverv undersøgte Tycho allerede den 16.6.1584 solens nedgang og igen dens opgang den følgende morgen. For højden 11° fandt han en refraktion på 3½′ og bemærker, at man måske skal regne med 5′ eller 6′ (*Opera omnia* X, s. 293-294). Det sidste er rigtigt og i overensstemmelse med tabellen for refraktionen af stjernelyset. Men desværre krævede løsningerne (6) og (7) en større refraktionskorrektion. Efter sin korrekte observationelle bestemmelse af solens middagshøjde ved vintersolhverv, måtte Tycho i relationen $(90° - \varphi) - \varepsilon = h\dot{v} +$ parallakse – refraktion indsætte,

$$34;5,30° - 23;31,30° = 10;41° + 3' - \mathit{10}'.$$

Han måtte altså afbalancere fejlen på 2′ i solbanens hældning og den a priori vedtagne solparallakse på 3′ med antagelsen af en altfor kraftig atmosfærisk refraktion af solens lys. De følgende års undersøgelser over refraktionen kunne *ikke* bekræfte eksistensen af den voldsomme afbøjning af sollyset (*Opera omnia* X, s. 352-353, XI, s. 2, 134). Alligevel faldt det ikke på noget tidspunkt Tycho ind at se bort fra eller formindske sin parallaksekorrektion, så til slut måtte han redde situationen ved at indrette en særlig tabel for refraktionen af sollyset. Tabellen bryder af ved en højde på 45°, og op til 20° bringer den værdier, som ligger 4½′ over de tilsvarende refraktioner af lyset fra stjernerne.

Det kan nok i dag undre, at Tycho i modstrid med sine egne observationsdata så stædigt holdt fast ved den overleverede værdi for solens parallakse. Men denne værdi målte afstanden til solen, som igen udgjorde en målestok for hele planetsystemets udstrækning. I det gamle verdensbillede var den yderste planet, saturn, 13-14 gange så langt borte som solen. Og ifølge Copernicus' nye relative afstande indenfor planetsystemet – som Tycho godtog – var saturn 9-10 gange fjernere end solen. Om nu solparallaksen var uiagttageligt lille, måtte hele planetsystemets udstrækning i rummet mangedobles. Tychos fantasi magtede simpelthen ikke at godtage som rimeligt, at solsystemet kunne være så stort. Helt parallelt hermed står hans betænkelighed ved at acceptere den endnu mere drastiske udvidelse af fixstjernesfæren, som ville følge af yderligere at godtage Copernicus' forestilling om jordklodens årlige bevægelse omkring solen. Dette førte som bekendt til hans indretning af det Tychoniske kompromis af et verdensbillede med måne og sol i kredsløb

omkring jorden i hvile i verdens midte og med de øvrige planeter i kredsløb omkring solen som et bevægeligt centrum (Moesgaard 1972).

Tabel 2: *Uddrag fra Tycho's tabeller over refraktionen for lyset fra stjernerne (Opera omnia II, s. 287) og fra solen (Opera omnia II, s. 64) sammenstillet med værdier fra en moderne tabel.*

Højde	Refraktion		
	Tychonisk		Moderne
	stjerne	sol	
1°	21′30″	26′	25′30″
3°	12′30″	17′	15′
5°	10′	14′30″	10′15″
7°	8′15″	12′45″	7′45″
9°	6′	10′30″	6′
11°	5′	9′30″	5′
13°	4′	8′30″	4′15″
15°	3′	7′30″	3′45″
17°	2′	6′30″	3′15″
19°	1′	5′	3′

Solteorier fra Tycho til Newton

Ved jævndøgn bliver den kombinerede effekt af fejlene i Tychos refraktions- og parallaksekorrektioner på 3′, således at han udfra i øvrigt korrekte observationer af solens middagshøjde måtte mene, at jævndøgn indtraf, når solen i virkeligheden var 3′ under ækvator. Dette sker ca. 3 timer før og efter henholdsvis forårs- og efterårsjævndøgn, når solen i sin længdebevægelse er ca. 7.5′ fra det pågældende jævndøgnspunkt. Det viser sig da også, at af de fundamentale jævndøgnstidspunkter fra perioden 1584-88, som Tycho anfører allerførst i *Progymnasmata* (*Opera omnia* II, s. 15), er forår givet for tidligt med 3^h5^m og efterår for sent med 3^h6^m. Teoretisk forklarer Tycho solens bevægelse i længde langs ekliptika som en jævn cirkulær bevægelse iagttaget fra et punkt forskelligt fra cirklens centrum. Symmetrilinien gennem centrum og iagttager kaldes apsidelinien, og afstanden mellem de to punkter sat i forhold til cirklens radius kaldes eccentriciteten, e/R. Da nu apsidelinien på Tychos tid omtrent halverede buerne mellem forårs- og efterårspunkt, kunne

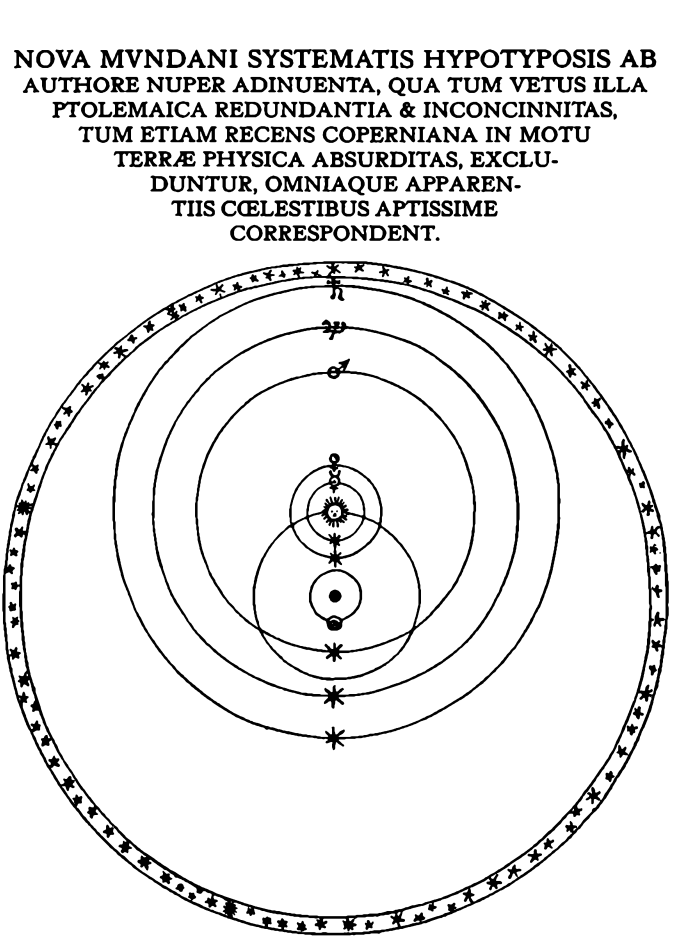


Fig. 69. Det Tychoniske kompromis mellem oldtidens og middelalderens geostatiske og Copernicus' heliostatiske verdenssystem. Her hviler jorden midt i stjernehimlen og omkredset af sol og måne. Omkring solen som et bevægeligt midtpunkt kredser de øvrige planeter, merkur, venus, mars, jupiter og saturn (Opera omnia IV, s. 158).

fejlene i solens længde ved jævndøgn netop reddes af et ekstra eccentricitetsbidrag i den teoretiske model. Det er derfor naturligt, at Tycho fandt,

$$e/R = 0.03584 \cong 1/28 \qquad (8)$$

i stedet for den korrekte værdi 0.03376; thi i buemål svarer forskellen til godt 7′.

I Tychos forestillingsverden bevarede planetsystemet omtrent den størrelse, som var overleveret fra den græske oldtid, og derfor holdt han fast ved solparallaksen på 3′. Han skaffede sig observerede værdier for solens kulminationshøjder, som var entydigt reproducerbare indenfor et spillerum på en brøkdel af et bueminut. Hans specielt tilpassede refraktionstabel

opsugede restfejl, så at alt teoretisk kunne reddes af en cirkulær solbane, hvis eccentricitet var 6% for stor. Som indikator for astronomiens udvikling og planetsystemets udvidelse frem til 1700 kan vi derfor se på de benyttede værdier for solbaneeccentriciteten i deres aftagen fra ca. 0.036 til korrekte værdier nær 0.034. Således udskiller Maeyama tre grupper af solteorier, nemlig (1) de rent Tychoniske fra ca. 1590-1670 hos Tycho, Longomontanus, Kepler, Boulliau og Wing, (2) fra perioden 1640-80 en række teorier, som benytter Tychos refraktionstabel for *stjernerne* i forbindelse med en ansat solparallakse nær 15″, hos Riccioli, Horrocks, Wendelin, Streete og Mercator, og (3) de korrekte med uafhængige værdier for refraktion og parallakse efter ca. 1680 hos Cassini, Newton og Flamsteed (Maeyama 1974).

Tycho Brahe skabte en ny standard for objektiv astronomisk iagttagelse, men hans fantasi satte en grænse for verdens størrelse og dermed en grænse for den fulde udnyttelse af iagttagelserne. Begge sider af hans arbejde kom til at dominere faget i henved hundrede år, indtil sigtenøjagtigheden sidst i 1600-tallet igen forbedredes væsentligt, af blandt andre Ole Rømer, ved brug af kikkertmonterede instrumenter forsynet med trådkors og mikrometre. Dominansen gjorde sig naturligvis særligt gældende i Danmark, hvor Longomontanus så en uafhængig begrundelse for værdien (8) i, at 28 er et perfekt tal, idet summen af dets faktorer giver tallet selv, 1 + 2 + 4 + 7 + 14 = 28 (Moesgaard 1975).

RIGETS DELING

På Hven regerede Tycho Brahe suverænt over sin i datiden enestående forskningsinstitution med kemisk laboratoriekælder og astronomisk observatorium. Han kunne her »holde hof« og modtage lærde og fyrstelige besøgende. For Christian IV blev en sådan stat i staten for dyr. Efter princippet del og hersk ansatte han i 1609 *Peter Payngk* (1575-1645) som »destillerer« med »Destillerhus« ved Rosenborg Slotshave (Fjelstrup 1911), og fra 1616 virkede *Niels Hansen Heldvad* (1564-1634) som »kongelig hofastrolog, -astronom eller -matematicus« (Gregersen 1957; Nielsen 1912, s. 92-93). Tilbage til Tychos egentlige arvtager, *Longomontanus,* blev så universitetets lærestol i matematik, fra 1621 opnormeret til astronomi eller såkaldt »højere matematik«. Da han i sin høje alderdom endeligt fik et egentlig observatorium, kom det ikke, som han sikkert havde ønsket, til at ligge på Valby bakke med fri horizont, men på Regenskirkens Rundetårn, hvor han måtte håbe, at byens skorstensrøg ikke ville genere observationerne (Longomontanus 1639, fol.B4v).

Heldvad var en umådelig produktiv og farverig forfatter, der i perioden

1591-1635, dvs. både før og under sin tid som hofkalendariograf, udgav almanakker og prognostica. I sine sidste år måtte han afholde sig fra partikulære spådomme og forudsigelser »om krig, orlog, dyrtid og pestilens« og lade sig nøje med at bringe vejrforudsigelser (Gregersen 1957, s. 175). Efter Heldvads død fik universitetet i 1636 eneprivilegium til årligt at udgive en almanak »uden Spaadom om enten gemeine eller partikular Stænders, Personers, Krigs, Freds eller deslige Tilfælde« (Nielsen 1912, s. 278). Fra den tid kan vi altså regne astrologien som officielt afskaffet i Danmark. Men dermed var ikke det folkelige behov for oplysning om betydningen af særlige himmelfænomener forsvundet, og når det ikke – som i Dybvads tid – var en professors opgave at tilfredsstille dette behov, måtte andre træde til. Fra 1650-erne har vi f.eks. skrifter om formørkelser af præsterne *Iver Pedersen Adolphus* (1620-65; Nielsen 1912, s. 6) og *Enevold Nielsen Randulf* (1597-1666; Nielsen 1912, s. 164) samt et kometskrift af *Georgius Rohdius* (Nielsen 1912, s. 178).

I sit kometskrift fra 1618 skriver Heldvad; »Dette haffver saaledis verit oc er min kundskab om denne Comet. Jeg forventer at hederlige oc høylærde M. Christianus Longomontanus, ex professo Mathematicus Regiæ Academiæ Hafniensis, her effter forklarer oss dette vijdløfftigere, effter som hand haffuer sine Instrumenter hertil« (Helvaderus 1618). For sin del anerkendte altså Heldvad arbejdsdelingen mellem hofastrolog og universitetsastronom; medens Longomontanus måske har haft vanskeligere ved at godtage dette.

På Hven havde han naturligvis lært at håndtere begge sider af faget, hans *Astronomia Danica* omfatter fyldig instruktion i astrologiens regnemetoder (Longomontanus 1640, s. 48-50, 95-103), og i forlængelse af sit arbejde med dette hovedværk udgiver han i 1620-erne to disputatsserier med astrologisk sigte. Først kom fire disputatser i perioden 1621-25, som behandler den traditionelle astrologiske tydningslære (Longomontanus 1621, 1622, 1624, 1625) og derefter tre disputatser fra 1627-29 om tid og tidsregning, der for Longomontanus også havde astrologisk betydning, idet han mente på astronomisk grundlag at kunne datere verdens skabelse til efterårsjævndøgn år 3967 f. Kr. I dette tankesæt var det også rimeligt at skønne om en sidste frist for dommedags indtræden (Longomontanus 1627, 1628, 1629; Moesgaard 1977). Longomontanus' bestemmelse af solsystemets alder afspejledes frem til 1911 i almanakkernes angivelse af årstallet »Efter Verdens Skabelse«. På sine gamle dage måtte Longomontanus imidlertid tage afstand fra sin tidligere interesse for astrologi. I 1642 indrømmede han således modstræbende overfor Ole Worm at have stillet et horoskop for tronfølgeren prins Christian (1603-47). Da ingen åbenbart havde bestilt noget prinsehoroskop, fandt det sin plads uden navns nævnelse som et regneeksempel i *Astronomia Danica* (Worm: *Breve* II, s. 312, 316, 322). Og igen i 1645 afslog han at stille

flere nativiteter, da han »havde lagt det bort for nogle Aar siden« (Troels Lund 1904, XIII, s. 150).

Arven fra Hven blev også delt op på en helt anden led. Tychos kompromis mellem det traditionelle Aristoteliske verdensbillede og det nye Copernikanske skulle tilfredsstille astronomer såvel som naturfilosoffer (fysikere) og teologer. Som astronom gik Longomontanus endnu engang på kompromis med Copernicus ved at godtage jordens daglige rotation og jordaksens langsomme præcession, men ikke jordklodens årlige banebevægelse. Han grundlagde hermed i astronomien en Tycho-Copernikansk læretradition, som han yderligere underbyggede med en tilsvarende Tycho-Copernikansk naturfilosofi om himlens stof og de større verdenslegemers, dvs. jordklodens og himmellegemernes, natur. Denne hans kosmologi udkom først som disputats i 1611 og fandt siden plads i indledningen til *Astronomia Danica*. De nye erfaringer fra Hven, især angående refraktionen og kometers bevægelse, gjorde det urimeligt at holde fast ved det aristoteliske skel mellem jordisk (sublunar) og himmelsk fysik og ved tanken om uigennemtrængelige grænser mellem planetsfærerne. Longomontanus nedbrød disse skel uden fuldt ud at godtage Copernicus' indretning af solsystemet; men han gjorde dog af jordkloden et verdenslegeme på linie med både planeter og stjerner, så hans løsning blev mere Copernikansk end fysikere og teologer brød sig om (Moesgaard 1972, s. 131-134; samme 1977).

En anden af Tychos assistenter, *Kort Aslaksen* (1564-1624; på Hven 1590-93, prof. pæd. 1600, græsk 1607, teol. 1607) var og blev teolog. I sin *De Natura Coeli Triplicis* (1597) forsøger han at forene Bibelen og hvad der syntes værd at bevare af den traditionelle naturfilosofi med den nye naturvidenskab, han havde lært at kende på Hven. Han nedbrød de samme skel som Longomontanus; men så langt fra at gøre et himmellegeme ud af jorden gjorde han snarere den ganske himmel til en universel atmosfære, hvis tæthed gradvist aftog med afstanden fra jordoverfladen. Hermed var grunden lagt til en Tycho-Aristotelisk læretradition i fysikken, som satte sit præg på den indflydelsesrige *Caspar Bartholin's* (1585-1629; prof. 1611, med. 1613, teol. 1624) *Systema Physicum* og derigennem på senere kosmologiske disputatser af blandt andre *Ole Worm* (1588-1654; prof. 1613, græsk 1615, fys. 1621, med. 1624; Nielsen 1912, s. 218) og *Jacob Fincke* (1592-1663, prof. mat. 1623, fys. 1635; Nielsen 1912, s. 68). Således fik Tycho's virke ad to spor indflydelse på universitetets undervisning indtil sidste trediedel af 1600-tallet, da Cartesiansk naturfilosofi og med den efterhånden også Copernicus' verdensopfattelse vandt frem. Den samtidige eksistens af de to læretraditioner synes ikke at have givet anledning til alvorlige konflikter mellem Tycho's astronomiske og hans naturfilosofiske arvtagere (Moesgaard 1972, s. 121-126; samme 1977).



Fig. 70. Bondefødt i Lomborg ved Lemvig fik Chr. Sørensen Longomontanus (1562-1647), efter 11 års skolegang i Viborg og et års universitetsstudium, i 1589 læreplads hos adelsmanden på Hven. Gennem 10 år, først på Hven og siden også i Prag, blev han Tycho's mest betroede assistent og selv helbefaren forsker med ansvar for observationsprogrammer såvel som teoretiske arbejder. I et par år mellem Hven- og Pragtiden besøgte han en række tyske universiteter og tog magistergraden i Rostock. Efter Tycho's død opholdt Longomontanus sig en tid i 1601 hos Holger Rosenkrantz »den lærde« på Rosenholm, og senere samme år drog han med Sten Bille til Trondhjem (Astronomia Danica, s. 131). Efter et par år, 1603-05, som rektor ved sin gamle skole i Viborg kunne han så påbegynde mere end 40 års virke som universitetslærer. Stik af Simon de Pas 1644.

UNIVERSITETSASTRONOMI MELLEM TYCHO OG RØMER

Astronomia Danica

I perioden 1603-07 var det matematiske professorat for første gang besat med en af medarbejderne fra Hven, *Christen Hansen Riber* (1567-1642; på Hven 1586-90, fra 1610 biskop). Hans fire disputatser om i øvrigt helt traditionelle emner indenfor den sfæriske astronomi udmærker sig ved også at behandle diskussionen om verdensbilledet. Riber røber Copernikanske sympatier uden dog klart at tage stilling. Underligt er det, at det Tychoniske system tilskrives »nyere« astronomer, og at Tycho's navn overhovedet ikke nævnes. Ville Riber selv eller hans kolleger helst glemme den store astronom, hvis instrumenter Fincke og Stub havde erklæret for ganske unyttige? (Nielsen 1912, s. 176; Moesgaard 1972, s. 120-121). Det blev *Christian Sørensen*

Longomontanus (1562-1647; prof. 1605, mat. 1607, astr. 1621), der som Tycho's danske arvtager med sin *Astronomia Danica* løste den dobbelte opgave, dels at fuldende en teoretisk astronomisk lærebygning på grundlag af observationsarbejdet på Hven, og dels at grundlægge en tradition på højt niveau for universitetets undervisning i astronomi.

I 1607 fremstillede Longomontanus selv en 5-fods sekstant med transversalinddelt målebue og desuden forsynet med tangensskala til brug ved trekantsberegning. Hans andet instrument var et transportabelt »geometrisk kvadrat« med tangensskala og bestemt til højdemåling (Longomontanus 1640, Sp. II.7). I 1610 fik han af universitetet lovning på 10 daler til indretning af et observationsstade »en Specula ... udi sin tilkommende Residens« (Nielsen 1912, s. 251). Med sit beskedne udstyr foretog han i perioden 1607-16 observationer til supplering af resultaterne fra Hven, som ellers udgør langt den overvejende del af det empiriske grundlag for hans lærebygning. I øvrigt må han indtil 1620 have anvendt det meste af sin tid på omfattende beregninger for kalibrering af sine teorier, og hans seks disputatser om astronomiske emner fra perioden 1611-17 (Nielsen 1912, s. 133) er sikkert biprodukter af arbejdet med hovedværket. Fire af disse disputatser må anses for tabtgåede, men stoffet fra de to, som kendes, er optaget i *Astronomia Danica,* der i sine tre udgaver fra 1622, 1640 og 1663 øvede en betydelig indflydelse og i Danmark simpelthen blev den grundlæggende astronomibog indtil Rømer's tid. Som allerede omtalt udarbejdede Longomontanus herefter

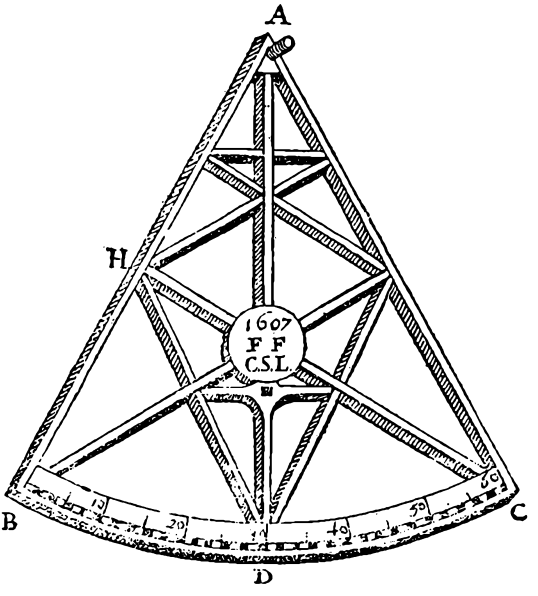


Fig. 71. Sekstant fremstillet af Longomontanus i 1607 (Astronomia Danica, s. 105). Dette instrument udgjorde sammen med et transportabelt geometrisk kvadrat det beskedne udstyr, der stod til rådighed for professoren, som i sin læretid havde arbejdet med flere, større og bedre instrumenter.

i 1620-erne to disputatsserier om astrologi og kronologi, emner hvis udførlige behandling ikke uden videre kunne indpasses i dispotitionen for hovedværket.

Denne disposition afspejler værkets dobbelte forbillede, på den ene side middelalderens undervisningstradition med opdelingen i en Sphæricadel og en Theoricadel, og på den anden side Ptolemaios' og Copernicus' almagestgenre, som har bestemt kapitelinddeling og detaljefremstilling, især i Theoricabøgernes behandling af planetteorierne. Endeligt er nye emner uden hævdvunden plads i tidligere astronomisk litteratur omtalt i appendices, f.eks. Galileis iagttagelse med kikkert af bjerge på månen (Longomontanus 1640, Th.I, app 2), og en udførlig afhandling om nye stjerner og kometer. Efter Hven var kometer blevet himmellegemer og genstand for empirisk banebestemmelse, medens de tidligere var anset for atmosfæriske fænomener, hvis behandling hørte hjemme i den meteorologiske del af naturfilosofien.

Allerførst finder vi to indledende afsnit om geometri og kosmologi. Det første om plan og sfærisk trekantsanalyse tjener det pædagogiske formål at gøre »arbejdet mere anvendeligt og værd at anbefale for universitetsstuderende«. Især bringer det en kort indføring i den prosthaphairetiske regnemetode som udviklet af Tycho i samarbejde med Paul Witich. Denne metode bygger på trigonometriens additionsformler og går ud på at erstatte multiplikation og division med simplere additions- og subtraktionssoperationer ligesom i den logaritmiske regnemetode, som Neper offentliggjorde i 1614. Ved universitetet foretrak astronomerne til og med Rasmus Bartholin prosthaphaireseregning fremfor anvendelse af logaritmer.

Første Sphærica-bog giver en kortfattet og elementær indføring i den sfæriske astronomis og astrologis grundbegreber, et rigtigt førstedelskursus, hvorefter anden Sphærica-bogs første afsnit (Longomontanus 1640, Sp.II, 1-6) udførligt gør rede for regnemetoderne og bringer gennemregnede eksempler på løsning af alle de traditionelle opgaver i den sfæriske astronomi. Det andet afsnit (Sp.II, 7-11) beskriver instrumenter og observationsmetoder samt parallakse- og refraktionskorrektioner langt mere systematisk og udførligt end sædvanligt. Endeligt er tredie afsnit viet til læren om solure (gnomonik) og den sfæriske geografi (Sp.II, 12-14).

Efter 100 sider med en stort set traditionel fremstilling af den sfæriske astronomi skal nu Theorica-delens 300 sider beskrive det endegyldige resultat af Tycho's livsværk, nemlig evigtvarende modeller og tabeller for himmellegemernes bevægelser. Longomontanus markerer overgangen med hele to forord, og indledningen til det første lyder: »Højtdannede læser! Længe nok har De ventet, og med rette i spænding; men hermed er De endeligt nået til de to Theoricabøger, hvori vi efter utrættelige forsøg har udarbejdet en revideret beskrivelse af såvel fixstjernernes som planeternes evige bevægelser. Og dette

arbejde har vi fuldført, for at ikke Urania, den fornemste muse og hun, som er menneskene til den allerstørste nytte, nogensinde skulle kende sig ladt i stikken af de højt berømte og mægtige danske kongers bevågenhed og rundhåndede støtte; thi fordum blomstrede hendes videnskab i dette kongerige i kraft af deres velvilje og bekostning; og takket være en guddommelig gunst står den også nu i fuldt flor blandt teologiske og andre lærde discipliner med det resultat, at man i udlandet ikke blot kender dens ry, men også drager nytte af dens resultater. Hertil kommer vort ønske om, at vort eget arbejde gennem 30 år med at genopbygge denne videnskab ikke simpelthen skulle blive glemselens bytte og gå resultatløst til grunde.«

Longomontanus gør omhyggeligt rede for de tre verdenssystemer, der er fænomenologisk ækvivalente, hvorfor han stiller læseren frit i sit valg af system. Selv foretrækker han det allerede omtalte Tycho-Copernikanske kompromis og anfører især to argumenter mod Copernicus' ide om jordens banebevægelse. Det første hævder, at når Gud i begyndelsen skabte himmel og jord, må disse i kosmologisk sprog være universitets ydergrænse og midte. Det andet bygger på den kendsgerning, at årlige fixstjerneparallakser ikke kunne observeres, hvorfor en årlig banebevægelse af jorden ville implicere afstande til og størrelser af stjernerne så uhyre store, at Longomontanus – ligesom Tycho – finder det utroligt. Der måtte dog være symmetri i skaberværket, så at dets dele, stjernehimmel og planetsystem, hørte sammen så at sige i samme målestoksforhold (Longomontanus 1640, Th.I, 1).

I sin modelgeometri bygger Longomontanus på det græske axiom om jævne cirkulære delbevægelser, han foretrækker biepicykliske modeller fremfor brugen af eccentriske cirkler, og i tilfælde af yderligere ujævnheder i den observerede bevægelse tilføjer han såkaldte librationer, dvs. harmoniske svingninger af sigtelinien, som Copernicus havde vist kunne opløses i to jævne cirkulære delbevægelser. I måneteorien forklares den nyopdagede variation på denne måde; modellen for Mars' bevægelse omfatter to librationer, og Longomontanus anser Kepler's forslag om elliptiske planetbaner med solen i det ene brændpunkt for en altfor dristig generalisation, selvom just Marsbevægelsen kan reddes på denne måde (Th.I,2; II, 8).

Efter de to kapitler om verdensbillede og modelgeometri følger først en lang indskudt kommentar, som i rækkefølge behandler sol, måne og stjerner, og dernæst regulære kapitler om stjernekatalog, præcessions-, sol- og måneteorier. Dette afspejler Longomontanus' vaklen i valget af nulpunkt for længdemåling. Skulle han med Ptolemaios regne fra forårspunktet som bestemt alene ved solobservationer, eller med Copernicus fra et fast punkt blandt dyrekredsens fixstjerner? Selv siger han, at en indgående analyse og vurdering af problemet har ført ham til at følge Ptolemaios i udforskningen,

men Copernicus i fremstillingen af disse emner, og derfor møder vi den nævnte dobbelte behandling. I virkeligheden regner Longomontanus – ligesom Copernicus – med en absolut hvilende stjernehimmel. Den daglige bevægelse forklarer han ved jordens rotation om sin akse, den jævne middelpræcession af forårspunktet ved en langsom drejning af jordens akse med dens poler omkring siderisk set faste positioner af ekliptikas »middelpoler«. Desuden regner han med en ujævnhed i præcessionen, som fremkommer ved, at de sande ekliptikapoler, dvs. den faktiske solbanenormals projektioner på himmelkuglen, også bevæges i en lille cirkel omkring de nævnte middelpoler. Herved kunne han forklare de af Tycho konstaterede ændringer af fixstjernernes bredde siden oldtiden (Moesgaard 1975; samme 1977).

I resten af værket bestemmes parametre i modellerne udfra observationsdata, og af modellerne udledes tabeller over bevægelserne på himlen. Først kalibreres modellerne for tiden omkring 1600, væsentligst ved hjælp af resultater fra Hven, og Longomontanus fremhæver betydningen af at benytte velkontrollerede og *flere* data end tidligere, da en modelcirkel blev fastlagt udfra kun tre observationer. Med sine modeller for de ydre planeters bevægelse i længde kunne Longomontanus reproducere de tilgrundliggende observerede værdier indenfor gennemsnitlige spillerum på + 0.7′ ± 0.6′ for Saturn, - 0.5′ ± 1.1′ for Jupiter og + 0.3′ ± 0.5′ for Mars. Selv formulerer han naturligvis ikke resultatet på denne måde, men erklærer sig tilfreds med, at de største individuelle afvigelser er på ca. 5′ (Longomontanus 1640, s. 323, 334, 342). For Venus og Merkur er observationsgrundlaget knapt så sikkert, så her optræder afvigelser på op til ca. 10′ (Th.II, 18, 20). Teorierne for de indre planeter omfatter en *jævn* cirkulær delbevægelse med perioden 1 år, som skal afspejle solbevægelsen. Denne komponent kan kun gøre rede for solens middelbevægelse, og solbanens eccentricitet må følgeligt påvirke parametrene i modellens egentlige planetdel. Det interessante er nu, at det forholder sig anderledes for de ydre planeter, hvor der i modellerne optræder en *ujævn* cirkulær bevægelse med perioden et år, som følger den faktiske ujævne drejning af sigtelinien til solen. Skønt Copernicus intetsteds klart har omtalt en sådan forskel mellem sine teorier for de ydre og de indre planeter, afslører en nærmere analyse af hans parameterbestemmelse just forsøg på at centrere modellerne for de ydre planeter på den sande sol i stedet for middelsolen. Longomontanus følger altså Copernicus meget langt og i stor detalje (Moesgaard 1975).

Endeligt justeres vinkelhastigheder for middelbevægelserne og de langsomme drejninger af symmetriakser og knudelinier under brug af observationsdata fra oldtiden. I solteorien finder Longomontanus specielt, at retningen til apogæum ved ekstrapolation bagud i tiden traf retningen til forårspunktet år

3967 f.Kr., og derfor regner han dette som året for verdens skabelse. Endvidere finder han solens baneeccentricitet til 1/28, og da 28 er et perfekt tal, antager han, at denne parameter såvel som planeternes baneeccentriciteter og banehældninger er uforanderlige i tidens løb. Den moderne læser har vel vanskeligt ved at tage sådanne argumenter alvorligt; men i samtiden var de gængse og viser altså blot Longomontanus som et ægte barn af sin tid (Moesgaard 1975).

Det astronomiske theater

Med offentliggørelsen i 1622 af *Astronomia Danica* havde Longomontanus nået hovedmålet for sit arbejde med astronomien. Efter endnu 10 års lærervirksomhed fyldte han 70, og det er vel tænkeligt, at *Peder Berthelsen Kierul* (1586-1642; prof. 1616-21, præst), som i 1612 havde været respondent ved Longomontanus' disputats om sfærisk astronomi, med sit »forsvar for Tycho's observationer og teorier overfor falske beskyldninger og anklager fremsat af Philip Lansberg's elev Martin Hortensius« i 1632 søgte at kvalificere sig til at efterfølge sin tidligere lærer. Men Longomontanus fik endnu 15 år at virke i, og selv om de fleste af hans skrifter fra denne periode drejer sig om cirklens kvadratur, udgav han dog i 1639 endnu et astronomisk hovedværk, nemlig en »Introduktion til det astronomiske theater, som ... til Guds ære og gavn for alverden ... snart oprettes i København og indrettes lige så forunderligt som kunstfærdigt«.

Det astronomiske theater var det planlagte observatorium på Rundetårn. I indledningen lærer vi, at astronomi må bygge på både teori og praksis, og det sidste kræver professionelt fremstillede instrumenter opstillet i et regulært observatorium. Skriftet er inddelt i 8 små afsnit, af hvilke det første beskriver den ideelle instrumentbestand bestående af to azimuthal-kvadranter, to sekstanter og en ækvatorealt opstillet armillarsfære. Det andet afsnit behandler kravene til observatoriets beliggenhed og størrelse, og det tredie til uddannelsen af astronomer. Studerende med interesse for matematik og undervist i faget i skolen, gymnasiet og på universitetet efter Longomontanus' eget forslag til pensum (Longomontanus 1636), kan videreuddannes i det kongelige tårn, og efter to eller tre års arbejde under kyndig vejledning blive rutinerede astronomer. De følgende afsnit beskriver fremgangsmåden ved opbygning af et pålideligt observationelt grundlag for positionsastronomien; først må observatoriets beliggenhed og meridian fastlægges, og dernæst bestemmes parametrene i solteorien. Månens bevægelse knyttes via formørkelsesobservationer til solteorien og via observationer af månens plads blandt

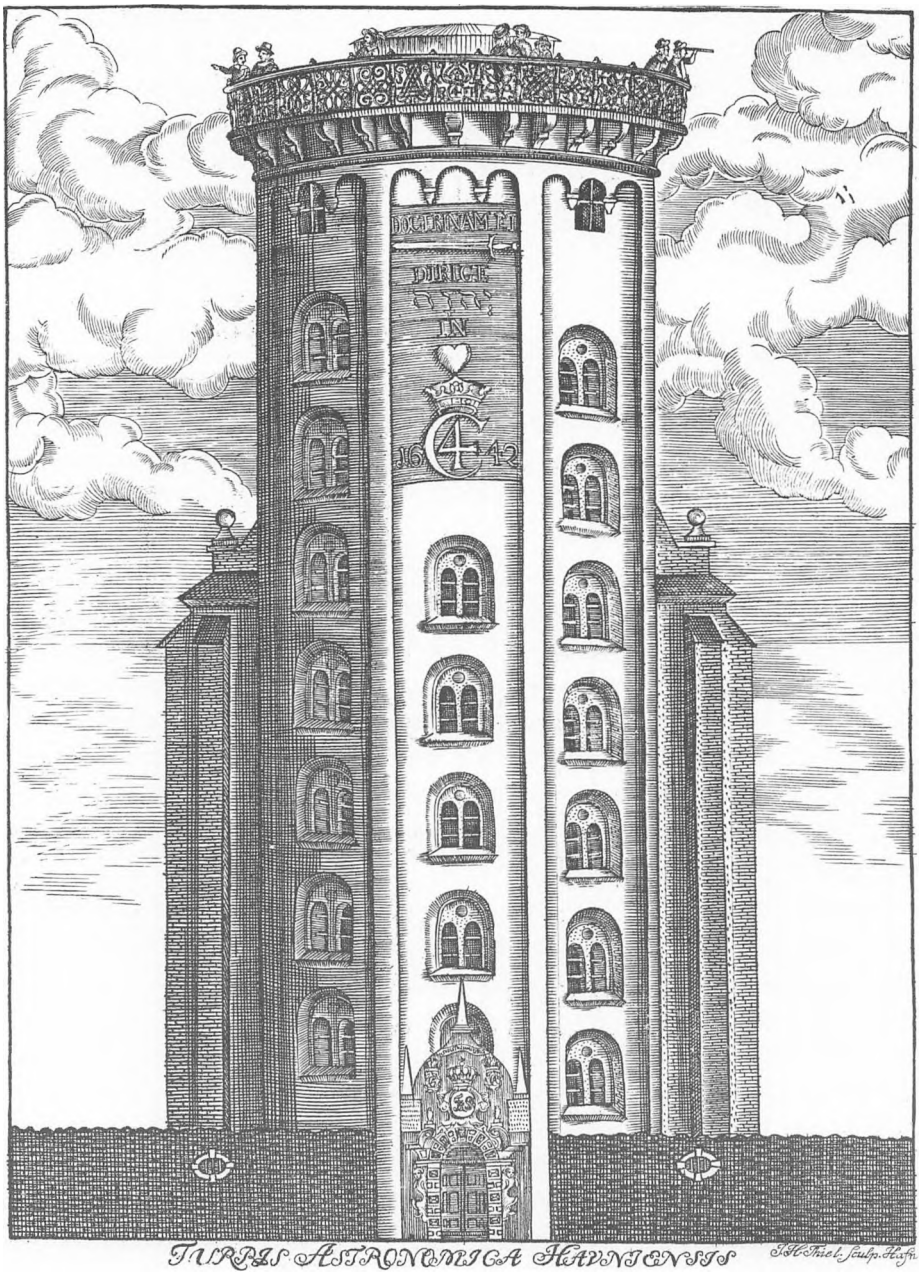


Fig. 72. Regenskirkens (Trinitatis kirke) tårn, siden kaldet Rundetårn, stod færdigt i 1642, medens selve kirkebyggeriet først afsluttedes i 1656. Indtil 1861 var der på toppen af tårnet universitetsobservatorium, eller »astronomisk theater«. Titelkobber i Peder Horrebow: »Basis Astronomiæ«, 1734-35.

stjernerne til fixstjernekataloget, som efter Tycho's nye triangulering af stjernehimlen frembyder nøjagtige indbyrdes positioner for 1000 stjerner. Endeligt bygges planetteorierne især på observationer af disse himmellegemers plads blandt stjernerne. Et appendix i tre dele omhandler tidsjævningen, parallakse- og refraktionseffekterne. Longomontanus forsøger at redde månebevægelsens årlige ujævnhed ved at se bort fra den del af tidsækvationen, som hidrører fra solens variable hastighed i sin bane. Til gengæld må han så antage, at jordens daglige rotation foregår med forskellige hastigheder på forskellige årstider. Afhandlingens sidste side fortæller om kikkerten, der efter Longomontanus' mening ikke kan være til nogen særlig nytte for positionsastronomien.

I kort begreb har Longomontanus her fortalt, hvorledes den væsentligste fornyelse af astronomien siden oldtiden blev virkeliggjort på Hvens kongeligt udstyrede astronomiske theater og kun kan fastholdes af nye generationer, såfremt en observationspraksis vedligeholdes i vekselvirkning med teoridannelser og undervisning. Skriftet bringer også polemiske udfald mod kolleger, som ikke uden videre havde godtaget den Hvenske metodefornyelse eller Longomontanus' syntese af resultaterne i *Astronomia Danica*. Det gav derfor anledning til en debat med deltagelse af et par danske astronomer af anden generation efter Hven, som herved fik lejlighed til at forsvare den Tychoniske tradition. *Erik Olufsen Torm* (1607-67; prof. mat. 1636-45, præst) fik i 1640 tilladelse til »at oprejse paa sit Hus et Speculam Astronomicam« (Nielsen 1912, s. 251), og han udgav i to dele 1643-45 sin »mekaniske« disputats om instrumenternes nødvendighed, mulighed, antal, størrelse etc., samt om den lidenskabelige debat mellem Tychonikerne og århundredets mest fremtrædende matematikere, blandt andre Schickard, Galilei, Keckermann, Morin, Humius, Lansberg og Hortensius. Ifølge Torm er han, som vil indrette observationer efter forudfattede teorier, at ligne ved en sømand, der ville forsøge at tvinge selve vindene efter sit eget forgodtbefindende (Tormius 1643, s. 2, 8; samme 1645).

Jørgen From (1605-51; prof. 1641, mat. 1645) overtog i 1647 det astronomiske professorat, men havde forinden ført en regulær polemik mod Morin i to skrifter, som afsnit for afsnit følger Longomontanus' introduktion til det astronomiske theater og i stor detalje kommenterer enkeltheder herfra (Frommius 1642; samme 1645, jvf. Morinus 1641; Morinus 1644; Anonym 1648). From førte en skarp pen og karakteriserer Morin som en teorimager, der tog for let på astronomiens praktiske side og f.eks. mente at kunne klare fagets genopbygning alene ved hjælp af een kvadrant. Også det problematiske spørgsmål om den rette rækkefølge for behandlingen af sol-, måne- og stjernetorierne debatteres. I syvende afsnit kritiseres Morins brug af kikkert

til bestemmelse af stjernepositioner. Det fremgår, at From var fortrolig med kikkertens brug og muligheder og rådede over et »rør« som forstørrede omtrent 100 gange (Frommius 1642, fols. G2r-H1r; samme 1645, s. 49-55). From døde allerede 46 år gammel efter kun 4 års virke som astronomiprofessor. Han nåede derfor kun i begrænset omfang at præge fagets udvikling; men hans serie på tre disputatser om emner indenfor sfærisk astronomi og geografi er illustrerede og markerer en forfriskende fornyelse af denne genre (Nielsen 1912, s. 74). To af hans elever udgav også studenteridsputatser, som hæver sig pænt over den almindelige standard for disse småskrifter (Stenbuchius 1648; Thorlacius 1651). I perioden 1630-38 besøgte From en række udenlandske universiteter, og fra hans rejse 1636-38 til Leiden og Oxford som hovmester for Christian Brochmand og Johannes Matthiasen er bevaret en kopibog med mere end 50 breve, som så at sige fra uge til uge giver et overmåde interessant indblik i datidens rejse- og studenterliv. I Leiden observerede From med kikkert og med en stor Tychonisk kvadrant, som universitetet havde købt af Snellius' arvinger. Han besøgte også flere gange Amsterdam, hvor han forhandlede om den anden udgivelse af *Astronomia Danica*, og han har diskuteret ivrigt med Hortensius, såvel mundtligt som i breve (From: *Breve*).

Frem til Tychos posthume elev

Efter From overtog *Villum Lange* (1624-82; prof. mat. 1650, astr. 1651) den astronomiske lærestol. Men da han i 1661 tillige blev assessor i Højesteret og landsdommer i Jylland, måtte hans embedspligter ved universitetet varetages af matematikprofessorerne *Rasmus Bartholin* (1625-98; prof. mat. 1656-71) og *Jørgen Eilersen* (1616-86; prof. mat. 1671, astr. 1682). Denne tredie generation efter Hven var veluddannet og kunne føre undervisningstraditionen videre, men impulsen til en virkelig videreudvikling af faget kom så at sige direkte fra Hven, idet Bartholin i 1660-erne forberedte en udgave af Tychos observationsdagbøger, og blandt assistenterne, som afskrev og kontrollerede manuskripterne, var den unge *Ole Rømer*, der således kom i lære hos sin store forgænger (Dreyer 1890, s. 370-375).

Langes væsentligste arbejder fortsætter Longomontanus' bestræbelser på at harmonisere den astronomiske og den bibelske kronologi. Hans »To bøger om Kristi år« fra 1649 på over 400 sider og uhyre lærd, spækket med citater på græsk, hebraisk og arabisk, udgør en sand encyclopædi om tidsregning. Værket udmærker sig ved at omfatte en fyldig indholdsfortegnelse samt navne- og emneregister. Tidsregningen og dens astronomiske grundlag er

også hovedemnet for en serie på syv disputatser fra 1653, hvori Lange viser sig kritisk indstillet overfor Tychos refraktionskorrektion af solobservationerne, og lover siden at undersøge solteorien nøjere på grundlag af egne observationer (Lange 1653, s. 36-37). Blandt Langes studenter må nævnes *Nicolaus Mercator (Kaufmann),* som siden virkede i England og Frankrig, og hvis hovedværk fra 1676 i nogen grad afløste *Astronomia Danica* og var bygget dels på Tycho-Longomontanus traditionens tabeller og dels på Keplers Rudolphinske tabeller.

Bartholin skrev i disputatsform i 1663 om den store konjunktion dette år mellem saturn og jupiter til minde om Tychos ungdomsobservation i Leipzig af den store konjunktion 100 år tidligere. Skriftet følger astronomisk såvel som regneteknisk – ved brug af prostphaphairesemetoden – *Astronomia Danica,* hvis tredie udgave på Bartholins initiativ netop fremkom samme år. Hans betydeligste skrift indenfor astronomien er en lille bog om kometerne i 1664-65 – pænt anmeldt i Philosophical Transactions – som giver observationer af og banebestemmelse for de to kometer og bringer Descartes' hvirvelteorier i spil for at forklare kometers fremkomst. I sit sidste år som matematikprofessor observerede Bartholin solpletter (Nielsen 1912, s. 18; jvf. Morsletius 1671 og u.å.).

Eilersen var fra 1646 rektor ved Metropolitanskolen, og han blev en overmåde produktiv forfatter af lærebøger indenfor geometri, sfærisk geografi og astronomi, kalenderberegning og brugen af glober samt land- og søkort. Hans små kompendier til skolebrug har givetvis nydt stor popularitet og dannet grundlaget for at realisere Longomontanus' »betænkning« af 1636 om den forberedende undervisning i astronomi og matematik (Hilarius 1654/60; Longomontanus 1636).

OLE RØMER

Den engelske konges nye gesandt i København, Thomas Henshaw, ankom med skib til Helsingør den 15. maj 1672. Om sit første møde med Danmark skrev han, at »det var temmeligt varmt dér, hvilket fik byens kanaler, som ikke er særligt velegnede til at bortlede skidtet, til at stinke ulideligt«. Senere hedder det om vandtilførslen til København: »København får tilført vand fra en sø to mil borte gennem udhulet fyrretræstømmer, men hele sommeren igennem stinker det sådan, og det er så fyldt med orme, at det er modbydeligt at vaske ansigt og hænder i det, og alligevel har man ikke andet vand at tillave maden i« (Henshaw, Manuskript, s. 210 og 215). Denne ret jordnære beskrivelse afspejler i et blik lidt om samfundsforholdene dengang, og

beskrivelsen er ganske symptomatisk. Foruden kanalerne og vandforsyningen var også brolægningen og mange andre af byens installationer og faciliteter i forfald, og det kan derfor ikke undre, at kongen søgte en ingeniør, som kunne påtage sig dette enorme restaureringsarbejde.

Måske er dette netop baggrunden for, at kongen i 1680 henvendte sig til sin ambassadør i Paris for at denne skulle overtale *Ole Rømer* (1644-1710) til at vende hjem til København (Bro-Jørgensen 1969). Rømer havde været i Paris siden 1671, hvor han var blevet medlem af Académie des Sciences og havde udført et betydningsfuldt videnskabeligt arbejde. Især var Rømer blevet kendt for sin påvisning af, at lyset udbredes med en endelig hastighed. Før den tid var det en ret almindelig opfattelse, at lyset udbredes instantant, dvs. med uendelig stor hastighed. Dette var Descartes' urokkelige overbevisning, og deri blev han loyalt fulgt af mange af sine tilhængere. Rømers videnskabelige indsats var således en udfordring til den fremherskende cartesianske filosofi. For den danske konges overvejelser har det vel talt nok så meget, at Rømer også havde beskæftiget sig med ingeniørarbejde, bl.a. havde han været med ved konstruktionen af springvandene i Versailles, hvor han specielt havde arbejdet med nivelleringen og med dimensioneringen af rørledningerne. Rømers praktiske håndelag var også kommet til sin fulde ret ved hans konstruktioner af de såkaldte planetmaskiner, hvor man ved at dreje på et håndsving kunne få en model af planetsystemet til at dreje rundt med det rigtige forhold mellem omløbstiderne. To af disse modeller findes stadigvæk, én på Rosenborg, og én over sneglegangen på Rundetårn.

Hurtigt efter sin hjemkomst til København i foråret 1681 blev Rømer medlem af en lang række kommissioner, der skulle tage vare på løsningen af de praktiske problemer byen København stod over for. Flere og flere af den slags opgaver blev i tidens løb lagt på Rømers skuldre, hvortil kom, at han som medlem af konsistorium, højesteret og kancelliet, og senere som politimester fik stor administrativ indflydelse. Men Rømer forstod også at finde tid til at forfølge sine interesser for astronomi, og han blev en af Danmarks største astronomer.

Det var en spændende tid for naturvidenskaberne, hvis nye fundament var blevet skabt af Nikolaus Copernicus, Tycho Brahe, Johannes Kepler og Galileo Galilei. Christiaan Huygens publicerede sin teori om lysets bølgenatur i 1690, og forinden, i 1676, havde Rømer bestemt lysets hastighed. Newton offentliggjorde sin *Principia* i 1687, der gav et nyt grundlag for mekanikken, herunder teorien for den almindelige massetiltrækning, ved hjælp af hvilken der var åbnet mulighed for teoretisk at bestemme planeternes bevægelser. For at teorien kunne bruges, måtte man dog først have fastlagt en række konstanter ved hjælp af observationer af himmellegemernes bevægel-

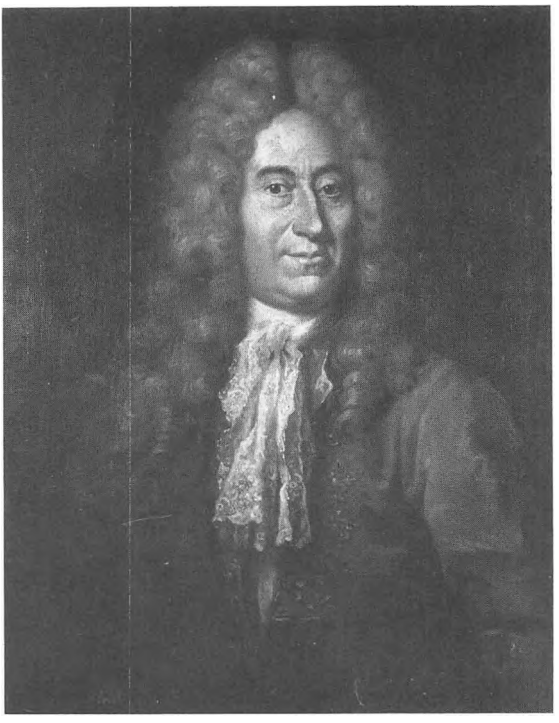


Fig. 73. Ole Rømer (1644-1710) opholdt sig i 10 år i Paris, hvis rige videnskabelige liv han aktivt tog del i. I 1676 bestemte han lysets hastighed, en opdagelse, der gjorde ham kendt verden over. Hans praktiske videnskabelige og tekniske erfaringer gjorde ham til en af den nye enevældes mest indflydelsesrige embedsmænd med hensyn til genopbygningen af specielt København. Samtidigt fandt han tid til at konstruere nye astronomiske instrumenter af hidtil ukendt nøjagtighed. Hans astronomiske observationer, i omfang lige så talrige som Tychos, gik for de flestes vedkommende tabt ved Københavns brand i 1728. Maleri på Københavns Universitets Observatorium.

ser. Jo mere nøjagtigt sådanne konstanter blev bestemt, jo mere nøjagtigt kunne teorien forudsige planeternes bevægelser. Derfor arbejdede man på observatorierne med at bestemme positionerne for sol, måne, planeterne og fiksstjernerne, og dette var også Rømers egentlige formål med sit astronomiske arbejde ved Københavns Universitet. Rømers observationer var langt de nøjagtigste, og at Rømer nåede så langt, skyldes hans store praktiske og teoretiske forståelse for de astronomiske instrumenters virkemåde, som satte ham i stand til at bygge nye og bedre instrumenter.

Rømers videnskabelige udvikling falder i tre, klart adskilte faser. Ungdomsårene ved Københavns Universitet, hvor han specielt blev påvirket af *Rasmus Bartholin* (1625-1698), som optog Rømer i sit hus. Her blev Rømers astronomiske uddannelse grundlagt, idet han blev sat til at forberede Tychos observationer til trykning. Baggrunden herfor var følgende: Da Tycho døde i Prag i 1601, blev hans manuskripter overdraget til hans elev, Johannes Kepler. Det var bl.a. på grundlag af Tychos observationer, at Kepler kunne opstille sine tre berømte love for planeternes bevægelser. Ved Keplers død i 1630 kom observationsmaterialet i Keplers søns varetægt, men i 1662 købte den danske konge Frederik III det for 600 Rdl. Redaktionen af udgaven overdrog kongen til Rasmus Bartholin, der heri fik god hjælp af Rømer.

Den anden fase i Rømers liv var opholdet i Paris fra 1672 til 1681. Den franske astronom Jean Picard var kommet til København i 1671 for ved observationer af formørkelserne af Jupiters måner at bestemme længdeforskellen mellem Uraniborg, Tychos observatorium, og det nye observatorium i Paris. Dette var en vigtig opgave, for derved kunne observationerne i Paris sammenlignes med Tychos nøjagtige observationer. På grund af sygdom kunne Picard ikke selv observere, og arbejdet blev overdraget til hans assistent og til Rømer. Picard lærte at sætte stor pris på Rømer, og bad ham tage med tilbage til Paris, hvortil de ankom i 1672, medbringende i øvrigt Tycho-materialet, som det nu var meningen skulle trykkes i Paris. Det blev imidlertid ikke til noget, og materialet kom tilbage til Danmark igen i 1707. I Paris fik Rømer logi på observatoriet, og deltog meget aktivt i observationsarbejdet. Han stiftede bekendtskab med en række af tidens førende videnskabsmænd, foruden Picard, også observatoriets direktør Cassini, Christiaan Huygens og G. W. Leibniz.

Den tredie fase strækker sig fra Rømers hjemkomst til København og til hans død i 1710. Det er naturligvis især denne periode, der må interessere os her, eftersom den omfatter Rømers virke ved Københavns Universitet. Men hvilke muligheder havde Rømer for at tage de udfordringer op, som samtiden stillede?

Den tidligere nævnte Thomas Henshaw omtalte i 1672 København som »dette kedelige, mørke sted, hvor jeg i det mindste ikke finder mulighed for nogen lærd samtale« (Henshaw 1973, s. 352). Denne opfattelse var nok lidt for pessimistisk, i hvert fald ændrede han den, efter at han havde truffet Rasmus Bartholin, »en meget lærd mand«. Faktisk kan man for perioden fra slutningen af 1500-tallet og frem til begyndelsen af 1700-tallet pege på en række danske videnskabsmænd, hvis resultater, også set fra et internationalt synspunkt, var skelsættende for udviklingen. For at underbygge denne påstand må det være tilstrækkeligt at nævne navne som Tycho Brahe, Longomontanus, Niels Stensen, Thomas og Rasmus Bartholin. Disse var kendte i Europa for deres forskning inden for astronomi, geologi, medicin og matematik. Med Rømer fik Danmark en videnskabsmand af samme format som de nævnte og som i lige så høj grad kunne hævde sig blandt sine europæiske kolleger. Rømer kunne forfølge sine interesser for astronomi som *Mathematicus inferior,* et ordinært professorat, og senere som *Mathematicus superior,* der snart fungerede som det egentlige professorat i astronomi, og hvortil Rømer opterede i 1686. Desuden blev Rømer i 1685 direktør for Rundetårn, Universitetets observatorium.

Det var naturligvis noget andet at arbejde med astronomi i København. I Paris havde Rømer haft fordel af samværet med mange fremragende kolleger,

og det betød, at han måtte argumentere bravt for sine ideer, der ofte blev udsat for en kvalificeret, og derfor frugtbar kritik. I København blev hans ideer mødt med almindelig anerkendelse, men han var stort set alene om det videnskabelige arbejde med astronomien. I København havde Rømer til din disposition et ret nyt observatorium, Rundetårn, men der fandtes, da han vendte hjem fra Pris, ingen instrumenter, som kunne bruges. Til gengæld havde han så den fordel at kunne indrette observatoriet helt efter egne ideer, og ideer havde han mange af. Da Berlinerobservatoriet skulle oprettes, skrev Leibniz til Rømer for at få gode råd. Herpå svarede Rømer: »Intet burde være mig kærere, end at yde et Arbejde til en saa storslaaet og nyttig Plan som at bygge et Observatorium, jeg ville tro, jeg kunne komme med Bidrag, hvis det var muligt at tale personligt med dig, bedre end gennem Brevveksling, da jeg afviger ikke lidt fra de Folks Meninger, som hidtil har udstyret et Observatorium til Pynt snarere end til Nytte, og snarere har indrettet Instrumenterne efter Bygningen end Bygningen efter Instrumenterne« (Pihl 1944, s. 77-78). Dette citat rummer nok en dom over det imponerende Pariserobservatorium, der var bygget i lige så høj grad for at kaste glans over Solkongen som til astronomisk forskning, men det giver samtidigt et konstruktivt forslag til, hvordan man bør indrette et observatorium. Rømer indrettede selv hele tre observatorier i Danmark, nemlig foruden Rundetårn også et observatorium i sit hjem i St. Kannikestræde omkring 1690, og et, kaldet det Tusculanske observatorium, ved Bartholinernes landsted nær Vridsløsemagle omkring 1704. Det sidstes placering er netop i 1978, efter mange års søgen, blevet fundet (Andersen, Siemen og Thykier 1978). Mogens Pihl har rammende skrevet, at »Ikke det i det Ydre saa pragtfulde *Pariserobservatorium,* men den lille Hytte Tusculanum, blev det Sted, hvorfra den moderne astronomiske Observationskunst tog sin Begyndelse« (Pihl 1944, s. 78). Observatorierne ved København, og specielt husobservatoriet og det tusculanske observatorium, var indrettet praktisk, uden megen udsmykning, og instrumenterne, den tids bedste, havde ikke kostet mange penge.

Ole Rømers astronomiske instrumenter

Gennem hele sit liv var Rømer optaget af to vigtige astronomiske opgaver. For det første at lave et fiksstjernekatalog ved så nøjagtig som muligt at bestemme positionerne af solen, månen, planeterne og fiksstjernerne. For det andet at bevise Copernicus' hypotese om, at jorden bevæger sig omkring solen. Til at løse disse opgaver benyttede Rømer forskellige instrumenter, én type til fiksstjernekataloget, og en anden type til bevis for Copernicus'

hypotese. Rømer tog disse opgaver op, fordi deres løsning krævede uhyre nøjagtige instrumenter, og på hans tid udviklede man netop en lang række forbedringer af observationsteknikken. Rømer havde uden tvivl ret store forhåbninger til, at arbejdet skulle krones med held, for mere end nogen anden var han med til at udvikle nye instrumenttyper og nye observationsmetoder. Hvor Tycho havde gjort observationerne nøjagtigere ved at bruge stadig større og tungere instrumenter, gjorde Rømer instrumenterne mindre og lettere, og dermed mere stabile, idet slør og andre forandringer i instrumenternes opstilling så bedre kunne elimineres. Tycho havde endvidere forbedret sigteanordningerne, men det lykkedes Rømer at foretage væsentlige yderligere forbedringer. Grundlaget for disse var brugen af *kikkerten, trådkorset, mikrometret* og *penduluret* (B. Strömgren 1944 og E. Strömgren 1944).

Kikkerten blev først brugt til astronomisk forskning af englænderen Thomas Harriot, der bl.a. tegnede et kort over månen i 1609. I 1610 rettede Galileo Galilei sin kikkert mod himlen, og så Jupiters måner og månens kratere. Siden blev kikkerten mere og mere benyttet, flere planeters måner blev iagttaget, man så Saturns ring, månens overflade blev grundigt studeret, og man iagttog bl.a. Merkurs og Venus' passager over solskiven. I Danmark var Rømer den første, som systematisk brugte kikkerten. Sigteanordningen var blevet meget forbedret efter at man havde lært at anbringe et trådkors eller en række parallelle tråde i objektivets brændpunkt, således at man kunne indstille kikkerten så trådkorsets centrum faldt sammen med den stjerne, hvis position man ønskede at bestemme, eller man kunne følge stjernens gang over de parallelle tråde. Englænderen William Gascoigne var den første, der indbyggede et trådkors i en kikkert. Det var omkring 1640, og umiddelbart derefter fandt han på at belyse det, så trådene let kunne ses om natten (King 1955). I de kikkerter, Rømer fik monteret på sine instrumenter, fandtes trådkors med belysning.

En videreudvikling af dette instrument er det såkaldte mikrometer, der virker på den måde, at man ved at dreje på en skrue kan bevæge nogle af trådene i forhold til nogle faste i brændpunktet af objektivet. Ved at se, hvor meget skruen er drejet, kan man beregne, hvor meget trådene har flyttet sig, og på den måde kan man meget nøjagtigt bestemme afstanden mellem to himmellegemer, efter at de er bragt til at falde sammen med to tråde. Eller man kan bestemme diametre af forskellige himmellegemer. Denne opfindelse blev også gjort af Gascoigne, men blev stærkt forbedret af de to franskmænd, Adrien Auzout og Jean Picard omkring 1666. I 1672, det år han kom til Frankrig, konstruerede Rømer sit eget mikrometer, og han hævdede, at han ikke dengang viste, at et lignende apparat allerede var bygget, men man regnede Rømers mikrometer for værende det bedste.

Disse opfindelser førte med sig, at man kunne observere med meget større nøjagtighed, og som følge heraf blev en række forskydninger i instrumenternes opstilling åbenbare, forskydninger som f.eks. kunne skyldes, at væggen, hvortil instrumentet var fastgjort, kunne sætte sig eller at instrumenterne gav sig under deres egen vægt. Efterhånden som de mere og mere nøjagtige målinger afslørede disse forskydninger, lærte astronomerne at korrigere for dem ved at være mere omhyggelige med instrumenternes ophængning og inddeling. Derfor førte opfindelsen af trådkorset og mikrometret til forbedringer af de astronomiske instrumenters konstruktion, inddeling og ophængning. Først når man havde kontrol over instrumentfejlene, kunne man gøre sig håb om at bestemme de forskydninger og bevægelser, som virkelig var knyttet til fiksstjernerne, og ikke til udstyret. Denne udvikling aftegner sig særligt klart, når vi undersøger, hvorledes Rømers instrumenter gradvist blev forbedret fra de tunge instrumenter på Rundetårn til de forfinede og lette, som han senere udviklede.

Omkring 1690, i hvert fald ikke senere, havde Rømer opstillet et *ækvatorealinstrument* og et *azimutalinstrument* på toppen af Rundetårn. Ækvatorealinstrumentet tjente til at bestemme himmellegemernes rektascensioner og deklinationer, og disses differenser. Ved hjælp af azimutalinstrumentet kunne man bestemme himmellegemernes azimut og højde og disses differenser. Begge instrumenter var meget tunge og alene dette gav givetvis anledning til meget slør i lejerne. Dertil kom, at instrumenterne ikke var særligt godt beskyttet mod vind og vejr, hvilket også har givet anledning til forandringer i deres opstilling. Disse instrumenter har således ikke været særligt pålidelige, men de lærte Rømer, hvorledes brugen af trådkors afslørede fejl ved instrumentopstillingen, som tidligere havde været upåagtet.

Mange af de vanskeligheder, der var forbundet med brugen af de tunge instrumenter på Rundetårn, syntes med et slag at være løst med brugen af en helt ny instrumenttype, som Røner konstruerede og opstillede i sit hus i Store Kannikestræde i København i begyndelsen af 1690'erne. Instrumentet blev kaldt *Machina Domestica* eller *husinstrumentet*. Det var opstillet så det kunne dreje i meridianen om en vandret akse. Instrumentet havde således kun én frihedsgrad, hvilket naturligvis øgede dets stabilitet. Til gengæld kunne man kun aflæse deklinationer på instrumentet. Disse kunne aflæses på en 69° lang bue gennem mikroskop. Instrumentet var imidlertid ikke særlig fremragende til deklinationsbestemmelser, idet bl.a. inddelingerne på gradbuen ændres ved temperaturforandringer, og det nyttede derfor ikke meget, at man kunne aflæse gennem et mikroskop. Aksens ender var konisk tildannede, således at slør kunne elimineres, og lejerne var indrettet på en sådan måde, at aksen kunne justeres efter øst-vest retningen. I objektivets brændplan var instru-

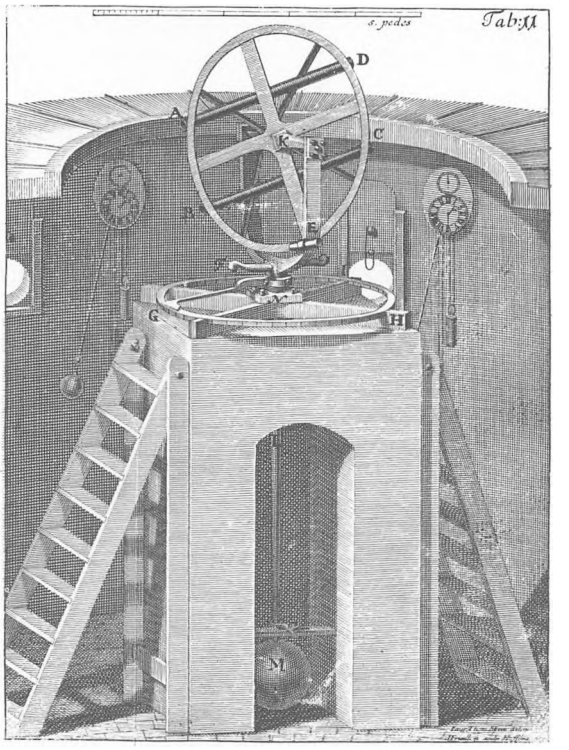


Fig. 74. Rømers Machina azimuthales var opstillet på Rundetårn. Gennem kikkerten sigtede man mod en stjerne ved at dreje dels messinghjulet, hvortil kikkerten var fastgjort, dels den vandrette cirkel. Højderne kunne da aflæses gennem mikroskopet ved E, og azimuth kunne aflæses på den vandrette cirkel. Den lange akse sørgede Rømer for blev holdt lodret ved hjælp af det tunge lod M. Loddet har imidlertid gjort det vanskeligt at dreje instrumentet og dermed indstille det nøjagtigt. Bemærk iøvrigt de Huygenske pendulure, astronomiens nye, vigtige måleinstrument. Efter Horrebow: »Basis Astronomiæ«.

mentet forsynet med en række parallelle tråde, hvoraf den midterste var anbragt i meridianen. Man kunne da bestemme tidspunktet for et himmellegemes passage over de enkelte tråde, og derpå beregne en middelværdi for dets passage af meridianen, og dermed havde man en bestemmelse af dets rektascension (instrumentet blev derfor også kaldt et passageinstrument). Instrumentets store værdi lå først og fremmest i, at det klart definerede passagen af et himmellegeme over meridianen. Hvor nøjagtigt rektascensionerne kunne bestemmes afhang så af, hvor godt trådene definerede meridianen, og af hvor nøjagtigt urene, der skulle angive passagetidspunkterne, gik. Dårlige ure havde forhindret Tycho i at gennemføre denne metode, men siden da havde Christiaan Huygens afgørende forbedret præcisionen med sin opfindelse af penduluret i 1657. Disse ure var ret nøjagtige, med en fejl på kun ca. et minut på to måneder. Passageinstrumentet blev benyttet af Rømer lige til hans død, først og fremmest i et forsøg på at bekræfte Copernicus' hyptese, dvs. han brugte det i sine bestræbelser på at finde en årlig parallakse. Dette kommer vi nærmere ind på i næste afsnit.

Det er almindeligt at tilskrive Rømer æren for opfindelsen af passageinstrumentet, og med rette. Alligevel er det vigtigt at præcisere, at de første ideer

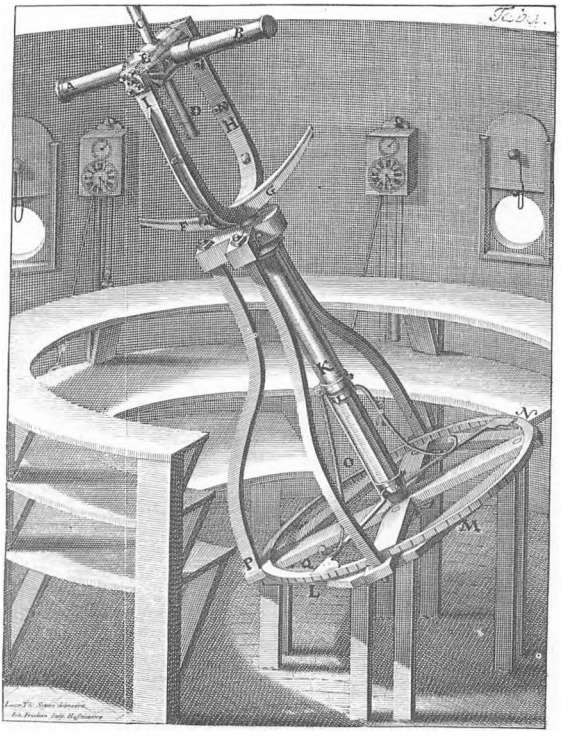


Fig. 75. Rømers Machina aequatorea var opstillet på Rundetårn. Den store cirkel forneden er parallel med ækvator. Med kikkerten AB sigtede man mod en stjerne, og dennes deklination kunne da aflæses gennem mikroskopet CD på buen FG. Også dette instrument var tungt at dreje og har næppe været meget brugt. Efter Horrebow: »Basis Astronomiæ«.

herom kan føres tilbage til Rømers nære kollega i Paris, Jean Picard. Denne havde søgt om tilladelse til at bestemme passagetider ved at observere passagen med en kvadrant. Observatoriet havde åbenbart ikke råd til at købe et så kostbart instrument til dette formål, og Picard måtte da nøjes med at observere passager gennem en lille kikkert anbragt i meridianen. Det er så Rømers fortjeneste at have forbedret opstillingen ved at sikre kikkertens stabilitet og ved at sørge for, at man foruden at bestemme passagetider også direkte kunne aflæse deklinationer.

Under sit arbejde med husinstrumentet er Rømer kommet på yderligere forbedringer, således at han henimod år 1700 havde udtænkt detaljerne til et nyt og endnu bedre instrument. Det var imidlertid først i 1704, at han havde færdigbygget og opstillet sin *Rota Meridiana* eller *meridiankreds* i et lille hus ved Vridsløsemagle. Instrumentet adskilte sig fra husinstrumentet først og fremmest derved, at deklinationerne blev aflæst på en gradinddelt cirkel i stedet for på en delcirkel. På samme måde som ved en delcirkel vil også helcirklen ændre længde ved temperaturforandringer, men det sker for helcirklens vedkommende radialt, således at vinkelmålet ikke forandres. Endvidere kan man på en helcirkel aflæse flere steder rundt langs buen, og

derved kontrollere sine observationer. Med dette instrument kunne man meget nøjagtigt bestemme deklinationer, og, igen ved hjælp af pendulure, rektascensioner. Instrumentet blev derfor brugt især til en nøjagtig fastlæggelse af himmellegemernes koordinater, og var derfor hovedinstrumentet ved Rømers forsøg på at lave et fiksstjernekatalog.

Astronomi ved Københavns Universitet under Rømer

Vi vil herefter vende os mod den astronomiske forskning, som fandt sted ved Københavns Universitet på Rømers tid. Det kan ikke undre, at det udelukkende kommer til at dreje sig om Rømers egen indsats. Ganske vist havde Rømer medarbejdere, men den egentlige forskning skyldtes alene Rømer. Først efter hans død begyndte en af hans elever, Peder Horrebow, at fortsætte Rømers arbejde på selvstændig måde. Det vender vi tilbage til senere.

I dette afsnit vil vi først undersøge Rømers forsøg på at bestemme en fiksstjerneparallakse og derpå undersøge hans bestræbelser på at opstille et fiksstjernekatalog.

Copernicus' hypotese var at jorden bevæger sig i en bane omkring solen på et år. En konsekvens heraf er at sigtelinien til en stjerne fra jorden ændres i årets løb. Denne ændring kaldes fiksstjerneparallakse, og den betyder, at en stjernes deklination og rektascension varierer i årets løb. Vi ved i dag, at en parallakseforskydning aldrig overstiger 1 buesekund, og det er en så lille størrelse, at Rømers instrumenter ikke kunne afsløre den. Det vidste Rømer selvfølgelig ikke, men han havde en stor tro på, at det ville lykkes, først og fremmest på grund af de nøjagtige instrumenter, men også på grund af den metode, han benyttede. Rømer ville nemlig ikke bestemme en enkelt stjernes parallakse, men derimod forskellen mellem to stjerners parallakser, hvorved parallaksevirkningen blev forøget. Rømer argumenterede for, at det ville være uhensigtsmæssigt at søge at bestemme parallakseforskelle ved at bestemme deklinationsforskelle, idet stjerner, der har forskellige deklinationer og dermed forskellige højder over horisonten, ændrer positioner på en for Rømer delvis ukontrollabel måde på grund af forskellige refraktioner af lysstrålerne i atmosfæren.

Rømer benyttede derfor en anden metode til bestemmelse af parallakser, idet han ville bestemme rektascensionsforskelle mellem to stjerner, in casu Vega og Sirius, der står modsat hinanden i ekliptika. Lysstrålerne fra disse stjerner brydes på samme måde i atmosfæren, og derfor kan man negligere refraktionerne. Metoden kan illustreres på en figur, der er tegnet af Horrebow

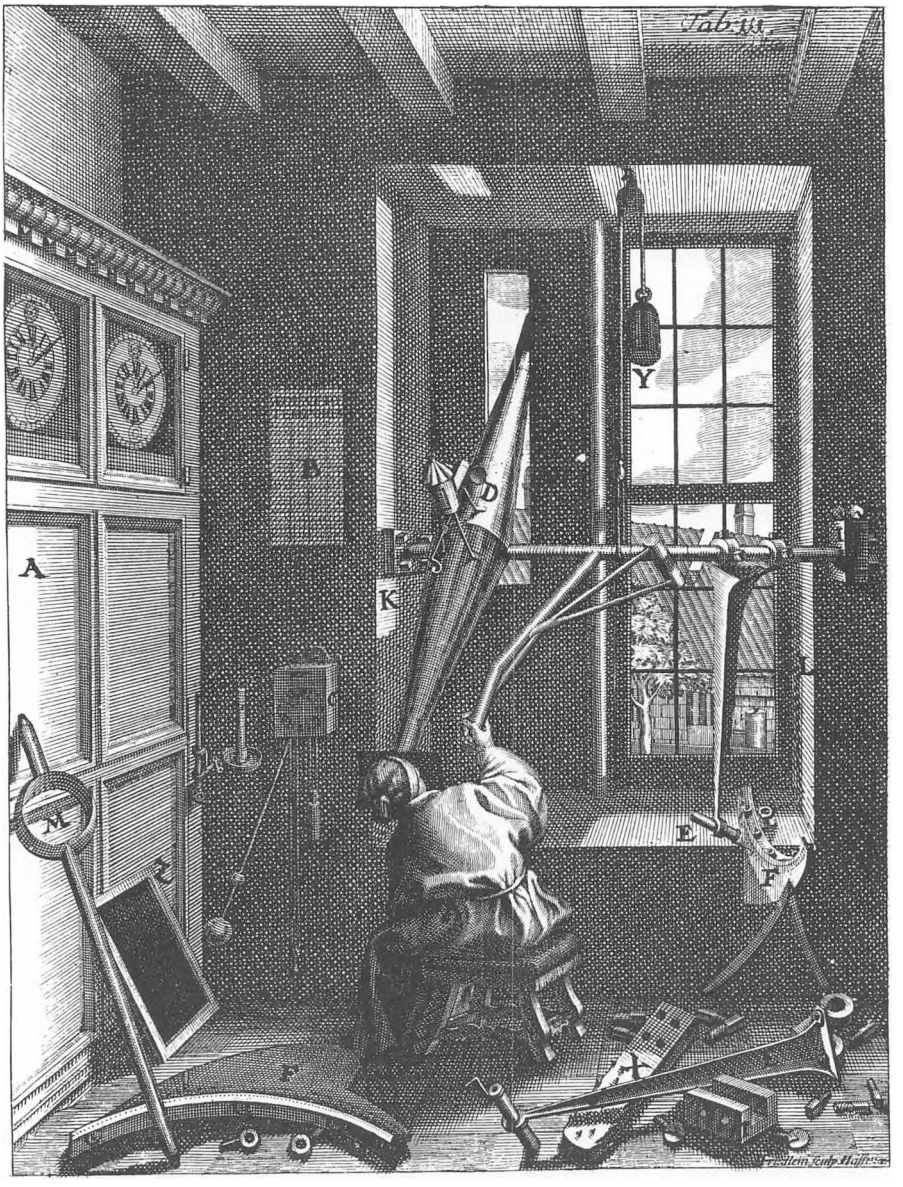


Fig. 76. Rømers Machina domestica eller husinstrumentet var opstillet i Rømers hjem i Store Kannikestræde. Kikkerten kunne drejes i meridianen. Bemærk, at Rømer i huset over for har skåret en åbning i taget for at forøge mulighederne for observation. For at hindre aksen i at synke under kikkertens vægt er der ophængt en kontravægt Y. Ved D var anbragt en lygte, der belyste trådene i kikkerten. Stjernens deklination aflæses på buen F gennem mikroskopet E. Den anden himmelkoordinat, rektascensionen, blev angivet ved det klokkeslet da stjernen passerede meridianen. Da Rømer ikke samtidigt kunne aflæse urene og iagttage stjernens passage over meridianen i kikkerten gjorde han det, at han umiddelbart før stjernen trådte ind i kikkertens synsfelt aflæste klokken. På væggen hang et sekundpendul, der lavede et klik for hvert sekund. Rømer kunne da høre, hvor mange sekunder der gik før stjernen passerede meridianen. Efter Horrebow: »Basis Astronomiæ«.

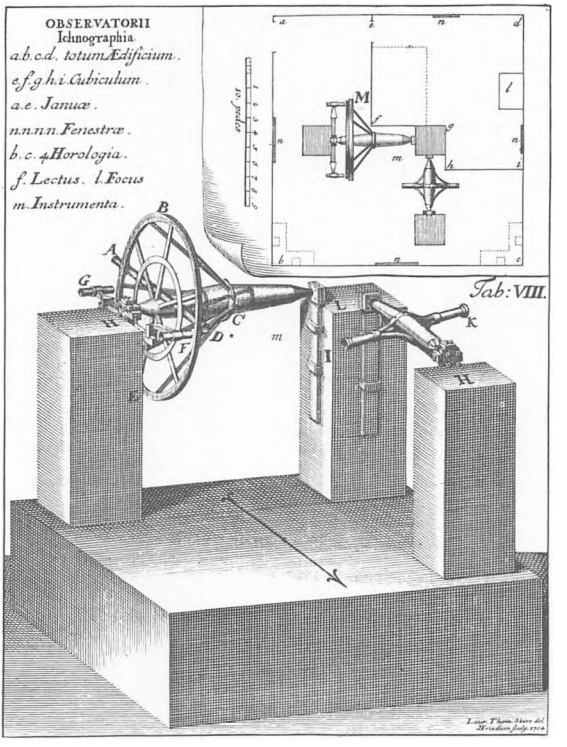


Fig. 77. Rømers instrumenter i det Tusculanske observatorium ved Vridsløsemagle. Til venstre ses meridiankredsen. Til højre et passageinstrument, der kunne drejes om en nord-syd gående akse, således at kikkerten beskrev en bue fra østpunktet til vestpunktet. Dette instrument brugte Rømer til jævndøgnsbestemmelser. De to instrumenter var fastgjorte til tre fyrretræssøjler, der var gravet dybt ned i jorden. Oprindeligt har opstillingen været tænkt som midlertidig, ellers ville Rømer sikkert have opmuret søjlerne. Efter Horrebow: »Basis Astronomiæ«.

(fig. 78). Den lille cirkel er jordens bane om solen, der tænkes anbragt i centrum. Den yderste cirkel er himmelkuglen, hvor Sirius og Vega er placeret diamentralt modsat. På figuren er sigtelinierne til disse to stjerner tegnet fra jorden, dels fra jordens stilling omkring 1. april (til venstre) og dels omkring 1. oktober. Det ses umiddelbart, at vinklen mellem sigtelinierne er forskellige i de to tilfælde. Denne forskel ville Rømer måle ved at bestemme stjernernes rektascensionsforskelle med et halvt års interval.

Lige fra passageinstrumentet var færdigopstillet i 1692 og til sin død observerede Rømer flittigt med henblik på at bestemme en parallakse, men han offentliggjorde aldrig resultaterne af sine anstrengelser. Der er imidlertid ingen tvivl om, at han meget nøje har bearbejdet sine observationer. Vi ved nemlig, at Rømer foruden at sikre sine instrumenter den størst mulige stabilitet også indgående arbejdede med en række teoretiske problemer, som opstod i forbindelse med parallaksebestemmelserne, og som måtte løses inden man kunne uddrage en parallakseværdi af de nøgne observationer. Det drejede sig først og fremmest om teorien for instrumentfejl. Selv for den mest omhyggelige astronom vil det være umuligt at anbringe passageinstrumentet, så det nøjagtigt drejer sig i meridianen. I sin dagbog *Adversaria* omtaler

Rømer teorien for instrumentfejl og angiver de tre kilder: For det første kan omdrejningsaksen afvige fra den sande øst-vest retning. For det andet kan aksen afvige fra den vandrette stilling, og for det tredje er kikkerten måske ikke anbragt vinkelret på aksen. Disse fejl kan bestemmes ved en række kontrolobservationer, og Rømers fortjeneste var da, at han opstillede en formel, der angav disse fejls samlede indvirkning på passagetidspunktet. Formlen kaldes *Mayers formel*, efter den tyske astronom Tobias Mayer, der publicerede teorien i 1756. Men Rømer havde teorien først, men fik den aldrig publiceret (Biesbroeck & Tiberghien 1913).

Efter disse praktiske og teoretiske overvejelser mente Rømer en overgang at have haft heldet med sig. I hvert fald skrev han til Liebniz i 1703: »Om Fiksstjernernes Parallakse blev jeg sikker for 10 Aar siden og har stadig faaet Bekræftelse derfor gennem de sidste 4 Aar, saa jeg kan stille Offentligheden tilfreds« (Pihl 1944, s. 78). Da der her er tale om et af de mest brændende problemer for datidens astronomer, kan det nok undre, at Rømer ikke offentliggjorde sine resultater. Det kan muligvis skyldes, at Rømer senere er kommet i tvivl og alligevel ikke har været så overbevist om, at han havde bestemt en parallakse. Forklaringen herpå er sikkert, at han er blevet opmærksom på endnu en væsentlig fejlkilder, der på følgende måde er knyttet til urenes gang:

Rømers metode bestod i at bestemme rektascensionsforskelle, dvs. tidsintervallet mellem to fiksstjerners passage af meridianen, henholdsvis om

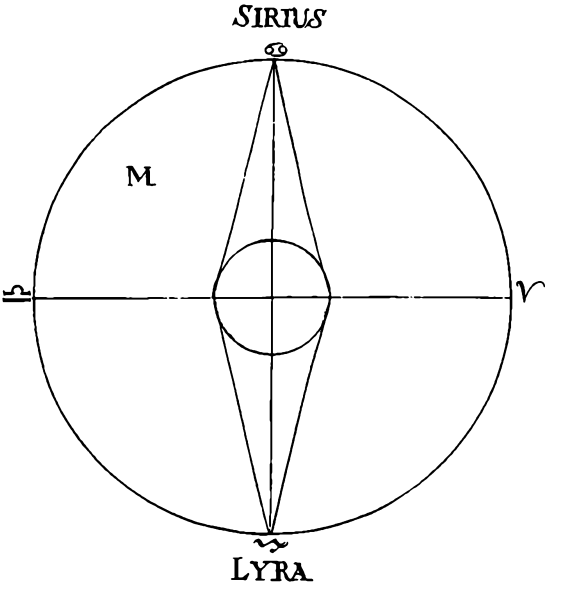


Fig. 78. Illustration af Rømers parallaksemetode tegnet af Horrebow. Lyra er betegnelsen for det stjernebillede hvori stjernen Vega står. Tegnene langs cirklen er betegnelserne for (fra højre og opefter) Vædderen, Krebsen, Vægten og Stenbukken, dvs. nogle stjernebilleder i dyrekredsen. Efter Horrebow: »Basis Astronomiæ«.

foråret og om efteråret. Er talen f.eks. om rektascensionsforskellen mellem Sirius og Vega, er forholdet det, at om foråret kulminerer Sirius om aftenen og Vega om morgenen. Tidsintervallet derimellem bestemmes derfor af urets gang i nattetimerne. Om efteråret derimod observeres Sirius om morgenen og Vega om aftenen, og tidsintervallet derimellem bestemmes af urets gang i dagtimerne. Da temperaturen er højere om dagen end om natten, vil pendulerne på de benyttede ure være lidt længere om dagen end om natten. Urene går derfor langsommere i dagtimerne end i nattetimerne, og dette giver naturligvis anledning til en fejl i rektascensionsbestemmelsen. Grunden til at man kan formode, at Rømer har været opmærksom på denne fejlkilde og ovenikøbet har prøvet på at kompensere for den skyldes, at der i *Adversaria* er angivet en række resultater fra forsøg over metallers længdeudvidelse. Sådanne resultater er naturligt det teoretiske grundlag for en kompensation af urenes gang for variationer, der skyldes temperatursvingninger.

Selv om man kompenserede for instrumentfejl og fejl i urenes gang, var der stadigvæk nogle forandringer i fiksstjernepositionerne, som ikke kunne forklares som en parallakse, fordi de observerede forandringer var ude af fase med, hvad man skulle forvente om parallaksevariationerne: På den tid af året, hvor fiksstjerneparallaksen forventelig skulle være mindst, var den observerede afvigelse størst, og når parallaksen forventedes størst, var den observerede afvigelse mindst. Rømer prøvede at forklare forandringerne med en antagelse om, at de skyldtes en »vaklen« af jordaksen, men det kunne heller ikke passe med rektascensionsmålingerne. Flere andre astronomer i Europa havde iagttaget samme forandringer, og bl.a. havde John Flamsteed, Greenwich Observatoriets første astronom, i 1699 offentliggjort en afhandling, hvori han fejlagtigt identificerede forandringerne med parallaksevariationer. Rømer sendte omgående Flamsteed et brev, hvori han gjorde Flamsteed opmærksom på hans fejltagelse (Horrebow 1734-35, § 184), men Flamsteed svarede aldrig på brevet. Mange år senere hævdede en af Rømers efterfølgere som astronomiprofessor, at han kunne påvise en fiksstjerneparallakse ud fra Rømers efterladte observationsmateriale. Det drejer sig om Peder Nielsen Horrebow, der i 1727 offentliggjorde en bog, *Copernicus Triumphans,* med sine resultater. Også denne gang blev påstanden imidlertid imødegået, nemlig af den italienske astronom Eustachio Manfredi, som i slutningen af 1720'erne havde foretaget den samme type observationer i Bologna som Rømer tidligere i København. Manfredi fandt resultater, der meget mindede om Horrebows, men han kunne påvise, at de observerede variationer var ude af fase med parallaksevariationer.

Problemet var vanskeligt, og det var først i 1728, at den engelske astronom James Bradley kunne forklare variationerne med sin *aberrationsteori.* Ifølge

denne teori ændres sigtelinien til en stjerne i årets løb, og denne ændring svarede godt til de ændringer, som Bradley selv havde fundet, og en senere undersøgelse har vist, at teorien også kunne gøre rede for de variationer, som Rømer og Flamsteed havde observeret. Aberrationseffekten kan bedst anskueliggøres ved en analogibetragtning: På en stille dag ses regndråber at falde lodret ned mod jorden. Bevæger man sig derimod på en vogn gennem bygen, vil man iagttage, at regndråberne ser ud til at falde skråt ned mod én. Når en iagttager på jorden bevæger sig gennem bygen af lysstråler fra fiksstjernerne, vil han ligeledes se strålerne forskudt i samme retning som jordens bevægelsesretning. Forskydningens størrelse afhænger af forholdet mellem lysets hastighed og jordens hastighed i sin bane om solen. Forskydningen kan maksimalt beløbe sig til 20 buesekunder, en størrelse, som Rømer og Flamsteed let kunne observere med deres fremragende instrumenter.

Havde Rømer levet, da teorien blev fremsat, ville den sikkert have glædet ham meget, for på mange måder gav den en bekræftelse på flere af de ting, som havde optaget ham. For det første forudsætter aberrationsteorien, at jorden bevæger sig om solen, og derfor gav den en indirekte støtte for den antagelse, Rømer hele livet havde søgt direkte bekræftet, nemlig Copernicus' hypotese. For det andet forudsætter teorien, at lyset har en endelig hastighed, og gav derfor en uafhængig støtte for Rømers teori for lysets hastighed. Rømers metode til bestemmelse af lysets hastighed ved hjælp af observationer af Jupitermånernes formørkelser var nemlig blevet skarpt kritiseret, og fra 1707 var der specielt i det franske Akademi mange, der ikke ville anerkende den. Men Bradleys aberrationsmålinger gav samme værdi for lysets hastighed som Rømers metode, og fra omkring 1730 blev Rømers metode almindeligt anerkendt.

Med sin meridiankreds kunne Rømer direkte bestemme himmellegemernes koordinater, nemlig foruden rektascensionerne også ret nøjagtigt deklinationerne. Derfor var instrumentet velegnet til at give det observationelle grundlag for et fiksstjernekatalog. Et sådant katalog angiver i virkeligheden et øjebliksbillede af himlen, idet det angiver positionerne af himmellegemerne til et bestemt tidspunkt. Medens man ved en bestemmelse af parallakser med et passageinstrument skal observere med halve års mellemrum, og derfor skal have kontrol over instrumentets forandringer gennem lang tid, kan man i princippet ved observationer med meridiankredsen med henblik på at opstille et fiksstjernekatalog nøjes med at observere så mange stjerner, man kan nå gennem en så kort periode, at man kan regne med, at instrumentet ikke har forandret stilling. Med sin meridiancirkel foretog Rømer mange observationer; tre bind forelå der ved hans død, men de gik op i flammer under branden i København i 1728. Dog findes de såkaldte *Triduum observationer* bevaret.

Disse tre døgns observationer var en observationsserie, foretaget fra den 20. oktober kl. 16 til den 23. oktober kl. 18 i året 1706. I løbet af disse 74 timer blev ca. 250 passager over meridianen og de tilsvarende deklinationer bestemt, og herved blev beliggenheden af 88 stjerner, solen, månen og planeterne bestemt med en hidtil ukendt nøjagtighed. Forinden fiksstjernekataloget kan opstilles, må de nøgne observationsdata bearbejdes med henblik på at befri dem for instrumentfejl og refraktioner. Dette arbejde fik Rømer aldrig gennemført. Observationerne fik imidlertid mange år senere en ganske betydelig værdi for bestemmelsen af fiksstjernernes egenbevægelser. Fiksstjernerne er nemlig ikke faste på himlen, men bevæger sig gennem verdensrummet. Sådanne egenbevægelser blev fundet af den tidligere omtalte Tobias Mayer, der bearbejdede Rømers Triduum observationer, hvorved han fik et katalog over de 88 stjerners positioner for året 1706. Mayers egne observationer kunne herefter sammenlignes med Rømers 50 år ældre observationer, og Mayer kunne derved påvise, at nogle fiksstjerner havde flyttet sig.

Kalenderreformen

I sammenhæng med en beskrivelse af astronomien i Danmark hører også en omtale af kalenderreformen i år 1700. Den hidtil gældende kalender, den *julianske kalender,* var indført af Julius Cæsar i år 45 f.Kr. Denne kalender opererede med et skudår hvert fjerde år, hvor årets længde blev sat til 366 døgn. I virkeligheden er det tropiske år ikke 365¼ døgn, men 11 minutter og 14 sekunder kortere. Det betyder, at den julianske kalender bliver 1 døgn for kort, når der er forløbet 128 år. I 1582 indførte pave Gregor XIII en ny kalender, den *gregorianske kalender.* Den opsummerede fejl på 10 døgn blev udeladt det år, og herefter skulle hvert fjerde sekulår, nemlig år 1600 og derefter år 2000 osv. være skudår, men ikke de mellemliggende sekulår. Denne kalender var vanske vist stadig behæftet med en fejl, som dog først ville summere op til 1 døgn efter ca. 3000 års forløb.

Den gregorianske kalender blev langsomt indført i alle katolske lande, men i de protestantiske lande blev den mødt med stor modstand. Fra 1687 indeholdt den Danske Almanak datering efter såvel den julianske (gammel stil) som efter den gregorianske (ny stil) kalender. Forskellen mellem de to kalendere var som nævnt 10 døgn, men da den julianske kalender i året 1700 indeholdt en skuddag, medens den gregorianske ingen skuddag havde, så ville forskellen blive 11 døgn. Da der desuden var planer om, at Holland ville gå over til den nye stil, tog Rømer initiativ til at forelægge sagen for kong Christian V. Kongen fattede ikke synderlig interesse for sagen, men ved hans

død den 25. august 1699, var den nye konge velorienteret om problemet. Allerede den 28. november 1699 blev den kongelige anordning om indførelsen af den nye stil udstedt. Februar måned år 1700 indeholdt kun 18 dage.

RØMERS EFTERFØLGERE

Som professor i astronomi var det naturligvis Rømers opgave at holde forelæsningerne i astronomi. Vi ved fra lektionskatalogerne, at han forelæste over teoretisk astronomi og de Rudolfinske tavler, dvs. planetteori. Den lejlighed, der herved blev givet ham til at uddanne yngre studerende, udnyttede han ikke meget. De få han fattede interesse for, tog han sig så til gengæld meget af, de blev optaget i hans husstand, og blev inddraget i observationsarbejdet. Blandt disse skal vi specielt nævne tre, *Laurits Thomsen Skive* (1677-1711), *Jørgen Rasch* (d. 1714) og *Peder Nielsen Horrebow* (1679-1764), fordi de alle, i nævnte rækkefølge, efterfulgte Rømer som professorer i astronomi.

Skive efterfulgte i 1710 Rømer som professor og som direktør for Rundetårn. Der findes ikke mange vidnesbyrd om hans astronomiske indsigt, han havde skrevet en række smådisputatser af astronomisk og matematisk indhold samt beregnet almanakken for årene 1701-1702. Sandsynligvis var det også ham, der tog initiativet til, at der blev fremstillet en række kobberstik af Rømers instrumenter, som senere blev brugt som illustrationsmateriale af Horrebow i *Basis Astronomiæ*. Året efter sin udnævnelse døde han, kun 34 år gammel. Ved udnævnelsen af hans efterfølger skulle ifølge en kongelig skrivelse af 23. februar 1712 »særdeles tages i Consideration Jørgen Rasch, Informator ved Nagivationen på Møen, Peder Horrebow, Consumptions Bogholder ved Maleværket i København, og Cornelius Lerche, Socius Coll. Elers« (*Rundetårn*, 1937, s. 77). Både Horrebow og Lerche trak sig tilbage fra den planlagte eksamination til fordel for Rasch, som derpå fik stillingen i 1712. Hans eneste publikation var en lærebog i navigation. Heller ikke han nåede at komme igang med det egentlige videnskabelige arbejde, før han døde i 1714. Det var medens Rasch beklædte embedet, at Rømers instrumenter fra Store Kannikestræde blev overført til Rundetårn, efter at konsistorium allerede den 13. december 1710 havde købt dem af hans enke. Den endelige opstilling blev dog først tilendebragt under Horrebow. Af regnskaberne fra Thomas Fuirens legat ses, at der for årene 1716-1717 er bevilget penge »for observatorii Maskine at føre fra Pilenborg (Pilenborg var Bartholinernes landsted, i nærheden af hvilket det Tusculanske observatorium lå) til Rundetaarn, da den var spoleret, og Jærnet bortstjaalet« (Nissen 1944, s.

110). Der findes imidlertid ingen efterretninger om, at maskinen faktisk er blevet overflyttet.

Efter Rasch's død henvendte Horrebow sig direkte til kongen for at få det ledige professorat. Samtidigt overrakte han kongen manuskriptet til en lærebog i geometri, som var skrevet, medens han arbejdede hos Rømer. Bogen udkom senere i 1733 under titlen *Elementa Geometria*. Det var imidlertid sådan, at Holberg havde fået tilbudt professoratet efter Rasch, men da Holberg var udenlands fik Horrebow stillingen mod at love, at Holberg skulle beholde sin anciennitet. Dermed blev Horrebow professor og direktør for Rundetårn, men senere kæmpede han bravt for alligevel at beholde sin anciennitet. Horrebow havde embedet til sin død i 1764, idet han dog i sine senere år fik hjælp med observationerne af to af sine sønner.

Horrebows astronomiske program

Rømer var Horrebows beundrede læremester og forbillede. Gennem flere år havde Horrebow været Rømers assistent og hjulpet med observationerne og med konstruktionen af de astronomiske instrumenter. Men Rømer satte næsten udelukkende Horrebow til det mere rutineprægede arbejde, idet han dog forstod at udnytte Horrebows evner for mekaniske konstruktioner. Vi ved nemlig, at Horrebow deltog i konstruktionen af flere af de astronomiske instrumenter. Derimod har Rømer ikke i særlig høj grad delagtiggjort Horrebow i den mere teoretiske side af astronomien. Det skinner tydeligt frem, da Horrebow som nybagt professor skal i gang med astronomisk forskning. Han ville gerne fortsætte Rømers arbejde, men gang på gang giver han udtryk for, at han ikke helt er klar over, hvad det var Rømer ville, for slet ikke at tale om at han ikke kendte de mange finesser, som Rømer havde udtænkt. I virkeligheden måtte Horrebow på bar bånd gå i gang med at overveje den teoretiske baggrund for sit astronomiske arbejde.

Lige fra begyndelsen satte Horrebow sig som mål at opstille et fiksstjernekatalog, først og fremmest på grundlag af Rømers observationer, men også ved delvis at benytte egne, til formålet anstillede observationer. Horrebow var nemlig af den opfattelse, at det havde været Rømers mening med sine observationer at skabe et sådant katalog, og først efterhånden blev han klar over, at mange af Rømers observationer gjaldt parallaksebestemmelser.

Som allerede nævnt var det ikke lykkedes for Rømer at gennemføre de beregninger, der skulle til for at opstille et fiksstjernekatalog. Da Horrebow tog problemet op, var det ikke blevet lettere, og uden at komme nøjere ind på vanskelighederne vil dog følgende citat af Horrebow give udtryk for nogle af

de vanskeligheder, der mødte ham, da han ville gå i gang med arbejdet: [Jeg prøvede] »den ene gang efter den anden, om jeg kunne reducere *Triduumsobservationerne* til den rette normalform; men ved hvert eneste forsøg hobede vanskelighederne sig op. Der manglede stadigt refraktionskorrektioner, som ikke kunne bestemmes uden kendskab til solens parallakse. Og når refraktionsværdierne er ukendte, kan man umuligt bestemme ekliptikas hældning, instrumentets stilling ved deklinationsbestemmelse, selve deklinationerne etc. Der manglede solbevægelsestabeller, som jeg ikke kunne konstruere uden et fiksstjernekatalog; men et forsøg på at opstille et fiksstjernekatalog er omsonst, medmindre man nøje kender solbevægelsen. Jeg skulle altså på en gang og samtidigt indrette soltabeller ud fra fiksstjernekataloget og et fiksstjernekatalog ud fra soltabellerne. En cirkel, som tit og ofte volder astronomerne svare kvaler! Desuden havde instrumentets stilling under rektascensionsbestemmelserne på Triduumsobservationernes tid givet anledning til flere fejl, af hvilke man ikke kunne finde en enkelt, uden at man samtidigt måtte bestemme de øvrige. Endnu en cirkel, og det af den mest ondartede slags. Ofte lagde jeg derfor også tabellen til side for at mindre ærgrelsen ved at sove« (Horrebow: *Adytum* § 15, oversat af Niels Therkel Jørgensen).

Gang på gang lagde Horrebow projektet på hylden, og der gik mange år, inden han fik overblik over problemerne med fiksstjernekataloget. Lige fra begyndelsen af sin karriere var Horrebow imidlertid klar over, at kunne han ikke klare de mere komplicerede problemer, så måtte han gå i gang med de simplere, og så håbe på, at de derved indhøstede erfaringer gradvist ville sætte ham i stand til at løse problemet med fiksstjernekataloget. Han observerede i begyndelsen flittigt, studerede vort solsystems bevægelser, specielt månens og solens, og arbejdede på at påvise en fiksstjerneparallakse.

Den største del af observationerne foretog Horrebow i begyndelsen af sin profesortid fra omkring 1716 til 1720. Han benyttede Rømers instrumenter og for en stor del af observationernes vedkommende observerede han efter Rømers forskrift, dvs. han foretog rektascensions- og deklinationsmålinger. Herudover søgte Horrebow også at bestemme solparallaksens størrelse, hvorved han kunne fastlægge jordens afstand fra solen. Når denne var bestemt var det en let sag ud fra Keplers love at bestemme de øvrige planeters afstande fra solen. I en afhandling fra 1717 angiver Horrebow solparallaksen til 20″, men mange år senere, i hans *Opera,* angives solparallaksen at være 9″, hvilket er ganske tæt ved den moderne værdi på 8″,8. I disse tidlige år udgav Horrebow artikler om solens tilsyneladende diameter, antagelser vedrørende parametre i solteorien og måneteorien. De fleste parameterværdier overtog Horrebow dog fra Rømer.



Fig. 79. Peder Nielsen Horrebow (1679-1764) var elev af Rømer. Han publicerede mange bøger om astronomi, og gennem dem får man et sikkert og alsidigt billede af Rømers astronomiske arbejde. Men de indeholder desuden mange selvstændige bidrag, der blev kendt over hele Europa. Stik af Chevillet 1759 efter maleri af Joh. Hørner fra 1736. KB. Billedsamlingen.

Solsystemet

Disse indledende observationer førte til, at Horrebow begyndte at studere solsystemts indretning og bevægelse. Resultatet heraf blev bogen *Clavis Astronomiæ sive astronomice pars physica* (Nøgle til astronomien eller astronomiens fysiske del) fra 1725. Grundlaget herfor er den cartesianske hvirvelteori, ifølge hvilken en hvirvel, bestående af en meget subtil materie roterer omkring solen. Denne hvirvel trækker planeterne med sig rundt. Ligeledes findes en mindre hvirvel, der roterer omkring jorden, og som trækker månen med sig rundt om jorden, samtidig med, at jordhvirvlen drejes med rundt om solen af »solhvirvlen«. På samme måde findes omkring de øvrige planeter mindre hvirvler, som fører de pågældende planeters måner rundt. Herom skrev Horrebow: »Uden tvivl bør vortiklerne [hvirvlerne], som *Newton* ved et uheldigt (for ikke at sige ubesindigt) vovestykke har forkastet, godtages og benyttes; ellers kan man ikke forsøge eller håbe på noget fuldstændigt i denne del af fysikken« (Horrebow: *Adytum* § 460, oversat af Niels Therkel Jørgensen).

Descartes' hvirvelteori havde mange tilhængere. En alternativ teori var, som nævnt af Horrebow, opstillet af Isaac Newton. Denne teori byggede på loven om den almindelige massetiltrækning, hvorefter planeterne blev fastholdt i deres baner på grund af tilstrækningen fra solen, ligesom månen og andre planeters satelitter blev fastholdt i deres baner af tiltrækningen fra henholdsvis jorden og de pågældende planeter. Denne teori gav dog ikke den samme anskuelige beskrivelse af planeternes bevægelser, som Descartes' teori, idet den i langt højere grad var funderet på matematisk-fysiske overvejelser, som kun var gennemskuelige for folk med et godt kendskab til den tids moderne matematik. Horrebow fastholdt til sin død troen på hvirvelteorien, skønt det blev påvist af mange kompetente fysikere, heriblandt af danskeren Jens Kraft i 1746, at den fysisk set var umulig.

Debatten om solsystemets struktur omfattede også spørgsmålet om, hvorvidt den copernicanske lære var rigtig. Ligesom Rømer var også Horrebow tilhænger af denne lære, og emnet har uden al tvivl givet anledning til heftige diskussioner i den københavnske universitetsverden. Måske er det denne debat, Holberg har villet illustrere i sin komedie »Erasmus Montanus«, idet han dog har valgt et andet emne, nemlig problemet om, hvorvidt jorden er »flak«, som af dramatiske grunde var bedre egnet i en folkelig komedie (Spang-Hanssen 1965). Problemet hang for mange sammen med problemet om hvirvelteorien. Ifølge Copernicus bevægede jorden sig ikke blot rundt om solen på et år, men den drejede sig også om sin egen akse på et døgn. Et argument mod den sidste antagelse havde tidligere været, at den ville medføre en stærk vind langs jordens overflade på grund af jordens store omdrejningshastighed. Dette problem havde man løst ved at antage, at også atmosfæren roterede med rundt, men cartesianerne forstærkede nu yderligere deres argument ved at antage, at atmosfæren netop var en del af den hvirvel, der roterede med jorden. Man skulle blot sørge for, at hvirvlen roterede på en sådan måde, at den nærmest ved jorden fulgte jordens bevægelse, og længere borte bevægede sig, så det passede med månens omløb. På samme måde måtte hvirvlen omkring solen have hastigheder, der afhang af afstanden fra solen. At sådanne emner blev debatteret, ses at en disputats, som A. L. Rossing forsvarede i 1716: »... materien nærmest solcentret fuldfører sin cirkel hurtigere, materien fjernere fra solcentret langsommere, men den længst væk langsomst, og det efter den regel, at delenes afstande fra solcentret står i halvandet forhold til deres omløbstider, hvilket vi iagttager for Saturn, Jupiter, Mars, Jorden, Venus og Merkur og som allerede flere astronomer efter Kepler – vor hjemlige Tychos elev – har påvist« (Jørgensen 1975, s. 101).

Keplers ligning

Der er ingen tvivl om, at citatet ovenfor giver udtryk for en mening, der ligger tæt op ad Horrebows, ja måske er det skrevet af Horrebow selv. Afstanden i planetsystemet målt i enheder af jordens afstand fra solen er beregnet ved hjælp af Keplers tredie lov. I *Clavis* er da også grundlaget for beregning af planetafstandene netop Keplers love. Det var lykkedes for Newton at deducere disse love ud fra sin generelle teori for den almindelige massetiltrækning, men også hvirvelteorien søgte man at tilpasse, så Keplers love var i overensstemmelse med den. Også fundamentet for Horrebows beregninger af solsystemts bevægelse var de tre keplerske love.

Ved hjælp af Keplers love kan man foruden de relative afstande i solsystemet også beregne planeternes positioner i deres baner til et givet tidspunkt. Den matematiske formel, den såkaldte *Keplers ligning,* kan imidlertid ikke løses eksakt. Der fandtes dog løsningsmetoder, der gav en approximativ værdi. Mange matematikere havde før Horrebows tid været beskæftiget med at angive sådanne approximative løsninger, og det lykkedes for Horrebow at udvikle sin egen originale metode, som blev offentliggjort i 1717. Hans metode synes at have haft en vis betydning for senere astronomers løsning af det samme problem. I *Adytum,* som er fjerde bind af hans *Opera,* og som aldrig er blevet trykt, hedder det: »og jeg ser at adskillige mænd har hilst min løsning velkommen... Vi bemærker, at adskillige fremragende mestre siden har benyttet [min artikel] som lejlighed til at behandle det samme problem på andre måder... Adskillige har også fundet vor løsning værdig til eget brug« (Jørgensen 1975, s. 109). Der har ofte været en tendens til at tilskrive Rømer æren for alt, hvad Horrebow har lavet. Niels Therkel Jørgensen bemærker i sin afhandling, med rette, at Horrebows løsning af Kepler-ligningen synes at være et helt originalt bidrag.

Måneteori og parallakse

Ved siden af det kun langsomt fremadskridende arbejde med at opfylde sin drøm om at lave et fiksstjernekatalog dyrkede Horrebow flere andre kæpheste, især forsøg på at lave en måneteori og forsøg på at bestemme en fiksstjerneparallakse. Modeller for månens bevægelse går helt tilbage til babylonierne, men et af de største teoretiske fremskridt skete med Keplers indførelse af ellipsebanen, også i måneteorien. Medens planeternes baner kun afviger lidt fra en ellipsebane, er månebanens afvigelse fra en ellipsebane meget stor. Månens bevægelse i ellipsen er overlejret med en række kraftige

perturbationer, hver med sin karakteristiske periode. Hermed er der åbnet op for et stort arbejde med ud fra omhyggelige observationer at udskille afvigelsernes perioder, og dernæst passe dem ind i en teoretisk sammenhæng. På Horrebows tid var det de samme to teorier, der dominerede for månens bevægelser som for planeternes bevægelser, nemlig hvirvelteorien og teorien for den almindelige massetiltrækning.

Newtons teori for den almindelige massetiltrækning var imidlertid ikke let at anvende på månens bevægelse, der er nemlig her tale om et såkaldt *trelegeme-problem,* idet månens bevægelse er styret af tiltrækningen fra både jorden og solen. De til dette problem hørende matematiske ligninger kan ikke løses eksakt, og man må udtænke approksimationsmetoder, og løsningerne må i høj grad styres af empiriske data. Det var først henimod midten af 1700-tallet, at Clairaut, d'Alembert og Euler med analytiske approksimationsmetoder kunne bestemme månens bevægelse teoretisk. Før denne tid var langt de fleste månetabeller baseret på empiri.

Inden vi går over til at behandle Horrebows måneteori, vil det være på sin plads at understrege, at en god måneteori var af stor praktisk nytte, dels naturligvis for kalendervæsenet, herunder for en bestemmelse af påsken, og dels for navigationen. På den tid havde man ingen mulighed for at bestemme et skibs længdeposition. Bredden kunne bestemmes med rimelig nøjagtighed ved at finde polhøjden ved observation. Hvis man kunne forudberegne månens position blandt fiksstjernerne hver dag til bestemte tidspunkter set fra et fast sted, f.eks. i Greenwich, så kunne man angive disse positioner i en tabel, som kunne medbringes på skibene. På skibet kunne man da observere månens position, slå op i tabellen og se, hvad klokken da var i Greenwich, og derpå bestemme den lokale tid ved at observere solen. Forskellen mellem de to tidspunkter ville da angive længdeforskellen mellem skibet og Greenwich. Det lykkedes imidlertid først Tobias Mayer i midten af 1700-tallet, på grundlag af Eulers formler, at beregne tabeller, der var tilstrækkeligt nøjagtige.

Newton fremsatte sin teori om den almindelige massetiltrækning i *Principia* i 1687, men hvad angår måneteorien, kunne han ikke andet end pege på, at hans teori muligvis ville kunne forklare de kendte ujævnheder i månens bevægelse. For at komme videre havde Newton brug for observationer, og her var det så heldigt, at den engelske konges nye astronom, John Flamsteed, netop var blevet ansat på det nyoprettede observatorium i Greenwich for specielt at observere månens bevægelse med henblik på at forbedre navigationsmulighederne for de stadigt flere og flere skibe, der skulle sendes til kolonierne i Amerika. Flamsteed forsynede Newton med de ønskede observationer, og omkring år 1700 kunne Newton formulere sin første måneteori,

byggende på loven om den almindelige massetiltrækning. Loven blev udgivet et par år efter at David Gregory; en anden formulering findes i 2. udgaven af *Principia* fra 1713. Det må imidlertid her understreges, at der for Newton i høj grad var tale om at søge at tilpasse de teoretiske beregninger efter observationerne, og mange af samtidens astronomer har opfattet Newtons regler for beregning af månepositioner som empiriske og ikke så meget som et resultat af et nyt fysisk princip. Der var stadig plads for andre tabeller byggende på nye og forbedrede observationer, men også ældre som f.eks. Cassinis fra 1677 blev benyttet.

Descartes' hvirvelteori var for mange grundlaget for måneteorien, og der er ingen tvivl om, at Horrebow hørte til denne kreds. Som angivet i sin *Clavis* lagde Horrebow megen vægt på at nå til en forståelse af de sande fysiske principper, og han kunne ikke godtage f.eks. LaHire's månetabeller, der var rent empiriske, de byggede overhovedet ikke på hypoteser eller modeller.

I 1718 udgav Horrebow en afhandling om solteorien, hvori der også findes en række tabeller ved hjælp af hvilke det er muligt at beregne månens længde og bredde til et vilkårligt tidspunkt. Horrebow byggede i det væsentlige på Newtons behandling fra 2. udgaven af *Principia*. I sin licentiatafhandling har Niels Therkel Jørgensen vist, at dele af Horrebows teori kan føres tilbage til Cassinis afhandling fra 1677. Denne blev imidlertid først udgivet i 1740. Det er da nærliggende at slutte, at det er Rømer, som har lært metoden i Paris, og som har fortalt Horrebow om den.

En anden af Horrebows kæpheste var som nævnt forsøg på at bestemme en fiksstjerneparallakse. I 1727 udgav han *Copernicus Triumphans*, hvori han på grundlag af en reduktion af Rømers observationer påviste en fiksstjerneparallakse. Som allerede nævnt under afsnittet om Rømer byggede Horrebows forkerte resultater på, at han ikke i tilstrækkelig høj grad havde taget højde for instrumentfejl og variationer i urenes gang. Imidlertid forsøgte Horrebow senere, i midten af 1740'erne, at påvise en fiksstjerneparallakse ved hjælp af en lang række observationer, som blev foretaget på Rundetårn sammen med sønnerne Christian Pedersen Horrebow og Peder Horrebow (Chr. Horrebow 1747). Forudsætningen for dette arbejde var, at det var lykkedes for Horrebow at skaffe midler til istandsættelse af instrumenterne på Rundetårn og til indkøb af nye efter branden i 1728. I 1730 blev ækvatorialinstrumentet istandsat, og der blev købt nye ure og en kikkert. I 1741 fik man en ny kvadrant fra Paris. Imidlertid var instrumenterne ikke tilstrækkeligt gode til, at de kunne påvise en fiksstjerneparallakse.

I *Basis Astronomiæ*, der udkom i 1735, har Horrebow beskrevet Rømers instrumenter, ligesom også Rømers observationsmetode er beskrevet. Ligeledes findes Triduumsobservationerne aftrykt. Dette arbejde er skrevet tidligt i

Horrebows karriere, og herom skriver han i *Adytum* mange år senere: »Jeg erkendte ganske, at såfremt jeg skulle skrive noget om de Rømerske observationer eller udlede resultater af dem, ville jeg ikke blive forstået rigtigt af nogen, medmindre jeg først havde beskrevet Rømers observatorier, instrumenter og observationsmetoder. Derfor gik jeg straks år 1714 i gang med dette arbejde i det håb, at jeg i mellemtiden ville blive mere fortrolig med disse metoder, og at måske nogle af Rømers planer ville dukke op for mig under arbejdet; såvidt jeg husker, var mit håb ikke ganske forgæves, hvilket man kan se i selve beskrivelsen, som jeg skrev færdig i ét stræk det følgende år 1715. Efter at jeg imidlertid år 1728 fik overdraget nogle løse ark af Rømers, fremtrådte værket prydet med Rømers oprindelige formuleringer på en meget smuk måde«. (Horrebow: *Adytum*, § 9. Oversat af Niels Therkel Jørgensen).

Horrebows fiksstjernekatalog

Herefter kan vi vende os mod en beskrivelse af Horrebows livsopgave, nemlig hans fiksstjernekatalog. Et sådant angiver fiksstjernernes deklinationer og rektascensioner. Det er en yhyre vanskelig opgave at opstille et sådant katalog, idet mange af de størrelser, der skal benyttes ved beregningen af positionerne, afhænger af hinanden.

Først må man naturligvis kende ækvators position, fordi deklinationer måles ud fra ækvator, og dvs. man skal bestemme det pågældende observatoriums polhøjde. Dertil kommer, at man skal bestemme instrumentfejlene, ligesom man må tage højde for fejl i urenes gang. Disse korrektioner kræver imidlertid en solteori, der skal tjene til at fastlægge middagstidspunktet samt endvidere til bestemmelse af forårspunktet. Til alt dette kommer, at man også skal tage hensyn til den atmosfæriske refraktion. En nødvendig betingelse for, at reduktionen er korrekt gennemført, er, at de enkelte stjerners øvre og nedre kulminations-deklinationer bliver identiske, ligesom solens deklinationer ved de to solhvervstidspunkter skal være lige store, men have modsat fortegn. For rektascensionernes vedkommende skal gælde, at der skal være nøjagtig 12 timer mellem øvre og nedre kulmination.

Det observationsmateriale, Horrebow reducerede, var Triduumsobservationerne. Det ser ud, som om Horrebow alvorligt er gået i gang med arbejdet omkring 1720. Han har arbejdet på den måde, at han har forsøgt med forskellige antagelser om refraktionen og instrumentfejlene. Vi skal ikke her komme ind på alle de forskellige størrelser, som Horrebow måtte bestemme for at kunne opstille sit katalog. Kun en, nemlig bestemmelsen af polhøjden, vil vi se lidt nærmere på, da hans metode er original, og nu går under navnet den *Horrebow-Talcottske metode.*

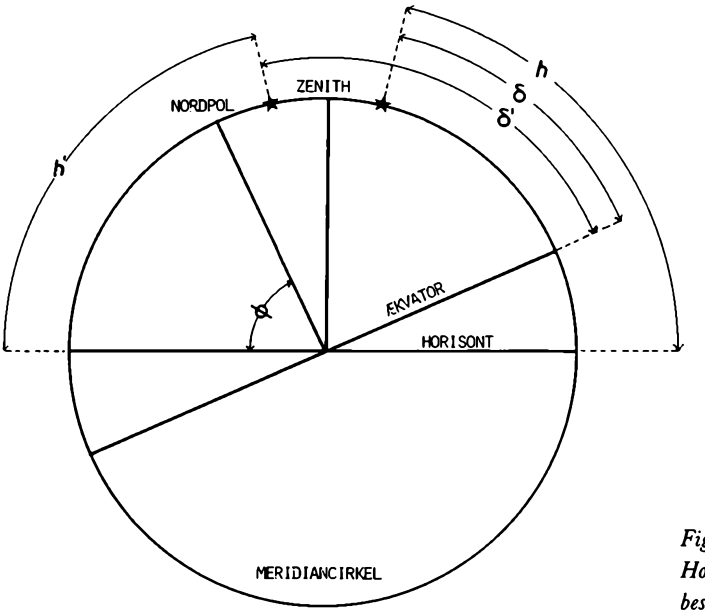


Fig. 80. Illustration til den Horrebow-Talcottske metode, beskrevet i teksten.

Polhøjden kan bestemmes ud fra observation af to stjerners deklinationer, δ og δ', og deres kulminationshøjder h og h'. Idet vi antager, at den ene stjerne kulminerer syd for zenith og den anden nord for zenith, gælder da, idet φ er polhøjden

$\varphi = \delta' - (90 - h')$ for den nordlige stjerne

$\varphi = \delta + (90 - h)$ for den sydlige stjerne

dvs. vi får

(1) $\varphi = \frac{1}{2}(\delta'+\delta) = \frac{1}{2}(h' - h)$

Såfremt man kunne finde to stjerner, hvis højder var lig med hinanden, ville formel (1) give polhøjden alene ud fra de kendte deklinationer. Refraktionen spiller ingen rolle her, da den er den samme for de to stjerner med samme højde, og derfor ophæves.

I praksis kan man imidlertid ikke finde to stjerner med nøjagtigt samme højde, og derfor må man korrigere for forskellen i refraktion som følge af højdeforskellen h – h'. Lader vi nu refraktionen ved højden h være r(h), gælder at den observerede højde h* er bestemt ved

(2) $h^* = h + r(h)$

og formel (1) kan derfor skrives som

(3) $\varphi = \frac{1}{2}(\delta'+\delta) + \frac{1}{2}(h'^* - h^*) + \frac{1}{2}(r(h) - r(h'))$.

Hvis den observerede højdedifferens $h'^* - h^*$ er tilstrækkelig lille, kan refraktionerne ved de to højder igen betragtes som lige store, og bestemmelsen af polhøjden sker da ved formel (1) ud fra de observerede højder og kendte

deklinationer. Biesbroeck og Tiberghien (1913) har vist, at denne metode går tilbage til Rømer, idet den findes skitseret i Rømers dagbog *Adversaria*. Rømer understregede, at en fordel ved metoden er den, at polhøjden bestemmes ud fra observerede højdedifferencer og ikke ud fra direkte højdeobservationer. Derfor kan man nøjes med et observationsinstrument, med en inddelt bue på nogle få grader, og ikke en hel kvadrant.

Horrebow udbygger teorien. Han udnytter, at refraktionsdifferensen r(h) – r(h′), taget fra forskellige refraktionstabeller, stemmer bedre overens end selve refraktionerne, og derfor vil en blot nogenlunde rigtig refraktionstabel muliggøre en ret nøjagtig bestemmelse af polhøjden. Om Horrebows anvendelse af sin metode skriver Niels Therkel Jørgensen i sin licentiatopgave (s. 185): »Når Horrebow skal give eksempler på sin metode, viser det sig altid, at han står uden brugbare, nøjagtige højdeobservationer af nogen fiksstjerne, som kulminerer syd for Zenith, og han må da benytte solen ved sommersolhverv som en sådan sydlig stjerne. Nu skulle stjernens deklination på forhånd være kendt. Deklinationen for solen ved sommersolhverv er netop ekliptikahældningen.

Til vurdering af Horrebows resultat kan det oplyses, at Rundetårns polhøjde er 55°40′53″,4. I *Atrium* fik Horrebow offentliggjort sin metode, og i denne fremstilling fandt han en værdi på 55°40′59″, som svarer til en position ca. 180-190 m nordligere end Rundetårn. Imidlertid benyttede Horrebow i *Atrium* en solparallakse på 20″ og en konstant ekliptikahældning på 23°28′47″. I *Adytum* benytter han en næsten korrekt værdi for solparallaksen, samtidig med at hans værdi for ekliptikahældningen falder næsten sammen med den moderne omkring det aktuelle tidspunkt; og hans værdi for Rundetårns polhøjde bliver da en del bedre, nemlig 55°40′56″. Med anvendelse af den moderne værdi for ekliptikahældningen ville resultatet blive 55°50′55″,5«.

Talcott benyttede samme metode fra 1834, men videreudviklede den yderligere, således at metoden i dag betegnes den *Horrebow-Talcottske* metode. Som nævnt var Rømer ophavsmanden.

Venuspassagerne

I 1743 blev Peder Horrebows søn *Christian Pedersen Horrebow* (1718-1776) udnævnt til vikar for sin far, og i 1764 overtog han ved faderens død embedet som professor i astronomi og direktør for Rundetårn; disse stillinger beklædte han til sin død i 1776. I denne periode kom den observerende del af astronomien i højsædet, hvilket blandt andet hænger sammen med, at der i 1768 blev bevilget en ret stor sum penge til anskaffelse af nye instrumenter.

Pengene blev brugt til indkøb af kikkerter og ure fra førende udenlandske firmaer. Ved fornyelsen af instrumentsamlingen fik man god hjælp af svenskeren *Johan Ahl* (1729-1795), der havde arbejdet i mange år som instrumentmager i Sverige, men som på grund af økonomiske problemer flygtede til Danmark omkring 1762. I årenes løb forarbejdede han mange fortræffelige instrumenter. Om det er de nye instrumenter, der har tiltrukket interesserede, eller om det er interessen for astronomi, der er vokset, må stå hen i det uvisse, givet er det imidlertid, at personalet på Rundetårn voksede i disse år. Medens Rømer vel kun har haft enkelte assistenter, var der ifølge Rundetårns observationsprotokol for 1767 elleve personer, som gjorde tjeneste, og dette antal forøgedes under den følgende direktør, Thomas Bugge.

I Christian Horrebows tid indtraf to meget betydningsfulde astronomiske fænomener, nemlig Venuspassagerne den 6. juni 1761 og den 3. juni 1769. Ved en Venuspassage forstår man dette, at Venus passerer solen på et tidspunkt, hvor det kan iagttages fra jorden. Man ser således Venus som en sort plet passere hen over solskiven fra øst mod vest. Ved at bestemme den tid, Venus bruger til passagen af solen fra to forskellige steder på jorden, kan man beregne solens afstand fra jorden, og dermed kan man ved hjælp af Keplers love også bestemme alle andre planeters afstande fra solen, således at de absolutte størrelser i solsystemet er fastlagt. Merkurpassager kan udnyttes på tilsvarende måde, men de giver ikke en så nøjagtig bestemmelse som Venuspassager. Imidlertid er Venuspassagerne meget sjældnere end Merkurpassager. Før 1761 havde man haft en Venuspassage i 1639, og efter 1769 ville den næste først finde sted i 1874. Det kan derfor ikke undre, at forskellige selskaber og observatorier anstrengte sig for at udsende ekspeditioner, der kunne iagttage passagerne forskellige steder på jorden. Observationerne i 1761 var ikke heldige, idet man ikke havde forudset, at Venus' indtræden i solskiven ikke kunne bestemmes tilstrækkelig nøjagtigt, fordi det i kikkerterne så ud, som om Venus klæbede sig til solranden, eller trak solranden med sig som en sort dråbe, der blev smallere og smallere for til sidst at brydes, når Venus allerede var langt inde på solskiven. Fænomenet er et diffraktionsfænomen, som kan afbødes ved, at man bruger kikkerter med større åbning. Resultaterne fra 1761 varierede så meget, at afstanden jord-sol kun kunne bestemmes med en usikkerhed på 20%. Også på Rundetårn observeredes passagen af Christian Horrebow og hans broder Peder. Observationerne blev foretaget gennem skyer, og det har derfor været vanskeligt specielt at observere den ydre kontakt. Da Newcomb regnede på observationsmaterialet fra hele jorden, medtog han ikke observationerne fra Rundetårn, idet han fandt, at de var alt for unøjagtige. Axel V. Nielsen har imidlertid vist, at i

hvert fald for den indre kontakts vedkommende afviger den kun et sekund fra den af Newcomb beregnede (Nielsen 1957). Newcomb benyttede nogle forkerte værdier fra København meddelt ham af Lalande, inden Horrebow havde foretaget nogle nødvendige korrektioner til de direkte anførte tider.

Passagen i 1769 gav ligeledes anledning til en storstilet international aktivitet. Mere end 100 observatører fordelt på over 50 poster skulle bestemme passagen. Den dansk-norske regering ville også være med, men denne gang indkaldte man en udenlandsk astronom, Pater Hell, til at foretage observationerne. Disse skulle dog ikke finde sted på Rundetårn, men på Vardø. Det viste sig, at Hell var den eneste i Nordeuropa og det nordlige Asien, der havde observeret passagen, og derfor måtte observationerne blive af afgørende værdi. Imidlertid blev Hell beskyldt for at have forfalsket sine observationer, og der udviklede sig en skarp strid mellem Hell og en række førende astronomer. Axel V. Nielsen har undersøgt sagen, og vist, at beskyldningerne var ubegrundede. Vi skal ikke her komme nøjere ind på denne sag, men blot minde om, at observatoriet i København på alle måder støttede Hell, også før hans afrejse til Vardø, idet man medgav ham en række af de nye instrumenter.

Christian Horrebow bemærkede som den første solpletternes periodicitet, og hans observationer af solpletter fik mange år senere stor betydning, idet de indgik i bestemmelsen af plethyppigheden og dens svingninger.

THOMAS BUGGE

Ved Christian Horrebows død mente den designerede professor, afdødes bror Peder Pedersen Horrebow, at have »expectance« på stillingen, men han blev forbigået til fordel for overlandmåler *Thomas Bugge* (1740-1815), der da var 37 år. Bugge, der havde en teologisk embedseksamen, havde studeret matematik under professor Hee, og havde også været observator på Rundetårn. I 1765 var Bugge blevet chef for landmålingskontoret.

Umiddelbart efter, at Bugge var blevet udnævnt til professor, foretog han en rejse gennem Tyskland og Holland til England. Under denne rejse mødte han mange videnskabsmænd, og han fik et godt indblik i de forskellige landes organisation af videnskaberne. Bugge førte dagbog, og man får deri at vide, hvem han mødte og talte med, men først og fremmest er dagbogen af betydning, fordi den er forsynet med en mængde skitser af de videnskabelige instrumenter, han undersøgte på rejsen (Pedersen 1982). Det egentlige formål med rejsen var nemlig at få et kendskab til instrumentbestanden andre steder, således at han kunne forny den igen stærkt forfaldne instrumentbestand på

Rundetårn. Da Bugge kom hjem, begyndte han da også at købe og konstruere instrumenter, og de blev lavet af instrumentmager Ahl, »men, ihvorvel Ahl kan siges at være en flittig Arbejder, saa stod dette ham nye Arbejde, hvori han ene havde Veiledning af hvad Bugge udenlands havde seet, betydelig tilbage for de fremmede Instrumenter; og dog, medens i Ulandet næsten intet nyt Instrument uden efter nye og forbedrede Ideer forfærdiges, blev de danske, naar vi undtage en 4-Fods heel Cirkel, Copier af de engelske« (*Rundetaarn* 1937, s. 95).

På observatoriet blev instrumenterne flittigt betjent af en stab af observatorer, og det var først og fremmest komet- og planetobservationer, samt formørkelser, man observerede. Af Bugges afhandlinger har man især beskæftiget sig med hans forklaring af forandrelige stjerner. Bl.a. havde Bugge iagttaget, at stjernen Algols lysstyrke varierede fra 3. størrelsesklasse til 5. størrelsesklasse. Han er inde på den rigtige forklaring, nemlig den, at fænomenet er fremkaldt ved periodiske dækninger af to stjerner, der roterer omkring hinanden, idet den ene kun udsender meget lidt lys. Bugge forkaster dog denne forklaring, idet han hævder, at den mørke stjerne da måtte være en slags planet med en masse næsten lige så stor som Algols egen, og dette »strider imod den almindelige Attraktions Love og Natur, efter hvilke enhver Soels Masse maae være betydelig større end Summen af alle dens Planeters Masse«. Bugges egen forklaring er den, at Algol må være fladtrykt, og at den roterer om sin egen diameter, hvorfor den udsender mindre lys, når den vender den flade side mod jorden. Herudfra kunne Bugge slutte, at Algol drejer om sin akse på 2 dage, 21 timer og 27 minutter.

I observationsprotokollen fra 1807 findes en dramatisk beskrivelse af Københavns bombardement, som medtages her som illustration af forholdene dengang:

»Da Observatoriet ikkuns ved overordentligt Held er undsluppet den overhængende Fare, hvormed Bombardementet af den Staden belejrende fjendtlige Engelske Landmagt og den derved foraarsagede Ildebrand truede det, vil saa meget heraf, som angaaer Observatoriet, kunde fortjene her at anføres. Bombardementet begyndte d. 2. September Kl. 7 om Aftenen, og varede indtil d. 5. Septbr. om Middagen. Uagtet Fienden meget sigtede efter det astronomiske Taarn og Observatoriet, og vist har kastet over 400 Bomber derefter, er dog ikke en eneste hel Bombe falden derpaa. Derimod havde Bomberne paa 5 Steder tørnet paa Taarnets Mur, og udslaget nogle Stene, og i et af Portnerens Værelser imod Nord, under den anden Hvælving, slaaet en Revne i Gevælvten over Vinduet, som dog ikke er betydelig. Paa det Øverste af Taarnet ere 3 Stykker af 150pundige Bomber faldne, uden at have gjort anden Skade, end slaaet et Hul paa Gevælvtens Kobbertag. Observatoriet



Fig. 81. Thomas Bugge (1740-1815) var en fremragende organisator af det praktiske observationsarbejde ved Rundetårn. Han er dog især blevet kendt som den, der ledede opmålingen af Danmark, og som udgiver af de første pålidelige danmarkskort. Maleri på Københavns Universitets Observatorium.

selv er aldeles ubeskadiget. Endskjønt Observatoriet vel havde undgaaet Bomberne, stod det derimod i Større Fare ved den af disse foraarsagede Ildebrand, som stedse nærmede sig mere. Natten imellem d. 5. og 6. Septbr. brændte Skidenstræde, Lille Kjøbmagergade og en del af Landemærket. Vinden bar, om Aftenen d. 5 Septbr. lige paa det astronomiske Taarn og store Ildfunker regnede ned over det, hvorved Trægulvet paa det Øverste af Taarnet fattede Ild, som dog strax blev slukket. Det blæste temmelig stærkt, og Røgen af de brændende Bygninger, som slog ind i Taarnet, var næsten qvælende; Taarnet selv var pakket fuldt af Flyttegods, og ingen Redning var at vente, naar dette, enten af Funker eller ved Ild fra det tilgrændsende Kirkeloft og Bibliothek, kom i Brand. Lykkeligvis drejede Vinden sig ud paa Natten til Sydvest, og formindskede Faren, uagtet Heden af de ligeover for det astronomiske Taarn brændende Bygninger var saa stærk, at Oliefarven, hvormed Vinduerne ere overstrøgne, skjød Bobler, og Træværket, endskjønt det idelig blev kjølet med Vand, var nærved at fange Ild. Om Morgenen d. 6 Septbr. var al Fare forbi, og Ilden standset omtrent i Midten af Landemærket. Ingen af de paa Observatoriet værende Instrumenter ere ved denne Lejlighed bortkomne eller beskadigede. Dog brændte tilligemed Hr. Justitsraad Bugges Gaard et Observatoriet tilhørende 2 Fods Gregoriansk Teleskop

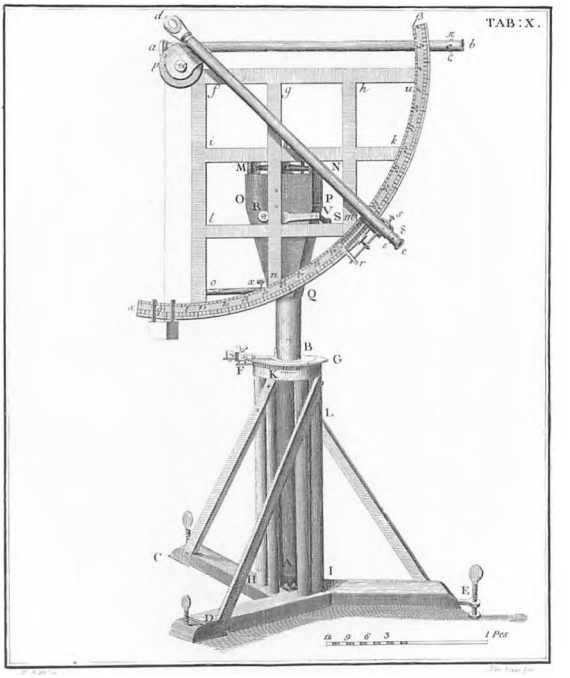


Fig. 82. Johan Ahls 3 fods bevægelige kvadrant, bygget i 1778. I perioden fra 3. december 1778 til 4. april 1779 brugte Bugge instrumentet til bestemmelse af polhøjden for Rundetårn, og han fandt 55°40'57", en god værdi sammenlignet med den moderne værdi på 55°40'52". Instrumentet findes nu i den i øjeblikket ikke offentligt tilgængelige astronomiske samling på Rundetårn. Efter Thomas Bugge: »Observationes Astronomicæ«.

af Possement, de Manheimske meteorologiske Instrumenter, alle Observatoriets meteorologiske Observasjoner indtil 1798, Kobberpladen til de meteorologiske Rhemata og de astronomiske Observasjoner fra 17.. til 17.. samt Bode's astronomisches Jahrbuch fra 1777 til 1797, Hells Ephemerides astronomicæ 1777-1797 og Nautical Almanac 1777 til 1797«.

Da Bugge overtog embedet som professor i astronomi havde mange store forventninger om, at han kunne genoplive storhedstiden fra Tycho Brahes og Ole Rømers tid. Mange har givet udtryk for, at Bugge ikke indfriede forventningerne og har peget på, at forklaringen kunne være, at Bugge, ligesom i sin tid Rømer, havde mange andre gøremål. Og sandt er det, at Bugge var en stor organisator og virkelig tog mange initiativer, som det ikke her er stedet at remse op. Men det må være på sin plads her at pege på en række positive træk ved Bugges indsats for astronomien i Danmark. Bugge sørgede for, at undervisning og forskning i astronomi blev sat i system. Herom vidner hans lærebøger, ligesom han tog initiativ til, at der blev oprettet observatorier i Norge, Island, Grønland og på Trankebar. Han var en afholdt underviser blandt studenterne. Desværre forfaldt instrumenterne igen på hans gamle dage, og den nye direktør for observatoriet måtte igen tage sig af en tiltrængt fornyelse.

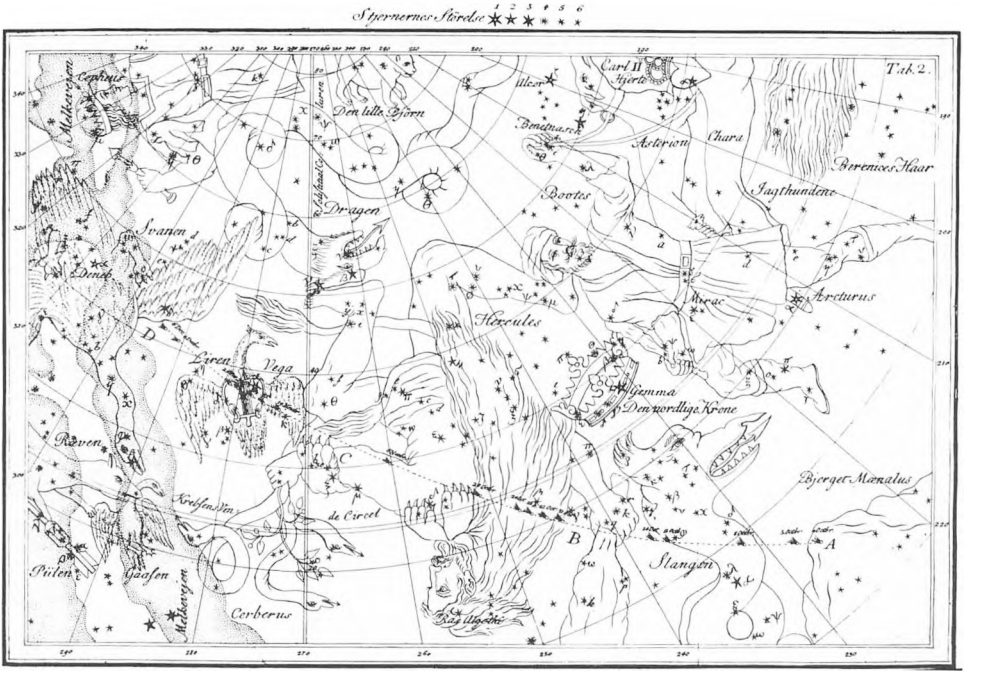


Fig. 83. Bugges tegning af banen for kometen fra 1807. Kometen blev iagttaget i København fra begyndelsen af oktober 1807. Bugges afhandling om kometen indeholder, foruden mange teoretiske beregninger og detaljerede beskrivelser af observationsmetoden, også en paragraf, hvori Bugge søger at eliminere den udbredte frygt mange havde for de skadelige virkninger kometen kunne frembringe på jordkloden. Om sandsynligheden for at en komet skal støde mod jorden skriver Bugge: »man kan vædde Qvadratet af et uendeligt stort Tal imod een, at Jordens Sammenstød med en Comet ej nogensinde vil indtræffe«. Efter Thomas Bugge: »Betragtninger over Cometer«.

ASTRONOMIEN EFTER 1815

I det følgende gøres der rede for astronomien ved Københavns Universitet i perioden 1815-1980, en periode gennem hvilken den astronomiske videnskab gennemgik en vældig udvikling. Beretningen omfatter fem afsnit, begyndende med perioden 1815-56.

Efter Thomas Bugges død i 1815 blev *Heinrich Christian Schumacher* udnævnt til ordinær professor i astronomi. I 1816 sendte Schumacher en ansøgning til kongen, Frederik VI, hvori han stillede forslag om, at der skulle udføres en dansk gradmåling fra Skagen til Lauenburg. Allerede samme år bevilgedes de nødvendige midler til planens gennemførelse, og i 1820 blev desuden arbejde med kortlægning af Holsten overdraget til Schumacher. I 1821 opnåede Schumacher kongens tilladelse til at bosætte sig fast i Altona. Han fritoges for embedspligter i København, en ordning, der bekræftedes i 1825, idet det

samtidig blev bestemt, at Schumacher skulle beholde løn og anciennitet som ordinær professor i astronomi ved Københavns Universitet.

I 1831 udnævntes *Christian Friis Rottbøll Olufsen* som vikar for Schumacher, først som lektor, og fra 1832 som professor i astronomi ved Københavns Universitet. Her virkede han til sin død i 1855.

I det følgende afsnit omtales den astronomiske aktivitet ved Københavns Universitet, særlig forskningen, i perioden 1815-56.

Heinrich Louis d'Arrest udnævntes til professor i astronomi ved universitetet i 1857. Under hans ledelse opførtes 1859-61 et nyt observatorium på Østervold til afløsning af observatoriet på Rundetårn, og her virkede d'Arrest til han døde i 1875. I afsnittet vedrørende perioden 1857-75 skildres den videnskabelige aktivitet ved det nye observatorium.

Heinrich Louis d'Arrest efterfulgtes som professor astronomiae af *Thorvald Nicolai Thiele,* der forblev i stillingen til 1907. I afsnittet om tiden 1875-1907 gøres der rede for Thiele's og hans medarbederes arbejder og indsats.

Fra 1907 har følgende virket som ordinære professorer i astronomi ved Københavns Universitet: *Elis Strömgren* (1907-40), *Bengt Strömgren* (1940-57, orlov 1951-53, udenfor nummer 1953-57) og *Anders Reiz* (1958-). Den astronomiske aktivitet ved Københavns Universitet fra 1907 omtales i to afsnit vedrørende henholdsvis tiden 1907-46 og tiden 1946-80. Året 1946 udgør et naturligt skel, idet der dette år blev taget et afgørende skridt til udvikling af ny aktiviteter indenfor den observerende astronomi.

PERIODEN 1815-1856. H. C. SCHUMACHER OG C. F. R. OLUFSEN

Som nævnt i det indledende afsnit virkede *H. C. Schumacher* (1780-1850) kun en ganske kort tid i København efter sin udnævnelse til professor astronomiae ved universitetet. I 1815 var det astronomiske observatorium på Rundetårn kun meget beskedent udstyret med instrumenter, og Schumacher har i et brev omtalt observatoriet, »Die Sternwarte«, som »Eine der erbärmlichsten Europa's«. Denne tingenes tilstand har formentlig bidraget til Schumachers beslutning med hensyn til valget af arbejdsområde.

Idet Schumachers tilknytning til Københavns Universitet således i realiteten var svag, skal hans virke og indsats her kun omtales kort. I sin bog »Heinrich Christian Schumacher, et mindeskrift« (1975) har Einar Andersen givet en udførlig skildring af Schumachers liv og virke. H. C. Schumacher kom som grundlægger, og udgiver gennem 27 år, af det højt ansete tidsskrift *Astronomische Nachrichten* og ved sit nære personlige forhold til mange af tidens



Fig. 84. H. C. Schumacher (1780-1850), ordinær professor i astronomi ved Københavns Universitet fra 1815. Schumacher gav som grundlægger og udgiver af tidsskriftet Astronomische Nachrichten væsentlige bidrag til internationalt samarbejde indenfor astronomien. Maleri af C. A. Jensen 1839, Aarhus Kunstmuseum. Efter Einar Andersen: »Heinrich Christian Schumacher, et mindeskrift« (1975).

førende astronomer til at give væsentlige bidrag til internationalt samarbejde indenfor astronomien. Einar Andersen fremhæver i sin bog tre betydningsfulde bidrag: Schumacher stiftede »Den danske Gradmåling«, han skabte et levedygtigt internationalt astronomisk tidsskrift, og han tog det første initiativ til internationalt samarbejde på gradmålingens område. H. C. Schumachers egen videnskabelige indsats var ikke af større betydning, dog opnåede hans bidrag ved udgivelsen af *Hülfstafeln zu Zeit- u. Breitenbestimmungen* (1822) samt *Astronomische Hülfstafeln für 1820 bis 1829* påskønnelse.

C. F. R. Olufsens (1802-55) virke ved Københavns Universitet måtte præges af, at det instrumentelle udstyr på Rundetårns Observatorium gennem hele perioden op til 1855 forblev meget beskedent. Et supplement ved et passageinstrument til tidsbestemmelser på Holkens Bastion betød ikke stort. I bindene af »Astronomische Nachrichten« fra 1830'erne til 1855 finder man meddelelser om astronomiske observationer ved Olufsen og hans medarbejdere, observator Sivers og mag. Pedersen og, de tre sidste år, *H. C. F. C. Schjellerup*. Det drejer sig om iagttagelser af okkultationer af stjerner ved månen, om positionsbestemmelser for månen og enkelte kometer og asteroider samt observationer under solformørkelser. Hverken i kvantitativ eller i kvalitativ henseende er disse observationer af større betydning.

Så meget mere er der grund til at fremhæve, at C. F. R. Olufsen i kraft af en videnskabelig indsats ved bearbejdelse af andres observationer samt ved teoretiske undersøgelser gav betydningsfulde bidrag og derved opnåede international anerkendelse.

Olufsens videnskabelige hovedværk er de sammen med *P. A. Hansen* udgivne soltavler. Værkets titel er *Tables du Soleil, Exécutées d'après les ordres de la Société Royale des Sciences de Copenhague, par M.M. P. A. Hansen et C. F. R. Olufsen* (1853). Det drejer sig om en stort anlagt undersøgelse af jordens bevægelse omkring solen under indflydelse af tiltrækningskræfterne fra solen såvel som fra planeterne Venus, Mars, Jupiter og Saturn. Beregningerne af jordens bevægelse, således som den perturberes ved tiltrækningerne fra de nævnte planeter, er gennemført på grundlag af omfattende numerisk-matematiske beregninger efter af P. A. Hansen udviklede metoder. Den til afledning af jordbanens elementer og andre relevante konstanter så betydningsfulde sammenligning af beregningsresultaterne med iagttagelserne skyldes i hovedsagen Olufsen. Det drejer sig her om et meget stort observationsmateriale bestående af målinger af retningen af forbindelseslinien jorden-solen, udført af astronomerne gennem lange tidsrum.

Slutresultatet af undersøgelserne er givet i form af udførlige tabeller (i alt 133 sider), der gør det muligt at beregne retningen fra jorden til solen, d.v.s. solens sfæriske koordinater, og tillige afstanden fra solcentret til jordcentret som funktion af tiden. En indledning til Tables du Soleil giver en udførlig vejledning, med numeriske eksempler, i tabellernes brug. I en årrække, indtil de afløstes af Leverrier's soltavler, var P. A. Hansens og Olufsens *Tables du Soleil* et vigtigt og meget benyttet standardværk.

Det skal her indskydes, at P. A. Hansen var født 1795 i Tønder, og at han i 1821 blev en af H. C. Schumachers medarbejdere ved den danske gradmåling. I 1825 blev P. A. Hansen direktør for Seeberg-Observatoriet i Gotha, og her virkede han til sin død i 1874. P. A. Hansen stod i nær forbindelse med Schumacher og med Olufsen. Som det senere skal omtales, fik han efter Olufsens død tilbudt det ordinære professorat i astronomi ved Københavns Universitet, men afslog. P. A. Hansen regnes blandt de største af de astronomer, som i det 19. århundrede udviklede teorier for bevægelserne i solsystemet efter Newtons gravitationslov.

Det er af interesse af følge den udvikling, ved hvilken samarbejdet mellem Olufsen og P. A. Hansen om soltavlerne kom i stand.

I 1824 vandt Olufsen Københavns Universitets guldmedalje for besvarelse af en opgave om »Beregning af Formørkelser«. Han opnåede derefter et stipendium til et studieophold i Königsberg, hvor *Friedrich Wilhelm Bessel* blev hans lærer og vejleder.

Bessel regnes blandt de største af de astronomer, der i tiden efter Tycho Brahe reformerede og udviklede den observerende astronomi, særlig metoderne til positionsbestemmelse for fiksstjerner, solen, månen og planeterne.

Der findes i Københavns Universitets astronomiske Observatoriums arkiv et brev fra Bessel, ifølge hvilket C. F. R. Olufsen er velkommen til et studieophold. Bessel nævner i brevet, hvilke forelæsninger han vil holde, og tilføjer, at han formentlig vil kunne give Olufsen lejlighed til at deltage i det videnskabelige arbejde ved Königsberg-Observatoriet.

I 1824 var Bessel beskæftiget med et arbejde, der havde til formål at finde årsagen til uoverensstemmelser mellem resultaterne af deklinationsbestemmelser for fundamentalstjerner foretaget i henholdsvis Königsberg og ved Greenwich-Observatoriet. I en i marts 1825 udkommen afhandling i »Astronomische Nachrichten« omtales »Herr Olufsen, welcher hierhergekommen ist, um mit uns zu arbeiten«, og det nævntes videre, at Olufsen har bidraget til undersøgelsen ved at reducere i alt 677 i Greenwich i året 1822 udførte deklinationsbestemmelser til årets begyndelse og korrigere for refraktionens indflydelse, som det i Bessels afhandling hedder »unter Anwendung der Königsberger Refraktionstafel und der Ephemeriden des Herrn Professors und Ritters Schumacher«. Resultatet af denne undersøgelse af Bessel var i øvrigt tilfredsstillende, idet de korrigerede Greenwich-observationer nu stemte langt bedre med Königsberg-observationerne, samtidig med, at det ved Olufsens nyreduktion var vist, at Greenwich-deklinationerne havde en for den tid tilfredsstillende indre nøjagtighed (middelfejl 1.2 buesekund).

Efter at Olufsen var vendt tilbage til København, fortsatte samarbejdet med Bessel. I »Astronomische Nachrichten«, marts 1831, er optaget en afhandling af Olufsen, nu »Observator der Copenhagener Sternwarte«, med titlen *Untersuchungen über den Greenwicher Mauerquadranten während Maskelynes Direction der dortigen Sternwarte.* Det problem, som Olufsen her beskæftiger sig med, er følgende. På Greenwich-Observatoriet var der i årene 1750-62 af *James Bradley* og medarbejdere blevet anstillet positionsbestemmelser for fiksstjerner ved hjælp af en murkvadrant (deklinationerne) og et passageinstrument (rektascensionerne). Bradleys observationer overgik langt tidligere tiders i nøjagtighed. Observationsrækkerne var i perioden 1765-1810 fortsat under *Nevil Maskelyne,* der var Bradleys efterfølger som Astronomer Royal. Kvantitativt var det en meget betydelig indsats, men det var efterhånden blevet klart, at deklinationsbestemmelserne med murkvadranten i Maskelynes tid var behæftet med store systematiske fejl, som skyldtes slid i instrumentet, hvis virkninger ikke var blevet kontrolleret.

Olufsens undersøgelse er gennemført efter de af Bessel ved behandlingen af observationer af denne art indførte principper. Ud fra Greenwich-



Fig. 85. C. F. R. Olufsen (1802-1855), fra 1832 til sin død professor i astronomi ved Københavns Universitet. Olufsen opnåede ved sine teoretisk-astronomiske undersøgelser international anerkendelse. Pastel af Chr. Hornemann 1824. Frederiksborg.

observationerne af udvalgte fundamentalstjerner, hvis deklinationer nu kunne antages at være kendt med overlegen nøjagtighed, bestemtes af Olufsen murkvadrantens instrumentfejl (kollimationsfejl, excentricitetsfejl og bøjningsfejl), særskilt for 33 rationelt valgte tidsperioder indenfor tiden 1765-1810. Olufsens databehandling er gennemført konsekvent efter de af Bessel og Gauss indførte metoder, og resultatet var tilfredsstillende, idet de eksisterende systematiske fejl (på op mod 10 buesekunder) i det væsentlige kunne elimineres, således at de systematiske fejl i det korrigerede materiale nu kun var af størrelsesordenen 1-2 buesekunder. Den indre middelfejl er ifølge Olufsen ca. 2 buesekunder, højere end Bradley-deklinationernes (1″5) og betydelig større end de af Olufsen for Greenwich-observationerne i 1822 afledte (1″2). Til sammenligning skal anføres, at middelfejlen for Ole Rømers triduum-deklinationer fra 1718 udgør ca. 5 buesekunder (Nielsen 1968).

Et stort materiale af deklinationsbestemmelser for solen ved Greenwich-Observatoriet i tiden 1765-1810 var ved Olufsens arbejde blevet fuldt anvendeligt. Dette foranledigede, at H. C. Schumacher, som udgiver af »Astronomische Nachrichten« gav Olufsens afhandling følgende forord: »Ich übergebe den Astronomen die Resultate einer wichtigen und zur zeitgemässen Benutzung der zu Maskelyneschen Beobachtungen unentbehrlichen

Arbeit des Herrn Olufsen, die er für die Sonnentafeln gemacht hat, welche die Königlich Dänische Gesellschaft der Wissenschaften in Copenhagen, der Herr Prof. Bessel den ganzen Schatz seiner Vorarbeiten zu diesem Zweck überlassen hat, seinem Plane gemäss, herausgeben wird«.

I Københavns Universitets astronomiske Observatoriums arkiv findes et brev, i hvilket Bessel skriver, at han næsten er misundelig på Olufsen, fordi denne nu er igang med en så stor og vigtig opgave. Det endelige resultat var P. A. Hansens og Olufsens soltavler.

I 1840 forsvarede Olufsen ved Københavns Universitet en afhandling for doktorgraden med titel *Disqvisitio de parallaxi Lunae.* En afhandling om det pågældende emne med titel *Untersuchungen über den Werth der Mondparallaxe, die aus den in der Mitte des vorigen Jahrhunderts angestellten correspondierenden Beobachtungen abgeleitet werden kann* er optaget i »Astronomische Nachrichten«, 1837, April. Det drejer sig her om en bestemmelse af månens parallakse (horisontalparallaksen for månen i middelafstand), som er et mål for forholdet mellem månens middelafstand fra jorden og jordens ækvator-radius. Bestemmelsen sker ved trigonometrisk afstandsbestemmelse, idet forandringen af retningen af sigtelinien til månen ved ændring af iagttagelsesstedet på jorden fastslås ved observation. I praksis kan dette ske ved, at den øvre (eller nedre) månerands zenitdistance ved meridianpassagen sammenlignes med zenitdistancen (ligeledes i meridianen) for en stjerne, som står nær ved månen, og det på sådan vis, at iagttagelserne udføres fra to steder på jorden med størst mulig forskel i geografisk bredde og med nær samme geografiske længde.

Olufsen har i den nævnte afhandling meddelt resultaterne af en udførlig nyreduktion af observationer, som udførtes i årene 1751, 1752 og 1753, altså af iagttagelser, som dengang var over firs år gamle. Afgørende for disse observationers værdi var det, at der forelå samtidige målinger på jordens nordlige og sydlige halvkugle, idet *N. L. de Lacaille* 1751-53 havde gennemført måneobservationer ved Kap det Gode Håb, som kunne sammenlignes med samtidige iagttagelser af månen ved observatorierne i Berlin, Bologna, Greenwich og Paris. Olufsen havde gode grunde til at tage observationerne fra 1751-53 op til ny bearbejdelse. Reduktionen kunne nu ske efter de af Gauss og Bessel udviklede metoder til databehandling, og der forelå navnlig ved Bessels arbejder et meget forbedret grundlag af fiksstjerne-positioner, ligesom et for reduktionen nødvendigt kendskab til størrelsen af jordlegemets fladtrykning nu forefandtes.

Dertil kom, at spørgsmålet om måneparallaksens størrelse i de pågældende år var blevet aktuelt, særlig ved P. A. Hansens omfattende undersøgelser over månens bevægelse omkring jorden under indflydelse af perturbationer fra solen og planeterne. Allerede *Laplace* havde afledt en værdi for den

gennemsnitlige måneafstand ved at sammenligne månens baneacceleration med tyngdens acceleration på jordoverfladen. Tiltrækningen fra jorden er jo omvendt proportional med kvadratet på afstanden fra jordcentret, og derfor fører den nævnte sammenligning til et mål for måneafstanden. Laplaces undersøgelser var blevet fortsat, og det kunne se ud, som om der var en diskrepans mellem den direkte ved den trigonometriske metode bestemte værdi og den ad indirekte vej af jordens tyngdevirkning fundne værdi.

Olufsen satte sig som mål at finde en forbedret værdi af måneparallaksen og tillige at finde den tilhørende middelfejl, ud fra diskussionen efter Gauss' og Bessels principper. Begge dele lykkedes, idet Olufsen kunne give slutresultatet 3422″.64 buesekund med middelfejl 0.7 buesekund. Den før Olufsen antagne værdi var 3420.5 buesekund, altså kendelig mindre. Den i dag med overlegen nøjagtighed kendte værdi udgør 3422.7 buesekund. Og, som P. A. Hansen i 1840 kunne vise, der var nu, i modsætning til tidligere, fuldt tilfredsstillende overensstemmelse indenfor middelfejlen mellem den direkte og den ad indirekte vej bestemte værdi for månens middelafstand fra jorden.

I den i dette afsnit omhandlede periode 1815-56 nåedes ved den astronomiske forskning som helhed afgørende fremskridt på to dengang helt centrale områder: 1. Metoderne til bestemmelse af positioner på himlen for fiksstjerner, solen, månen og planeterne udvikledes videre, systematiske observationsfejl studeredes og elimineredes, og positionernes nøjagtighed øgedes væsentligt. Den store foregangsmand var F. W. Bessel, hvis arbejder blandt meget andet førte til den første sikre bestemmelse af en stjerneparallakse, og dermed afstanden til en fiksstjerne, et mål, som Ole Rømer havde sat sig, men ikke nåede (jvf. ovenfor s. 288 ff). 2. Undersøgelse af planeternes bevægelser om solen, og månernes bevægelser om planeterne efter Newtons tyngdelov gennemførtes ved nyskabelser på matematikkens område og ved omfattende numeriske arbejder, og meget vigtige fremskridt blev hermed gjort. Periodens store navne er på dette område Laplace, Gauss, P. A. Hansen, Leverrier, Delaunay og Adams. Et af højdepunkterne nåedes med opdagelsen af planeten Neptun i 1846. Denne skete på grundlag af *Leverriers* undersøgelser over planeten Uranus' bevægelse og hans påvisning af tyngdevirkning på Uranus fra en længere borte fra Solen beliggende planet. Leverrier forudsagde stedet på himlen for planeten med en afvigelse fra det virkelige sted på kun 1°. Opdagelsen blev gjort efter Leverriers anvisninger på observatoriet i Berlin af *J. G. Galle,* assisteret af *H. L. d'Arrest.* Uafhængig af Leverrier og ad samme vej havde *H. C. Adams* nået et lignende resultat, men det blev Leverriers forudsigelse, som direkte førte til opdagelsen af Neptun.

Det fremgår af skildringen i dette afsnit af den astronomiske aktivitet ved Københavns Universitet i tiden 1815-56, at man havde god forbindelse med

udviklingen Europa, og at man trods de givne begrænsninger kunne yde alment påskønnede bidrag.

PERIODEN 1857-1875. H. L. d'ARREST OG H. C. F. C. SCHJELLERUP

Efter C. F. R. Olufsens død i 1855 blev det ordinære professorat i astronomi ved Københavns Universitet besat ved udnævnelse af *Heinrich Louis d'Arrest* (1822-75, konstitueret i 1857, udnævnt 1858). Der var i denne forbindelse først sket en henvendelse til P. A. Hansen (jfr. s. 314), som afslog og anbefalede H. L. d'Arrest.

H. L. d'Arrest var født i Berlin, hvor faderen tilhørte den franske koloni. Han uddannedes ved universitetet i Berlin og deltog som studiosus ved Berlin-Observatoriet i opdagelsen af planeten Neptun (jfr. s. 318). Herfra kom han i 1848 til Leipzig som observator ved det derværende, ret beskedne observatorium. I tiden 1848-57 offentliggjorde d'Arrest et meget stort antal afhandlinger og mindre meddelelser om resultater dels af observationer, dels af beregningsarbejder. Her skal kun omtales to betydningsfulde arbejder fra denne periode.

I en serie afhandlinger i »Astronomische Nachrichten« redegjorde d'Arrest for udførlige undersøgelser af den i 1845 opdagede asteroide Astraea's banebevægelse. I 1850 publicerede han slutresultatet af sine undersøgelser og gav en sammenligning mellem observationerne og den teoretiske beregning af asteroidens bevægelse under indflydelse af tyngdekræfterne fra solen og planeterne. Overensstemmelsen er betydelig bedre, end hvad der tidligere ved lignende diskussioner var opnået, idet afvigelserne for perioden 1845-49 mellem observation og beregning for to trediedele af observationerne lå under 1 buesekund.

Det andet arbejde, som skal omtales her, vedrørte observationer af tågepletters positioner på himlen. Resultaterne (for over 200 tågepletter), som var opnået ved brug af en refraktor med en objektivdiameter på kun 11 cm, havde en i forhold til tidligere arbejder stor nøjagtighed (middelfejl i positionerne ca. 7 buesekunder, en for de pågældende svage og udstrakte objekter særdeles tilfredsstillende værdi).

Begge de omtalte arbejder vandt stor anerkendelse, og d'Arrest modtog inden udnævenselsen ved Københavns Universitet tilbud om poster ved observatorierne i Washington og Kiew.

Når man fra dansk side havde indkaldt en udenlandsk astronom, skyldtes det, at man ønskede professoratet besat med en personlighed, der allerede

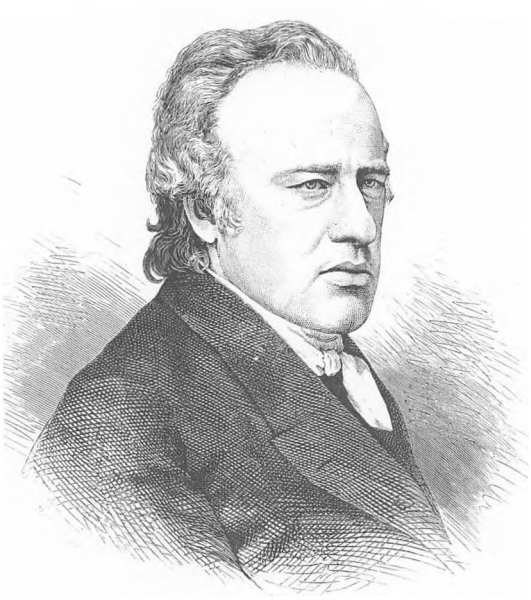


Fig. 86. H.L. d'Arrest (1822-1875), ordinær professor i astronomi ved Københavns Universitet fra 1857 til sin død. Han opnåede høj international anerkendelse ved banebrydende arbejder, dels vedrørende kosmiske tåger, dels på astro-spektroskopiens område. Træsnit af Pauli, Illustreret Tidende 1875. KB. Billedsamlingen.

havde nået stor international anseelse, og som kunne lede opførelsen og derefter det videnskabelige arbejde ved et nyt astronomisk observatorium til afløsning af det gamle på Rundetårn, som nu var helt ubrugeligt.

I 1858 bevilgede Rigsdagen midler til bygning af det ny observatorium og til anskaffelse af to hovedinstrumenter, nemlig en refraktor med en objektivdiameter på 28 cm og en brændvidde på 5 m samt en meridiankreds.

Observatoriet blev bygget på Rosenborg-bastionen på Østervold, og bygningsarbejderne påbegyndtes i 1859 under ledelse af professor ved kunstakademiet, kgl. bygningsinspektør Christian Hansen, og blev afsluttet i sommeren 1861. Hovedinstrumenterne var opstillet og kunne tages i brug efteråret 1861 (jvf. bd. IV, s. 240-43).

Observatoriets beliggenhed var i 1861 og de første årtier derefter ikke ugunstig med henblik på astronomiske iagttagelser, og instrumenterne tålte med hensyn til størrelse og kvalitet sammenligning med de bedste dengang eksisterende. I en notits i »Astronomische Nachrichten« (november 1861) skriver d'Arrest, at Københavns Universitet nu kan glæde sig over et nyt astronomisk institut, der kan henregnes til de bedst udrustede fra den nyere tid.

Der var tale om en ny epoke i dansk astronomi. De videnskabelige resultater, som blev nået af d'Arrest, og som skal omtales i det følgende, viser ganske klart, at dette var tilfældet.

De af Rigsdagen til bygning af det ny observatorium bevilgede midler beløb

sig til i alt 91.000 kr., deraf knap 70.000 kr. til bygningen, noget over 18.000 kr. til hovedinstrumentet, refraktoren, og noget over 5.000 kr. til meridiankredsen. At der her var tale om betragtelige beløb, fremgår af en sammenligning med de samlede indtægter og udgifter for Københavns Universitet som helhed i de pågældende år, nemlig omkring 200.000 kr. årlig.

Observatoriets hovedinstrument tålte sammenligning med de bedste dengang eksisterende refraktorer. Med en objektivåbning på 28 cm og en brændvidde på 5 m var det større end tilsvarende betydelige instrumenter i Dorpat, Berlin og Washington og stod kun noget tilbage for refraktorerne i Pulkova (Rusland, fra 1839) og i Cambridge (U.S.A., fra 1847) med objektivdiametre på 38 cm og brændvidder på 7 m.

Meridiankredsen var bygget af Pistor og Martins i Berlin, et firma som havde leveret lignende instrumenter af udmærket kvalitet til en halv snes andre af tidens observatorier.

Med refraktoren gennemførte d'Arrest i årene 1861-1875 tre observationsarbejder, som hver for sig var banebrydende. Det første af disse arbejder

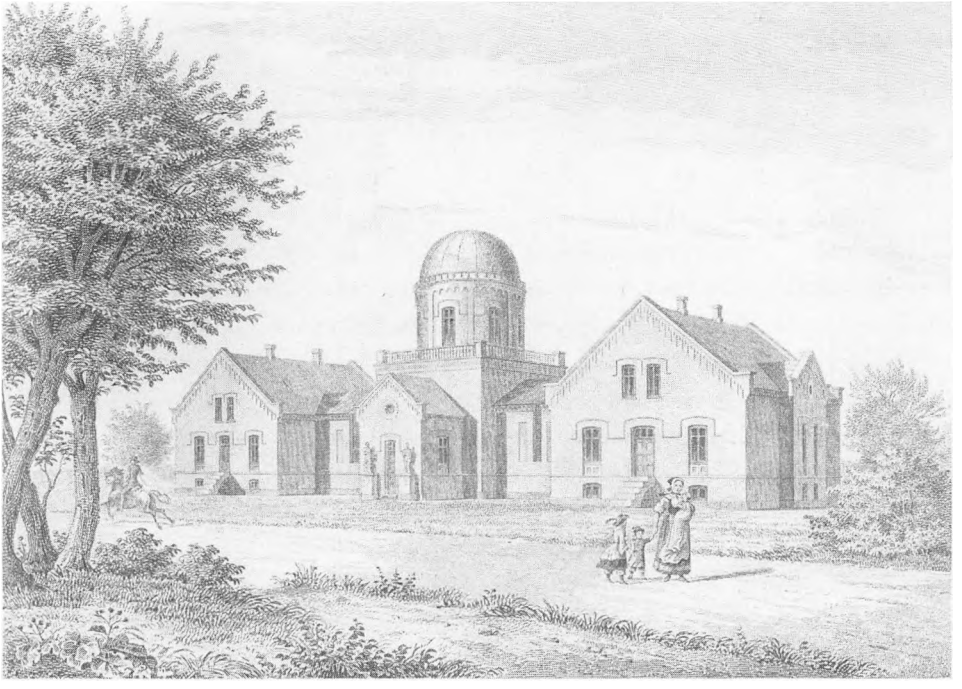


Fig. 87. Observatoriet på Østervold i 1859. Observatoriets beliggenhed var i de første årtier ikke ugunstig med henblik på astronomiske iagttagelser, og instrumenterne tålte sammenligning med de bedste dengang eksisterende. Litografi af F. Larsen efter tegning af I. Reinau. (De af tegneren viste statuer af Tycho Brahe og Ole Rømer blev ikke anbragt. I stedet opstilledes en statue af Tycho Brahe foran bygningen).

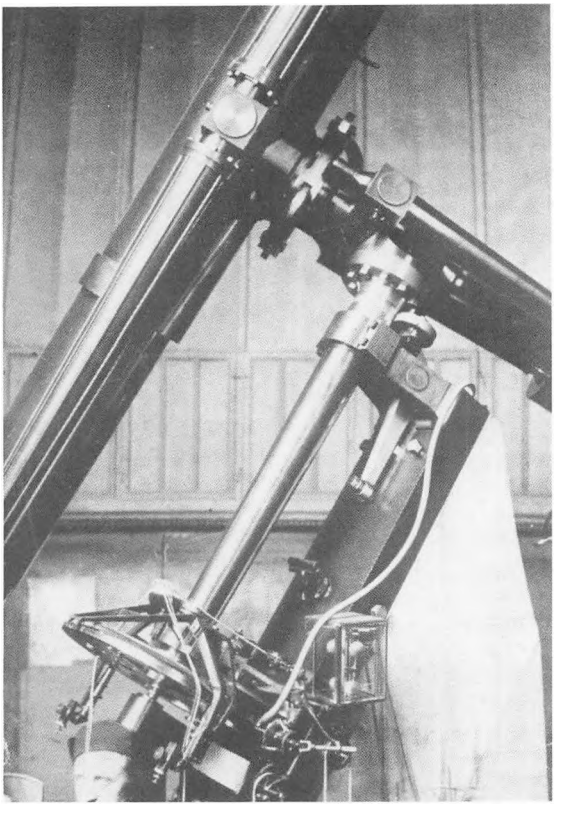


Fig. 88. Refraktoren på Observatoriet på Østervold (linsediameter 28 cm, brændvidde 5 m), benyttet 1861 til 1894.

påbegyndtes i 1861 og udgjorde en fortsættelse, i meget stor stil, af d'Arrests ovenfor omtalte undersøgelse af tågepletter, og det resulterede i publikation i 1867 af et tågekatalog, udgivet af Videnskabernes Selskab. Kataloget indeholder 1942 tågepositioner, på grundlag af i alt 3899 separate iagttagelser, og desuden morfologiske beskrivelser af tågerne samt angivelser af lysstyrkerne. De store pionerer på tåge-astronomiens område var *William Herschel* og *John Herschel,* og deres iagttagelser samledes i John Herschels tågekatalog af 1864. På grundlag af sidstnævnte samt d'Arrests tågekatalog publicerede *J. L. E. Dreyer* i 1888 *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars* – det kendte NGC-katalog, som den dag i dag udgør et grundlag ved studiet af de lysstærkere galakser. Dreyer fremhæver i indledningen til NGC, at d'Arrests tågekatalog har været »et skatkammer«, af største nytte ved sin pålidelighed og nøjagtighed.

I arbejdet med tågekataloget registrerede d'Arrest tåger helt ned til 14. størrelsesklasse, og han skønnede, at det samlede antal tåger, som var iagttagelige i 28 cm-refraktoren, udgjorde over 10.000. At d'Arrest nåede så

svage objekter viser, at refraktoren var et udmærket instrument, og at nathimlen over det ny observatorium i de pågældende år var tilfredsstillende mørk – og tillige at d'Arrest var en fremragende visuel iagttager.

Det andet i rækken af de nævnte banebrydende observationsarbejder publiceredes i 1872 med titlen *Undersøgelser over de nebulose Stjerner i Henseende til deres spektralanalytiske Egenskaber.* Efter at d'Arrest 1867 havde afsluttet sit gennemmønstringsarbejde og publiceret tågekataloget, tog han en ny forskningsopgave op: Undersøgelser af tågernes spektre. Dette skete, efter at englænderen *W. Huggins* i 1864 havde offentliggjort et arbejde, i hvilket han viste, at tågerne kunne deles i to klasser, nemlig de der ved visuel-spektroskopisk observation viser et emissionsliniespektrum, og de som har et kontinuert spektrum. I den nævnte afhandling fra 1872 accepterede d'Arrest, hvad der da var almindelig antaget, nemlig at de tåger, som viste et emissionsliniespektrum, måtte være udstrakte luftformige objekter af høj temperatur – en opfattelse som senere tiders forskning har bekræftet. Med hensyn til de tåger, som iagttages at have et kontinuert spektrum, var d'Arrest ikke i tvivl: Dette måtte være, hvad han kaldte »Stjerneconglomerater«. I denne opfattelse bestyrkedes han ved, at et antal tågepletter, som faktisk med større kikkerter kunne opløses i enkeltstjerner, viste et kontinuert spektrum. I disse sidstnævnte tilfælde drejer det sig om det, der i dag kaldes kugleformede stjernehobe. Også her er d'Arrests antagelse blevet bekræftet, dog med den undtagelse, at de såkaldte reflektionståger, som viser et kontinuert spektrum svarende til en belysende stjernes spektrum, ikke består af stjerner, men er interstellare masser, bestående af interstellar gas og interstallare reflekterende partikler.

I afhandlingen beskriver d'Arrest det apparatur, han anvendte ved de spektralanalytiske undersøgelser af tågepletter. Et prisme-spektrometer var anbragt således, at spektrometerets spalte befandt sig i refraktorens fokalplan, i synsfeltets midte. Et sammensat prisme af Amici-type (ligesigtende) bestående af fem enkeltprismer benyttedes, og derved opnåedes en relativ stor vinkeldispersion, nemlig ca. 11° for det synlige spektrum fra det yderste røde til grænsen ved ultraviolet. Det nævnes, at i solspektret sås natriumlinierne D_1 og D_2 (med en bølgelængde-forskel på 6 Ångström) klart adskilte.

Afhandlingen indeholder et vigtigt bidrag til undersøgelserne over den store emissionslinie-tåge i Orion, men hovedvægten ligger på den spektralanalytiske undersøgelse af et stort antal tåger. Det, som d'Arrest kalder afhandlingens specielle del, indeholder en kompilation af alt, hvad der da forelå vedrørende tågespektre, inklusive naturligvis resultaterne af d'Arrests egne iagttagelser. I en oversigt over emissionslinie-gaståger anføres de spektroskopiske resultater for 38 objekter, hvoraf de 33 er gaståger, overvejen-

de planetariske tåger. I almindelighed viste iagttagelserne 3 emissionslinier, ved bølgelængderne 5006 Ångström, 4959 Ångström og 4861 Ångström. Om identifikationen af den sidstnævnte linie herskede der ingen tvivl, det måtte være en brintlinie, Balmer-linien Hβ. W. Huggins og andre havde identificeret linien ved 5006 Ångström som en kvælstoflinie, men d'Arrest skriver, at »man næppe tør anse denne Identifikation som fuldt så sikker, som Brintliniens«. Den korrekte identifikation af de såkaldte nebuliumlinier ved 5006 Ångström og 4959 Ångström blev først givet af *I. Bowen* 1927. Det er »forbudte linier« af OIII, dvs. dobbelt ioniseret ilt.

I en tilsvarende oversigt over tåger, som viser et kontinuert spektrum, beskrives iagttagelsesresultaterne for i alt 115 objekter. Af disse er 44 kugleformede stjernehobe. Et par andre objekter er kun medtaget på grund af tidligere fejltagelser, som f.eks. stjernen 55 Andromedae, om hvilke d'Arrest skriver, at den har et almindeligt stjernespektrum. Af de kugleformede stjernehobe var de allerfleste på det pågældende tidspunkt set opløste i enkeltstjerner. Tilbage bliver 69 objekter med kontinuert spektrum og ikke opløselige i enkeltstjerner. For d'Arrest var der som allerede nævnt ingen tvivl om, at det drejede sig om uopløste stjernesystemer.

Der skulle gå over halvtreds år, før det, efter at opløsning i enkeltstjerner var lykkedes, blev bevist, at disse tåger, som d'Arrest kaldte kosmiske tåger, er stjernesystemer udenfor mælkevejssystemet og analoge med dette (*E. Hubble,* 1925).

Efter at d'Arrest ud fra de spektralanalytiske analyser havde opdelt de 150 undersøgte tåger i de to klasser – gaståger og kosmiske tåger, som består af »distincte stjerner« – undersøgte han fordelingen på stjernehimlen for klasserne hver for sig. Med hensyn til gastågerne er konklusionen klar: »På begge hemisphærer slutte de gasformige Taagepletter sig til Mælkevien (via lactea)«. Gastågerne måtte altså være, hvad vi i dag kalder galaktiske objekter.

Hvad de kosmiske tåger angår, fandt d'Arrest, at de ligger udenfor mælkevejen, og at de er meget ujævnt fordelt over himlen. Specielt nævnes for den nordlige himmels vedkommende, at de hovedsagelig er koncentreret til et område omkring rektascension 12^h0^m og deklination +29° (dvs. omkring det vi i dag kalder den nordlige galaktiske pol). Ser man på den omtalte, af d'Arrests oversigt uddragne liste over 69 kosmiske tåger, finder man da også, at halvdelen af objekterne på den nordlige himmel ligger indenfor et område omkring den nordlige galaktiske pol, som udgør mindre end en tiendedel af nordhimlens areal. For den sydlige himmel viser d'Arrests kosmiske tåger en endnu mere udpræget koncentration, her omkring rektascension 3^h30^m og deklination -39°, med næsten halvdelen af objekterne indenfor en tyvendedel

af hele sydhimlens areal. Vi ved i dag, at de lysstærkere galaksers fordeling på himlen er stærkt påvirket af tendensen til koncentration i galaksehobe (og superkomplekser af galaksehobe), og at også virkningen af lysabsorptionen i vor egen galakse, mest mærkbar i lave galaktiske bredder, spiller ind her.

De fundne resultater var antydet i tidligere publicerede arbejder, men her fremkommet ved en kritisk diskussion af et meget forøget materiale. Man kan med en vis ret sige, at d'Arrests liste over 69 kosmiske tåger er det første galaksekatalog, og at hans diskussion er et vigtigt skridt i retning af vore dages galakse-forskning. Og disse betydningsfulde resultater blev publiceret kun otte år efter W. Huggins' skelsættende spektroskopiske opdagelse af, som d'Arrest udtrykker det, »Nebulosernes tvefoldige Naturbeskaffenhed«.

I det tredie af de arbejder, som d'Arrest udførte i perioden 1861-1975, er emnet spektralklassifikation af stjerner. En af pionererne på dette område, italieneren *Angelo Secchi,* havde fra 1868 inddelt stjerner efter spektrets udseende i fire hovedklasser: I, II, III og IV. Spektrene for stjerner af klasserne III og IV skilte sig på slående måde ud ved at indeholde stærke absorptionsbånd (som vi i dag ved skyldes absorption ved molekyler) og stjernerne af klasserne III og IV var relativt meget sjældne. Det mål, d'Arrest satte sig, var at gennemmønstre himlen nord for ækvator ved hjælp af et på refraktoren anbragt okularspektroskop med forholdsvis lille dispersion og derved finde frem til alle stjerner af spektralklasserne III og IV lysstærkere end en vis visuel grænsestørrelsesklasse, som d'Arrest valgte at være 7.8. Dette betød, at d'Arrest successive måtte iagttage spektrene for ca. 11.000 stjerner ved hjælp af okularspektroskopet. Herunder skilte stjernerne af spektralklasse III og IV, med de karakteristiske absorptionsbånd, sig straks ud for den øvede iagtager, og kunne derefter identificeres ved den med refraktoren målte position på himlen.

Gennemmønstringsarbejdet begyndte i 1872 og var afsluttet i 1875. Resultaterne publicerede d'Arrest i fire afhandlinger i »Astronomische Nachrichten« 1874-75 (jfr. s. 312). For første gang var nu en pålidelig undersøgelse gennemført af den relative hyppighed af stjerner af spektralklasserne III og IV blandt stjernerne lysstærkere end en veldefineret grænselysstyrke. For spektralklasse III var resultatet overraskende: Ca. 7 sådanne stjerner pr. 1000, et tal, som var betydelig højere, end hvad man tidligere havde ment. Derimod var antallet af stjerner af spektralklasse IV meget lavt, noget under 1 pr. 1000, dvs. en størrelsesorden lavere end for spektralklasse III.

Disse resultater, som senere er blevet fuldt bekræftede, er af interesse i vore dages astrofysiske diskussion. Stjerner af Secchis klasse III kaldes nu M-stjerner, og de af d'Arrest katalogiserede stjerner er røde kæmpestjerner af

spektralklasse M. De er repræsentanter for det sidste trin af stjerneudviklingen, inden overgangen til et endeligt slutstadium – hvid dværgstjerne eller neutronstjerne – finder sted under stort massetab for stjernen. Stjerner af Secchis klasse IV er ligeledes rødlige eller røde kæmpestjerner. Disse stjerner kaldes i dag kulstofstjerner, og de har en fra M-stjernerne stærkt afvigende kemisk sammensætning, idet kulstof forekommer i større mængde end ilt, hvorved molekylbånd af C_2 og CN bliver meget fremtrædende. Det af d'Arrest fundne resultat er af betydning i nutidens astrofysiske diskussion: Blandt de lysstærkere stjerner er de stjerner, der har en fra gennemsnittet markant afvigende kemisk sammensætning, relativt meget sjældent forekommende.

Den afsluttende afhandling i serien om stjerner af spektralklasserne III og IV indsendte d'Arrest til publikation i »Astronomische Nachrichten« i begyndelsen af juni 1875 og den forelå trykt allerede i det hæfte, som er dateret 25. juni 1875. Samme hæfte bragte meddelelse om d'Arrests død den 14. juni 1875 efter få dages sygdom.

H. L. d'Arrest nåede høj international anerkendelse blandt fagfæller. Han blev medlem af det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab og af akademierne i Stockholm, St. Petersborg og München. Royal Astronomical Society i London udnævnte ham til Associate og hædrede ham i 1875 med sin guldmedalje.

Efter at d'Arrest i 1857 var kommet til København faldt han hurtigt til under de nye forhold. Sine forelæsninger holdt han på dansk, og han interesserede sig levende for dansk sprog og kultur.

Af elever kan nævnes *T. N. Thiele, J. L. E. Dreyer* og *C. F. Pechüle,* hvis virke omtales i det følgende.

Ved læsning af d'Arrests afhandlinger møder man en fremragende astronom og tillige en interessant forskerpersonlighed. I d'Arrests habilitations-skrift (Leipzig 1851) med titlen *Über das System der Kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter* er efter tidens skik anført en række »Teser«. Den første lyder »Die *Bewegung* der Himmelskörper ist der ausschliessliche Gegenstand der Astronomie«, en tese, som må læses på baggrund af det faktiske forhold, at positionsbestemmelse for fiksstjerner og planeter samt detaljerede undersøgelser af himmellegemers bevægelse under indflydelse af tyngdetiltrækning fra andre himmellegemer var astronomiens hovedopgave i første halvdel af det 19. århundrede (jfr. s. 318).

Allerede tågekataloget fra 1867, og endnu mere afhandlingen om tågernes spektre og klassifikation samt arbejderne vedrørende stjerner af spektralklasserne III og IV viser en markant udvidelse af d'Arrests interesseområde og en tilsvarende ændring af grundsynet. Vi har ovenfor set, hvorledes d'Arrest

meget hurtigt efter offentliggørelsen af W. Huggins' undersøgelser over tågespektre blev fuldt klar over de store muligheder for den nye forskningsgren, spektralanalysen anvendt på himmellegemerne, og hvorledes han selv gik aktivt ind i dette arbejde i direkte fortsættelse af sine tidligere tågearbejder. I afhandlingen om tågespektrene siger d'Arrest, i forbindelse med fremsættelse af en kritik af visse som resultat af spektralanalyse fremkomne teorier om solens konstitution, om grunden til, at han tog spektralanalytiske arbejder op: »Jeg følte mig såmeget mere opfordret dertil, som de til helt andre Observationer vante Astronomer af den ældre Skole – til hvilke jeg troer at turde henregne mig – hidtil have holdt dem aldeles borte fra enhver Deeltagelse i Undersøgelser, der ialfald ere lige saa mærkelige som interessante«.

Hvordan så nu d'Arrest på den fremtidige udvikling af astronomiens nye gren, spektralanalyse af himmellegemerne? Ja, her er d'Arrest ingenlunde optimist. Han fremhæver den visuel-spektralanalytiske metodes begrænsning til forholdsvis lystærke tåger (1872, s. 79), og siger om konsekvenserne heraf: »De store Forventninger, som man gjorde sig i Begyndelsen om denne særlige Anvendelse af Spektralanalysen, og som for Tiden endnu næres af dem, der ikke kjende Forholdene af egen Erfaring, ville imiderltid neppe nogensinde gaae i Opfyldelse«. Specielt hedder det om spektralanalytisk undersøgelse af gaståger på den nordlige himmelhalvkugle: »Men Hovedarbeidet er her gjort, og Æmnet allerede nu fuldstændig udtømt. Ialt have langtfra eethundrede Gjenstande den uundværlige Lysstyrke«. Og videre, helt alment: »Det langt overveiende Antal af Nebuloser vil neppe nogensinde kunne underkastes den prismatiske Analyse«. Under disse betragtninger kunne d'Arrest ikke forudse de nye muligheder, som skulle opstå ved kombination af den fotografiske metode med den spektralanalytiske, og endnu mindre de sidste årtiers udvikling på galakseforskningens område ved anvendelse af lineære og todimensionale rækker af fotoelektriske detektorer til registrering af galaksespektre: I dag kan man nå galakser, som er titusinde gange lyssvagere end dem, hvis spektre d'Arrest kunne iagttage.

Om spektralanalysen og dens astronomiske anvendelser i det hele taget siger d'Arrest til allersidst i afhandlingen om tågernes spektre: »Når jeg anseer Hjælpekilderne af en ny Methode, hvis første Indtrædelse i Videnskaben har været saa glimrende, for snart udtømte i Hovedsagen, staaer jeg med denne meget heterodoxe Anskuelse ikke aldeles ene overfor den almindelige Mening om Spektralanalysens rige og glandsfulde Fremtid. Det er for ganske nylig blevet bekjendt, at den engelske Astronomer Royal endnu er tvivlraadig, hvorvidt den coelestiske Physik (The Physics of Astronomy) overhovedet kan antages at ville blive af »sekulær« Interesse, d.v.s. at kunne

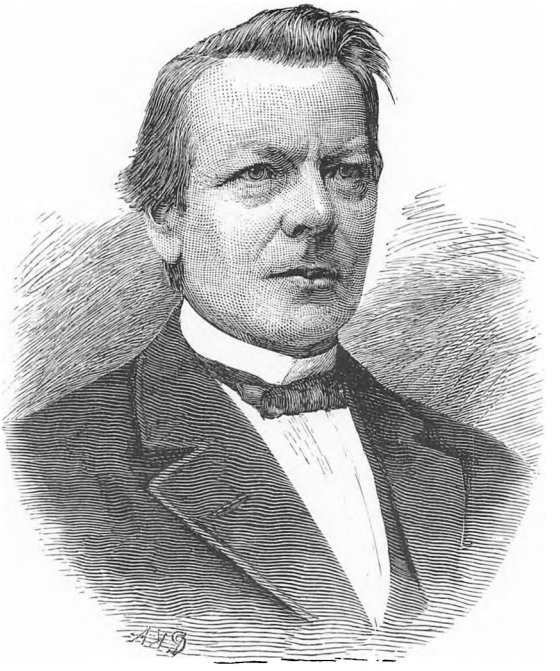


Fig. 89. H. C. F. C. Schjellerup (1827-1887), fra 1851 observator på Rundetårn, senere ved Observatoriet på Østervold, hvor han udarbejdede sin »Stjernefortegnelse« (1864) ved hjælp af den nye meridiankreds. Også for sine undersøgelser vedrørende astronomiens historie høstede Schjellerup stor anerkendelse. Træsnit af G. Pauli 1887.

væsentlig udvides og uhindret udvikles med Tiden. Idet han udtalte sig saaledes, havde Sir G. Airy sine Tanker sikkert nok henvendt paa Spektralanalysen og dens astronomiske Anvendelser i det Hele taget. For Nebulosernrs Vedkommende er Rigtigheden af denne Udtalelse, der har vakt Harme i England, tilstrækkeligt eftervíist i nærværende Afhandling«. Nok var d'Arrests grundsyn blevet ændret gennem et langt forskerliv, men til sidst lå det alligevel ikke så langt fra, hvad der udtryktes i tesen i habilitations-skriftet. – Nuvel, adskillige andre fremragende videnskabsmænd har fejlbedømt nye forskningsgrenes muligheder på lignende måde og er blevet sat på plads af bagkloge kommentatorer.

Sit syn på andre forskeres arbejder udtalte d'Arrest undertiden meget åbent. Der er forskel på »den skarpsindige Ångström« og på de astronomer, som d'Arrest tænker på (1872, s. 3), når han skriver, »at man f.Ex. ved Studiet af Italienernes og Nordamerikanernes nyeste Arbeider over de sekundaire Solprotuberanslinier, neppe mere kan rede sig ud af en total Forvirring«.

I billedet af arbejdet på det ny observatorium ved Københavns Universitet i perioden 1857-1875 indgår også en anden betydelig personlighed, nemlig *H. C. F. C. Schjellerup* (1827-87).

Schjellerup kom efter endt skoletid i urmagerlære, og efter at have aflagt svendeprøve kom han i 1848 ind på Polyteknisk Læreanstalt, hjulpet af H. C. Ørsted, der interesserede sig for ham, og i 1850 tog han eksamen i mekanik. Fra 1851 knyttedes han til observatoriet på Rundetårn som observator. Han var tillige lærer i tegning på Polyteknisk Læreanstalt og fra 1854 lærer i matematik ved Søofficersskolen. Efter ansættelsen som observator beskæftigede Schjellerup sig med beregninger af baner for asteroider og kometer, og han tog i 1857 doktorgraden ved universitetet i Jena på en afhandling om Tycho Brahe's observationer af kometen af 1580 og deres benyttelse til en banebestemmelse for kometen.

Som observator ved observatoriet på Østervold gennemførte Schjellerup i årene 1861-63 et meget omfattende observationsarbejde med den nyerhvervede meridiankreds. Allerede i 1864 forelå resultatet trykt, et stjernekatalog indeholdelde positioner for 10.000 stjerner med deklinationer mellem -15° og +15°, fortrinsvis af 8. og 9. størrelsesklasse. Det drejede sig her om en stor og koncentreret arbejdspræstation, idet Schjellerup gennemførte observationer og reduktioner uden assistance. Vel er observationsnøjagtigheden ikke særlig høj, men kataloget var af stor værdi, fordi det omfattede lyssvage stjerner, som lige før århundredskiftet var observeret af Lalande og i 1820'erne af Bessel, således at stjernernes egenbevægelser kunne afledes. I de følgende årtier benyttedes Schjellerup's katalog af andre astronomer ved bestemmelse af præcessionskonstanten.

Efter afslutningen af det nævnte meridiankreds-arbejde gennemførte Schjellerup ikke yderligere observationsarbejder. Han stod for observatoriets tidstjeneste og redigerede universitets-almanakken (1858-1888), og fra 1872 var han bestyrer af Polyteknisk Læreanstalts tegnestue. I 1859 grundede han sammen med V. E. Tychsen »Mathematisk Tidsskrift«.

Man ved, at Schjellerup var skuffet over ikke at være blevet Olufsens efterfølger som professor i astronomi, og at han mente at være blevet forbigået, fordi han ikke var student. Nu kastede han sig over studiet af østerlandske sprog. Han udgav i 1874 en stjernefortegnelse af den persiske astronom Al-Sufi (903-986) – den astronom gennem hvem de arabiske stjernebilleder overleveredes. For denne udgivelse høstede Schjellerup stor anerkendelse.

Schjellerup, som i 1865 var blevet titulær professor, ønskede ikke efter d'Arrests død i 1875 at overtage professoratet. Til professor udnævntes T. N. Thiele.

PERIODEN 1875-1907. T. N. THIELE OG C. F. PECHÜLE

Thorvald Nicolai Thiele (1838-1910) tog i 1860 magisterkonferens med astronomi som hovedfag og fortsatte i de følgende år sine studier som assistent på observatoriet. Han beskæftigede sig i disse år navnlig med undersøgelser af dobbeltstjerner og erhvervede i 1866 doktorgraden på en afhandling med titlen *Undersøgelse af Omløbsbevægelsen i Dobbeltstjernesystemet Gamma Virginis.* Den af Thiele her udviklede metode til banebestemmelse for komponenter i dobbeltstjernesystemer vandt anerkendelse, og en modifikation, Thiele-Innes-metoden, har været meget anvendt.

I 1870-71 optoges Thiele af forberedelserne til oprettelsen af livsforsikringsselskabet Hafnia. Han var medstifter af selskabet og medlem af Hafnias direktion til sin død. Indtil 1901 var han selskabets matematiske direktør og fra 1903 direktionens formand. Denne side af hans livsværk vandt megen anerkendelse. Thiele havde stor betydning for udviklingen af dansk aktuarmatematik og gjorde specielt en vigtig indsats ved konstruktionen af dødelighedstavler.

Efter d'Arrests død i en alder af kun 52 år blev T. N. Thiele udnævnt til professor astronomiae.

Thieles videnskabelige produktion er betydelig og falder på mange fagområder, idet han har behandlet emner fra astronomi, matematik, fysik, kemi, statistik og livsforsikringsteknik. Hans elev, Carl Burrau, har i en nekrolog (1911) beskrevet Thieles hovedinteresse ved at fremhæve, at drøftelse af behandlingen af tal, der er fremkommet ved iagttagelser, går som en rød tråd gennem flertallet af afhandlingerne.

Thieles hovedværk er *Theory of observations* (London 1903). Niels Erik Nørlund skrev i en nekrolog (1910-11), at i dette værk, »der er i høj Grad originalt, men lidt vanskeligt tilgængeligt, indfører Thiele en Række nye Synspunkter, som har været af blivende Betydning for Udjævningsregningen«, og Nørlund tilføjer, at pionererne for udviklingen af forbedrede og forfinede udjævningsmetoder har været astronomerne Thiele og Bruns, biologen Galton og fysiologen Fechner.

Om Thieles andet større værk, *Interpolationsrechnung* (Leipzig 1909) udtaler Nørlund sig mere forbeholdent, men fremhæver bogens nyttighed som ledetråd ved gennemførelse af numeriske beregninger.

En øjensvaghed forhindrede Thiele i at deltage synderlig i astronomisk observationsarbejde. Som ovenfor nævnt afstod også Schjellerup fra gennemførelsen af forskningsarbejder på observations-astronomiens område, efter at han i 1864 havde afsluttet de omfattende iagttagelser og beregninger, der resulterede i meridiankreds-positioner for 10.000 teleskopiske stjerner.

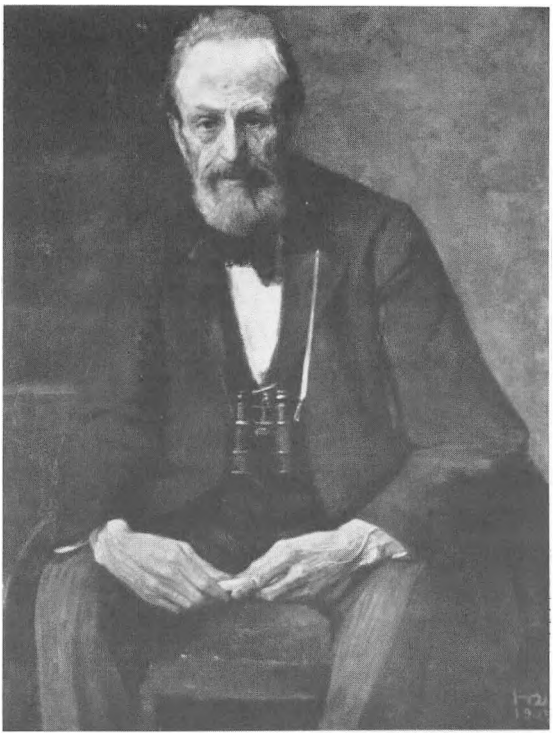


Fig. 90. T.N. Thiele (1838-1910), ordinær professor i astronomi ved Københavns Universitet fra 1875 til 1907. Thieles hovedværk omhandler numeriske udjævningsmetoder til behandling af iagttagelsesresultater. Maleri af H. Vedel 1909. Hafnia.

Efter Schjellerups død i 1887 blev *C. F. Pechüle* (1843-1914) udnævnt til observator (i 1888). Pechüle deltog i 1882 i et stort anlagt internationalt samarbejde om iagttagelse af en passage af planeten Venus over solskiven. Formålet var en bestemmelse af afstanden fra jorden til solen. Pechüle udsendtes af den danske regering sammen med en assistent til Dansk Vestindien og iagttog Venuspassagen fra en observationsstation, der til formålet var oprettet på St. Croix. Vejret var imidlertid ugunstigt under passagen, og der opnåedes ingen resultater af betydning.

Som observator havde Pechüle ansvaret for tidstjenesten i Danmark. Dengang – før de internationale tidssignalers tid, og længe før kvarts-ure og atom-ure kom ind i billedet – var arbejdet hermed tidsrøvende, og det samme gjaldt beregning og redaktion af de officielle danske almanakker, en opgave der var Pechüles fra 1888 til 1914. Af forskningsopgaver gennemførte Pechüle bestemmelser med refraktoren af positioner for kometer og asteroider, dog ikke i større omfang. I sammenligning med epoken 1861-1875 var der i den periode, som her omtales, tale om markant tilbagegang, hvad den observerende astronomi angår, og J. L. E. Dreyer (jfr. s. 322 og s. 345) taler i mindeord



Fig. 91. C. F. Pechüle (1843-1914), observator ved Københavns Universitets astronomiske Observatorium fra 1888 til 1913. Foto. Videnskabernes Selskab.

over Pechüle, trykt i Oversigt over Videnskabernes Selskabs Forhandlinger (1914), om et tomrum i den astronomiske forskning på universitetsobservatoriet.

På denne baggrund er der særlig grund til at omtale den indsats T. N. Thiele ydede ved mangeårige bestræbelser for at nyttiggøre de nye muligheder, som fotografisk teknik havde givet positions-astronomien.

I april 1887 fandt der en kongres sted i Paris med det formål at forberede et storstilet internationalt projekt, der gik ud på dels fotografisk kortlægning af himlen, dels bestemmelse – ud fra astrofotografier – af nøjagtige positioner for et meget stort antal fiksstjerner over hele himlen. Thiele og Pechüle deltog i kongressen, og Thiele gav et betydningsfuldt bidrag til drøftelserne, idet han umiddelbart før kongressen på Paris-observatoriet udmålte positioner for stjerner på tre fotografiske plader med i alt ni særskilte eksponeringer og af disse målinger afledte en værdi for middelfejlen i positionsbestemmelse ved astrofotografiske plader.

De pågældende plader var optaget af to astronomer ved Paris-observatoriet, som var pionerer på området, *P. P. Henry* og *M. P. Henry*. Det instrument, brødrene Henry havde benyttet, var en astrograf, der havde en åbning på 34 cm og en brændvidde på 3.4 m. Thiele fandt, at middelfejlen for en fotografisk bestemt stjernekoordinat var omtrent 0″1, en særdeles tilfredsstillende værdi, langt mindre end f.eks. middelfejlen i datidens meridiankreds-positioner. Thieles resultat blev bekræftet ved andre lignende undersøgelser, udført kort efter og tillige i følgende år.

Kongressen i Paris i april 1887 blev indledningen til et storstilet internationalt samarbejde om de to projekter, som var blevet drøftet, nemlig den fotografiske kortlægning af himlen – Carte du Ciel – samt bestemmelse af stjernepositioner ved den astrofotografiske metode – Catalogue photographique du Ciel. Et stort antal observatorier kom til at deltage i arbejdet, hvis resultater dog delvis blev en skuffelse, navnlig fordi gennemførelsen kom til at strække sig over mange årtier og derfor ikke førte til et »øjebliksbillede« af himlen. Dertil kom, at man ved positionsbestemmelserne ikke tilstrækkelig havde taget hensyn til et nødvendigt krav, nemlig bestemmelse ved meridiankredse af positioner for et adækvat net af referencestjerner – nødvendigt fordi udmålingerne på den fotografiske plade kun giver relative positioner for stjernerne indenfor det på pladen afbildede himmelfelt, i det omtalte projekt $2° \times 2°$.

Thiele kunne ikke gå ind for, at Københavns Universitets observatorium skulle deltage i de lige beskrevne projekter. Hans planer for fremtidigt arbejde på observatoriet baseret på den astrofotografiske metode er udførligt beskrevet i en skrivelse til Undervisningsministeriet, dateret 21. januar 1888 og gengivet i universitetets årbog for 1891-92 (s. 907-56).

Om den astrofotografiske metodes fordele skriver Thiele udførligt, bl.a. følgende: »Langsomt men uophørligt havde det ene Fremskridt fulgt paa det andet, og nu oplevede vi, at de fotografiske Billeder vare blevne baade rigere og nøjagtigere end, hvad Øjet kunde se i de bedste Kikkerter. Usynlige Stjerner fotograferedes, og saa stor Nøjagtighed kunde Fotografierne opnaa, at man maatte foretrække Maalinger paa dem for Maalinger umiddelbart paa Himlen. Thi Billedet i Øjet var flygtigt, men Fotografiet varigt. Overfor Fejl i Iagttagelserne havde man før kun ringe Hjælp i Iagttagerens Erindring om, hvad han havde set; den fotografiske Plade kunde revideres og eftermaales, saa ofte der var Tvivl at opklare. Det flygtige Synsbillede maatte maales i Øjeblikket ofte under Uhygge, ja Lidelse. Fotografipladen maaltes i Ro og Mag i gunstigste Belysning under stærk Forstørrelse, og Arbejdet derved kunde deles, saaledes at Maalingen kunde udføres af en Anden og paa fremmed Sted, naar den fotograferende Iagttagers Tid ikke slog til. Et

Fotografi kunde med fuld Nøjagtighed gjengive et langt større Stykke af Himlen end den lille Plet, som Synet kunde overfare under en Maaling«.

Om den type astrografisk kikkert, som burde vælges, og om de opgaver, som man skulle tage op, udtaler Thiele i den anførte skrivelse: »Kun faa Observatorier kunde vente at blive forsynede med alle Slags Fotografiske Kikkerter. Her i Kjøbenhavn vilde det være urimeligt at anskaffe mere end en eneste fotografisk Kikkert, men saa meget vigtigere var det at faae denne ene. Det var let nok at se, hviken Slags Kikkert der burde vælges, thi vort Valg var ikke frit, men forud afgjort ved helt udvortes Forhold, ved Byens Udvidelse og Voldenes Sløjfning, idet nu Gadelygter belyste Observatoriet saa stærkt fra alle Sider, at vi slet ikke mere kunde opnaa den vigtigste Betingelse for at se svage Stjerner – nemlig bælgmørk Nat. Derved var den beskrivende Astronomi, Taagepletter og tildels Spektroskopien – de Æmner, ved hvis Behandling Professor d'Arrest gjorde vort Observatorium berømt – alt nu blevet en lukket bog for os. Dette Tab maatte respekteres ogsaa overfor Fotografien, vi maatte se helt bort fra Tanken om her i Byen at præstere fotografiske Afbildninger af lyssvage Stjerner, og kunde ikke engang tilbyde vort Observatoriums Deltagelse i det store Stjernekort-Foretagende, idet man som Betingelse herfor utvivlsomt maatte forlange, at Observatoriet først blev flyttet ud paa Landet. Paa sit nuværende Sted havde Observatoriet kun en Streng tilbage at spille paa, nemlig nøjagtige Maalinger af de *lyse* Stjerner«. Og videre: »For fotografisk Iagttagelse betød denne Observatoriets altfor oplyste Tilstand, at vi maatte begjære en meget lang Kikkert, mindst lige saa lang som vor nuværende største, men med mindre Glas end denne, slet ikke større, end at den optiske Fabrikant kunde paatage sig at bringe de uundgaaelige Fejl i Billedets Enkeltheder ned til rene Ubetydeligheder. Denne fotografiske Kikkert maatte have en Synskikkert ved Siden og være fast forbunden med denne, for at Iagttageren ved at se i Synskikkerten kunde styre Instrumentet og holde den fotografiske Kikkert rettet ufravendt mod den Stjerne, hvis Billede den optog«.

Thieles redegørelse blev fremsat i forbindelse med drøftelser i en kommission, der blev nedsat for at tage stilling til spørgsmålet om observatoriets eventuelle flytning til et sted udenfor København (man tænkte dengang på et sted i nærheden af Glostrup eller Tåstrup, eventuelt ved Gels bakke eller i Søllerød Kirkeskov). Konklusionen blev dengang, at en flytning var unødvendig, herom var Thiele og Pechüle enige. Kommissionen anbefalede anskaffelsen af en ny dobbeltrefraktor, med en fotografisk og en visuel kikkert, således som beskrevet af Thiele. På finanslovforslaget for 1893-94 blev der optaget et beløb af 49.400 kr. til dette formål, og i 1895 kunne den nye dobbeltrefraktor opstilles i den gamle observatoriekuppel i stedet for instrumentet fra 1861.

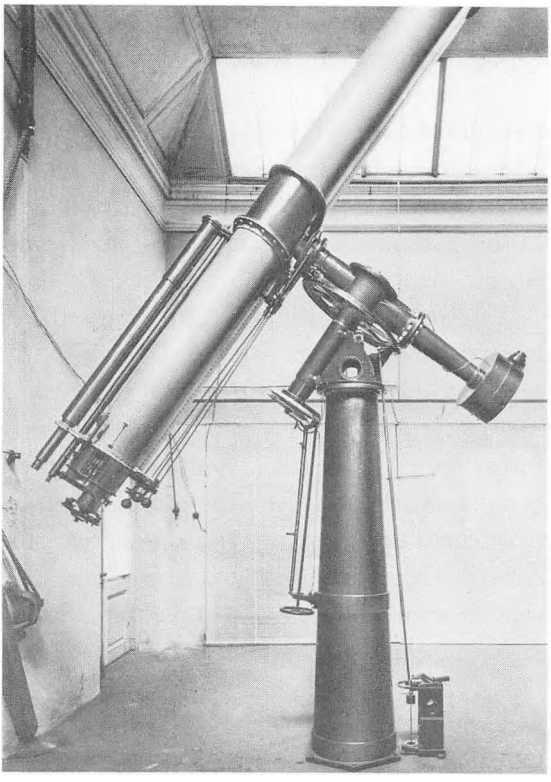


Fig. 92. Dobbeltrefraktoren på Observatoriet på Østervold, taget i brug 1895. Billedet viser instrumentet i det Repsold'ske værksted, hvor det konstrueredes. Efter Joh. A. Repsold: »Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von 1830 bis um 1900«, Leipzig 1914.

Det visuelle objektiv havde en diameter på 36 cm og en brændvidde på 4.9 m, for det fotografiske objektiv var de tilsvarende dimensioner 20 cm og 4.8 m. De mekaniske dele var leveret af det kendte og udmærkede firma Repsold i Hamburg, medens optikken kom fra firmaet Steinheil i München.

Under drøftelserne vedrørende det nye instrument var det kommet til uenighed mellem Thiele og Pechüle. Sidstnævnte var kun interesseret i de visuelle observationer og havde helst set, at man anskaffede et separat instrument til det astrofotografiske arbejde og opstillede det i observatoriehaven. Thiele derimod betragtede de nye muligheder, som astrofotografien betød, som det centrale.

Redegørelsen for de samlede drøftelser fylder 49 sider i universitetets årbog for 1891-92 og det fremgår, at forholdet mellem Thiele og Pechüle efterhånden blev dårligt.

Det var i kommissionens forhandlinger blevet betragtet som givet, at Professor astronomiae skulle være direktør for observatoriet. Hertil bemærkede Pechüle, at dette forhold efter hans mening »havde sine uheldige Sider«.

Desuden foreslog Pechüle, »at også han, som Observator og mange Aars Iagttager med Refraktoren, fik en Stemme med angaaende Nykonstruktionen af denne, enten f.Ex. derved, at det overdrages Professor astronomiae og ham i Forening at fremkomme med et nyt eller mere indgaaende Forslag derom, eller derved, at han blev gjort bekendt med det af Professor astronomiae indbragte Forslag og fik Lejlighed til officielt at fremkomme med Ønsker om Modifikationer i samme, særlig til Bevarelse af Kikkertens fulde optiske Brug«.

Thieles bemærkninger i anledning af Pechüles skrivelser er indeholdt i et brev til kommissionen dateret 11. juli 1891. Svaret er udførligt refereret i årbogen 1891-92 (fem sider). Angående Pechüles ønske om »medbestemmelse« citerer årbogen Thiele: »Den Stemmeret, som Observator begjærede, var ikke den raadgivende, som han havde havt, og som under nogenlunde normale Forhold altid vilde tilfalde de uansvarlige, underordnede Medhjælpere, fordi fire Øjne altid se mere end to, saa at den Styrende vilde have en naturlig Opfordring til at gjøre vigtigere Sager til Gjenstand for Drøftelse med sine Nærmeststaaende«. Og videre: »Observator begjærede i denne Sag afgjørende Myndighed enten i sideordnet eller i overordnet Forhold til Observatoriets Direktør. Denne Begjæring fandt Direktøren stridende mod al god administrativ Orden og Form, og idet han mente, at den for at komme i Betragtning maatte støttes af meget vægtige grunde, udviklede han nærmere, at Observator Pechüles virksomhed ved Observatoriet, navnlig som mangeaarig Iagttager med Kikkerten i dennes gamle Form, ikke efter hans Formening gav denne berettigelse til at kræve en saa betydelig Indflydelse paa den nye Kikkerts Konstruktion«. Til sidst citerer årbogen Thiele således: »Endelig kunde et saadant Forslag motiveres ved, at vedkommende Observatoriedirektør var uduelig og trængte til i det Mindste at sættes under Formynderskab, og det var i Virkeligheden i denne Retning, at Observator fortrinsvis søgte sine Argumenter. Men ogsaa disse var utilladelig svage«.

Den Repsold'ske dobbeltrefraktor var et udmærket instrument, men det kan i betragtning af de personlige forhold ikke undre, at udnyttelsen gennem de sidste tolv år af den periode, som skildres i dette afsnit, slet ikke kom til at svare til Thieles intentioner. Pechüle fortsatte i beskedent omfang sine visuelle positionsbestemmelser for kometer og asteroider, og den fotografiske kikkert blev meget lidt benyttet.

Det er værd at understrege, at rigtigheden af Thieles tanker om betydningen af positionsbestemmelser for lysstærkere stjerner ad astrografisk vej blev dokumenteret ved forskningsarbejder på andre observatorier. Her skal blot anføres, at *F. Küstner* ved observatoriet i Bonn med en ganske lignende dobbeltrefraktor fra Repsold omkring århundredskiftet indsamlede et særde-

les værdifuldt materiale af astrofotografier af åbne stjernehobe. Küstners planer var langsigtede, og i dag er dette materiale af stor betydning, idet det muliggør bestemmelse af særdeles nøjagtige engenbevægelser for stjernerne i de pågældende felter – egenbevægelser som gør det muligt med sikkerhed at identificere de stjerner, som er medlemmer af de pågældende åbne stjernehobe. Nævnes bør det også, at netop i disse år begyndte på amerikanske observatorier (ved *F. Schlesinger* og andre) storstilede arbejder, der gik ud på bestemmelse af stjerneparallakser (jfr. s. 318), og dermed stjerneafstande, ved benyttelse af fotografier optaget med store refraktorer med meget lang brændvidde (op til 20 m). Resultaterne fik stor betydning for stellarastronomiens og astrofysikkens udvikling.

I Thieles sidste år som observatoriets direktør (og to derpå følgende) blev forskningsarbejde med meridiankredsen genoptaget. *Niels Erik Nørlund,* som da var assistent ved observatoriet, udførte 1905-1909 positionsbestemmelser for omkring 900 stjerner af Secchis spektraltype IV (kulstofstjerner, jfr. s. 325), og nu var den opnåede nøjagtighed helt tilfredsstillende, på højde med hvad der var nået ved datidens bedste observationsserier (med middelfejl, som var under det halve af Schjellerups, jfr. s. 329).

Om T. N. Thiele som lærer skriver Nørlund i den på s. 330 nævnte nekrolog: »Meningerne om Thiele som Universitetslærer var delte. Men de, der søgte hans Forelæsninger, skattede dem højt«. Og videre: »Thieles astronomiske Forelæsninger gik som Regel ikke ud over Astronomiens Elementer, men sine Elever i mere egentlig Forstand paavirkede og støttede han gennem private Samtaler. Han besad ikke meget omfattende Kundskaber, hverken på Astronomiens eller Matematikkens Omraade, idet hans Øjensvaghed forhindrede ham i at skaffe sig en udstrakt Læsning; men han var ikke bange for ofte at ofre flere Dages Arbejde paa at hjælpe en Elev ud over en Vanskelighed«.

Tilsidst i nekrologen understreger Nørlund, at Thieles universitetsundervisning fik størst betydning ved hans virksomhed som lærer i videnskabelig regning. Sammenholdt med Carl Burraus karakteristik af Thieles forskningsarbejde (jfr. s. 330) viser dette, at Thiele skabte en tradition ved Københavns Universitets astronomiske observatorium – en tradition, som ubrudt er ført videre til vore dage (jfr. s. 339 og s. 353).

I 1907 søgte og fik Thiele sin afsked som professor i astronomi og direktør for observatoriet. Stillingen opsloges ledig og søgtes af Thieles elev *Carl Burrau* samt af to svenske astronomer. Det vides, at Pechüle overvejede at søge, men at han rådedes derfra, med henvisning bl.a. til hans alder. Som professor i astronomi og direktør for observatoriet udnævntes *Elis Strömgren,* konstitueret i 1907 og fast ansat (som dansk statsborger) i 1908.



Fig. 93. Elis Strömgren (1870-1947), ordinær professor i astronomi ved Københavns Universitet fra 1907 til 1940. E. Strömgren gennemførte omfattende undersøgelser på den celeste mekaniks område, dels angående kometernes baner og oprindelse, dels vedrørende trelegemeproblemet. Han ydede en betydelig indsats til fremme af internationalt samarbejde på astronomiens område, især ved international astronomisk formidlervirksomhed i forbindelse med nyopdagede objekter. Julie Laurberg og Gad fot. 1927. Videnskabernes Selskab.

PERIODEN 1907-1946

Elis Strömgren (1870-1947) fik sin uddannelse ved Lunds Universitet. Han havde der disputeret for doktorgraden og blev i 1898 docent ved universitetet. Derefter fik han i 1901 ansættelse i Kiel som assistent for udgiveren af »Astronomische Nachrichten« (jfr. s. 312) og fra 1904 som docent ved Kiels Universitet.

I Lund og i Kiel havde E. Strömgren arbejdet med problemer indenfor den celeste mekanik, især vedrørende kometernes bevægelse. Dette arbejde fortsattes i København og førte til afklaringen af et vigtigt problem vedrørende kometernes tilhørighed til solsystemet.

En stor brøkdel af kometerne har, når de bevæger sig gennem solsystemets indre dele, baner med ekcentriciteter meget nær 1, dvs. meget langstrakte ellipsebaner eller åbne hyperbalbaner. Spørgsmålet om der findes kometer, som bevæger sig i åbne hyperbelbaner, er fundamentalt. Skulle dette være tilfældet, ville det her dreje sig om objekter, der ikke oprindelig har tilhørt solsystemet, men er kommet ind i dette fra rummet mellem stjernerne. Da E.

Strömgren tog problemet op, kunne det fra de foreliggende banebestemmelser se ud, som om et vist antal kometer bevægede sig i hyperbalbaner. Han kunne imiderltid ved omfattende matematisk-numeriske undersøgelser vise, at de pågældende kometer i store afstande fra solen havde bevæget sig i lukkede ellipsebaner. At de i visse tilfælde i de indre dele af solsystemet fulgte åbne hyperbelbaner skyldtes tyngdetiltrækningen fra planeterne, som kunne ændre banens karakter. Resultatet af de detaljerede undersøgelser af de oprindelige baner for over tyve kometer, for hvilke ekcentriciteten var så nær 1, at der kunne være tvivl om, hvorvidt den oprindelige bane var åben eller lukket, var entydigt: I intet tilfælde måtte man antage, at den oprindelige kometbane var en åben hyperbelbane, og i de allerfleste kunne det med sikkerhed siges, at den var en lukket ellipse.

Senere undersøgelser, navnlig i 1950'erne og 1960'erne har fuldt ud bekræftet E. Strömgrens slutning vedrørende kometernes oprindelse og har ført til en relativt nøjagtig fastlæggelse af den typiske afstand, fra hvilke kometer bevæger sig ind i de indre dele af solsystemet og bliver iagttagelige, nemlig ca. 100.000 gange afstanden sol-jord. Desuden er arten af de baner, hvori kometerne bevæger sig, efter at de igen har forladt solsystemets indre dele, blevet undersøgt i løbet af de sidste årtier, især af hollandske astronomer. Resultatet har her været, at en vis brøkdel af kometerne forlader solsystemet i åbne hyperbelbaner.

Fra 1913 tog E. Strömgren et andet område fra den celeste mekanik op til omfattende undersøgelser. Det drejer sig her om abstrakte bevægelsesproblemer, dvs. problemer, som er formuleret, ikke med direkte henblik på i naturen iagttagne bevægelsesformer, men for på mere almen måde at belyse disses karakter. Især gjaldt arbejderne et klassisk specialtilfælde af trelegemeproblemet, det såkaldte problème restraint: En uendelig lille masse tiltrækkes af to lige store endelige masser, der bevæger sig i cirkelbaner omkring det fælles tyngdepunkt, og bevægelsen af den tredie uendelig lille masse antages at foregå i de to endelige massers baneplan. Problemet er at undersøge den tredie masses bane under indflydelse af tyngdekræfterne fra de to andre masser, og her svigter de ved undersøgelse af planeternes bevægelser omkring solen benyttede metoder fuldstændig. Bevægelsen må undersøges ved hjælp af talberegninger, såkaldt numerisk integration. T. N. Thiele og C. Burrau havde beskæftiget sig med problème restraint i 1890'rne og nu tog E. Strömgren arbejdet op med et videre sigte: Målet var at opsøge og fremskaffe en oversigt over alle eksisterende enkelt-periodiske baner for den tredie masse i problème restraint.

Dette mål blev i det væsentlige nået ved omfattende beregningsarbejder gennem de næste tyve år, udført under E. Strömgrens ledelse af et stort antal

medarbejdere. E. Strömgren har i afhandlingen *Tre Aartier celest Mekanik paa Københavns Observatorium* givet en oversigt over de indtil 1923 opnåede resultater og i et andet arbejde fra 1935 en fuldstændigere fremstilling vedrørende de fundne baneformer og deres klassifikation. Undersøgelserne blev herved ført til en naturlig afslutning. Uagtet undersøgelserne i dag med moderne elektronregnemaskiner ville kunne gennemføres hurtigt, vurderes arbejdet højt i moderne fremstillinger af den celeste mekaniks problemer.

Ud over de omtalte arbejder blev der i perioden 1907-46 på Københavns Observatorium gennemført omfattende og værdifulde beregninger af noget mere rutinemæssig karakter på den celeste mekaniks område. Det gjaldt her bestemmelser af perturbationer og nøjagtige baner for kometer og asteroider.

E. Strömgrens vigtigste medarbejder ved de i det foregående omtalte undersøgelser over kometernes oprindelige baner var *Johs. Braae,* observator fra 1914 til 1921. Medarbejdere ved undersøgelserne over problème restraint, som ydede betydningsfulde bidrag, var *J. Fischer-Petersen, J. P. Møller* og *P. Pedersen.* Ved beregninger af nøjagtige baner for kometer og asteroider blev værdifulde bidrag givet af *Ruben Andersen, J. Fischer-Petersen, J. A. Kristensen* samt *Julie Vinter Hansen,* observator fra 1922 til 1960.

I det foregående afsnit er nævnt, at der i 1889 af Undervisningsministeriet blev nedsat en kommission med Thiele og Pechüle som sagkyndige medlemmer, som skulle tage observatoriets eventuelle flytning under overvejelse. Det er endvidere omtalt, at Thiele og Pechüle dengang var enige om, at en flytning var unødvendig. Resultatet af de stedfundne drøftelser blev så anskaffelsen i 1895 af den nye dobbeltrefraktor (jfr. s. 335).

I 1903 blev der imidlertid nedsat en ny observatoriekommission, igen med Thiele og Pechüle som sagkyndige medlemmer. Anledningen var, at et forslag om anlæg af en boulevardbane i København var til behandling i Rigsdagen. I en redegørelse i 1907 fra denne kommission anbefaledes et område ved Sophienholm nær Tølløse som sted for et nyt observatorium. Ministeriet nedsatte da straks en tredie observatoriekommission, i hvilken T. N. Thiele og E. Strömgren var medlemmer.

I en artikel i »Nordisk Astronomisk Tidsskrift« 1961-62, *Hundrede års astronomi på Østervold,* har Axel V. Nielsen givet en udmærket og meget udførlig redegørelse for forløbet af drøftelserne i den tredie observatoriekommission. Her skal blot nævnes, at de fastlagte snævre økonomiske rammer gjorde det vanskeligt at nå til en tilfredsstillende løsning. Det i kommissionen drøftede forslag om en deling af de i forvejen beskedne ressourcer på to ligestillede institutioner – uden væsentlige nyanskaffelser – gik E. Strömgren imod, og Københavns Universitets konsistorium sluttede sig til hans synspunkt. Planerne om en udflytning blev stillet i bero.

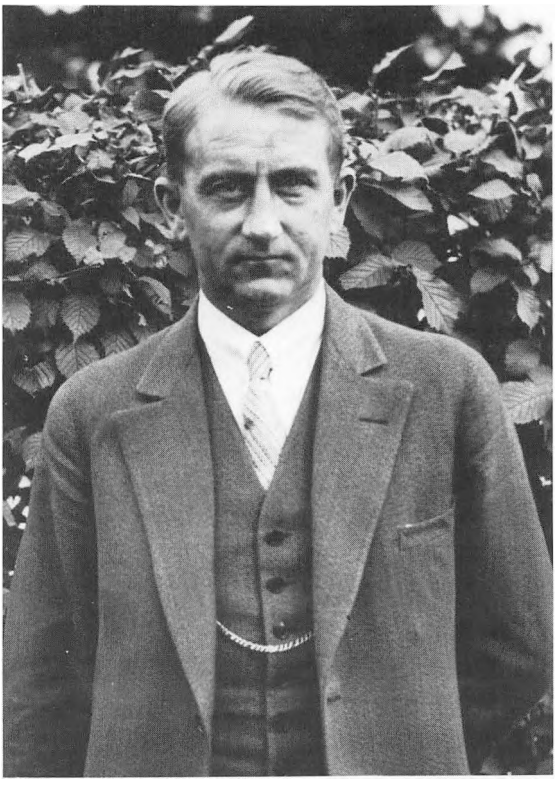


Fig. 94. Johs. Braae (1887-1940), observator ved Københavns Universitets astronomiske Observatorium fra 1914 til 1921. Braae bidrog med en værdifuld katalog af positioner bestemt med observatoriets meridiankreds. Fra 1930 var Braae rektor ved Sortedams Gymnasium. Foto. KB. Billedsamlingen.

Forskningsarbejde på observations-astronomiens område fortsatte i perioden 1907-1946 på det gamle observatorium på Østervold. Her skal nævnes en værdifuld serie af positionsbestemmelser med meridiankredsen fra årene 1911-1918 ved observator *Johs. Braae,* som udmærker sig ved samme tilfredsstillende nøjagtighed som den i forrige afsnit omtalte serie fra 1905-1909. Middelfejlene var kun lidt større end for den tids bedste meridiankredspositioner. De af Johs. Braae bestemte positioner, fortrinsvis for stjerner af spektraltyperne B og M, blev af *Julie Vinter Hansen* kombineret med ældre katalogers positioner til afledning af egenbevægelserne.

Det fremgår af Johs. Braaes observationer, at det, at boulevardbanen kom i drift i 1917, ikke havde nogen negativ indvirkning på nøjagtigheden af positionsbestemmelserne.

Det er i forrige afsnit omtalt, at dobbeltrefraktoren hovedsagelig benyttedes til visuelle observationer. Forsøgsobservationer med den fotografiske kikkert kom i gang, men blev afbrudt, da det fotografiske objektiv i 1909 knustes ved et uheld (som dog ingen af de ved observatoriet ansatte havde nogen skyld i). Et til erstatning indkøbt fotografisk objektiv viste sig at have en til formålet

uegnet farvekorrektion. Først i 1940'erne anskaffedes et egnet fotografisk objektiv (diameter 25 cm, brændvidde 4.7 m) og med støtte fra Carlsbergfondet blev dobbeltrefraktorens drivværk moderniseret. De herved muliggjorte præcisionsbestemmelser af positioner for asteroider omtales i det følgende.

I hele den her omtalte periode gennemførtes med dobbeltrefraktoren visuelle observationer af positioner for kometer og asteroider, fra 1920 især af *Julie Vinter Hansen* og *J. P. Møller*. Disse observationer udmærkede sig ikke ved høj nøjagtighed, men derimod ved særdeles stor pålidelighed. Det kunne synes at være en selvfølge, at publicerede observationer ikke skulle være behæftede med grove fejl, men lejlighedsvis gennemførte diskussioner af asteroidepositioner baseret på meget store antal af disse årtiers observationer havde vist, at en forbløffende stor del af de publicerede positioner havde større fejl. På Københavns observatorium havde der udviklet sig en tradition, ifølge hvilken disse observationer og deres reduktion gennemførtes dobbelt ved to astronomer, som arbejdede uafhængigt af hinanden. Dette sikrede den ingenlunde trivielle meget høje pålidelighed, som gjorde de pågældende observationer særdeles nyttige i det store arbejde, som gennemførtes i disse årtier med at holde, i hvert fald tilnærmet, rede på banerne for de nu langt over tusind kendte asteroider.

Vi skal i denne gennemgang af forskningsarbejdet på Københavns Universitets astronomiske observatorium i perioden 1907-1946 vende tilbage til den teoretiske astronomi. I 1930'erne og 1940'rne gennemførtes på observatoriet en række undersøgelser på den teoretiske astrofysiks område. Baggrunden herfor var den vældige udvikling af fysikken, som havde fundet sted, begyndende med fremsættelsen af Niels Bohrs atomteori og fortsat ved skabelsen af kvantemekanikken. Specielt betød her aktiviteten på Bohrs institut inspiration og støtte for arbejder på nye områder indenfor den teoretiske astrofysik.

Den forskning, det her drejer sig om, faldt i hovedsagen indenfor tre områder, nemlig teorien for stjernernes indre, teorien for stjernernes atmosfærer samt teoretiske undersøgelser af det interstellare stofs fysiske og kemiske egenskaber. På disse tre områder udviklede der sig i 1930'rne og 1940'rne en stor aktivitet ved en række astronomiske og fysiske institutter verden over, og på Københavns Universitets astronomiske observatorium deltog man i forskningen.

Gennem 1930'rne fandt der en omvæltning sted vedrørende billedet af den kemiske sammensætning af stoffet i solens og stjernernes indre. Medens man endnu i slutningen af 1920'rne antog, at dette stof ganske overvejende bestod af tungere grundstoffer, blev det i løbet af 1930'rne klart, at den langt overvejende bestanddel udgjordes af brint. Og mod slutningen af dette årti

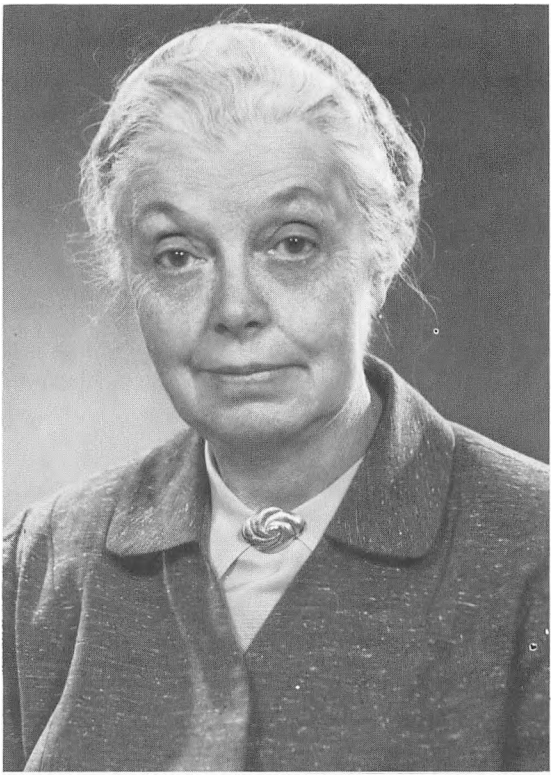


Fig. 95. Julie M. Vinter Hansen (1890-1960), observator ved Københavns Universitets astronomiske Observatorium 1922-1960. Ved siden af sit videnskabelige arbejde ydede Julie M. Vinter Hansen en betydningsfuld indsats som leder af det internationale centralbureau til formidling af astronomiske nyopdagelser og som redaktør af det populærastronomiske Nordisk Astronomisk Tidsskrift. Nålen hun bærer er en »stjernetåge« i guld (Annie Cannon prisen). Elfelt fot. 1956. KB. Billedsamlingen.

kom man til det resultat, at også helium forekom i stjernernes indre med betydelig større vægtprocent end de tungere grundstoffer. Undersøgelserne af disse forhold hvilede på teoretiske beregninger af de fysiske egenskaber for det højt ioniserede stof – plasmaet – i det indre af solen og stjernerne, beregninger som nu kunne gennemføres med god nøjagtighed takket være atomteoriens og kvantemekanikkens udvikling. Bidrag til denne forskning blev givet fra Københavns Universitets observatorium.

Samtidig medførte omvæltningen i synet på den kemiske sammensætning af stoffet i solens og stjernernes indre et revideret billede af de fysiske forhold (temperatur og tryk) i det indre. Dette reviderede billede dannede grundlaget for de undersøgelser, som navnlig ved den tysk-amerikanske fysiker *H. A. Bethes* arbejder førte til forståelsen af den mekanisme, ved hvilken atomenergi frigøres i solen og stjernernes indre. Dermed var løsningen givet på det klassiske problem, om hvorledes solens og analoge stjerners energitab gennem miliarder af år bliver dækket.

Gennem 1940'rne fortsattes på Københavns Universitets astronomiske observatorium undersøgelserne vedrørende stjernernes indre. Energiproduk-

tionen i de såkaldte kæmpestjerner frembød dengang uløste problemer. Her bidrog en gæsteforsker ved observatoriet med en undersøgelse af en stjernemodel, i hvilken energiproduktionen vistes at finde sted i en meget tynd, tilstrækkelig varm skal, som omgav en kerne, hvis energiproduktion var forsvindende, fordi brinten i kernen (»brændstoffet«) var opbrugt. Herved blev der kastet lys over spørgsmålet om kæmpestjerners energiproduktion. Det drejede sig her om et første skridt, en kvantitativ videreførelse af kvalitative ideer fremsat af den russisk-amerikanske fysiker *G. Gamow,* der tidligere havde arbejdet ved Niels Bohrs institut. Problemet om kæmpestjernernes energiproduktion blev først endelig løst i 1950'rne, da *Hoyle* og *Schwarzschild* kunne følge udviklingsgangen skridt for skridt fra hovedseriestjerne til kæmpestjerne.

Undersøgelser vedrørende stjernernes atmosfærer var i 1920'rne og begyndelsen af 1930'rne blevet ført store skridt fremad, først ved undersøgelser af *M. N. Saha, R. H. Fowler* og *E. A. Milne* vedrørende ionisationsforholdene og dernæst ved arbejder af *A. Unsöld* og *H. N. Russell,* som grundlagde den kvantitative spektralanalyse af stjerneatmosfærer, dvs. bestemmelsen af grundstoffernes relative mængder ud fra spektralliniernes styrke. I sidste halvdel af 1930'rne blev det imidlertid klart, at navnlig teorien for solatmosfæren var inkonsistent, med betydelige afvigelser mellem teori og observation. Sidst i 1930'rne skete der her et gennembrud, idet *R. Wildt* (Yale University) på grundlag af kvantemekaniske undersøgelser ved den norske fysiker *E. Hylleraas* viste, at det dominerende bidrag til kontinuert absorption i solatmosfæren hidrørte fra den negative brintion H^-, og at tilsvarende den dominerende emissionsproces for kontinuert stråling beroede på indfangning af fri elektroner ved neutrale brintatomer, hvorved der dannedes negative brintioner.

På Københavns Universitets observatorium blev teoretiske beregninger vedrørende solatmosfæren taget op på det nye grundlag, og her skal nævnes opnåede resultater på to områder. De relative mængder af brint og tungere grundstoffer som magnium, calcium, natrium og kalium blev bestemt, og i modsætning til tidligere analyser viste denne en meget stor overvægt for brint. Senere undersøgelser har bekræftet rigtigheden af dette resultat. Den anden undersøgelse af solatmosfæren, gennemført af en yngre medarbejder ved observatoriet, vedrørte overgangen fra strålingsligevægt i solatmosfærens højere lag til konvektiv ligevægt i de dybere. Unsöld havde behandlet problemet og vist, at den ionisation af brint, som finder sted i solatmosfærens dybere lag, begunstiger konvektiv ligevægt. Imidlertid påvistes i den pågældende undersøgelse, at det afgørende fænomen her er en brat stigning i den kontinuerte absorption med dybden i atmosfæren, noget som igen skyldes en

stærk stigning med atmosfæredybden af den relative mængde af H^-. Overgangen til konvektiv instabilitet finder sted allerede, når mindre end en procent af brinten er ioniseret.

Undersøgelser vedrørende stoffet i rummet mellem stjernerne blev i slutningen af 1930'rne gennemført på Københavns Universitets observatorium til dels i samarbejde med astronomer i U.S.A. Et af de opnåede resultater vedrørte tæthed og ionisationsforhold for brint i det interstellare rum. Den totale masse af interstellar ioniseret brint fandtes at være langt større end tidligere antaget, og det sandsynliggjordes, at massen af interstellar brint (neutral og ioniseret) udgør en ikke ubetydelig del af vor galakses samlede masse, en formodning hvis rigtighed blev fastslået i 1950'erne ved radioastronomiske iagttagelser af den 21 cm-spektrallinie, som udsendes af interstellar neutral brint. De fundne resultater fik betydning for undersøgelser vedrørende stjerners dannelse ud fra interstellart stof.

I denne gennemgang af den astronomiske videnskabelige aktivitet ved Københavns Universitet i perioden 1907-1946 skal omtales to fremragende danske astronomer, som ganske vist kun havde ringe berøring med universitetet.

J. L. E. Dreyer (1852-1926) var født i København og tog som elev af d'Arrest magisterkonferens i astronomi ved Københavns Universitet i 1874, men drog få måneder efter til Irland, hvor han fik ansættelse ved Lord Rosse's observatorium i Birr Castle. I 1882 erhvervede Dreyer doktorgraden ved Københavns Universitet med en afhandling om bestemmelse af præcessionskonstanten på grundlag af stjerne-egenbevægelser, og samme år blev han direktør for Armagh-observatoriet i Irland. Dreyers meget værdifulde arbejde med tågekataloget, *New general catalogue of nebulae and clusters of stars, N.G.C.*, er omtalt i det foregående afsnit. Indenfor perioden 1907-1946 falder hans monumentale indsats som udgiver af Tycho Brahes samlede værker (*Tychonis Brahe Opera Omnia,* femten bind, ved Det Danske Sprog- og Litteraturselskab). Denne indsats tilligemed udgivelsen af William Herschel's skrifter og forfatterskabet til en fremragende bog om Tycho Brahe har sikret Dreyer pladsen som en højt anset videnskabshistoriker. I 1901 blev Dreyer medlem af det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab og i 1916 modtog han Royal Astronomical Society's guldmedalje for sine arbejder vedrørende stjernetåger samt for sine astronomisk-historiske værker. Samme år bosatte han sig i Oxford, hvor han er begravet.

E. Hertzsprung (1873-1967) var født i København. Han blev cand.polyt. (kemiingeniør) i 1898, arbejdede derefter nogle år i St. Petersborg og Berlin samt i Leipzig, hvor han beskæftigede sig med fotokemiske problemer, Herved kom han ind på astronomien. I nogle år havde Hertzsprung

tilknytning til Københavns Universitets observatorium, indtil han i 1909 blev professor i astrofysik i Göttingen, i 1910 observator ved observatoriet i Potsdam og i 1919 direktør for den astrofysiske afdeling ved universitetsobservatoriet i Leiden. Fra 1935-1945 var Hertzsprung direktør for dette observatorium. Som emeritus bosatte Hertzsprung sig i Danmark.

Hertzsprung har gennemført meget betydningsfulde arbejder vedrørende stjerners fordeling med hensyn til overfladetemperatur og absolut lysstyrke (Hertzsprung-Russell-diagrammet). Hans udvikling af en teknik baseret på benyttelse af astrofotografi med kikkerter med lang brændvidde til måling af dobbeltstjernekomponenters relative stilling var banebrydende, og det samme gælder hans undersøgelser vedrørende foranderlige stjerner, særlig cepheider, og disses anvendelse til fastlæggelse af en kosmisk afstandsskala. Endelig var han en af pionererne ved udviklingen af kvantative metoder til fotografisk bestemmelse af stjernefarver. Hertzsprung modtog mange videnskabelige æresbevisninger. Han blev medlem af Videnskabernes Selskab i 1919 og æresdoktor ved Københavns Universitet i 1946.

Ved siden af forskningen spillede undervisningen i astronomi en vigtig og voksende rolle ved Københavns Universitets observatorium i perioden 1907-1946. Undervisning i astronomi kom til at indgå som et led i uddannelsen af stud.mag.'er af den matematisk-fysiske faggruppe i det matematisk-naturvidenskabelige fakultet. Astronomi blev obligatorisk bifag for disse studerende, og astronomi kunne vælges som hovedfag ved skoleembedseksamen og magisterkonferens. Gennem perioden blev et betydeligt antal studerende kandidater med astronomi som hovedfag, og mange af dem gik derefter ind i en gerning i gymnasieskolen, utvivlsomt til gavn for faget astronomi på længere sigt.

Et område, på hvilket der ved siden af forskningen blev gjort en indsats på Københavns Universitets observatorium var international astronomisk formidlervirksomhed. Hvor det drejer sig om nyopdagede objekter, som er hurtigt foranderlige (novaer), eller som har en hurtig bevægelse hen over himlen (kometer), er ufortøvet og direkte kontakt mellem de astronomiske observatorier påkrævet. Med henblik på oprettelse af sådan kontakt oprettedes i 1882 et internationalt astronomisk centralbureau i Kiel til formidling af astronomiske nyopdagelser. Ved krigsudbruddet i 1914 tog E. Strömgren initiativet til oprettelse i København af en filial af dette centralbureau, og på denne måde lykkedes det at opretholde internationalt samarbejde vedrørende nyopdagelser under krigen 1914-1918.

I 1919 oprettedes et nyt centralbureau for formidling af astronomiske nyopdagelser, sorterende under International Astronomical Union. I kort tid havde dette sæde i Bruxelles, men i 1922 flyttedes det til København, idet E.



Fig. 96. E. Hertzsprung (1873-1967), uddannet ved Polyteknisk Læreanstalt som kemiingeniør, fra 1909 virksom som astronom i Tyskland og Holland, fra 1935 til 1945 direktør for universitetsobservatoriet i Leiden. Hertzsprung har bidraget med banebrydende arbejder vedrørende stjernernes opbygning og udvikling, ved omfattende undersøgelser over foranderlige stjerner (cepheider) og endelig ved overordentlig nøjagtige målinger af dobbeltstjerne-komponenters relative stilling ved benyttelse af fotografisk teknik. Foto. Videnskabernes Selskab.

Strömgren blev centralbureauets leder. Denne aktivitet fortsattes til krigsudbruddet i 1939. Situationen var fra 9. april 1940 langt vanskeligere end under den første verdenskrig, men det lykkedes også under anden verdenskrig at formidle de nødvendige kontakter.

Af aktiviteter på Københavns Universitets astronomiske observatorium skal endelig nævnes et omfattende arbejde for at skaffe bred kontakt til astronomiske interesserede i de nordiske lande, både til aktivt videnskabeligt arbejdende amatørastronomer (eller med et bedre udtryk, privatastronomer) og til dem, som ønskede at følge fremskridtene indenfor den astronomiske videnskab. Dette arbejde var koncentreret om Astronomisk Selskab og Nordisk Astronomisk Tidsskrift. Axel V. Nielsen har i den ovenfor nævnte artikel, *Hundrede års astronomi på Østervold* karakteriseret det således: »Astronomisk Selskab har siden 1920 haft tilknytning til observatoriet på Østervold. Hvad det har betydet for selskabet, kan ikke siges i få ord, men vil være kendt af alle medlemmer. Der er gennem de to snese år især af Elis Strömgren og Julie Vinter Hansen lagt et enormt arbejde i udgivelsen af tidsskriftet, og observatoriets store økonomiske ofre ved offentliggørelsen af de to sektioners observationer og resultater [d.e. Astronomisk Selskabs sektion for observatio-

ner af foranderlige stjerner, hvis medlemmer anstillede i alt ca. 60.000 enkeltobservationer af lysstyrker, og sektionen for observationer af måneokkultationer] bør endelig engang nævnes. Interessen for vort fag ud over landet har så sandt haft gode vækstbetingelser, og kendskabet til astronomi er højnet«. Det var et lille, efter tidens målestok ret dårligt udrustet observatorium, som lå på Østervold, men det var ikke noget »elfenbenstårn«.

I løbet af det sidste tiår af den her omtalte periode 1907-1946, fra 1938, blev planer om forbedring af vilkårene for observations-astronomi ved Københavns Universitet igen taget op. Tanken var at forlægge observationsarbejdet til et sted udenfor København, som så vidt muligt var frit for indvirkning af forstyrrende lys og støvfyldt luft, og til observationerne at anskaffe egnede, moderne instrumenter. Det gamle observatorium på Østervold skulle fremover hovedsagelig udgøre basis for teoretisk-astronomisk forksningsarbejde og for størstedelen af undervisningen i astronomi. Efter planerne skulle det gamle og det nye observatorium udgøre en enhed, under Københavns Universitet. Der var således tale om et filialobservatorium udenfor København, der såvidt muligt skulle have gode trafikforbindelser til hovedstaden, således at der kunne regnes med nær forbindelse til det gamle observatorium og til universitetet.

Hvad den instrumentelle udrustning til det planlagte filialobservatorium angår, var det klart, at der ikke kunne være tale om meget store teleskoper, således som de fandtes på bjergobservatorierne i U.S.A. I det danske klima ville sådanne faciliteter ikke kunne udnyttes tilfredsstillende, og ydermere ville de økonomiske rammer ikke tillade anskaffelse, selv hvis man tænkte på kun et enkelt instrument. Efter planen skulle der anskaffes middelstore instrumenter, med hvilke der kunne ydes et værdifuldt forskningsarbejde ved løsning af opgaver, som de største observatorier naturligt lader ligge, idet de udnytter deres instrumenters rækkevidde til det yderste. Valget af instrumenter skulle også træffes under hensyn til, at der i det danske klima kun kunne regnes med 300-400 klare nattetimer om året. Et hovedsynspunkt måtte være, at det var af stor betydning ved Københavns Universitet at bevare og stærkt udbygge en tradition på de astronomiske præcisionsmålingers felt. Ud fra sådanne overvejelser kom valget til at falde på en meridiankreds samt et Schmidt-teleskop udstyret med objektivprisme, suppleret med en reflektor af beskeden størrelse, særlig beregnet til astrofotometri.

I løbet af første halvdel af 1940'rne opnåede de mere detaljeret udarbejdede planer for det nye filialobservatorium tilslutning fra Københavns Universitet (det matematisk-naturvidenskabelige fakultet, konsistorium, rektor og kurator). Planerne fremmedes i høj grad ved to gaver fra Carlsbergfondet til universitetet, først til anskaffelse af en meridiankreds til filialobservatoriet ved



Fig. 97. Brorfelde-observatoriet ved landsbyen Brorfelde nær Tølløse. Længst til venstre ses den bygning, som huser meridiankredsen, og i forgrunden til højre Schmidt-teleskopets bygning. Svend Laustsen fot. KU.

Ole Rømer-jubilæet i september 1944, og dernæst til opførelse af en hovedbygning ved filialobservatoriet ved Tycho Brahe-jubilæet i december 1946.

Allerede få måneder efter krigsafslutningen i 1945 kunne aftale træffes med firmaet Grubb-Parsons i Newcastle om levering af en meridiankreds. Ifølge specifikationerne skulle denne fungere efter et nyt princip, nemlig fotografisk registrering af stjernepositionerne under meridianpassagen, dog således at det fotografiske mikrometer skulle udvikles og konstrueres på Københavns Universitets astronomiske observatorium. Om gennemførelsen af dette udviklingsarbejde og de opnåede særdeles tilfredsstillende resultater berettes i næste afsnit.

Nogen tid efter Tycho Brahe-jubilæet indkøbte universitetet en grund på ca. 85 tønder land ved landsbyen Brorfelde nær Tølløse. Omfattende undersøgelser ved astronomer fra Københavns Universitets observatorium havde vist, at dette sted var velegnet, og filialobservatoriet kom således til at ligge få kilometer fra det område ved Sophienholm, som var anbefalet af observatoriekommissionen i 1907.

I planerne for filialobservatoriet indgik som et vigtigt led et veludstyret værksted. I næste afsnit omtales nogle af de bidrag, som værkstedet ydede, nemlig konstruktion af filialobservatoriets Schmidt-teleskop samt hjælpeinstrumenter som mikrometre og fotometre.

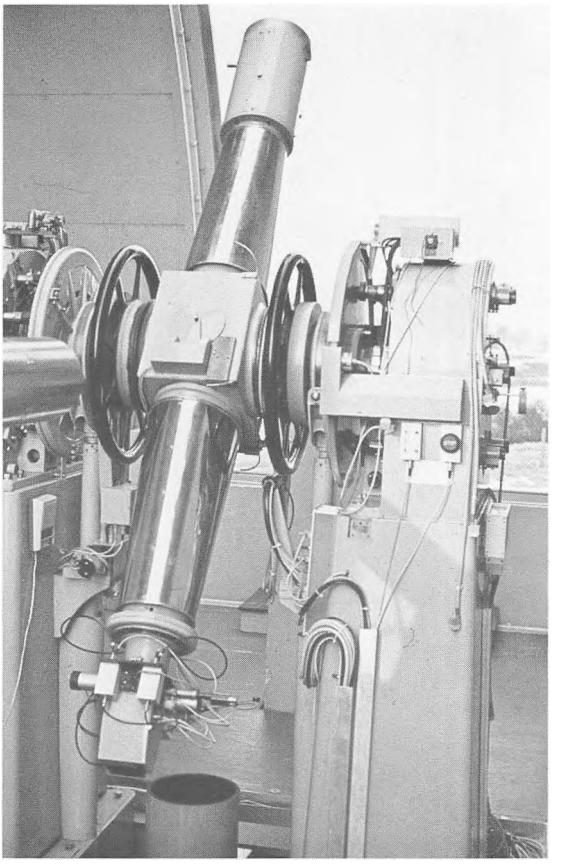


Fig. 98. Brorfelde-observatoriets meridiankreds. Karl Augustesen fot. KU.

PERIODEN 1947-1980

I løbet af 1950'erne opbyggedes Brorfelde-observatoriet. I 1953 blev meridiankredsen opstillet i en egnet, separat meridiankreds-bygning. En hovedbygning og tillige beboelseshuse til observatoriets stab blev opført, således at observatoriet stod færdigt i slutningen af 1950'erne. En vigtig del af filialobservatoriet udgjordes af værkstedet. Udviklingsarbejdet i forbindelse med benyttelsen af fotografisk teknik ved bestemmelsen af meridiankredsobservationer baseredes på det mekaniske værksted, som senere suppleredes med en elektronik-afdeling. I kraft af dette udviklingsarbejde nåede man til, at Brorfelde-observatoriets meridiankreds i 1960'erne ydede positioner (bestemt ved differentielle målinger i forhold til det eksisterende net af fundamentalstjerne-positioner), der var de nøjagtigste af alle sådanne målt i dette årti. Især var resultaterne for deklinations-målingerne bemærkelsesværdige ved deres overlegne nøjagtighed, som beroede på, at deklinationskred-

sens delefejl var blevet bestemt ved omfattende målinger af meget høj præcision. Ved observationerne nåede man til noget lyssvagere stjerner end, hvad der var normalt ved de traditionelle visuelle observationer, uden at nøjagtigheden for de lyssvage stjerner var formindsket. Som resultat af disse fremskridt publiceredes værdifulde kataloger indeholdende stjernepositioner.

Det største konstruktionsarbejde i værkstedet var bygningen af Brorfelde-observatoriets Schmidt-teleskop. Med en spejldiameter på 70 cm og en korrektionsplade, 50 cm i diameter, hører instrumentet til de middelstore af sin type. Brændvidden er 1.5 m, kikkertlængden derfor 3 m, og Schmidt-teleskopet er udstyret med et objektivprisme med relativt stor brydningsvinkel, 50 cm i diameter. Dette betyder, at der kan fotograferes stjernespektre med en relativt stor dispersion, som er tilstrækkelig til såkaldt todimensional spektralklassifikation (dvs. klassifikation efter både overfladetemperatur og absolut lysstyrke for stjernen). Schmidt-teleskopet yder skarp afbildning af et relativt stort himmel-areal, 5° × 5°, og det er derfor muligt i løbet af få år at fotografere en betydelig del af himlen selv under de begrænsede observationsmuligheder i det danske klima.

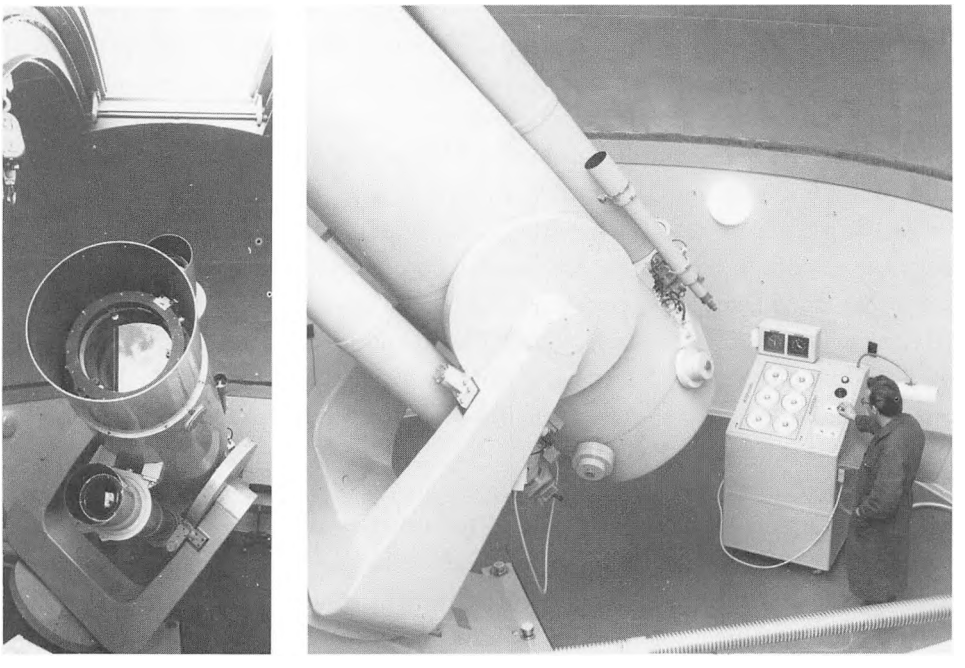


Fig. 99. Brorfelde-observatoriets Schmidt-teleskop. Dette teleskop anvendes til optagelse af astrofotografier af relativt store himmel-arealer. Det kan benyttes i forbindelse med et objektivprisme til optagelse af stjernespektre. Poul Bechmann fot. KU.

I værkstedet er desuden konstrueret en række Cassegrain-reflektorer med diametre for primær-spejlet på 50-60 cm og brændvidder på 7-8 m. To af disse har været til eget brug, de andre er udført for udenlandske søster-institutter. Disse relativt små reflektorer udmærker sig ved stor stabilitet og bekvem indstilling og har været fortræffelige til fotometriske observationer.

Til brug med 50 cm-reflektorerne byggedes på Brorfelde-observatoriets værksted en serie fotoelektriske fotometre. Observationer med disse anstilledes i Brorfelde og senere ved bedre beliggende observatorier. Fotometriske systemer til spektralklassifikation blev udviklet, dels for spektraltyperne K og M (Brorfelde-systemet), dels for tidligere spektraltyper fra B til G ved et system, som er baseret på observationer i fire bølgelængdeområder plus særlige observationer til fastlæggelse af styrken af brint-absorptionslinien Hβ (uvbyβ-systemet). Herom berettes i det følgende.

I 1940'rne var antallet af fast ansatte astronomer ved Københavns Universitets observatorium kun 3, men efter udvidelsen med filialobservatoriet i Brorfelde øgedes staben, således at den ved slutningen af den i dette afsnit omtalte periode udgjordes af 14 astronomer i faste stillinger. Forskningsaktiviteten omfatter tilsvarende et bredere udsnit af astronomien.

Indenfor den celeste mekanik udførtes et omfattende arbejde med bestemmelse af banebevægelsen for en udvalgt asteroide (Nemausa). Arbejdet, som var begyndt allerede i slutningen af 1930'rne sigter mod en skarp prøve af astronomiens positionssystem, særlig deklinationerne i ækvatorbæltet, idet netop denne asteroide altid, når den er i oppositon til solen og derfor lysstærkest, står nær himlens ækvator. Ved disse undersøgelser benyttedes allerede i 1950'erne elektriske regnemaskiner, dvs. på et tidspunkt, da denne tekniks anvendelse ved naturvidenskabelige undersøgelser lige netop var begyndt. Gennem 1960'erne udvikledes på observatoriet brugen af den nye regneteknik videre, idet der anskaffedes en datamat af typen GIER. I 1970'erne kom den nye teknik til at spille en stadig mere betydningsfuld rolle, nu benyttet på den måde, at både observatoriet i København og Brorfelde-observatoriet ved terminaler var tilsluttet Københavns Universitets elektroniske regnemaskine-anlæg RECKU.

I arbejdet med Nemausa var præcisionsbestemmelser af positioner for asteroiden, relativt til nettet af fundamentalstjerner af væsentlig betydning, og her kom fotografiske målinger med Københavns Universitets observatoriums dobbeltrefraktor til at spille en udmærket rolle (jfr. s. 342).

Et andet arbejde indenfor den celeste mekanik var en meget omfattende undersøgelse af banebevægelsen for den periodiske komet Olbers for tidsrummet 1815-1956 gennemført af en forsker udenfor fagastronomernes kreds (doktordisputats ved Københavns Universitet 1967).

Indenfor den teoretiske astrofysik gennemførtes en række undersøgelser vedrørende stjernernes indre opbygning og udvikling. Her skal nævnes et arbejde vedrørende udviklingen af stjerner af den såkaldte population II, der viste, at disse stjerner måtte være betydelig ældre end tidligere antaget. Endvidere omfattende beregninger i 1960'erne og 1970'erne vedrørende stjerners udvikling, nu gennemført med en meget effektiv datamat-teknik. Hertil kom endelig teoretiske undersøgelser vedrørende pulserende stjerner (cepheider).

Også arbejder vedrørende stjerneatmosfærer blev udført, bl.a. spektralanalytiske undersøgelser, som gav værdifulde resultater med hensyn til den kemiske sammensætning af atmosfærer for røde kæmpestjerner. Til denne kategori af forskning hører også et betydningsfuldt pionerarbejde vedrørende strømningsmønstret i solatmosfæren og den af strømninger fremkaldte såkaldte granulation, et arbejde gennemført ved en kombination af teoretisk analyse og omfattende numeriske datamat-beregninger.

Arbejder på Brorfelde-observatoriet med meridiankreds og Schmidt-teleskop er allerede omtalt, og betydningen af, at en tradition på præcisionsastronomiens område derved blev fastholdt og styrket er fremhævet. Imidlertid blev det gennem 1950'erne og 1960'erne stadig mere klart, at det var ønskeligt at supplere observationsmulighederne i Brorfelde ved deltagelse i arbejder med astronomiske instrumenter anbragt under gunstigere klimatiske forhold. Der er her tale om en tendens, som man i denne periode finder i adskillige vesteuropæiske lande, hvor det astronomiske klima er relativt ugunstigt, og hvor man i kraft af den generelle udvikling kunne se og udnytte nye muligheder.

Allerede sidst i 1930'rne var spørgsmålet om samarbejde mellem Københavns Universitets astronomiske observatorium og et forholdsvis gunstigt beliggende fransk observatorium i Haut-Provence blevet drøftet, og i slutningen af 1940'erne og begyndelsen af 1950'erne kom et samarbejde i nogen udstrækning i gang, idet danske astronomer i kortere perioder arbejdede på Observatoire de Haut-Provence. Senere kom et lignende samarbejde til med Lowell-observatoriet i Flagstaff, Arizona.

En helt afgørende vending fandt sted i 1967, da Danmark ved en folketingsbeslutning tilsluttede sig organisationen »Det europæiske sydobservatorium, ESO«. Seks lande, nemlig Belgien, Danmark, Frankrig, Holland, Sverige og Vesttyskland, har sluttet sig sammen og i fællesskab bygget et stort astronomisk observatorium i Chile. Dettes beliggenhed i Andesbjergenes udløbere på bjerget La Silla i en højde af 2400 m er astronomisk særdeles gunstig. Astronomer fra de seks medlemslande opholder sig i perioder på uger eller måneder på observatoriet og gennemfører som led i forskningsprojekter

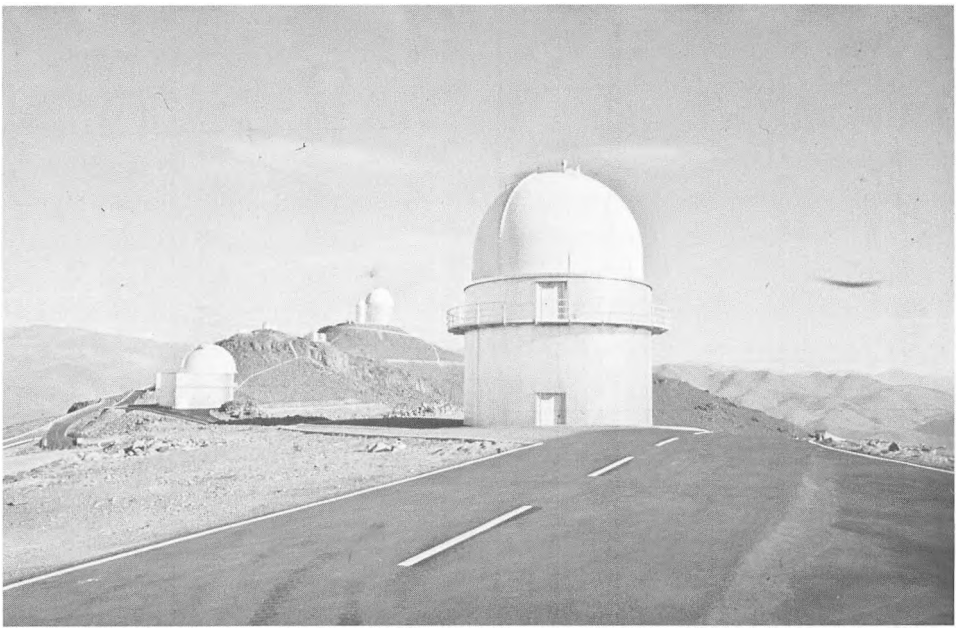


Fig. 100. Kuplen til det danske 1.5 m teleskop ved European Southern Observatory (ESO), La Silla, Chile. I baggrunden ses kuplen til ESO's 3.6 m teleskop. Poul Erik Nissen fot. KU.

astronomiske observationer med ESO's instrumenter, blandt hvilke en reflektor med en spejldiameter på 3.6 m indtager en fremskudt plads. Arbejdet støttes af en permanent stab af ESO-astronomer og ESO-teknikere. I Europa har ESO en base, i flere år i Genève, nu i Garching ved München, hvorfra arbejdet på bjergobservatoriet organiseres, og hvor der finder et frugtbart videnskabeligt samarbejde sted mellem ESO-medlemslandenes astronomer.

I slutningen af 1960'erne flyttedes en 50 cm-reflektor fra Brorfelde til Chile og opstilledes i en kuppel ved ESO på La Silla. Danske astronomer, og det vil sige astronomer fra Københavns Universitet og Aarhus Universitet, har adgang til benyttelse af denne kikkert i to tredjedele af observationstiden, medens en tredjedel er reserveret astronomer fra de andre ESO-lande. En meget betydningsfuld udvidelse af mulighederne for danske astronomer fandt sted i 1978, da et dansk bekostet større instrument, en reflektor med en spejldiameter på 1.5 m, blev opstillet ved ESO på La Silla. Det kan af danske astronomer benyttes i halvdelen af observationstiden, medens halvdelen går til ESO. Gennemførelsen af dette store instrumentprojekt muliggjordes ved, at en forhåndenværende statsbevilling på helt afgørende vis forøgedes ved bevillinger fra Carlsbergfondet og Statens naturvidenskabelige Forsknings-

råd. De herved givne nye muligheder er særlig betydningsfulde, fordi de relativt korte observationsperioder med store ESO-instrumenter, som står til danske astronomers rådighed, nu kan suppleres med længere observationsperioder med den danske 1.5 m reflektor. Både 50 cm-reflektoren og 1.5 m-teleskopet er blevet udstyret med udmærkede hjælpeinstrumenter konstrueret i Brorfelde-observatoriets værksted.

Af de mange forskningsprojekter, som er blevet gennemført eller påbegyndt, efter at Danmark kom ind i ESO, skal nogle omtales her. Med 50 cm-reflektoren er udført en gennemmønstring af sydhimlen med det formål at opstille en fuldstændig liste af F-stjerner af population II lysstærkere end visuel størrelsesklasse $8^{m}.3$. En ganske tilsvarende gennemmønstring af nordhimlen er udført på Kitt Peak National Observatory, ved samme danske astronom. Gennemførelsen er sket ved fotoelektrisk præcisionsfotometri i uvbyβ-systemet (jfr. s. 352) for over 14.000 stjerner. Formålet med undersø-

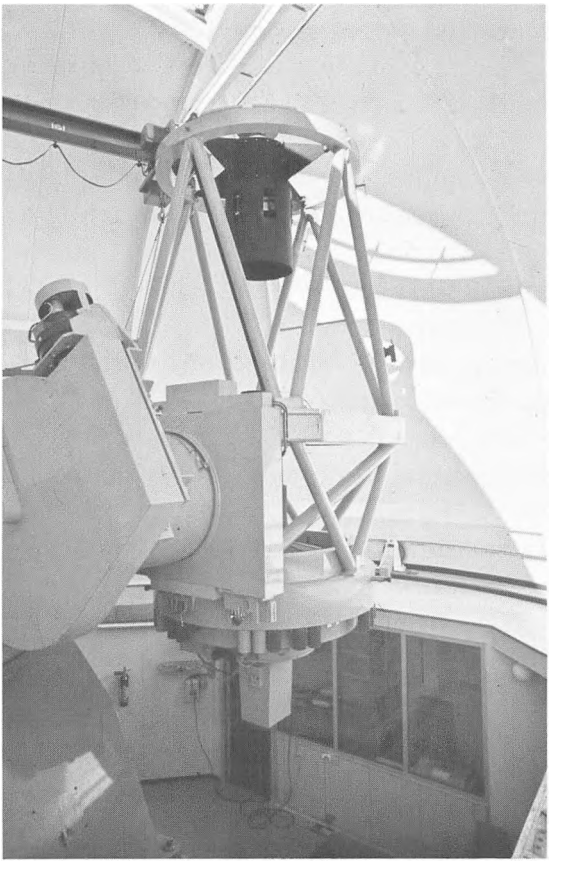


Fig. 101. Det danske 1.5 m teleskop ved European Southern Observatory, La Silla, Chile. Optikken består af et primær-spejl med en diameter på 1.5 m (ses forneden på figuren), som reflekterer det indfaldende stjernelys mod et mindre sekundær-spejl (foroven), der danner et billede af stjernen i en brændplan beliggende lige under primær-spejlet, som er konstrueret med et centralt hul, hvorigennem stjernelyset passerer til brændplanen. Ralph Florentin fot. KU.

gelsen er indsamling af data vedrørende de ældste stjerner i vor galakse – data som bidrager til undersøgelserne af den første fase af galaksens udviklingshistorie.

Ligeledes med 50 cm-reflektoren er gennemført meget omfattende undersøgelser af lyskurverne for formørkelsesvariable (d.e. en type dobbeltstjernesystemer, i hvilke de to komponenter, set fra jorden, under banebevægelsen skiftevis formørker hinanden). Observationsmaterialet er blevet kombineret med målinger af radialhastighedskurver for de samme dobbeltstjernesystemer, og data af meget høj præcision vedrørende komponenternes masser og radier er derved fremkommet Disse data er anvendt i forbindelse med de ovenfor nævnte teoretisk-astrofysiske beregninger af stjerners indre opbygning og udvikling til at kaste lys over spørgsmålet vedrørende stjernernes kemiske sammensætning (jfr. s. 342).

Et andet resultat af de fotoelektrisk-fotometriske undersøgelser med 50 cm-reflektoren (i uvbyβ-systemet) er præcisionsbestemmelser af stjerners rødfarvning ved lysets passage gennem interstellart stof. Diskussionen af dette observationsmateriale har ført til værdifulde slutninger vedrørende støvkomponenten i det interstellare stof.

Siden 1.5 m-reflektoren blev taget i brug i slutningen af 1978 er der af danske astronomer blevet gennemført undersøgelser ved hjælp af elektronografisk teknik til afbildning af lyssvage objekter, navnlig på galakseforskningens område. Endvidere er der opnået meget lovende resultater ved astrometrisk anvendelse af 1.5 m-reflektoren, som takket være Cassegrain-optikkens lange brændvidde (13 m) yder meget høj nøjagtighed ved positionsmålinger.

På længere sigt vil det være ønskeligt, at danske astronomer får permanent adgang også til instrumenter opstillet på den nordlige halvkugle under gunstige klimatiske forhold. Et skridt i denne retning er taget, idet der er truffet forberedelser til overflytning af Brorfelde-observatoriets meridiankreds til et internationalt observatorie-kompleks på La Palma i de Kanariske Øer. Efter planen udvikles meridiankredsen først i Brorfelde til et automatiseret instrument, med hvilket positonsmålinger sker ved hjælp af et fotoelektrisk mikrometer.

I perioden 1947-1980 er undervisning i astronomi ved Københavns Universitet undergået betydelige forandringer. Den tidligere studieordning, efter hvilken astronomi ved 1. del indgik i faggruppe med matematik, fysik og kemi er erstattet af en ordning, hvori samspillet mellem fysik og astronomi er af betydning. Astronomi kan stadig vælges som hovedfag ved embedseksamen, og dertil kommer, at adskillige kandidater med fysik som hovedfag har valgt at gennemføre speciale-opgaver indenfor astrofysik og kosmologi.

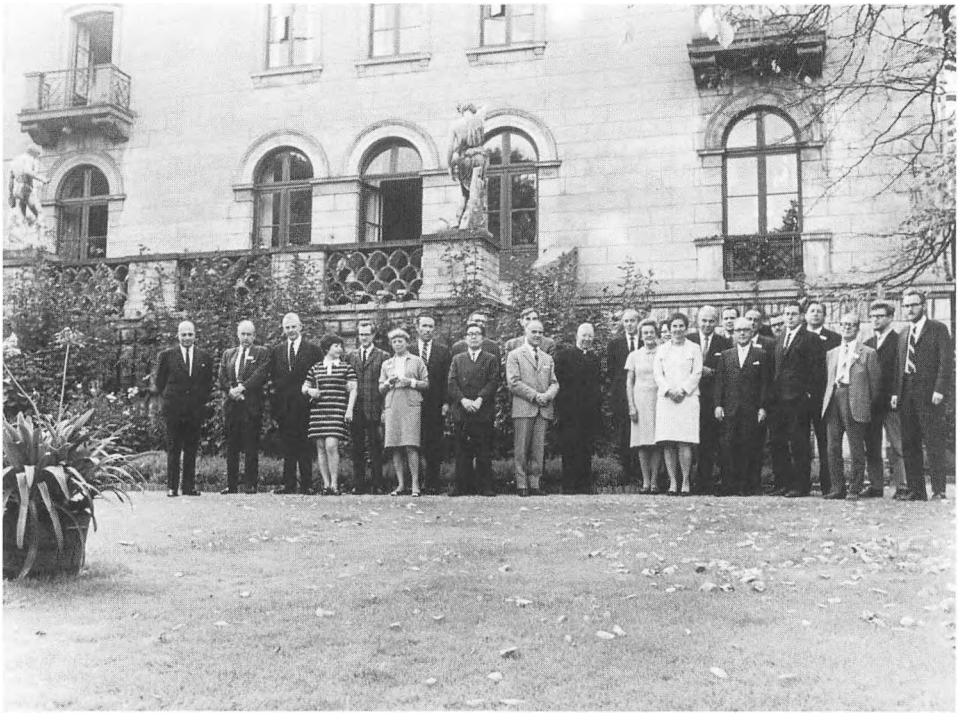


Fig. 102. Danske astronomer har taget aktiv del i internationalt astronomisk samarbejde. Gruppebilledet viser deltagerne i et kollokvium om dobbeltstjerne-astronomi afholdt ved Københavns Universitet med International Astronomical Union som sponsor. Af astronomer tilknyttet eller udgået fra Københavns Universitet ses: K.A.Strand, direktør for United States Naval Observatory, Washington, D.C., fra 1963, i første række nummer otte fra højre; K.Gyldenkerne, observator ved Brorfelde-observatoriet, i anden række nummer fire fra højre; A.Reiz, professor astronomiae ved Københavns Universitet, i anden række nummer tretten fra venstre; R.West, astronom ved European Southern Observatory i Garching ved München, generalsekretær for International Astronomical Union fra 1982, nummer fem fra venstre; B.Strömgren, professor emeritus, astrofysik, Københavns Universitet, nummer tre fra venstre. Privateje.

Undervisningen i astronomi er blevet udvidet med øvelser, både i observationsastronomi og i numerisk regning med elektroniske regnemaskiner.

Ligesom i den i forrige afsnit omtalte periode har Københavns Universitets observatorium deltaget i arbejdet med formidling af resultater af den astronomiske forskning til bredere kredse, gennem Astronomisk Selskab, gennem lejlighedsvis afholdte kurser for gymnasielærere og ved kursusvirksomhed i samarbejde med Folkeuniversitetet.

Et tilbageblik på udviklingen gennem perioden 1947-1980 giver et indtryk af den stærke udvikling, der har fundet sted navnlig på den *optiske* observationsastronomis område. Nøgleordet har her været nøjagtighedsforøgelse, opnået ved udvikling af forbedrede instrumenter og målemetoder, ikke

præcision for præcisionens skyld, men for opnåelse af veldefinerede forskningsmål.

Udfordringerne i forbindelse med udviklingen af Brorfelde-observatoriet og derefter udnyttelsen af Danmarks medlemsskab af ESO har lagt beslag på kræfterne, således at deltagelse i *radio-astronomiske* projekter ikke er kommet ind i billedet. Deltagelse i *astronomisk rumforskning* har i begrænset omfang været muligt ved et samarbejde med Dansk Rumforskningsinstitut og med støtte fra det danske Rumforskningsudvalg.

LITTERATUR

Andersen, Arne H., Palle Siemen og Claus Thykier: *Det tusculanske observatorium, Ole Rømers landobservatorium i Vridsløsemagle,* Antikvariske Studier *2,* 1978, s. 143-160.

Andersen, Einar: *Thomas Bugge,* 1968.

– *Heinrich Christian Schumacher, Et mindeskrift,* 1975.

Anonym: *Epistola castigatoria adversus G. Frommium circa fundamentalem astronomiæ restitutionem, Morino inscripta, Parisiis 1648.*

d'Arrest, H. L.: *Siderum Nebulosorum Observationes Havniensis,* 1867.

– *Undersøgelser over de nebulose Stjerner i Henseende til deres spektralanalytiske Egenskaber,* Indbydelsesskrift til Kjöbenhavns Universitets Aarsfest til Erindring om Kirkens Reformation, 1872.

– Astronomische Nachrichten *84,* s. 263, 1874; *84,* s. 369, 1874; *85,* s. 249, 1875; *86,* s. 53, 1875.

Aslachus, Cunradus: *De natura cæli triplicis libelli tres, quorum I. de cælo aëreo, II. de cælo sidereo, III. de cælo perpetuo* ..., Sigenae Nassoviorum 1597.

Bartholinus, Erasmius: *Consideratio astronomica conjunctionis magnæ saturni et jovis præsentis anni 1663,* 1663.

– *De cometis anni 1664 et 1665 opusculum. Ex observationibus Hauniæ habitis adornatum,* 1665. Anmeldt i Philosophical Transactions IV, 1669, s. 1071.

Bessel, F. W.: Astronomische Nachrichten *4,* 1, 1825.

Biesbroeck, G. Van, et A. Tiberghien: *Etudes sur les notes astronomiques contenue dans les Adversaria d'Ole Rømer,* Oversigt over det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger 1913, nr. 4.

Bradley, James: *A Letter from the Reverend Mr. James Bradley, Savilian Professor of Astronomy at Oxford, F.R.S. to Dr. Edmund Halley Astronom. Reg. etc. giving an Account of a new discovered Motion of the fix'd Stars,* Philosophical Transactions *35,* 1727-28, s. 637-661.

Brahe, Tycho: *Om det, som vi hidtil med Guds hjælp har udrettet i astronomien, og om det, der i fremtiden med Hans naadige bistand staar tilbage at fuldføre,* Nordisk Astronomisk Tidsskrift 1946, s. 120-136.

– *Opera omnia* I-XV, udgivet af J. L. E. Dreyer, 1913-1929.

Bro-Jørgensen, J. O.: *Strejflys over Ole Rømers Frankrigsrejse,* Danske Magazin, 7. Række, bind 5, 1969, s. 1-12.

Bugge, Thomas: *Nogle nye Opdagelser ved Fixstiernerne β i Perseus, o og π i Skytten, samt β i Steenbukken,* Nye Samling af det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, Anden Deel, 1783, s. 600-603.

– *Observationes Astronomicæ Annis 1781, 1782 et 1783 Institutæ in Observatorio Regio Havniensi et cum Tubulis Astronomicis comparatæ,* 1784.

– *Betragtninger over Cometer i Almindelighed og Observationer paa Cometen. October, November og December 1807,* Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter for Aaret 1807, s. 143-222.

– *Dagbog.* Manuskript på Det kongelige Bibliotek: Ny kgl. Samling 377 e 4°.

Burrau, Carl: Nekrolog over Thorvald Nicolai Thiele, Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft *16,* 1911, s. 208.

Christianson, John R.: *Tycho Brahe at the University of Copenhagen 1559-1562,* Isis LVIII, 1967, s. 198-203.

– *Cloister and observatory, Herrevad Abbey and Tycho Brahe's Uraniborg,* University of Minnesota doctoral dissertation 1964.

Copernicus, Nicolaus: *De revolutionibus orbium cælestium, libri VI,* Norimbergæ 1543.

Dibvadivs, Georgivs Christophorvs: *Commentarii breves in secvndvm librvm Copernici...,* Witebergæ 1569.

– *En nyttig Underruissning, Om den Comet, som dette Aar 1577 in Nouembrij, først haffuer ladet sig see,* 1578; genoptrykt Holstebro 1922, ved Emil Selmar.

Dreyer, J. L. E.: *A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars being the Catalogue of the late Sir John F. W. Herschel, Bart., revised, corrected, and enlarged,* Memoirs of the Royal Astronomical Society *49,* Part I, London 1888.

– *Tycho Brahe: a Picture of Scientific Life and Work in the Sixteenth Century,* Edinburgh 1890; genoptrykt New York 1963.

– *C. F. Pechüle,* Oversigt over Videnskabernes Selskabs Forhandlinger 1914, s. 99

DuHamel, Joanne-Baptiste: *Regiæ Scientiarum Academia Historia,* Paris 1701.

Finckius, Thomas: *Horoscopographia sive de inveniendo stellarvm sitv astrologia ...,* Slesvici 1591.

Fjelstrup, Aug.: *Dr. Peter Payngk, kong Kristian IV's hofkemiker,* 1911.

Friis, F. R.: *Peder Jakobsen Flemløs, Tyge Brahes første Medhjælper, og hans Observationer i Norge,* 1904.

Frommius, Georgius: *Dissertatio Astronomica De Mediis qvibusdam ad Astronomiam restituendam necessariis pro Introductione in Theatrum Astronomicum Hafniense ...,* 1642.

– *Responsio ad ... Johannis Bapt. Morini ... Defensionem Astronomiæ restitutæ,* 1645.

– Georgius Fraem (= From): *Breve 1636-1638.* Manuskript Ny kgl. Sml. Nr. 2007,4°.

Grant, Edward (udgiver): *A Source Book in Medieval Science,* Cambridge Mass. 1974.

Grant, Robert: *History of physical Astronomy,* London 1852.

Gregersen, H. V.: *Niels Heldvad, Nicolaus Heluaderus, En biografi,* Skrifter udgivne af Historisk samfund for Sønderjylland nr. 17; Tønder 1957.

Hacus, Matthias: *Eclipses anni 1538 per Matthiam Hacum Danum, breui carmine redditæ,* Norimbergæ 1537.

Hansen, P. A.: Astronomische Nachrichten *17,* 1840, s. 299.

Hell, Maximilian: *Observation over Veneris Gang forbi Soelens Skive den 3. Junii 1769 anstillet i Wardøhuus,* Skrifter som udi det Kiøbenhavnske Selskab af Lærdoms- og Videnskabers Elskere ere fremlagte og oplæste, 10. Deel, 1770, s. 537-618.

Helvaderus, Nicolaus: *Resolution oc Forklaring paa den Ny Comet oc wuanlige Stierne som bleff seet udi Novembri oc Decembri Maanet Aar effter Guds Byrd 1618,* 1618.

Henshaw, Thomas: *Letter to Oldenburg,* The Correspondence of Henry Oldenburg, ed. A. Rupert Hall & Marie Boas Hall, vol. 9, 1973, s. 448-451.

– Manuskript i Royal Society of London, R.s.c.4., s. 210 og 215.

Hermann, Jac.: *Geminus Modus directus Dividendi Semicirculum in data ratione,* Comm. Ac. Sc. Imp. Petrop., tome I, 1726 (1728), s. 142-148.

Hilarius, Georgius: *Progymnasmatum mathematicorum enchiridion.* Samling af 5 små lærebøger, som mellem 1654 og 1660 udkom flere gange i forskellige bearbejdelser.

Horrebow, Christian: *De parallaxi fixarum annua,* 1747.

– *Tidens Bestemmelse i Henseende til de Observationer, som skeede i Solen og Venere, da Venus Anno 1761, den 6te Junii passerede igiennem Solen,* Skrifter som udi det Kiøbenhavnske Selskab af Lærdoms og Videnskabers Elskere ere fremlagte og oplæste, Niende Deel, 1765, s. 373-388.

Horrebow, Peder: *Clavis astronomiæ sive astronomiæ pars physica,* 1725.

– *Copernicus Triumphans,* 1727.

– *Atrium Astronomiæ,* 1732.

– *Elementa Geometriæ,* 1733. Oversat til dansk danner den en vigtig del af *Danske Skatkammer, bestaaende udi Grunden til Geometrien og Navigationen* I-III, 1743-46.

– *Basis astronomiæ sive astronomiæ pars mechanica,* 1734-35.

– *Operum mathematico-physicorum,* vols. 1-3, 1740-41.

Jørgensen, Niels Therkel: *En oversættelse af og kommentar til Horrebow, »Adytum Astronomiæ«.* Licentiatarbejde, 1975, fra Institut for de eksakte videnskabers historie, Aarhus Universitet.

Kierulius, Petrus Bartholinus: *Apologia pro observationibus, et hypothesibus astronomicis ... Tychonis Brahe Dani ...,* 1632.

King, Henry C.: *The History of the Telescope,* London 1955.

Kratzenstein, C. G.: *Afhandling om Veneris Gang igiennem Solen Aar 1761,* Skrifter som udi det Kjøbenhavnske Selskab af Lærdoms og Videnskabers Elskere ere fremlagte og oplæste, Niende Deel, 1765, s. 520-540.

LaCaille, Nicolas-Louis de: *Lçcon élémentaires d'astronomie geometrique et physique,* Paris 1746.

Langus, Wilhelmus: *De annis Christi libri duo ...,* Lugduni 1649.

– *Exercitationes mathematicæ 7 De annua emendatione & motu Apogei Solis &c.,* 1653.

Longomontanus, Christianus S.: *Astronomia Danica ... in duas partes tributa; Quarum Prior Doctrinam de diurna apparente siderum revolutione ... explicat: Posterior Theorias de motibus Planetarum ... complectitur. Cum appendice de ... Stellis Novis et Cometis,* Amsterdami 1622, 1640, 1663. Henvisning til 1640-udgave med sidetal eller med bog og kapitel.

– *Disputatio prima de Astrologia ... in qua Primum ... certitudo aliqua hujus disciplinæ esse convincitur. Deinde generalis causarum indicatio ex motu & lumine Astrorum subnectitur ...,* 1621.

– *Disputatio secunda de Astrologia in qua Influentiæ cælestium corporum in sublunaria, modo priore explicantur ...,* 1622.

– *Disputatio tertia de Astrologia in qua varia natura, et dispositio materiæ sublunaris, ad influentias cælestium recipiendas generaliter discutiuntur ...,* 1624.

– *Disputatio quarta de Astrologia seu de effectu eclipsium Solis et Lunæ,* 1625. Tabtgået?

– *Disputatio prima De Chronolabio Historico sev Tempore ...,* 1627.

– *Disputatio secunda De Temporis speciebus ...,* 1628.

– *Disputatio tertia De Temporis Trium Præcipuarum Epocharum ... vera ... constitutione. Cui accedit Contemplatio de septem ætatibus mundi ...,* 1629.

– *Disputatio De Matheseos indole, methodo, et utilitatibus, velut incitamentis, quibus ingeniose juventuti in Scholis Gymnasiis, & Academiis discenda commendatur ...,* 1636.

– *Introductio in Theatrum Astronomicum. Quod ... Havniæ ... modo instauratur, & tam miraculose quam operose construitur ...,* 1639.

Lund, Troels: *Dagligt liv i Norden i det 16. aarhundrede,* bog XIII, 1904.

Maeyama, Y.: *The Historical Development of Solar Theories in the Late Sixteenth and Seventeenth Centuries,* Vistas in Astronomy XVI, 1974, s. 35-60.

Manfredi, Eustachio: *De Horrebovii observationibus, atque argumentis pro parallaxi annua,* De Bononiensi Scientiarum et Artium Instituto atque Academia Commentarii, Bononiæ 1731, s. 612-618.

Mercator, Nicolaus: *Institutionum Astronomicarum Libri Duo ...,* Londini 1676.

Meyer, Kirstine: *Om Ole Rømers Opdagelse af Lysets Tøven,* Det kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 7. Række, Naturvidenskabelig og matematisk Afdeling, Bind XII,3, 1915, s. 105-145.

Moesgaard, Kristian Peder: *Copernican Influence on Tycho Brahe* og *How Copernicanism Took Root in Denmark and Norway,* Colloquia Copernicana I, s. 31-55, 117-151, Wrocław ... 1972, første del på dansk i Astronomisk tidsskrift VII, 1974, s. 1-16.

– *Tychonian Observations, Perfect Numbers, and the Date of Creation: Longomontanus' Solar and Precessional Theories,* Journal for the History of Astronomy VI, 1975, s. 84-99.

– *Hunting the Immobile Centre of Copernicus' Planetary System,* Colloquia Copernicana IV, Wrocław 1975, s. 93-100.

– *Cosmology in the Wake of Tycho Brahe's Astronomy,* i W. Yourgrau and A. D. Breck (udg.): *Cosmology, History, and Theology,* New York, London 1977, s. 293-305.

– *Kosmos af Chronos, Træk af en udviklingshistorie for vort astronomiske verdensbillede,* Acta Jutlandica XLVII, Naturvidenskabelig serie 7, Aarhus 1977.

Montucla, J. F.: *Histoire des Mathématique,* Paris 1797-1802.

Morinus, Johs. Bapt.: *Coronis astronomiæ jam a fundamentis integre et exacte restitutæ, qua respondetur ad introductionem in theatrum astronomicum Chr. Longomontani,* Parisiis 1641.

– *Defensio astronomiæ a fundamentis integre et exacte restitutæ contra Geo. Frommii dissertationem astronomicam,* Parisiis 1644.

Morsletius, Laurentius Erasmi: *De maculis solaribus nonnulla,* 1671.

– *Disputatio continuata de maculis solaribus,* ?.

Neugebauer, Otto: *A History of Ancient Mathematical Astronomy* I-III, Berlin, Heidelberg, New York 1975.

Nielsen, Axel V.: *Ole Rømer, En Skildring af hans Liv og Gerning,* Aarhus 1944.

– *Ole Rømers Triduum og de første Egenbevægelser,* Nordisk Astronomisk Tidsskrift 1953, s. 81-86.

– *Christian Horrebows observationer af Venus passagen i 1761,* Nordisk Astronomisk Tidsskrift 1957, s. 47-50.

– *Pater Hell og Venus passagen 1769,* Nordisk Astronomisk Tidsskrift 1957, s. 77-97.

– *Hundrede års astronomi på Østervold, With an abstract in English.* Særtryk af Nordisk Astronomisk Tidsskrift 1961-62.

– *Ramus' beskrivelse af Rømers Meridianvinkel,* Nordisk Astronomisk Tidsskrift 1962, s. 134-139.

– *Ole Rømer and his Meridian Circle,* Vistas in Astronomy 10, 1968, s. 105-112. Tillige i »Seksten Århusrids tilegnede borgmester Sv. Unmack Larsen«, s. 205-223.

Nielsen, Niels: *Matematikken i Danmark 1528-1800, Bidrag til en bibliografisk-historisk oversigt,* København, Kristiania 1912.

Nielsen, O.: *Kjøbenhavns Diplomatarium,* bind 7 og 8, 1885 og 1887.

Nissen, Andreas: *Ole Rømer, Et Mindeskrift,* 1944.

Nörlund, N. E.: Nekrolog over T. N. Thiele, Fysisk Tidsskrift *9,* 1, 1910-11.

Olufsen, C. F. R.: *Untersuchungen über den Greenwicher Mauerquadranten während Maskelynes Direction der dortigen Sternwarte,* Astronomische Nachrichten *9,* 1831, s. 85.

– *Untersuchungen über den Werth der Mondparallaxe, die aus den in der Mitte des vorigen Jahrhunderts angestellten correspondierenden Beobachtungen abgeleitet werden kann,* Astronomische Nachrichten *9,* 1837, s. 209.

Pedersen, Fritz S.: *Petrus de Dacia: Tractatus instrumenti eclipsium,* 1978; Cahiers de l'Institut de Moyen-Âge Grec et Latin XXV.

Pedersen, Kurt Møller: *Ole Rømers opdagelse af lysets tøven,* Astronomisk Tidsskrift *9,* 1976, s. 160-166.

– *La Vie et l'Oeuvres de Roemer,* Roemer et la vitesse de la lumiere, Paris, Vrin 1978, s. 113-128.

– *Uddrag af Thomas Bugge's dagbog 1777,* Bibliotek for læger *174,* 1982, s. 151-164.

Pedersen, Olaf: *A Survey of the Almagest,* Odense 1974.

– *The Corpus Astronomicum and the Tradition of Mediaeval Latin Astronomy,* Colloquia Copernicana III, Wrocław ... 1975, s. 57-96.

– *Petrus Philomena de Dacia: A Problem of Identity, With a survey of the manuscripts,* 1976; Cahiers de l'Institut du Moyen-Âge Grec et Latin XIX.

Picard, Jean: *Voyage d'Uranibourg,* Mémoires de l'Academie des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699, bind 7, 1729, s. 191-230.

Pihl, Mogens: *Ole Rømers videnskabelige Liv,* 1944.

Protocollum Observationum in Observatorio Regio in annis 1806 et 1807 institutarum. Observationsprotokollerne fra observatoriet i København fra 1761 til 1820 befinder sig nu på Institut for de eksakte videnskabers historie, Aarhus Universitet.

Ptolemäus, Claudios: *Handbuch der Astronomie* I-II, Leipzig 1963; oversættelse af *Almagesten* ved K. Manitius.

Rundetaarn 1637-1937, Et Mindeskrift, 1937.

Roemer et la vitesse de la lumière, Paris 1978.

Rømer, Ole: *Demonstration touchant le mouvement de la lumière,* Journal des Sçavans, 1676, s. 233-236.

– *Planisphere pour les étoiles et pour les planetes,* Machines et inventions approuvées par l'Academie royal des sciences, 1, 1735, s. 81-83.

– *Planisphere pour les eclipses,* Machines et inventions approuvées par l'Academie royal des sciences, 1, 1735, s. 85-88.

– *Adversaria,* ed. Thyra Eibe & Kirstine Meyer, 1910.

Sayili, A.: *The Observatory in Islam, and its Place in the General History of the Observatory,* Ankara 1960.

Schjellerup, H. C. F. C.: *Stjernefortegnelse indeholdende 10.000 positoner af teleskopiske Fixstjerner mellem -15 og +15 Graders Deklination,* 1864.

Schumacher, H. C.: *Sammlung von Hülfstafeln,* 1822.

– *Astronomische Hülfstafeln für 1820.* Tillige 1821-1829.

Shirley, John W.: *Thomas Harriot's Lunar Observations,* Studia Copernicana XVI, Warszawa 1978, s. 283-308.

Slottved, Ejvind: *Lærestole og lærere ved Københavns Universitet 1537-1977,* 1978.

Spang-Hanssen, Ebbe: *Erasmus Montanus og Naturvidenskaben,* 1965.

Stenbuchius, Christianus: *Exercitatio physico-mathematica,* 1648. Om planeters varierende afstand, kikkerten og jupiters måner i polemik mod Scipio Claramontius.

Strömgren, Bengt: *Ole Rømer som astronom,* Nordisk Astronomisk Tidsskrift 1944, s. 73-84.

– *De astronomiske Kikkerters Udviklingshistorie,* Nordisk Astronomisk Tidsskrift 1944, s. 108-116; 1945, s. 1-18, 33-45, 73-87.

Strömgren, Elis: *Tre Aartier celest Mekanik paa Københavns Observatorium,* Særtryk af Universitetets Festskrift November 1923.

– Bulletin Astronomique, Deuxième Série *9,* Fasc. 2, s. 87-130, 1936. Tillige Publikationer og mindre Meddelelser fra Københavns Observatorium, No. 100.

– *Ole Rømer som Astronom,* 1944.

Thoren, Victor E.: *An Early Instance of Deductive Discovery: Tycho Brahe's Lunar Theory,* Isis LVIII, 1967, s. 19-36.

– *Tycho Brahe's Discovery of the Variation,* Centaurus XII, 1967, s. 151-166.

– *New Light on Tycho's Instruments,* Journal for the History of Astronomy IV, 1973, s. 25-45.

– *Tycho Brahe: Past and Future Research,* History of Science XI, 1973, s. 270-282.

Thorlacius, Gislaus: *Collegii physici Disputatio octava de Stellis fixis & errantibus,* 1651.

Thorndike, Lynn: *The Sphere of Sacrobosco and its Commentators,* Chicago 1949.

Tormius, Ericus Olai: *Disqvisitio mechanica, in qva de instrumentorum necessitate, possiblitate, numero, amplitudine, &c. ... disputatur ...,* 1643.

– *Disqvisitionis mechanicæ continuatio, in qva de instrumentorum, numero, usu, & præcipue de globo Tychonico ... disputatur ...,* 1645.

Waerden, B. L. van der: *Die Anfänge der Astronomie,* Groningen 1966.

Wesley, W. G.: *The Accuracy of Tycho Brahe's Instruments,* Journal for the History of Astronomy IX, 1978, s. 42-53.

Wolf, C.: *Histoire de l'Observatoire de Paris, de sa fondation à 1793,* Paris 1902.

Worm, Ole: *Breve fra og til O. W.* I-III, oversat af H. D. Schepelern, 1965-1968.

Zinner, Ernst: *Leben und Wirken des Johannes Müller von Königsberg genannt Regiomontanus,* München 1938.

Fysik

Af Mogens Pihl

INDLEDNING

I den her foreliggende redegørelse for væsentlige træk af dansk fysiks historie med særligt henblik på udviklingen inden for Københavns Universitet har det være uundgåeligt, at forfatteren ved nogle lejligheder har støttet sig til en tidligere offentliggjort afhandling om danske bidrag til den klassiske fysik (Pihl 1972). Af hensyn til, at beskrivelsen også henvender sig til ikke-fysikere, har vi her undgået at gå nærmere ind på på detaljerede fysiske sagsforhold, der jo ofte ikke kan forstås uden brug af matematikkens sprog og ej heller uden kendskab til den nærmere fysiske sammenhæng.

Det er den realistiske fysiks historie herhjemme, der er forsøgt gjort rede for, og der er derfor ikke taget hensyn til den skolastiske – i ordets videste forstand – naturfilosofi og metafysik, uanset at denne næsten helt op til slutningen af 1700-tallet satte sig stærke præg på undervisningen (interessante træk fra denne noget golde tradition er fremdraget af Ole Bostrup (1967, 1971, 1973)). Det samme gælder indflydelsen fra Descartes' fysik, som jo i visse henseender gennem dens spekulative art er udtryk for samme stil og tænkemåde. Ganske vist var overalt i Europa – også herhjemme – denne indflydelse stærk, men for det første var det ret beset kun for en kort periode, og for det andet står denne periode dog nu for os som en klart afgrænset parentes i fysikkens historie uden væsentlig betydning for udviklingen efter Galilei, Huygens og Newton, selvom spor af cartesianismen i fysikken nok kan eftervises – i særdeleshed i optiken. Her tales om Descartes' fysik, ikke om den almindelige indflydelse fra hans tænkning, som jo var stærk overalt i Europa.

Det er ikke her forsøgt at redegøre for samtlige os kendte fysikeres virke, f.eks. ikke hvad alle tidligere fysikprofessorer ved Københavns Universitet har ydet, men blot at foretage et rimeligt skøn i den relative vurdering. Og hvad angår forfatterens nulevende kolleger og venner er en sådan vurdering udeladt, også af hensyn til at det bliver stedse sværere at overskue hele feltet. Ikke blot videnskabens, men i vor tid også de enkelte videnskabsgrenes enhed er jo gået tabt. I sagens natur er hovedvægten lagt på forskningen og undervisningen ved Københavns Universitet og ved den med hensyn til fysikken (foruden kemien og matematikken) helt op til vort århundrede også i administrativ henseende nær tilknyttede Polytekniske Læreanstalt (Dan-

marks Tekniske Højskole). Men i beskrivelsen er der selvfølgelig også lejlighedsvis taget lidt hensyn til fysikkens stilling ved de andre højere læreanstalter og institutioner og til betydelige fysikere uden for.

Meget biografisk stof er hentet fra »Dansk biografisk Leksikon« (1933-44), »Mindeordene« udtalt i Videnskabernes Selskab og derefter offentliggjort i dette selskabs årlige »Oversigter« samt nekrologerne i »Fysisk Tidsskrift«.

TIDEN FØR H. C. ØRSTED

Vi vil, som nævnt i indledningen, ikke her gå nærmere ind på den af Aristoteles og hans efterfølgere og senere Descartes prægede spekulative fysik eller naturfilosofi, selvom denne helt op i 1700-tallet prægede, ja dominerede fysikundervisningen. Det første væsentlige bidrag til fysikkens realistiske udvikling kom med universitetsprofessoren Rasmus Bartholins opdagelse i 1669 af lysets dobbeltbrydning i den islandske krystal.

Rasmus Bartholins opdagelse af lysets dobbeltbrydning

Rasmus Bartholin (1625-98) (portræt s. 131) var en dygtig matematiker og kendt for sin delagtighed i de indledende bestræbelser på at udgive Tycho Brahes samlede værker (Meyer 1933, Hansen 1933, Fussing og Pihl 1957, Lohne 1969).

Han gør rede for sin opdagelse af lysets dobbeltbrydning i den »islandske krystal« i en nu klassisk afhandling fra 1669. Klassisk af to grunde: fordi der her gives en nøje beskrivelse af krystalformen ledsaget af målinger og heraf følgende bregninger af de forskellige vinkler, hvilket gør afhandlingen til en grundsten i mineralogien (jvf. bd. XIII, s. 274-76). Og fordi der gøres rede for dobbeltbrydningen, både hvad angår den »ordinære« stråle, hvis brydningsforhold han bestemmer, og den »ekstraordinære« stråle, hvis brydning afhænger af krystallens orientering i forhold til den indfaldende lysstråle. Han forsøger også at give en teori for den ekstraordinært brudte stråle, men denne teori er dog ikke rigtig.

Rasmus Bartholins afhandling vakte straks opmærksomhed og blev f.eks. i fyldigt sammendrag offentliggjort 1671 i det engelske akademis Philosophical Transactions.

Det var C. Huygens, der gennem sin ven, Ole Rømer i Pariserakademiet havde hørt om Bartholins opdagelse, som gav den endelige opklaring eller

beskrivelse af dobbeltbrydningen, allerede udviklet i 1670-erne, men først publiceret i 1690 i den berømte *Traité de la lumière.*

Lysets dobbeltbrydning blev i optikkens historie prøvestenen på enhver teori om lysets natur.

Ole Rømers fysiske arbejder

Ole Rømers (1644-1710) (portræt s. 281) livsværk og stærkeste interesse var hans helt afgørende bidrag til den observerende astronomi, og herfra udsprang jo også hans for fysikkens udvikling så betydningsfulde opdagelse af *lysets endelige udbredelseshastighed.* Men også på andre måder har han bidraget til fysikkens udvikling (Philipsen 1860, Meyer 1941, Pihl 1944, Nielsen 1944).

Vi minder kort om Ole Rømers livshistorie. Han fødtes i Århus i 1644 og blev efter at være dimitteret fra Aarhus Latinskole (den nuværende Katedralskole) elev af Rasmus Bartholin og deltog med iver i bestræbelserne på at udgive Tycho Brahes samlede værker. Da Picard (1671) kom til Danmark for som udsending fra det franske akademi at bestemme den geografiske beliggenhed af Tycho Brahes Uraniborg på Hven, deltog Rasmus Bartholin og Ole Rømer i observationsarbejdet, og 1672 tog Picard Rømer med til Pariserakademiet, hvor han udfoldede en rig virksomhed til 1681. Han gjorde her sin berømte opdagelse af »lysets tøven« i forbindelse med sit arbejde på Pariserobservatoriet, men var på mange andre områder virksom i akademiets omfattende bestræbelser. Mænd som den store matematiker G. W. Leibniz og datidens førende forskerpersonlighed Christiaan Huygens blev hans nære venner. Korrespondancen mellem dem og ham er af stor betydning for vor forståelse af Ole Rømers videnskabelige liv.

Efter hjemkomsten til Danmark blev Ole Rømer professor ved Københavns universitet, hvortil han allerede var designeret i 1676, men udfoldede desuden en omfattende teknisk og administrativ virksomhed både som Kongens matematiker (mathematicus regius) og som borgmester og politimester i København.

Ole Rømers bidrag til fysikken er i særdeleshed udforsket af Kirstine Meyer, blandt andet gennem hendes og Thyra Eibes udgivelse af hans efterladte kladdebog »Adversaria«, men også på mange andre måder (Eibe og Meyer 1910, Meyer 1916).

Ole Rømers opdagelse af lysets endelige udbredelseshastighed ud fra observationer af jupitermåner er så velkendt, at vi ikke her vil gå nærmere ind på den. Blot skal bemærkes, at Kirstine Meyer på grundlag af et manuskript fundet på Universitetsbiblioteket har gjort nærmere rede for de observationer,

han byggede sin opdagelse på (Meyer 1915). Korrespondancen mellem ham og Huygens giver os et levende indblik i, hvor optaget de to forskere var af opdagelsen, og i Rømers beundring for den store Huygens. I sin førnævnte *Traité de la lumière* udviklede Huygens nogle grundlæggende træk af lysets natur. For at forklare brydningsloven havde Descartes sammenlignet lysets udbredelse med en kugles bevægelse, idet han antog, at der ved overgangen fra et brydende medium til et andet – fra indfaldmediet til det brydende medium – ikke finder nogen ændring sted af hastighedens komponent i grænsefladen, men kun af den herpå vinkelrette komponent, hvorved han fandt, at brydningsforholdet er lig med det omvendte forhold mellem hastighederne i indfaldsmediet og det brydende medium, altså at lyset bevæger sig hurtigere i vand end i luft. Dette blev angrebet af Fermat, som udfra sit berømte princip om, at lyset vælger den bane mellem to punkter, som gennemløbes hurtigst, fandt, at brydningsforholdet er lig med forholdet mellem hastighederne i indfaldsmediet og det brydende medium. I Pariserakademiets arkiver findes et utrykt manuskript, hvori Ole Rømer giver et bevis for Fermats princip (Pihl 1948).

På et helt andet område udøvede Ole Rømer også en betydelig indflydelse på fysikkens udvikling, nemlig ved konstruktionen af overensstemmende eller objektive termometre, hvor han benytter sig af vands frysepunkt og kogepunkt som fixpunkter. Dette tilskrives i almindelighed D. G. Fahrenheit, men Kirstine Meyer efterviste i sin doktordisputats (1909), at der var stor sandsynlighed for, at Fahrenheit havde lært dette af Rømer under et besøg i København. Og hendes omhyggelige dokumentation blev afgørende bekræftet, da man i Leninggrad 20 år efter hendes afhandlings fremkomst fandt et brev fra Fahrenheit til Boerhave, i hvilket han fortæller, at det var Rømer, der lærte ham at konstruere sine termometre (Meyer 1937).

I det førnævnte Adversaria fandt Kirstine Meyer en nærmere redegørelse for, hvorledes Rømer konstruerede sine termometre og den brug, han gør af dem til at bestemme forskellige metallers udvidelseskoefficienter. Rømer førtes til konstruktionen af overensstemmende termometre af hensyn til sine astronomiske præcisionsinstrumenters fejlvisning på grund af de daglige temperaturvariationer.

Af andre fysiske bidrag fra Ole Rømers side skal vi nævne, at han i tiden i Paris var optaget af ballistiske studier og konstruerede et apparat, ved hjælp af hvilket man kan studere kasteparablen ud fra iagttagelsen af en i forskellige retninger udstrømmende kviksølvstråle. Og sammen med Picard og Cassini målte han lydens hastighed ved at bestemme tiden mellem glimtet og den modtagede lyd fra et kanonskud; de fandt en lydhastighed, som omsat til vort mål er 357,2 m/sek.

I 1677 forelægger Huygens for Akademiet sin først i 1690 publicerede *Traité de la lumière,* hvilket gav anledning til, at man anstillede forsøg over vands kompressibilitet og over rumfangsændringen af vand, når der opløses salt heri. Huygens havde nemlig i sin afhandling hævdet, at selv de tilsyneladende mest massive stoffer i virkeligheden er meget porøse, hvilket i særdeleshed skulle gælde et så forholdsvis let stof som vand.

Dette er sikkert baggrunden for nogle i Adversaria omtalte forsøg, som Rømer anstillede over saltopløsningers vægtfylde målt med en flydevægt som funktion af saltkoncentrationen. Rømer viser, at vægtfyldestigningen aftager med voksende koncentration og angiver en empirisk formel herfor. Han forklarer dette ved, at den opløste saltmængde til at begynde med trænger ind i vandets porer, hvorved dets rumfang ikke ændres, men når porene er fyldte, smelter saltet, og rumfanget forøges, således at vægtfyldestigningen pr. tilføjet vægtenhed salt bliver mindre end før. Han drager heraf den slutning, at en koncentreret saltopløsning ved fortynding må udvise kontraktion og finder det bekræftet ved forsøg. Kirstine Meyer har vist, at Rømers bestemmelse af vægtfylden af en saltopløsning som funktion af koncentrationen er så nøjagtig, at den stemmer overens med de først offentliggjorte målinger af denne art, udført ca. 150 år efter Rømers målinger.

Ole Rømer er ophavsmanden til Christian V's forordning af 1683 om vægt og mål, og det blev ham, der påtog sig at føre den ud i livet. Fundamentalenheden er længdeenheden, idet vægtenheden er bestemt ved, at et dansk pund skal indrettes efter en kubikfod fersk vand, som skal veje 62 pund. Længdemålet blev fastlagt ved prototyper, og da vi har bevaret to messingmålestokke stemplet 1687 og lodder fra 1684, har det, som vist af P. K. Prytz



Fig. 103. Ole Rømers flydevægt til bestemmelse af vægtfylden af kogsaltopløsninger. På flydevægtens hals er anbragt et mærke a og oven på stilken en blyskål. Når flydevægten belastes med en konstant overvægt, synker den i rent vand til a. Anbringes den i saltvand, skal der yderligere tilføjes en overvægt, for at den skal synke til a. Rømer fandt, at saltvandets vægtfylde kunne beregnes på grundlag af overvægten, hvis størrelse var afhængig af saltkoncentrationen. Disse målinger var af hidtil ukendt nøjagtighed. Fra »Adversaria«.

(1909), været muligt at kontrollere den store nøjagtighed, hvormed Rømer arbejdede.

Som det var tilfældet med hans reform af den observerende astronomi, er Ole Rømers fysiske arbejder præget af hans højt udviklede evne til at finde klare og præcise løsninger af de problemer, han stilles over for eller opsøger. Dette gælder i øvrigt også hans samfundsvirke. Efter Tycho var han den eksakte naturvidenskabs foregangsmand herhjemme.

C. G. Kratzenstein

Den næste fysiker ved Københavns Universitet af nogen betydning er *C. G. Kratzenstein* (1723-95) (portræt s. 10) (Snorrason 1974). Hans navn er ikke knyttet til fysiske opdagelser af særlig betydning, men han udfoldede en meget omfattende virksomhed, ikke mindst gennem en vidtgående brug af illustrerende eksperimenter i fysikundervisningen ved Københavns Universitet, hvor han virkede som professor fra 1753 til sin død, efter først at have studeret i Halle – han var af tysk fødsel – og dernæst kaldet som professor til St. Petersburg.

Både beretninger om hans stærkt besøgte forelæsninger og hans *Experimental-Physik* fra 1791, oversat fra den tyske udgave 1758 og senere udgaver, bærer vidnesbyrd om den betydning, han også i undervisningen tillagde eksperimenterne. I øvrigt virkede han ikke blot som fysiker, men arbejdede også inden for kemien og naturhistorien og i særdeleshed medicinen, idet han udtrykkeligt var udnævnt som »Professor physices experimentalis« og »Professor designatus medicinæ«. I universitetets styre og i den offentlige debat om hygiejniske forhold og sager af naturvidenskabelig interesse gjorde han sig også stærkt gældende.

Kratzenstein havde efterhånden anskaffet sig en stor samling af fysiske og kemiske instrumenter, som desværre gik tabt ved Københavns brand i 1795, men han testamenterede 12000 Rigsdaler til professoratet i fysik ved Københavns Universitet – endnu i brug i vor tid.

Kratzenstein var meget optaget af gnidningselektriciteten i forbindelse med hans tro på dens terapeutiske betydning, men beskæftigede sig også med mangfoldige andre emner fra fysikken, f.eks. centrifugalkraften, muligheden for luftsejlads, termometri, meteorologi, ballistik og meget andet. Mest kendt i vor tid er han for sin konstruktion af en kunstig »talemaskine«, en slags forløber for en side af den moderne fonetik (Müller 1971-72, jvf. bd. IX, s. 403-405).

Den første indførelse af eksperimentalfysikken i undervisningen herhjem-

me, både ved universitetet og i folkeoplysningen, er Kratzensteins uomtvistelige indsats, men sporene fra denne indsats blev kun svage.

A. W. Hauch

A. W. Hauch (1755-1838), hvis virke faldt uden for Københavns Universitet, var en fremstående embedsmand med stærke interesser for naturvidenskaberne (Jørgensen, Christiansen og Hansen 1936, Ørsted 1838). I særdeleshed for kemien, hvor han udførte selvstændige forsøg, men også for fysikken, således som det blandt andet fremgår af hans for sin tid udmærkede *Begyndelsesgrunde til Naturlæren* fra 1794, som blev oversat til tysk og svensk, og som giver et udmærket indtryk af datidens indsigt i fysik og kemi, skrevet i et lettilgængeligt sprog.

Hans tidligt vakte interesse for kemi og fysik blev styrket under en stor udenlandsrejse, hvor han traf mange betydelige videnskabsmænd. Udover den nævnte lærebog gjorde han sig særlig fortjent ved sin store samling af kemiske og fysiske instrumenter, som i 1827 af Frederik VI skænkedes til Sorø Akademi. Dengang en højere læreanstalt.

Holberg og de eksakte naturvidenskaber

Dette er et emne, som er taget op af Ebbe Spang-Hanssen i en morsom og skarpsindig lille afhandling fra 1965 »Erasmus Montanus og Naturvidenskaben«. Der gøres heri kort rede for, hvorledes den skolastiske fysik overlevede i *Caspar Bartholin den yngres* (1700-65) dengang meget benyttede lærebog i fysik *Specimen Philosophiæ naturalis* fra 1697 med dens sammenblanding af aristoteliske og cartesianske synsmåder. En lærebog, som blev erstatet og videreført af den dygtige astronom, Ole Rømers elev, *Peder Horrebow* (1679-1764) i dennes *Elementa Philosophiæ naturalis* fra 1748, hvor nu cartesianismen er mere gennemført, men hvor de skolastiske træk med den hertil hørende terminologi stadig er dominerende. Sådanne bøger har nok været et grundlag for den disputerlystne Erasmus' optræden; et andet var selvfølgelig den voksende anerkendelse af det copernicanske verdensbillede, her i landet ikke mindst befordret af Peder Horrebow. Erasmus bør på en måde nok anskues som den, der vel har ret, men på en hovmodig måde og så at sige i den forældede skolastiske stil. Men hertil kommer, som bemærket af Spang-Hanssen, at den moderne udvikling af astronomien og fysikken med dens stærke brug af matematikken og dens forkastning af de helt umiddelbare sanseindtryk – som

f.eks. når talen er om inertiens lov – på en ny måde har givet anledning til selvsikkerhed og hovmod. Et hovmod, som nok kan have stødt Holberg, der altid fremhævede fysikkens praktiske og eksperimenterende betydning, og som måske kunne ærgre sig over, at ikke blot de gamle, men nu også de nye synsmåder i fysikken, kunne fremme det »filosofiske raseri«, han raillerede over.

På denne måde tager Holberg i »Erasmus Montanus« ikke blot stilling mod det urimelige disputatsuvæsen, men hans værk »bliver ikke uinteressantere eller mindre aktuel af også at tage stilling til forholdet mellem en abstrakt formalistisk, men revolutionerende naturvidenskab og almindelig dannelse«. Og Spang-Hanssen går endda så vidt, at han i umiddelbar tilslutning til det her anførte citat skriver: »Ved sin fødsel fik den danske humanistiske dannelse naturvidenskaberne anbragt mellem uvæsentlige studeringer«. Stærkt udtrykt. Men også for moderne fysikere er denne spænding mellem det abstrakt formulerede syn på virkeligheden og et heraf formodet hovmod på den ene side og sanseindtrykkenes umiddelbare vidnesbyrd på den anden side et ikke ukendt træk i diskussionerne.

Oplysningstiden og fysikken. Ulrik Green

I løbet af 1700-tallet opstod overalt i Europa en voksende interesse for populærvidenskabelig oplysning, også om fysikken med hertil knyttet indretning af »fysiske kabinetter«, hvor blandt andet elektrostatiske forsøg med gnistdannelser spillede en stor rolle. Dette er ligeledes mærkbart herhjemme, hvorom f.eks. den store tilstrømning til Kratzensteins forelæsninger bærer vidnesbyrd. I øvrigt var Kratzensteins kaldelse til Københavns Universitet fra St. Petersburg netop udtryk for Kongemagtens ønske om at fremme fysikken og kemien herhjemme. Et andet udtryk herfor var oprettelsen i 1759 af et »Natural- og Husholdnings-Kabinet« på Charlottenborg (Scharling 1857) med tilhørende samling og bøger, også betalt af Kongens kasse. Hovedvægten her synes dog at være lagt på kemien og dens praktiske anvendelse.

En ejendommelig personlighed, der direkte og under yderst vanskelige kår virkede for folkeoplysningen i fysik og kemi, var *Ulrik Green* (1719-73) (Bostrup 1974, Jørgensen 1936). Efter en omskiftelig tilværelse i Danmark og Norge rejste han 1762-64 til England, hvor man havde gjort meget ud af fysikkens popularisering på grundlag af eksperimentelle demonstrationer. Efter sin hjemkomst og med økonomisk støtte af kongemagten begyndte han at afholde offentlige »Physiske Discurser« med forsøg, men det er noget

tvivlsomt, om forsøgene rigtigt kom igang. Ulrik Green havde en stærk tiltro til det levende ords betydning – »en halv levende Stemme har mere Eftertryk end ti Døendes Raab udført ved Bogtrykkere« – og det er forståeligt, at han er betragtet som en forløber for Grundtvig og højskolebevægelsen. Da den kongelige støtte ikke blev fornyet, strandede hans virksomhed hurtigt uden at efterlade sig noget spor udover nogle taknemmelige elevers vidnesbyrd. Vi skal frem til H. C. Ørsteds og senere H. O. G. Ellingers og Poul la Cours virke, før vi møder en lignende stærk optagethed af folkeoplysningen om fysikken og tro på dens værd.

Et tegn på oplysningstidens interesse for populærvidenskabelig orientering er oversættelsen i 1792-93 til dansk af L. Eulers berømte *Lettres à une princesse d'Allemagne sur quelques sujets de physique et de philosophie*: »Breve til en Prindsesse i Tyskland over adskillige Gienstande af Physiken og Philosophien. Oversat af C. C. Pflueg«.

Matematikeren Jens Kraft

Udover sine bidrag til filosofien og en pionerindsats inden for etnografien er Sorøprofessoren *Jens Kraft* (1720-65) særlig kendt for sine matematiske arbejder (Rasmussen 1938). I særdeleshed for sit berømte værk *Forelæsninger over Mekanik* fra 1763 og de efterfølgende *Forelæsninger over Statik og Hydrodynamik med Maskinvæsenets Theorier*, som udkom året efter.

Da mekanikken traditionelt helt op til 1957 herhjemme i undervisningen er opfattet som en matematisk disciplin, skal vi ikke her gå nærmere ind på dette betydningsfulde værk, hvis første del i øvrigt blev oversat til latin og tysk, men blot bemærke, at det i dets levende stil bærer præg af forfatterens dybe fortrolighed med mekanikkens udvikling og hans selvstændige opfattelse heraf. Det er skrevet i form af forelæsninger, Jens Kraft holdt ved Sorø Akademi, hvor han virkede fra 1747 som professor i matematik og filosofi.

I et skrift i Videnskabernes Selskab om »Neutons og Cartesii Systemata« (Kraft 1747) tager Jens Kraft parti for Newton imod Descartes.

Den førnævnte Ulrik Green var elev af Jens Kraft og efter eget udsagn påvirket af denne.

H. C. ØRSTEDS EPOKE

Så stærk var H. C. Ørsteds indflydelse, både hvad angår fysikkens udforskning og vilkårene for denne, at det må være berettiget at benævne tiden helt



Fig. 104. C. W. Eckersbergs portræt fra 1822 af H. C. Ørsted (1777-1851). Magnetnålen i hånden henviser til opdagelsen af elektromagnetismen. DTH.

op mod 1800-tallets slutning som hans epoke. Dog vil vi i dette kapitel også omtale en anden meget stor dansk fysiker, L. V. Lorenz, hvis virke for eftertiden – og delvis også for hans samtid – fremtræder med særlig kraft; uanset, at hans livsgerning som seminarie- og officersskolelærer faldt uden for Københavns Universitets og Polyteknisk Læreanstalts rammer, og han derfor ikke umiddelbart udøvede så stor almen indflydelse som Ørsted.

H. C. Ørsted

H. C. Ørsteds (1777-1851) liv og virke er så velkendt, at vi her kan nøjes med korte antydninger. Igen er det Kirstine Meyer, som vi gennem udgivelsen af hans samlede videnskabelige skrifter og de hertil knyttede to afhandlinger om hans videnskabelige liv og hans arbejdsindsats i det danske samfund kan takke for belysningen af hans indsats (Hauch 1852, Christiansen og Kroman 1905, Hansen og Rasmussen 1944, Meyer 1920, *Breve* 1870, Harding 1920, Hansen, Bohr, Bull og Engelund 1951, Billeskov Jansen 1972, Rosenfeld 1972, Pihl 1951 og 1970).

Han var en af de lyseste skikkelser inden for dansk kulturliv og prægede på mange måder sin samtid. Iøjnefaldende på grund af den enestående hjælpsomhed han udøvede, og som synes at have været et særlig stærkt forankret træk i hans karakter. Men også på mange andre måder, hvad vi ikke her kan gå nærmere ind på, men blot bemærke, at han i sin færd nok kunne udvise fasthed og utrættelighed, men altid under bevarelse af frisind og tolerance.

H. C. Ørsteds videnskabelige indsats er kendt: hans opdagelse af elektromagnetismen i 1820 – »det lykkeligste Aar i mit Liv« – hans opdagelse af Aluminium, »Leerjordsmetallet« eller »Argillium« som han kaldte det, og hans undersøgelser med det af ham konstruerede piezometer af vædskers sammentrykkelighed. Hans naturfilosofiske skrifter optog samtiden stærkt, og hans bestræbelser på at indføre rene, danske ord for mange fysiske og kemiske forestillinger og vendinger bar varig frugt.

Som bekendt var han i sin ungdom stærkt optaget og inspireret af romantikkens idéverden og den hertil knyttede naturfilosofi, men frigjorde sig efterhånden fra de overdrivelser derfra, som han unægteligt var faldet for i sin ungdom. I hele sit virke kan han ikke blot opfattes som et barn af romantikken, men også i stigende omfang af oplysningstiden.

I 1824 oprettede han det endnu i dag levedygtige »Selskabet for Naturlærens Udbredelse«, ved hvis virke grunden blev lagt til forskellige tekniske, naturvidenskabelige og folkeoplysende virksomheder. Og på hans initiativ oprettedes efter fransk mønster i 1829 »Polyteknisk Læreanstalt«, hvori han selv underviste i fysik, og hvis direktør han var fra dens grundlæggelse til sin død. Med hensyn til disse overmåde frugtbare initiativer henvises til den tidligere nævnte afhandling af Kirstine Meyer om H. C. Ørsteds Arbejdsliv i det danske Samfund (Meyer 1920).

Han virkede fra 1806 til sin død ved Københavns Universitet, dog først fra 1817 som ordinær professor med ret til sæde i Konsistorium, og bidrog her stærkt til fysikkens og kemiens udvikling efter en længere periode af stilstand. Til at begynde med havde hans naturfilosofiske indstilling ikke vakt bifald, hvilket ikke er ganske uforståeligt, men han fik dog af kongemagten overladt en fysisk og kemisk instrumentsamling, ledsaget af et årligt beløb til dækning af udgifter til eksperimenter og lokale. Og efter at have afholdt nogle stærkt besøgte forelæsninger over fysik og kemi blev han endelig 1806 ekstraordinær professor ved Københavns Universitet. Den førnævnte instrumentsamling, som – delvis ved Ørsteds egen bekostning – i mellemtiden var vokset meget, blev i 1815 overdraget til universitetet.

H. C. Ørsted foretog flere store rejser til udlandet, både da han var ung, og efter at han i kraft af opdagelsen af elektromagnetismen havde vundet stor

europæisk anerkendelse, og han medbragte altid stærke impulser fra disse rejser. Således f.eks. ved oprettelsen efter engelsk mønster, men helt på dansk jordbund, af »Selskabet for Naturlærens Udbredelse«.

Også i egenskab af en meget virksom sekretær for Videnskabernes Selskab udøvede han stor og omfattende indflydelse.

I kraft af sin uddannelse – oprindeligt som farmaceut – nåede han aldrig til den beherskelse af fysikkens kvantitative beskrivelse, som kommer til udtryk ved brugen af matematikkens sprog. Det beror nok herpå, at han i redegørelsen for sin opdagelse af elektromagnetismen trods mange skarpsindige iagttagelser – ofte til at begynde med overset af samtiden – ikke nåede frem til erkendelsen af de kvantitative love, som kort tid efter og med megen styrke blev fremført af A. M. Ampère.

Uanset, at eftertidens danske kemikere og fysikere står i stor taknemmelighedsgæld til H. C. Ørsted, både fordi han på så afgørende måde havde været stærkt medvirkende til at skabe deres forskningsmuligheder og i kraft af den personlige støtte og opmuntring, han ydede, efterlod han sig ingen egentlige elever af afgørende betydning. Hans fag – fysikken og kemien – var så nye, at der endnu ikke var opstået den tradition for systematisk undervisning og samarbejde, som først kom senere. Det sidste langt senere. Som nærmeste elev af ham inden for fysikken kan man måske nævne den nedenfor omtalte L. A. Colding.

Heller ikke, hvad angår de af ham udgivede lærebøger, udøvede han nogen betydelig indflydelse, hvilket delvis hænger sammen med hans førnævnte mangelfulde forhold til selv den elementære matematik, men nok – og i forbindelse hermed – også med hans særegne måde at opfatte fysikkens fænomener på, stadig præget af den ungdommens optagethed af naturfilosofien, som han i tidens løb søgte at frigøre sig mere og mere fra. Men han var en udmærket eksperimentator, hvorom både hans indgående beskrivelse af mange sider af elektromagnetismen, hans kemiske arbejder, særligt opdagelsen af Aluminium, og hans undersøgelser over væskers sammentrykkelighed bærer vidnesbyrd.

Thomas Buntzen

Thomas Buntzen (1776-1807) (Petersen 1934) var ligesom H. C. Ørsted stærkt optaget af galvanismens fænomener. Han aspirerede til at blive professor i fysik, men da Ørsted blev foretrukket til et rejselegat, tog han til Rusland, hvor han som læge gjorde stor karriere, men døde i en ung alder.

Det er af særlig interesse i denne sammenhæng, at han i København havde

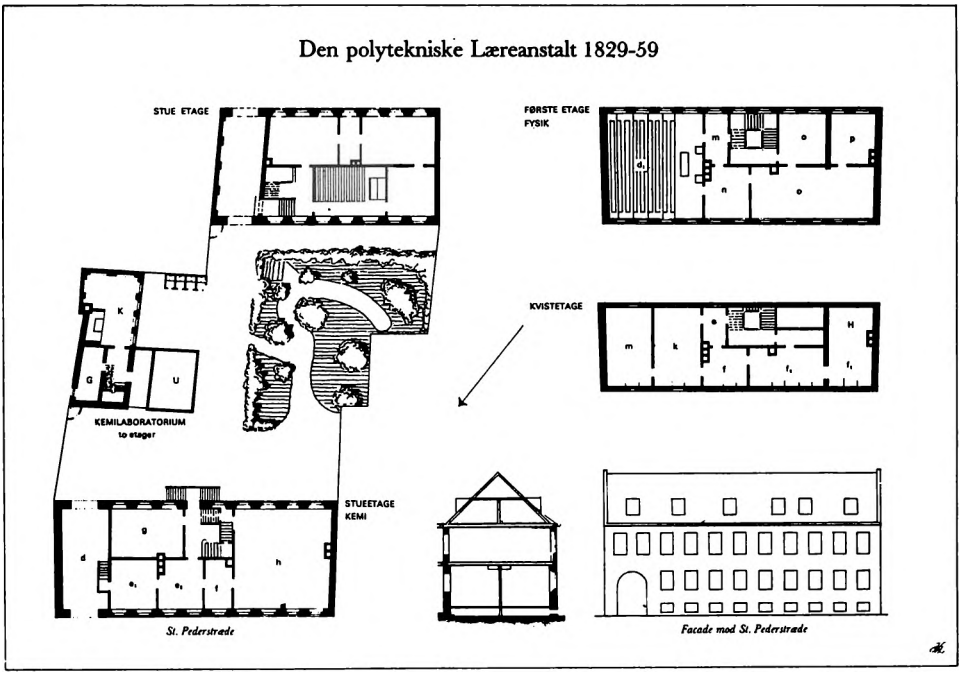


Fig. 105. Tegneplaner over den første Polytekniske Læreanstalt i Sct. Peders Stræde. Efter Hans H. Kjølsen: »Fra Skidenstræde til H. C. Ørsted Institutet«.

tilvejebragt en righoldig og meget anset fysisk samling, som blev købt af fonden ad usus publicos – altså kongemagten – og overladt til Ørsted, da denne begyndte at holde offentlige forelæsninger over fysik og kemi (Meyer 1920).

Udviklingen af de fysiske laboratorier i 1800-tallet

Sine første forelæsninger afholdt H. C. Ørsted i »Müllers Gaard på Østergade 52«, og her var også den fysiske samling anbragt, men i 1813 lykkedes det ham at få universitetet til at leje lokaler i en af de bygninger, der hørte til det Thottske palæ på hjørnet af Kongens Nytorv og Norges Gade (nu Bredgade). 1819-23 fik han noget bedre forhold i en nu nedrevet bygning, Nørregade nr. 35 på anden sal, og det var her, han gjorde sin opdagelse af elektromagnetismen (Kjølsen 1965).

Til at begynde med virkede Ørsted som professor både i kemi og fysik, men fra 1822 var hans unge ven W. C. Zeise (1789-1847) udnævnt til professor i kemi. I 1823 lod universitetet ombygge en af sine såkaldte »Professorgaarde« i

Studiestræde nr. 6, og universitetets fysiske samling blev flyttet hertil i stuen, medens 1. og 2. sal blev embedsbolig for Ørsted.

Polyteknisk Læreanstalt oprettedes 1829 i »Union« med universitetet, således at undervisningen i fysik var fælles, ligesom i kemi og matematik. Ejendommen i Studiestræde med »Fysisk Samling«, et kemisk laboratorium i gården og længen i Sct. Peders Stræde blev rammen omkring den nye læreanstalt, og der forblev den efter flere opbygninger til 1890, hvor den flyttedes til Sølvtorvet, idet »Unionen« i fysikundervisningen bevaredes, således at »Fysisk Samling« fulgte med.

Denne samling var under Ørsteds virke vokset stærkt og fik kort før flytningen til Sct. Peders Stræde en betydelig tilvækst, særligt af moderne optiske apparater, da han i anledning af en rejse til Tyskland, Frankrig og England ikke blot fik udbetalt penge til rejsen, men også en betydelig sum til indkøb af instrumenter.

Fra at være et lidet påtaget fag, en slags appendix til medicinerundervisningen, havde H. C. Ørsted givet fysikken en selvstændig stilling ved Københavns Universitet, hvortil nu også hørte en efter datidens forhold ganske anselig instrumentsamling. Da han tiltrådte, var fysikken i dybt forfald og havde været det siden Kratzensteins dage, og Ørsted selv havde til at begynde med mødt vrangvilje hos myndighederne – han blev jo, som før nævnt, først i 1817 udnævnt til ordinær professor med ret til sæde i Konsistorium. Men efter sin opdagelse i 1820 af elektromagnetismen mødte han stedse større bevågenhed, og i sin iver forstod han såre vel at udnytte denne til at fremme sine faglige og samfundsgavnlige hensigter.

Den danske opdagelse af energiens bevarelse

Den »danske opdagelse«, fordi loven om energiens bevarelse jo lå i tiden. Herhjemme er denne opdagelse knyttet til to navne *L. A. Colding* (1815-88) i særdeleshed (Vinding og Hansen 1934, Marstrand 1929, Dahl 1972), men også *Hermann Kaufmann* (1817-58) (Pihl 1972).

L. A. Colding, stadsingeniør for København, har på flere områder gjort en meget betydelig indsats – vi vil senere omtale hans virke for meteorologien – men stærkest erindres han af eftertiden for sin bestemmelse af varmens mekaniske ækvivalent.

Han havde allerede i 1840 over for H. C. Ørsted, der på forskellig måde havde grebet ind i hans udvikling, fremsat tanken om på et nordisk naturforskermøde at gøre rede for nogle spekulative overvejelser om »Naturkræfternes« uforgængelighed. Men Ørsted frarådede ham dette, før han

havde anstillet forsøg til bekræftelse af sine anskuelser, og gennem »Selskabet for Naturlærens Udbredelse« skaffede han ham også midler hertil. Resultaterne heraf meddelte Colding i 1843 i en afhandling fremlagt for Videnskabernes Selskab, hvor han på et i øvrigt ret usikkert grundlag sluttede, at den ved gnidning udviklede varme er proportional med gnidningsarbejdet. Og selv om han ikke direkte angiver varmens mekaniske ækvivalent J, fremgår denne dog straks af de målinger, han angiver, og omsat til vor tids måleenheder finder man den altfor lave værdi J = 3,5 joule/calorie, hvor den i dag accepterede værdi er 4,2 joule/calorie, altså en afgivelse på ca. 16%.

Senere genoptager Colding disse målinger og finder den lidt nøjagtigere værdi J = 3,65 joule/calorie.

Det er af interesse at bemærke, at Colding også inddrager H. C. Ørsteds målinger af væskers (adiabatiske) sammentrykkelighed og den hermed forbundne temperaturstigning i bestemmelsen af J. Han havde selv assisteret Ørsted i disse målinger, og han fandt nu – stadig udtrykt i vor tids enheder – at de førte til værdien 3,71 joule/calorie.

I en afhandling fra 1852 *Vanddampe og deres bevægende kraft i Dampmaskiner,* kom han til en værdi for J, der kun afviger 3% fra den nu accepterede værdi.

Hermann v. Kaufmann var artillerikaptajn og udgav i 1848 en afhandling *Die Arbeit der Värme,* hvori han klart giver udtryk for erkendelsen af energiens bevarelse. Ligesom Robert Mayer tidligere – i øvrigt også Colding – men uafhængigt af disse, finder han varmens mekaniske ækvivalent ved hjælp af den velkendte relation $C_p - C_v = JR$, hvor C_p og C_v er varmefylderne ved henholdsvis konstant tryk og rumfang, og R er de ideale luftarters konstant. Han vandt værdien J = 3,67 joule/calorie.

Ørsteds efterfølger ved Københavns Universitet. C. V. Holten

Efter Ørsteds død i 1851 blev hans tidligere amanuensis *C. V. Holten* (1818-86) hans efterfølger som professor i fysik ved Københavns Universitet og Polyteknisk Læreanstalt, hvor han i øvrigt senere blev direktør (Christiansen 1894, H. M. Hansen 1936).

Han skal have været en fremragende lærer og skrev en for sin tid moderne lærebog i optik *Lysets Naturlære* (1861) (omend ret stærkt kritiseret af L. V. Lorenz), men hans videnskabelige produktion var ikke særlig omfattende: bearbejdelse af meteorologiske iagttagelser i Danmark gennem hundrede år, hvoraf han drog den slutning, at vintrene er blevet mildere og somrene koldere, andre meteorologiske forhold, der blev af nogen betydning for meteorologiens udvikling herhjemme (se nedenfor), og nogle smukke løsnin-

ger af mekaniske problemer (centrifugalregulator for ækvatorealinstrumenter og en automatisk vægtskål). Han skal have bidraget meget til en udvidelse af Fysisk Samlings optiske instrumenter. Den kendte »højrehåndsregel« for en magnetnåls udslag under påvirkning af en elektrisk strøm skyldes ham.

L. V. Lorenz

Ved siden af H. C. Ørsted er *L. V. Lorenz* (1829-91) ubetinget 1800-tallets største danske fysiker (Christiansen 1896, Meyer 1938, Valentiner 1904, Pihl 1939, 1963 og 1972). Men de var af vidt forskellig art, og nogen direkte kontakt mellem dem har ikke kunnet iagttages. Fælles for dem var stor eksperimentel dygtighed, men mere systematisk gennemført hos Lorenz. Og i modsætning til Ørsted beherskede Lorenz med stor dygtighed den matematiske fysiks metoder, omend hans anvendelse af dem nok – og med rette – gav de danske matematikere anledning til nogen kritik, hvad angår strengheden i det matematiske bevis. Og hans fremstilling af sine teorier og beregninger kan ofte være svær at gennemskue. Dette gælder også – og i særdeleshed – hans rent matematiske arbejder, f.eks. om primtallenes fordeling, men det vil nok lønne sig at tage også disse arbejder op til nærmere vurdering.

Han blev uddannet på Polyteknisk Læreanstalt og fik derfra i 1852 en kandidateksamen som kemiker, hvorefter han en kort tid virkede her som lærer og assistent hos Holten, med hvem han ikke stod sig godt. Efter hjemkomsten fra et udbytterigt studium i Paris 1858-59 og nogen undervisningsvirksomhed på forskellige skoler blev han 1866 udnævnt til lærer på officersskolen i København, hvor han virkede til 1887, da han modtog en betydelig økonomisk støtte fra det nyoprettede Carlsberg Fond, hvorved han også blev frigjort fra sit ligeså mange års undervisningsarbejde på Blaagaards Seminarium. Sine omfattende eksperimentelle undersøgelser foretog han på officersskolen på Frederiksberg.

Lorenz var en ensomt arbejdende fysiker og kan nok betegnes som en autodidakt, der næppe i samtiden vandt fuld forståelse for sit virke, bortset fra den senere omtalte C. Christiansen (se næste afsnit). Men man anede hans betydning, hvilket jo også førte til den lige nævnte tildeling af årlig støtte fra Carlsberg Fonden.

Udover sin forskning, som vi vil omtale nedenfor, skrev Lorenz nogle lærebøger i fysik, hvoraf i særdeleshed hans *Læren om Lyset* (1876) og *Læren om Varmen* (1877), den første senere oversat til tysk, er præget af stor selvstændighed og originalitet.

I sine første arbejder beskæftiger Lorenz sig med elasticitets- og lysteori.

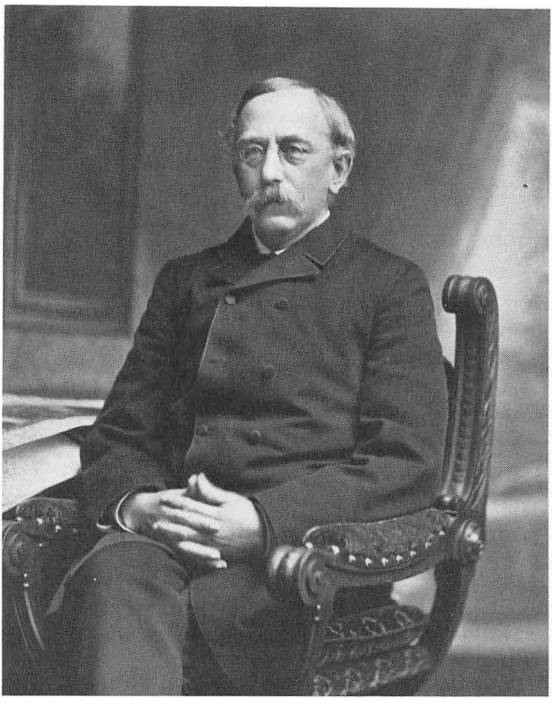


Fig. 106. L. V. Lorenz (1829-91). Hansen og Weller fot. KB. Billedsamlingen.

Han erkender, at lysets bølgeteori ikke kan forklares som en udbredelse i et elastisk medium, fordi elasticitetsteoriens grænsebetingelser ved overgangen fra et elastisk medium til et andet ikke kan forenes med de erfaringer, som kommer til udtryk gennem de såkaldte Fresnels formler for lysets brydning og spejling i grænsefladen. Men i øvrigt fortolker han tilsyneladende eksperimentelle afvigelser fra disse formler ved, at grænsefladen ikke er skarpt veldefineret, men må opfattes som et tyndt overgangslag. Han opgiver at finde en anskuelig mekanisk forklaring på lysets bølgeudbredelse og stiller sig som første mål blot at finde en differentialligning med tilhørende grænsebetingelser, som rent fænomenologisk fører til brydningen og spejlingen, således som beskrevet ved Fresnels formler. Uafhængig af den irske matematiker og fysiker MacCullagh finder han denne differentialligning, som er den samme som den, Maxwells senere elektromagnetiske lysteori fører til. Dernæst anvender han sin differentialligning til at give en teori for lysets dobbeltbrydning og føres derved til en helt moderne opfattelse, idet han beskriver det dobbeltbrydende medium som en periodisk struktur, hvor lyshastigheden i hans differentialligning erstattes med en periodisk funktion af stedet.

I et enestående fremsynet arbejde viser han dernæst, at hans fænomenologisk opstillede differentialligning kan fortolkes elektrodynamisk som udbre-

delsen af en strømtæthedsvektor i et ledende medium, hvor Ohms lov gælder (dvs. at strømtætheden er proportional med den elektriske feltstyrke). Han antager i dette arbejde, at virkningerne fra elektriske ladninger og strømme tager tid om at udbrede sig og benytter i redegørelsen herfor en nu velkendt fremgangsmåde beskrevet ved brugen af de såkaldte retarderede potentialer. Et begreb han selv – oprindeligt i tilknytning til udbredelsen af elastiske forstyrrelser – havde opstillet. Og han viser, at hans teori fører til lyshastigheden for udbredelsen af strømtæthedsvektoren.

Kort tid før Lorenz' afhandling fra 1867 havde J. C. Maxwell – uden at Lorenz kendte noget hertil – i 1865 og på et tilsyneladende helt andet grundlag opstillet sin berømte elektromagnetiske lysteori, og Lorenz' afhandling fik ikke nogen umiddelbar indflydelse på udviklingen, men hans indførelse af retarderede potentialer i et tidligere arbejde kom til at spille en afgørende rolle i den senere formulering af elektrodynamikken.

Et andet resultat af hans optiske undersøgelser var den velkendte sammenhæng mellem et stofs brydningsforhold og dets vægtfylde, nu udtrykt ved den berømte Lorenz-Lorentz formel, der kaldes således, fordi den hollandske fysiker H. A. Lorentz uafhængig af vor Lorenz var kommet til samme formel (for den der er interesseret i prioritetsproblemer: han i 1880 og Lorenz i 1869).

Lorenz verificerer denne nye, først teoretisk udledede sammenhæng ved en række meget omhyggelige målinger foretaget på vand under brug af det såkaldte Jamins interferometer.

Endelig skal vi slutte omtalen af hans optiske arbejder med at nævne hans sidste og på dansk publicerede afhandling i Videnskabernes Selskabs Skrifter fra 1890: *Lysbevægelsen i og uden for en af plane Lysbølger belyst Kugle.* Han behandler her lysets bøjning omkring en kugle – af stor betydning for den nøje forståelse af regnbuefænomenerne – og løser med god tilnærmelse dette i matematisk henseende meget vanskelige problem på en måde, som foregriber den senere udvikling. Men desuden viser han, hvorledes hans beregninger kan udnyttes til en bestemmelse af antallet af molekyler i rumfangsenheden, idet det blå himmellys forklares ved sollysets spredning eller bøjning omkring de som kugleformet antagede atmosfæremolekyler. Han finder, at antallet af molekyler pr. liter er $1{,}6 \cdot 10^{22}$ den første eksakte bestemmelse af dette tal. Da hans arbejder var trykt på dansk, forblev det ukendt, men i 1899 anvendte Rayleigh, uden at kende Lorenz' arbejde, samme metode.

Også på et andet område ydede Lorenz en betydelig og denne gang hurtigt anerkendt indsats, nemlig hvad angår hans meget nøjagtige bestemmelser af metallernes ledningsevne for varme og elektricitet, hvorved han fandt frem til, at hvad vi nu kalder for Lorenz-tallet, dvs. forholdet mellem varmelednings-

evne og den elektriske ledningsevne, er proportionalt med den absolutte temperatur og ens for alle metaller. Det var allerede vist af Wiedemann og Franz, at Lorenz-tallet ved samme temperatur er ens for alle metaller, og Lorenz viste nu gennem en række meget nøjagtige målinger af ledningsevnerne ved 0° Celcius og 100° Celcius, at der består proportionalitet med den absolutte temperatur.

Det er typisk for hans beherskelse af både teoretiske og eksperimentelle metoder, at da han i bestemmelsen af varmeledningsevnen havde brug for at kende et legemes afkøling ved luftens varmekonvektion, løste han dette problem på en speciel model under brug af hydrodynamikkens grundligninger – et i matematisk henseende meget vanskeligt problem – og fandt dernæst sine beregninger bekræftet ved forsøg.

I bestemmelsen af den elektriske ledningsevne gjorde han brug af en absolut metode af egen opfindelse, som senere blev anvendt af ham selv og andre, blandt disse Rayleigh, til at fiksere den internationale modstandsenhed (1 ohm) udtrykt ved længden af en passende kviksølvstreng.

I sine efterladte papirer giver Lorenz en teori for strømme i telefonkabler, ledsaget af et forslag til at forbedre kablerne ved at nedsætte deres selvinduktion pr. længdeenhed – et forslag, der senere blev taget op i form af, hvad man nu kalder for »continous loading« af kablerne. En anden forbedringsmetode er den såkaldte pupinisering af kablerne, hvor selvinduktionen, som foreslået af Pupin, anbringes så at sige i klumper langs kablet, men den grundlæggende tanke er den samme, som udtrykt af Lorenz.

Hvad der i dag bevæger og inspirerer os så stærkt, er Lorenz' vidnesbyrd om en personlighed, som i ensomhed, men ikke uden at modtage respekt og til slut også økonomisk støte fra sine omgivelser, evnede at fastholde og gennemføre sine meget originale og selvstændige intentioner med en sådan vilkekraft og begavelse for forskning, at han kunne efterlade dette betydningsfulde værk, udført af en enkelt mand. Sagt uden overdrivelse: selv på internationalt plan var han blandt 1800-tallets største fysikere.

Et væsentligt bidrag til fysikkens popularisering. H. O. G. Ellinger

Blandt C. V. Holtens elever var den nedenfor i tilknytning til afsnittet om Meteorologisk Institut omtalte Adam Paulsen, ligeledes C. Christiansen og P. K. Prytz, hvis virke for dansk fysik blev så gennembrydende – i særdeleshed Christiansens – at omtalen af dem og deres skole er viet hele næste kapitel, samt den også i næste kapitel omtalte P. la Cour. Endvidere *H. O. G. Ellinger* (1857-1947), der i henseende til fysikken repræsenterer overgangen mellem en

gammel og en ny tid (Dahl og H. M. Hansen 1935, H. M. Hansen 1947, Oppermann 1908, Lyshede 1958).

Ellinger blev 1885 magister i fysik efter i 1882 at have modtaget Københavns Universitets guldmedalje for besvarelsen af en opgave inden for elektricitetslæren, og hans senere videnskabelige arbejder faldt inden for optikken. Blandt andet målte han, hvorledes de dengang nyopdagede Hertz'ske elektromagnetiske bølger (radiobølger) brydes i vand og alkohol.

Men det var mindre ved sin forskning end ved sin oplysningsvirksomhed og sin lærergerning på Landbohøjskolen, først som docent og dernæst 1895-1926 som professor i fysik, han gjorde sig gældende. Resultatet heraf blev en række gode lærebøger i fysik, hvoraf nogle til brug i barneskolen. Endvidere skrev han for »Frem« i 1898 *Naturen og dens Kræfter* (ny udgave i 1909). Et fremragende populærvidenskabeligt værk med anvisninger på forsøg, læserne selv kan anstille med enkle midler. Denne meget læste bog har været bestemmende for mange danske naturvidenskabsmænds og teknikeres interesser og dermed valget af livsstillinger. Dette gælder f.eks. fysiologen August Krogh. Den kan sammenlignes med den indflydelse, der omtrent samtidig udgik fra Poul la Cours og Jacob Appels i næste kapital omtalte *Historisk Fysik*.

Ellinger var en ledende konservativ politiker og han fik som rektor 1916-28 stor indflydelse på administrationen af Landbohøjskolen og dennes vækst til en institution, der i offentlighedens syn vandt en anseelse, som kunne måle sig med Polyteknisk Læreanstalts. I administrativ henseende var han den nye tids mand.

Meteorologien i Danmark. Meteorologisk Institut)*

Her interesserer vi os særligt for meteorologiens forhold til dansk fysik og danske fysikere, idet næsten alle forskere inden for dansk meteorologi oprindeligt var uddannet som fysikere ved Københavns Universitet. Og her har både H. C. Ørsteds og C. V. Holtens meteorologiske interesser været af stor betydning.

Botanikeren *J. F. Schouw* (1789-1852), også kendt for sin delagtighed i dansk liberal politiks udvikling, havde i 1826 fået sit store værk *Skildring af Veirligets Tilstand i Danmark* prisbelønnet og udgivet af Videnskabernes

*) Ingolf Sestoft (f. 1899), der i mange år virkede som statsmeteorolog, har i anledning af Meteorologisk Instituts 100-års jubilæum i 1972 givet en udmærket oversigt over dansk meteorologi gennem tiderne, *Meteorologisk Institut 1872-1972*, som vi her støtter os til, og hvortil henvises for nærmere orientering.

Selskab og havde hermed grundlagt den danske botaniske traditions stærke og udbytterige interesse for plantegeografien.

Allerede i 1820 havde Videnskabernes Selskabs sekretær *H. C. Ørsted* fået vedtaget, at Selskabets i dets skrifter publicerede nøjagtige meteorologiske iagttagelser og målinger fra det danske monarki. Og i 1827 vedtog Selskabet på Ørsteds foranledning at nedsætte en permanent »Meteorologisk Comitée«, som foruden af ham kom til at bestå af J. F. Schouw og den tidligere omtalte *A. W. Hauch,* hvortil senere kom astronomen *P. Pedersen* (1806-61), og under denne komites varetagelse publiceredes adskilligt interessant meteorologisk materiale, ligesom der foretoges meteorologiske observationer flere steder.

Afgørende bidrag til meteorologiens udvikling i Danmark blev ydet af den ovenfor omtalte *L. A. Colding*. Han foretog 1849-59 og senere fordampningsmålinger fra Peblingesøen; gennem teoretiske overvejelser over væske- og luftstrømninger med særlig henblik på en hvirvelstorm over St. Thomas i 1871 og *Nogle Undersøgelser over Stormen over Nord- og Mellem-Europa af 12te-14de November 1872* skabte han efter meteorologers udsagn en indsigt af varig og anerkendt værdi. Da Meteorologisk Institut blev oprettet i 1872, fik han tilbud om stillingen som dets direktør (bestyrer), men afslog tilbudet med tak.

Også H. C. Ørsteds efterfølger *C. V. Holten* (se ovenfor) var på forskellige områder interesseret i meteorologiske problemer og offentliggjorde i Videnskabernes Selskabs Oversigter en række hovedsagelig klimatologiske afhandlinger.

Sammen med Colding blev Holten indvalgt i en særlig kommission til støtte for et nyoprettet institut – Meteorologisk Institut – der også skulle overtage Videnskabernes Selskabs aktiviteter på dette område, idet interessen for oprettelsen af en velordnet og fast mteorologisk melde- og sikkerhedstjeneste efterhånden var vokset stærkt.

Det blev i særdeleshed artillerifficeren *Niels H. C. Hoffmeyer* (1836-84) (Petersen 1936), der fik gennemført oprettelsen af Meteorologisk Institut i 1872, og som blev dets direktør indtil sin død i 1884, idet han under et studieophold i Paris 1865-66 havde sat sig nærmere ind i den moderne meteorologis udvikling. Han indsendte 1870 et forslag til regeringen om oprettelsen af en daglig vejrtjeneste, således som det var tilfældet flere steder i udlandet, baseret på daglige vejrtelegrammer til faste tider.

Fra Københavns Universitets side frarådede Konstistorium et forslag om at knytte institutet hertil og at ansætte dets bestyrer som ordinær professor i meteorologi med den begrundelse, at institutets praktiske opgaver ville trænge sig i forgrunden.

Under sig fik Hoffmeyer ansat den nedenfor omtalte *Poul la Cour,* der i 1869 var blevet magister i fysik og meteorologi og allerede havde offentliggjort

nogle meteorologiske arbejder, som havde vakt interesse. Men allerede i 1877 søgte han bort fra denne stilling for at kunne hellige sig sine studier og opfindelser. Ved Hoffmeyers afgang i 1884 fik la Cour tilbudt stillingen som hans efterfølger, men afslog dette tilbud, da han i mellemtiden var blevet dybt engageret i sin lærergerning ved Askov Folkehøjskole, hvorom vi vil berette senere.

Det er ikke her stedet at gå nærmere ind på Meteorologisk Instituts udvikling med hensyn til vejrtjenesten og Hoffmeyers banebrydende indsats i så henseende. Derimod kan der være grund til at fremhæve, at i Hoffmeyers tid og under stor interesse fra hans side fandt 1882-83 det første internationale Polarår sted, i hvilket man fra dansk side sendte en ekspedition til Godthåb med særlig opmærksomhed rettet mod nordlys-studier og jordmagnetiske forhold; og hermed blev grunden lagt til en særlig dansk interesse for disse geofysiske fænomener.

Lederen af den danske ekspedition var daværende fysiklærer ved Metropolitanskolen *Adam Paulsen* (1833-1907), som i 1884 efterfulgte Hoffmeyer som direktør for Meteorologisk Institut (H. M. Hansen 1940, FT 1907).

Adam Paulsen begyndte sent sine studier og blev først student 1859 og dernæst magister 1866, hvorefter han to år senere fik universitetets guldmedalje for besvarelsen af prisopgaven i fysik. Fra 1873 underviste han i fysik ved Metropolitanskolen og fik 1880 tilbud om at lede den ovenfor omtalte arktiske ekspedition, som efter hans nøje planlægning fandt sted 1882-83.

Herved vaktes hans interesse for nordlysets natur, og han fremførte som den første teorien om, at nordlyset skyldes katodestråler. Også spørgsmålet vedrørende jordmagnetismen optog ham meget, og han forestod indretningen af et magnetisk observatorium først beliggende i Botanisk Have, men senere – da der blev indført elektriske sporvogne – i Rude Skov.

Adam Paulsen udgav 1874-79 det populærvidenskabelige værk *Naturkræfterne* I-III (2den udgave i to bind 1893-95), der vandt stor udbredelse og anerkendelse og kan betragtes som forløber for den tidligere omtalte bog af H. O. G. Ellinger *Naturen og dens Kræfter.*

Vi vil ikke her gå nærmere ind på hans omfattende meteorologiske virksomhed, men henviser til det ovenfor omtalte værk udgivet i anledning af 100-året for Meteorologisk Institut.

C. CHRISTIANSEN. HANS TID OG HANS SKOLE

H. C. Ørsteds efterfølger, C. V. Holten, kan – måske bortset fra meteorologien – ikke i egentlig forstand siges at have dannet skole med en af hans særlige

interesser og administration af professorembedet betinget optagethed hos de – i øvrigt ret få – fysikere, han uddannede. Men to af disse, C. Christiansen og den noget yngre P. K. Prytz, kom til at præge den næste tids danske fysikstudium, der nu foregik på den i 1890 til Sølvtorvet udflyttede Polytekniske Læreanstalt. Helt udenfor det akademiske liv, omend udsprunget af dette, virkede Christiansens ven Poul la Cour – magister i fysik ligesom Christiansen og Prytz – i folkeoplysningens tjeneste. Også en god fysiker.

Blandt Christiansens og Prytz' elever skal vi her nævne Niels Bohr, hvis store betydning for dansk fysik vi vil forsøge at gøre rede for i næste afsnit, Kirstine Meyer, Martin Knudsen, E. S. Johansen, Julius Hartmann, H. M. Hansen og Sophus Weber samt de senere direktører for Meteorologisk Institut D. la Cour og Helge Petersen. En betydelig indsats blev også gjort af P. O. Pedersen, hvis virke hovedsageligt faldt inden for elektroteknikken og administrationen af Polyteknisk Læreanstalt som dennes rektor, men som ellers ikke her vil blive omtalt nærmere, ligesom ej heller den anden professor i elektroteknik Absalon Larsen, der i øvrigt var cand.mag., medens P. O. Pedersen var cand.polyt.

C. V. Holtens efterfølger ved Københavns Universitet. C. Christiansen

C. Christiansen (1843-1917) blev magister i 1866 efter i 1865 at have opnået guldmedalje for besvarelsen af en prisopgave om dråbedannelse (H. M. Hansen 1934, Prytz 1917 og 1918, Pihl 1972). Efter nogle års virke som assistent og lærer forskellige steder, blandt andet på Landbohøjskolen, blev han 1876 docent ved Polyteknisk Læreanstalt og var 1886-1912 professor der og ved Københavns Universitet. I sine unge år var han påvirket af den i forrige afsnit omtalte L. V. Lorenz og under tydelig indflydelse fra ham skrev han den udmærkede lærebog *Indledning til den mathematiske Fysik* I-II (1887-88), hvormed han i den videregående fysikundervisning herhjemme indførte undervisningen i fysikkens matematiske metoder.

I 1883 indførte Christiansen fysiske øvelser for polyteknikere og stud.mag.' er, men overlod arbejdet hermed til Prytz, da han i 1886 blev professor. Han søgte forgæves at skabe et fysisk laboratorium ved Københavns Universitet, men opnåede en betydelig udvidelse af Polyteknisk Læreanstalts fysiske Laboratorium (Fysisk Samling i 1903), ledsaget af en større bevilling til dets udstyr og til videnskabelig undervisning og forskning, men overgav også administrationen heraf til Prytz.

Christiansens forskning var af eksperimentel art og kan karakteriseres som en samling af enkeltstående, smukke undersøgelser indenfor vidt forskellige

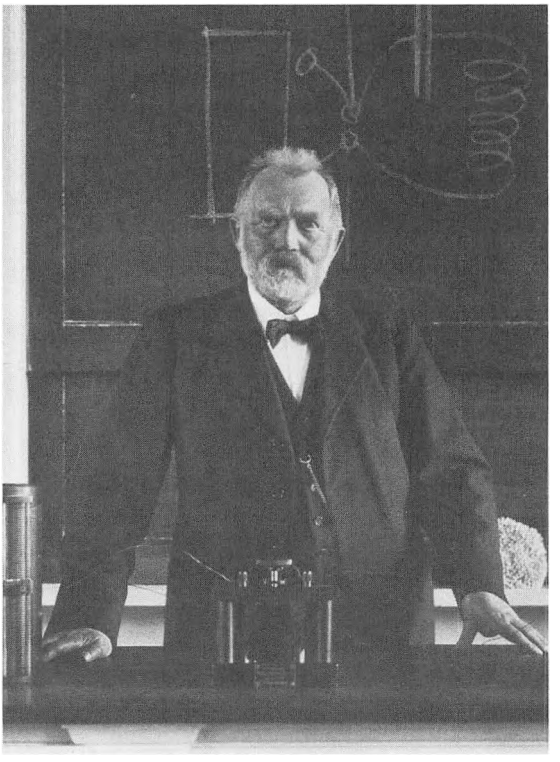


Fig. 107. C. Christiansen (1843-1917), der grundlagde den moderne tradition for fysikstudiet ved Københavns Universitet. Laurberg og Gad fot. Videnskabernes Selskab.

felter i fysikken – bortset fra den lange og sammenhængende række af undersøgelser over gnidningselektriciteten, som i mange år optog ham, men som næppe førte til særlig afgørende resultater.

Mest kendt er han for sin opdagelse i 1870 af lysets såkaldte anomale dispersion i opløsninger af farvestoffet Fuchsin, dvs. at lyset i nærheden af en absorbtionslinje brydes på en anden måde end den sædvanlige. Det var en opdagelse, som blev af stor betydning for forståelsen af lysets vekselvirkning med stoffet, således som straks indset af H. Helmholtz, der gav den teoretiske fortolkning af Christiansens iagttagelse og hans egen elev A. Kundts derpå følgende systematiske undersøgelse.

I 1884 følger et arbejde, som også kom til at være af betydning for den efterfølgende udvikling. Nemlig hans påvisning af, at et absolut sort legeme kan opnås ved at danne et indvendigt sværtet hulrum med en lille åbning. En indfaldende lysstråle vil da under delvis absorption flere gange kastes frem og tilbage fra væggen og praktisk taget forsvinde i hulrummet. Han forsøgte ved hjælp heraf at bestemme proportionalitetskonstanten i den såkaldte Boltzmann-Stefans lov, ifølge hvilken hulrumsstrålingens energitæthed og hermed

udstrålingen fra det sorte legeme er proportional med T^4, hvor T er den absolutte temperatur. På grundlag af denne virkeliggørelse af et absolut sort legeme førtes Lummer og Pringsheim til den lov for strålingstæthedens både temperatur- og frekvens- eller bølgelængdeafhængighed, som i Max Plancks fortolkning ledte til kvanteteoriens opståen ved begyndelsen af 1900-tallet.

Efter nogle andre optiske arbejder, vi ikke her vil gå nærmere ind på, gennemførte Christiansen i 1890 en undersøgelse af den såkaldte atomolyse, hvor der finder en overgang sted mellem gnidningsstrøm af en luftart gennem et område med vid åbning og luftarters diffusion gennem meget snævre kanaler i et porøst stof. Han undersøgte luftarternes strømning mellem to planslebne mod hinanden pressede glasflader, idet han bestemte luftlagets tykkelse ved optiske interferensmetoder. Han fandt, at den gennemstrømmende luftmængde er uafhængig af gnidningskoefficienten og proportional med kvadratroden af molekylvægten, således som det er tilfældet ved luftarters diffusion, samt viste, at der ved denne strømning, således som det også gælder for diffusionen, finder en delvis adskillelse sted af en luftblanding, idet den letteste luftart strømmer hurtigst (termodiffusion). Dette smukke arbejde kan opfattes som indledningen til Martin Knudsens nedenfor omtalte undersøgelser over luftarters egenskaber.

Endelig skal nævnes, at Christiansen som den første konstruerede en vandstråleluftpumpe til udsugning af luft, samt at han bestemte væskers relative varmeledningsevne ved hjælp af den af ham byggede og senere ofte benyttede såkaldte varmeledningsstøtte.

Christiansens yngre medarbejder og ven P.K. Prytz har træffende karakteriseret hans arbejdsform ved følgende ord: »Hans Trang var at søge Klarhed over det fundamentale ved Fænomenerne, derimod ikke at forfølge det enkelte Fænomen ved at bygge videre på allerede gjorte Iagttagelser, hvad der sædvanligvis kræver et stadig mere kompliceret Instrumentarium og finere Iagttagelsesmetoder.«

Under trofast fastholden ved sine jyske forudsætninger, ved en særlig enkelthed i udtryksformen og ved sin gennem udstrakt læsning erhvervede lærdom gjorde C. Christiansen sig på selvstændig vis gældende i tidens akademiske liv og udøvede åbenbart stor indflydelse på sine elever gennem sin af originalitet og humor prægede væremåde.

Poul la Cour

Poul la Cour (1846-1908) (Nørgaard og Hansen 1934) blev 1869 magister i fysik hos C. V. Holten med meteorologi som hovedfag, og efter adskillige

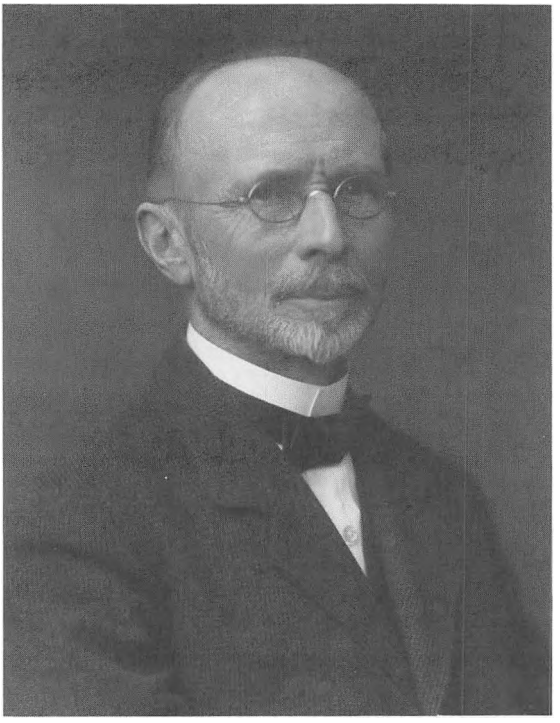


Fig. 108. P. K. Prytz (1851-1929), der fik stor betydning for eksperimentalfysikkens udvikling i Danmark. Laurberg og Gad fot. 1917. Videnskabernes Selskab.

studierejser til udlandet blev han i 1872 ansat som underbestyrer ved det nyoprettede Meteorologiske Institut i København, men søgte i 1877 sin afsked for at kunne sysle med sit videnskabelige arbejde og hertil knyttede opfindelser. I 1884 blev stillingen som direktør for institutet ham tilbudt, men han afslog tilbudet. Han var nemlig udfra en dybt religiøs holdning og hermed forbundet optagethed af folkeoplysningen i 1878 blevet lærer ved Askov Folkehøjskole i de naturvidenskabelige fag, som gennem hans undervisning blev bragt på lige fod med de traditionelt historiske – i hvert fald i Askov i hans tid.

I sin undervisning benyttede la Cour sig af den historisk betonede indføring i fysik, og resultatet blev den berømte *Historisk Fysik* (1896-97), som han skrev i samarbejde med J. Appel, et på omfattende og grundige studier byggende, enestående værk, hvormed man endnu i dag med udbytte kan rådføre sig.

Inden for meteorologien udviklede han i 1871 en metode til fra et sted at måle et skylags højde, for hvilket arbejde han modtog Videnskabernes Selskabs sølvmedalje. Han gjorde forskellige fysiske opfindelser, hvoraf særligt skal nævnes hans »Tonehjul«, den første synkrone motor, som senere er blevet meget anvendt i forskellige sammenhænge.

Mest kendt er la Cour nok for sine vindmøllekonstruktioner, der byggede på omfattende og dybtgående beregninger og forsøg. Det er ejendommeligt, at aerodynamikken i sin første udvikling var så stærkt påvirket af tre danske foregangsmænd: ingeniørerne H. C. Vogt (1848-1928) og J. O. V. Irminger (1848-1938) samt P. la Cour.

La Cours vindmølledynamo havde en overgang ganske stor betydning for landbrugets elektricitetsforsyning. Han var i øvrigt den første formand for Elektricitetskommissionen 1907, men døde kort tid efter.

I kraft af sin dybe indsigt i fysikken, sit opfindersnille og sin grebethed af folkeoplysningen udøvede Poul la Cour en betydelig indflydelse på det danske samfund. Stærkt menneskeligt gennem påvirkningen af sine mange elever – herom foreligger mangfoldige vidnesbyrd – men også hvad angår den tekniske udvikling herhjemme. Han forbandt en stærk og endda nærmest fundamentalistisk præget tro på kristendommen med en dyb indsigt i naturvidenskaberne, særligt fysikken, ledsaget af et nøje kendskab til den historiske udvikling og en særlig evne for enkel fremstilling.

Eksperimentalfysikken og P. K. Prytz

P. K. Prytz (1851-1929) (H. M. Hansen 1929 og 1940, Knudsen 1929) blev 1875 magister i fysik, og efter at have virket som lærer ved forskellige københavnske skoler blev han i 1886 docent i fysik ved Polyteknisk Læreanstalt, fra 1894-1921 professor samme sted, men uanset at han varetog stud.mag.'ernes og stud.med.'ernes eksperimentalfysiske uddannelse var han aldrig formelt knyttet til Københavns Universitet.

Prytz' indsats for dansk fysik består først og fremmest deri, at han skabte rammerne for en betydelig udvidelse af den eksperimentalfysiske aktivitet på den Polytekniske Læreanstalt, både gennem hans administration af den tidligere omtalte af Christiansen hidførte udvidelse af læreanstaltens fysiske laboratorium i 1903 og tilhørende bevilling og i særdeleshed ved stadige forbedringer på hans initiativ og betydelige udvidelser med forholdsvis store bevillinger, især i årene 1907-12, hvor han blev stærkt støttet af sine universitetskollega Martin Knudsen (se nedenfor).

Selv stod han den moderne fysiks udvikling unægteligt lidt fjernt, men ved at skabe de fornødne rammer omkring den eksperimentalfysiske forskning fik han en afgørende betydning for dansk fysik.

Hans egen forskning begyndte med en eksperimentel bekræftelse af sammenhængen, ifølge hvad vi nu kalder for Lorenz-Lorentz' lov mellem stoffernes betydningsforhold og deres vægtfylde, således som først angivet af

L. V. Lorenz (se ovenfor). Han fik for denne undersøgelse 1880 Videnskabernes Selskabs Sølvmedalje.

Hans senere arbejder kan karakteriseres som en række af mange originale og særprægede løsninger af enkelte opgaver med stor vægt lagt på udviklingen af præcisionsmetoder, således som omtalt i hans *Hovedtrækkene af de vigtigste fysiske Maalemetoder* fra 1902 (stærkt omarbejdet i udgaven fra 1914).

Prytz bidrog også gennem flere populærvidenskabelige bøger og artikler til oplysning om den klassiske fysik, ligesom hans lærebøger, fortrinsvis i mekanik, en tid var meget benyttede.

Fysikkens historie. Kirstine Meyer

Vi har ved flere lejligheder allerede omtalt *Kirstine Meyer* (1861-1941) (H. M. Hansen 1938, Pihl 1972), der på så afgørende måde har bidraget til vort kendskab til fysikkens historie i Danmark, særligt hvad angår Ole Rømer og H. C. Ørsted. Hun er ubetinget den ledende forsker indenfor dansk fysikhistorie. I 1909 blev hun dr.phil. på en afhandling om *Temperaturbegrebets Udvikling gennem Tiderne* – også omhandlende Ole Rømers termometre.

Men herudover har hun ydet en betydelig indsats. I 1899 modtog hun således Videnskabernes Selskabs guldmedalje for en undersøgelse over såkaldte overensstemmende tilstande hos stofferne, dvs. teorien om at finde en for alle stoffer fælles tilstandsligning – i hvert tilfælde for den flydende og luftformige fase under ét – ved at måle tryk, rumfang og temperatur i fra stof til stof forskellige enheder oprindeligt bestemt ved de såkaldte kritiske data, dvs. tryk, rumfang og temperatur i den kritiske tilstand mellem væsketilstanden og den luftformige tilstand. Hun viste, at man ved passende brug af mere vidt valgte enheder end de ved den kritiske tilstand bestemte med nogen tilnærmelse kunne opnå en fælles tilstandsligning, idet enheden for temperaturer stadig kunne vælges som den kritiske temperatur.

Kirstine Meyer var også førende, da eksperimentalfysikken slog igennem inden for undervisningen i mellemskolen og gymnasiet, hvor hun i øvrigt selv virkede som mangeårig lærer ved det af hendes ven – ligesom hun også magister i fysik – Hanna Adler (1859-19) oprettede moderne gymnasium med tilhørende barneskole (nu Sortedams Gymnasium).

Endelig skal nævnes, at hun var med til i 1902 at oprette »Fysisk Tidsskrift«, hvis redaktør hun var til 1913, og hvortil hun bidrog med en anselig række af artikler, der viste, at hun fulgte godt med i udviklingen. I 1908 var hun medstifter af »Fysisk Forening«.

Kirstine Meyer var – uden selv at ville være det – blandt danske kvindelige

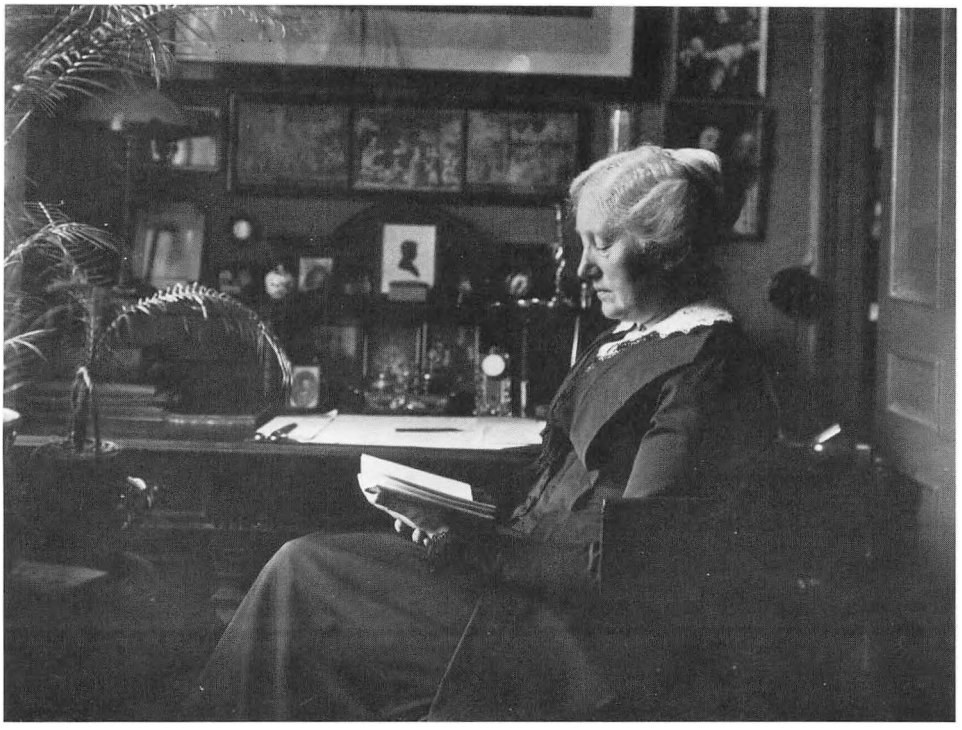


Fig. 109. Kirstine Meyer (1861-1941), der udførte en betydelig forskning over i særdeleshed Ole Rømer og H. C. Ørsted, og som var en førende personlighed i udviklingen af den moderne fysikundervisning indenfor børne- og gymnasieundervisningen. KB. Billedsamlingen.

akademikere en foregangskvinde, højagtet af alle og i besiddelse af en rolig og sikker vurderingsevne, der også kommer til udtryk i hendes historisk-fysiske forskning, hvor hun aldrig forfalder til hurtige domme, men altid tager hensyn til de sagligt foreliggende forhold og til den særegne karakter af de forskere, hvis virke har optaget hende. Dette gælder i særdeleshed hendes studier over, hvad Ole Rømer og H. C. Ørsted ydede, både inden for fysikken og til det danske samfunds gavn. Hun var den ledende personlighed i den reform af skoleundervisningen i fysik herhjemme, hvorved eksperimentalfysikken også her – ligesom i den højere undervisning – fandt en naturlig plads.

C. Christiansens efterfølger ved Københavns Universitet. Martin Knudsen. Sophus Weber

Christiansens efterfølger som professor i fysik ved Københavns Universitet blev *Martin Knudsen* (1871-1949) (H. M. Hansen 1937, Jacobsen 1950, Bohr og Rasmussen 1949, Pihl 1972).

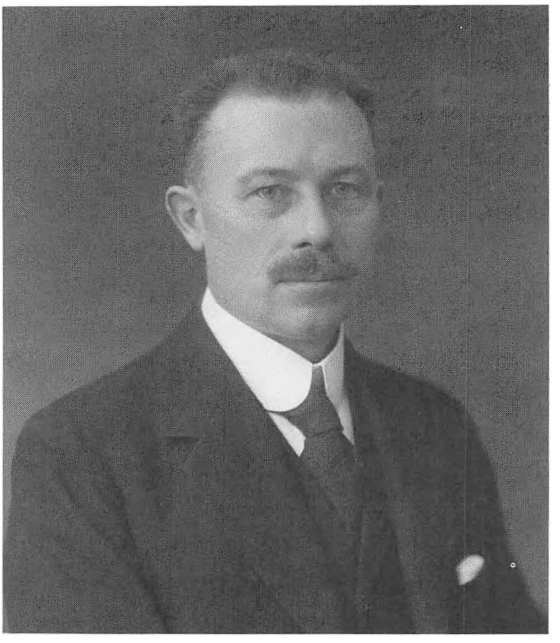


Fig. 110. Martin Knudsen (1871-1949), der ydede afgørende bidrag til udforskningen af gassers forhold under lave tryk, og som var en ledende personlighed indenfor den internationale fysiske oceanografi, hvortil han også selv gav betydningsfulde bidrag. Laurberg og Gad fot. 1917. Videnskabernes Selskab.

Han blev cand.mag i fysik 1896 efter allerede fra 1892 at have virket som assistent for C. Christiansen. 1896 fik han universitetts guldmedalje for en afhandling om elektrisk gnistdannelse. 1899 blev han assistent ved de af ham selv indrettede medicofysiske øvelser, og 1901 udnævntes han til docent i fyik ved Københavns Universitet med særlig pligt til at varetage stud.med.'ernes undervisning. Han efterfulgte så i 1912 Christiansen som professor i fysik ved universitetet og bestyrer af Fysisk Samling, der stadig havde til huse i Polyteknisk Læreanstalt på Sølvtorvet, og som sådan virkede han til 1941.

Martin Knudsens forskning faldt indenfor to adskilte områder: hydrografien eller den fysiske oceanografi og luftarters egenskaber ved så lave tryk, at det er beholderens dimensioner, der er den afgørende parameter og ikke middelvejlængden, dvs. gennemsnitsafstanden mellem to på hinanden følgende molekylsammenstød.

Martin Knudsens hydrografiske interesser var allerede vakt i studenterårene, da han deltog i et par sommerekspeditioner med »Ingolf« i havene omkring Færøerne og Grønland. Han nåede hurtigt frem til en førende stilling også indenfor den internationale hydrografi i kraft af sin store tekniske dygtighed og sine betydelige organisatoriske evner. Allerede 1899, 1901 og 1902 deltog han som dansk delegeret i konferencerne til planlægning af De Internationale Havundersøgelser og blev overdraget at foretage en række hydrografiske konstantbestemmelser til brug for havforskningen. En opgave,

som han i samarbejde med danske forskere – blandt andre den nedenfor nævnte J. P. Jacobsen – løste hurtigt, og som blev grundlaget for udarbejdelsen af de hydrografiske tabeller, som siden benyttedes ved havundersøgelserne. Han blev en ledende personlighed indenfor den internationale hydrografi og bidrog med omfattende undersøgelser og udvikling af nye metoder stærkt til denne videnskabs udvikling og gennem sin ledelse af de danske hydrografiske undersøgelser satte han sit præg på en betydningsfuld udvikling herhjemme. I forbindelse med hans virke for den internationale havforskning skal i øvrigt nævnes, at han også som sekretær for Videnskabernes Selskab 1917-41 var stærkt aktiv i udviklingen af det internationale samarbejde. Han blev 1912 medlem af og sekretær for det af den belgiske industrimagnat Solvay stiftede institut, hvis årlige møder har haft stor betydning for den moderne fysiks udvikling.

Martin Knudsens undersøgelser over luftarters forhold ved lave tryk fandt i det væsentlige sted i tidsrummene 1907-17 og 1925-30. De førte så at sige til den endelige og sikre bekræftelse af den kinetiske molekylteoris udsagn og fik stor betydning for den efterfølgende udvikling både indenfor den rene fysik og teknikken. Nemlig i henseende til færdigheden i omgangen med luftarter under meget lave tryk, f.eks. i udviklingen af metoder til måling af disse tryk. Han samlede sine erfaringer på dette område i en på engelsk i 1934 udgivet lille og letlæselig bog *The Kinetic Theory of Gases*.

Ved de lave tryk, der her er tale om, er det, som før nævnt, ikke luftarternes middelvejlængde, men beholderens dimensioner, der er afgørende for luftarternes adfærd. Den kinetiske molekylteoris udsagn bliver da lettere at overskue teoretisk, men eksperimentelt meget vanskeligere at påvise. Imidlertid lykkedes dette for Martin Knudsen på en række områder: den første direkte eksperimentelle bekræftelse af Maxwells lov for molekylhastighedernes fordeling, loven for molekylernes stød mod en væg, den såkaldte termodiffusion ved luftarters gennemstrømning i et smalt rør, konstruktionen af et absolut manometer til måling af meget lave tryk, opklaringen af den såkaldte radiometerkraft mellem to forskelligt tempererede plader og luftarternes varmeledning ved meget lave tryk.

Det er karakteristisk for Martin Knudsens forskning, at han udfra enkle teoretiske overvejelser og under udfoldelse af en blændende eksperimentkunst, udviklet på et helt selvstændigt grundlag, kunne opnå så store resultater.

I forbindelse med omtalen af Martin Knudsens undersøgelser over luftarters forhold ved meget lave tryk skal vi nævne, at en anden af Christiansens elever, *Sophus Weber* (1886-1970) (H. M. Hansen 1943), der emigrerede til Philips i Holland, også udførte nogle smukke eksperimentelle

undersøgelser indenfor den kinetiske molekylteori, bl.a. med hensyn til luftarters varmeledning, isens damptryk, psykrometerets teori, det absolutte manomenter og radiometerkræfter – en fortsættelse og videreførelse af den af Martin Knudsen grundlagte tradition.

J. P. Jacobsen

På det hydrografiske eller den fysiske oceanografis område og under Martin Knudsens direkte påvirkning kom hans samtidige fagfælle og ven *J. P. Jacobsen* (1877-1946) (H. M. Hansen 1937, Knudsen og Thomsen 1946) til at yde en solid indsats. Han blev cand.mag. i fysik i 1899 og virkede et par år som assistent hos Martin Knudsen i de grundlæggende arbejder med at bestemme havvandets konstanter, samtidig med at han underviste ved københavnske skoler. 1902-04 var han adjunkt ved Herlufsholm, hvorefter han 1904-17 var assistent ved det nye Hydrografiske Laboratorium og desuden 1905-07 assistent ved de medico-fysiske øvelser under Martin Knudsen samt 1908-17 ved Øvelserne i »Fysisk Teknik og fysiske Demonstrationer«, grundlagt 1907. Men så skiftede han igen over til gymnasieskolen og var 1917-19 adjunkt ved Aarhus Katedralskole. I 1919 blev han docent i fysik ved Farmaceutisk Læreanstalt og virkede her til 1942, foruden han i 1928-46 var virksom ved De Internationale Havundersøgelser, hvis bureau har sæde i København.

Under sine omskiftende arbejdsforhold bevarede han stedse sin tilknytning til hydrografien. Hans disputats fra 1913 *Bidrag til de danske Farvandes Hydrografi* og hovedværket fra 1929 *Contributions to the Hydrography of the North Atlantic* bærer vidnesbyrd herom.

J. P. Jacobsen var en mand af enkel levevis og bevidst usnobbet i sin færd.

E. S. Johansen

P. K. Prytz' efterfølger som professor i fysik (1921-48) ved Polyteknisk Læreanstalt blev *E. S. Johansen* (1879-1954) (Marke 1937, H. M. Hansen 1954).

Hans videnskabelige produktion var kun lidet omfattende, men hans indflydelse på fysikken herhjemme alligevel stor, først og fremmest gennem hans lærebøger i mekanik og varmelære (1941, 1948, 1950), som var udarbejdet med en ganske særlig omhu. De er endnu i dag værd at konsultere, præget som de er af en dyb fysisk forståelse og alsidig behandling af fysiske



Fig. 111. Julius Hartmann (1881-1951), den første professor i teknisk fysik ved Danmarks tekniske Højskole. I eftertiden særligt erindret for sit afgørende bidrag til, hvad vi nu kalder for plasmafysikken. Tegning af Gerda Ploug Sarp 1941. KB. Billedsamlingen.

problemer. Gennem sin mangeårige virksomhed som medredaktør af »Fysisk Tidsskrift« bidrog han meget til orienteringen om fysikkens udvikling, f.eks. om den dengang nye kvanteteori, hvilket også gælder den delvis populære bog *Moderne Anskuelser om Elektricitet og Stof* fra 1920. Han var den første formand for den i 1908 stiftede »Fysisk Forening«.

Den første professor i teknisk fysik. Julius Hartmann

1918 oprettedes et nyt docentur i fysik på Polyteknisk Læreanstalt, der blev besat med *Julius Hartmann* (1881-1951), som var den første tekniske doktor herhjemme, og som i 1929 blev udnævnt til professor i teknisk fysik ved læreanstalten, hvor han virkede til sin død (H. M. Hansen 1936, Rasmussen 1952, Pihl 1973).

Han blev i 1906 magister i fysik og var allerede under studietiden ansat ved læreanstaltens Fysiske Laboratorium under P. K. Prytz, og han efterfulgte denne som bestyrer i 1922. Efter sin udnævnelse som professor i teknisk fysik skabte han Laboratoriet for teknisk Fysik, dengang et af de bedst udrustede Instituter ved Polyteknisk Læreanstalt.



Fig. 112. H. M. Hansen (1886-1956), en alsidigt orienteret fysiker, der har betydet meget for fysikkens udvikling i Danmark, i de senere år særligt biofysikken. Københavns Universitets meget dygtige rektor 1948-56. Elfelt fot. 1952. Videnskabernes Selskab.

Julius Hartmanns forskning omfatter for størstedelen den tekniske og anvendte fysik og førte til en betydelig opfinderindsats. Særlig kendt er hans Strålebølgeensretter for vekselstrøm og hans Akustiske luftstrålegenerator (Hartmann-generatoren).

Men også indenfor den rene fysik gjorde han en indsats, som senere skulle blive af stor betydning. Nemlig vedrørende den såkaldte magnetohydrodynamik, der gennem den svenske fysiker H. Alfvéns arbejder har fundet anvendelse i forskningen af kosmologiske problemer, ligesom den også har været af grundlæggende betydning for den moderne plasmafysik. Hartmann var en foregangsmand med hensyn til magnetohydrodynamikken.

I sit arbejde med strålebølgeensretteren, der beror på, at en vekselstrømførende kviksølvstråle påtvinges et magnetfelt vinkelret på strålen, så den svinger i takt med vekselstrømmen, var han kommet ind på at undersøge, hvorledes en elektrisk ledende væske, som f.eks. kviksølv, strømmer i et magnetfelt. Efter teoretisk at have løst dette problem og vist, at det kan beskrives ved hjælp af en modifikation af gnidningskoefficienten, bekræftede han teorien ved en række eksperimentelle undersøgelser i samarbejde med F. Larris. De viste desuden eksperimentelt, at overgangen fra laminar (lagdelt)

strømning til turbulent (hvirvlende) strømning, der foregår næsten så diskontinuert som en faseovergang mellem to tilstandsformer, også i dette tilfælde er fastlagt ved, at det såkaldte Reynolds tal $vR\rho/\eta$ antager en bestemt værdi, her er v væskens hastighed, R en karakteristisk dimension af rørtværsnittet, hvorigennem væsken strømmer, ρ væskens vægtfylde og η den modificerede gnidningskoefficient.

I øvrigt havde Hartmann allerede tidligere påvist, at overgangen fra laminar til turbulent strømning, som beskrevet ved hjælp af Reynolds tal, ikke blot er gyldig for vand, men også for strømning af kviksølv, uanset at kviksølvs adhæsion til væggen i et glasrør forholder sig modsat vandets.

Julius Hartmann afholdt på læreanstalten de fysiske øvelser for alle stud.mag.'er i fysik, kemi, astronomi og matematik, men havde lidt svært ved at komme i egentlig kontakt med dem, hvilket nok har givet anledning til en ikke ganske retfærdig bedømmelse af ham. Fra mennesker, der stod ham nær, foreligger vidnesbyrd om, at han var en karakterfast og højt kultiveret, frisindet og fordomsfri personlighed, hvis realistiske livsholdning var båret af en stærk arbejdsglæde og en ateistisk betonet filosofisk indstilling.

H. M. Hansen

H. M. Hansen (1886-1956) (Johansen 1936, Bohr og Bøggild 1956) var en meget alsidig orienteret fysiker, som særlig i kraft af sin administrative dygtighed og sin undervisning kom til at betyde meget for fysikkens udvikling herhjemme i dette århundrede, men også hans forskning frembyder smukke resultater.

Han blev med et exceptionelt godt resultat i 1909 cand.mag. og var allerede som student knyttet til Polyteknisk Læreanstalts fysiske laboratorium, Fysisk Samling, hvor han virkede som assistent 1908-18 og med dygtighed tog del i den før omtalte af P. K. Prytz med støtte af Martin Knudsen gennemføte udvidelse samt i planlægningen af de fysikstuderendes videregående eksperimentelle uddannelse. 1914 overtog han forelæsningerne i fysik for de medicinstuderende, først som vikarierende docent i stedet for Martin Knudsen og fra 1918 som docent. 1923 udnævntes han i en nyoprettet professorstilling, og fra 1928 til sin død var han bestyrer for det af ham skabte Biofysiske Laboratorium, hvorfra han varetog undervisningen af medicinere og geografi- og naturhistoriestuderende. Han var Niels Bohr meget behjælpelig i tilrettelægningen af anden dels fysikundervisning på Institutet for teoretisk fysik og i det hele taget i ordningen af dette instituts forhold, og han udførte også der en del af sin forskning.

H. M. Hansens forskning vedrørte til at begynde med i særdeleshed optikken. 1911-12 havde han orlov fra sin assistentstilling på læreanstalten for at studere hos W. Voigt i Göttingen, hos hvem han i to semestre virkede som assistent. Resultatet af dette ophold blev hans doktordisputats i 1913 *Studiet af den inverse Zeeman-Effekt,* der blev anset som et dygtigt eksperimentalfysisk arbejde. Det vides, at han omkring denne tid gjorde Niels Bohr opmærksom på spektroskopiens kvantitative vidnesbyrd, hvilket jo blev af stor betydning for udviklingen i Bohrs første arbejder. I tilknytning til den nye atomteori fortsatte han sine spektroskopiske undersøgelser f.eks. over Starkeffekten, og sammen med Svend Werner undersøgte han 1923 det nyopdagede Hafniums spektrum.

Under bevarelse af sine interesser for optikken, særlig hvad angår den videregående uddannelse af de fysikstuderende, og under fortsat deltagelse i det af Bohr indførte studenterkollokvium, vendte han sig efter oprettelsen af Universitetets biofysiske Laboratorium mere imod fysikkens biologiske anvendelser, særlig i medicinsk-teknisk retning, f.eks. i tilsynet med de danske hospitalers røntgenudstyr, men også på flere andre måder. I 1930 blev han medlem af Direktionen for Finseninstitutet og desuden af bestyrelsen af radiumstationerne i Odense og Århus. I samarbejde med en anden af Christiansens elever, magister *Birgit Trolle* (1873-1934) (H. M. Hansen 1934), interesserede han sig også aktivt for fysiske spørgsmål knyttet til de tunghøres sag. Mange hverv blev lagt på denne dygtige mands skuldre, afsluttende med hans heldigt gennemførte hverv som Københavns Universitets rektor 1948-56.

I mange år var H. M. Hansen sammen med E. S. Johansen medredaktør af »Fysisk Tidsskrift«, og skrev her en række artikler, som sammen med hans foredrag i »Fysisk Forening« bringer budskab om hans meget vidtspændende orientering om fysikkens udvikling. Også hans mange artikler i »Dansk Biografisk Leksikon« vidner om et udstrakt kendskab til dansk fysiks historie og til sine kollegers arbejde.

Mange nulevende danske fysikere erindrer H. M. Hansen med taknemmelighed for hans milde færd, store hjælpsomhed og den undervisning, han gav dem, præget af hans brede indsigt og evne til hurtigt at orientere sig i forskelligartede problemer. Men hans tid blev så tidligt optaget af så mange gøremål, også i samfundsgavnlig henseende, at han næppe så stærkt kom til at inspirere og præge den efterfølgende generation af forskere – men nok mere gymnasielærerne – som hans rige evner sikkert kunne have givet muligheder for. Han var dog dansk fysik en god og trofast mand – og det danske samfund en meget dygtig tjener.

R. E. H. Rasmussen

Selvom *R. E. H. Rasmussen* (1901-72) (K. G. Hansen 1973) hører til generationen efter Christiansens elever, idet han kom fra Martin Knudsens skole, vil vi alligevel omtale ham her, fordi han i sin undervisning og forskning mindre hørte hjemme i den af Niels Bohr grundlagte tradition for atomfysisk forskning, som vi vil omtale i næste kapitel, end snarere var en fin repræsentant for det af C. Christiansen indledede syn på fysikkens muligheder.

Han blev cand.mag. i fysik i 1928 og derefter straks ansat på Fysisk Samling på Polyteknisk Læreanstalt. I 1942 blev han docent i fysik ved Danmarks farmaceutiske Højskole og efterfulgte dernæst i 1948 E. S. Johansen som professor ved læreanstalten, hvorefter han i 1950 overtog Julius Hartmanns professorat i teknisk fysik ved læreanstalten, men måtte på grund af sygdom afgå i 1969.

Hans doktordisputats omhandlede *Luftarters Strømning i snævnre Kanaler,* og den må anskues i forlængelse af C. Christiansen og Martin Knudsens arbejde på dette område. Senere blev han optaget af et væld af enkeltproblemer, som han til teknisk gavn ofte løste under udfoldelse af megen skarpsindighed og originalitet, særligt i sammenhæng med hans varetagelse af professoratet i teknisk fysik.

R. E. H. Rasmussen var, hvad vi i dag fristes til at kalde en »fysiker af den gamle skole«, men han beherskede sit fag og dets anvendelse med en suverænitet og sikkerhed, som ofte gav anledning til beundring hos fagkolleger. I sin færd var han overmåde venlig, og han var beskeden næsten til det selvudslettende, hvad han aldeles ikke havde nogen grund til.

Meteorologisk Institut op til nutiden

Også her støtter vi os noget til den tidligere nævnte bog af I. Sestoft i anledning af Meteorologisk Instituts 100-års jubilæum.

Adam Paulsen efterfulgtes i 1907 af Grønlandsfareren, kaptajn *C. H. Ryder* (1858-1923) (Ostermann 1941), hvis indsats her nok mere lå på det praktiske arbejde end på det videnskabelige felt. Men under støtte af de videnskabeligt uddannede medarbejdere, i særdeleshed *Dan la Cour* (1876-1942) (H. M. Hansen 1934, J. Olsen 1942), fortsatte udviklingen, og flere og flere arbejdsområder blev draget ind under institutets virke.

Dan la Cour, som i 1923 efterfulgte C. H. Ryder, var allerede i 1903 blevet

chef for vejrtjenesten. Han var søn af Poul la Cour, hvis virke inden for meteorologien vi tidligere har omtalt, og han udfoldede meget alsidige interesser i institutets tjeneste. Til at begynde med særligt hvad angår vejrtjenesten, men hans interesser vendte sig mere og mere mod geofysikken, i særdeleshed jordmagnetismen, hvor han ydede en international anerkendt indsats i kraft af udviklingen af nye, sikre og præcise målemetoder. Han synes i det hele taget at have overtaget faderens glæde ved og interesse for tekniske opfindelser. På grund af hans store organisationstalent blev han i 1929 valgt som leder af forberedelserne til det andet, internationale Polarår 1932-1933, hvorefter han ved dettes afslutning overtog ledelsen af et internationalt bureau som centralsted for deltagerlandenes samarbejde og udveksling af jordmagnetiske iagttagelser.

Ved sin død efterfulgtes Dan la Cour af *Helge Petersen* (1886-1958) (H. M. Hansen 1940, Andersen 1959), og under hans ledelse fandt mange nye reformer sted. Institutet flyttedes fra Esplanaden til Gamlehave 22 i Charlottenlund, og personalet blev betydeligt udvidet i fortsættelse af en allerede i la Cours tid påbegyndt udvikling.

Helge Petersen var i 1933 blevet chef for vejrtjenesten og havde her sammen med nogle medarbejdere gjort en stærk indsats for at indføre den norske skoles (»Bergenskolens«) nye metoder i vejrtjenesten, den såkaldte frontologi med dens termodynamisk-aerodynamiske beskrivelse af lufthavets øjeblikkelige tilstand og de herpå beroende forudsigelser af vejret. En udvikling af meteorologiens muligheder, som la Cour nok til at begynde med havde stillet sig lidt tøvende overfor, men som i øvrigt modtog moralsk støtte af H. M. Hansen.

Som direktør for Meteorologisk Institut blev Helge Petersen stillet over for et væld af nye opgaver, ikke mindst efter den anden verdenskrigs slutning, men pladsen, som her er til rådighed, tillader ikke at omtale de mange aktiviteter inden for institutets rammer.

Ved sin afgang i 1956 på grund af alder efterfulgtes Helge Petersen af *Karl O. Andersen* (f. 1915), og udviklingen accelereredes yderligere. Til at belyse institutets mange aktiviteter skal vi blot nævne de forskellige afdelinger, hvori det er blevet opdelt: administrationen, vejrtjenesten, klimatologisk afdeling, aerologisk afdeling, geofysisk afdeling I, geofysisk afdeling II, afdelingen for internationale arbejder, vejrmeldetjenesten for Grønland, ionosfærelaboratorier og EDB-afdelingen. Institutet er nu flyttet til Lyngbyvej 100.

Hvad angår den seneste fase af udviklingen inden for dansk meteorologi er vi afskåret fra at gå nærmere ind herpå.

Nogle andre fysiske laboratorier

Ved Landbohøjskolen og Farmaceutisk Læreanstalt voksede der efterhånden, som fysikundervisningen her styrkedes, laboratorier frem, hvori også en begyndende forskning fandt sted, som senere intensiveredes ganske stærkt, indtil der i dag er tale om højt udviklede forskningslaboratorier med tilhørende medarbejderstabe, og hvor der ikke kun drives en til disse læreanstalters formål knyttet anvendt forskning, men også grundforskning i fysik. Det falder imidlertid uden for denne afhandlings hensigt at gå nærmere ind herpå.

De af Martin Knudsen påbegyndte hydrografiske undersøgelser fortsatte forskellige steder – også under Københavns Universitet – under den i 1902 oprettede »Kommission for internationale Havundersøgelser«, tilknyttet til »Det internationale Raad for Havundersøgelser«, og senere omdøbt til »Kommissionen for Danmarks Fiskeri og Havundersøgelser«. Sluttelig fandt disse aktiviteter sæde i slottet i Charlottenlund, hvor også det internationale rådssekretariat fandt plads. En særlig betydningsfuld indsats fra den første tid blev gjort af den ovenfor omtalte *J. P. Jacobsen* og meteorologen *J. N. Nielsen* (H. M. Hansen 1932). Den nuværende leder af de hydrografiske undersøgelser er *Jens Smed* (f. 1914). Se iøvrigt Smed og Jacobsen 1982.

På Niels Finsen Institutet, hvor Radiumstationen havde plads fra 1921, virkede mange danske fysikere i kortere og længere tid og i form af ydelser af konsulentvirksomhed. Og den moderne fysiks udvikling, som vi vil omtale nærmere i næste afsnit, førte til bygningen af højspændingsanlæg til strålingsbehandlingen. I 1954 oprettedes et radiofysisk laboratorium som en selvstændig afdeling. Lederen heraf blev en af Niels Bohrs medarbejdere *J. Ambrosen* (1905-82).

NUTIDEN. NIELS BOHRS TID

Det er klart, at med Niels Bohrs virke fandt et nyt gennembrud sted i dansk fysik. Det største og mest vidtrækkende. Fysikkens udvikling under hans ledelse og i tiden derefter har været så heftig, at det ikke er muligt på en så begrænset plads, som her står til rådighed, at give en indgående skildring heraf, og vi må i almindelighed give afkald på endog antydningsvis at gøre rede for de særlige faglige problemer, som i den tid har optaget danske fysikere. Ja, der bliver endda ikke nogen mulighed for nærmere at behandle udviklingen i Danmark uden for Københavns Unirsitets mure, hvor der i særdeleshed på Danmarks tekniske Højskole (tidligere Polyteknisk Lærean-

stalt), Risøs forsøgsstation og ved Aarhus Universitet er gjort meget betydelige fremskridt i fysikkens forskning. Det kan heller ikke undgås, at dette afsnit, i endnu højere grad end de foregående, sommetider får karakteren af en noget tør opremsning af navne og begivenheder. Hertil kommer det i Indledningen nævnte forbehold, at forfatteren ikke har ment det rigtigt – og ej heller muligt – at forsøge på at foretage en vurdering af samtidige, nulevende kollegers og venners virke.

Niels Bohr. Træk af institutlivet på Blegdamsvej

Vi minder kort om *Niels Bohrs* (1885-1962) livsgang (Rozental 1964 og 1979, Rosenfeld 1970, FT 1962). Han fødtes 1885 som søn af professor i fysiologi ved Københavns Universitet Christian Bohr og hustru Ellen, født Adler. I hjemmet var man tidligt klar over hans store evner, og her blev hans interesser for naturvidenskaben, filosofien og litteraturen grundlagt. Også ved muligheden for stiltiende at kunne overvære samtaler mellem faderen og hans venner: sprogforskeren Vilhelm Thomsen, filosoffen Harald Høffding og fysikeren C. Christiansen. Igennem hele livet var han nær knyttet til sin bror, matematikeren Harald Bohr (1887-1951), der senere blev professor ved Københavns Universitet, og som i mange henseender var ham en god og dygtig støtte. Også hvad angår de erkendelsesteoretiske overvejelser, som optog dem begge stærkt.

Som student hos C. Christiansen blev han i 1909 magister i fysik efter i 1907 at have fået tildelt Videnskabernes Selskabs guldmedalje for et eksperimentelt arbejde – hans eneste – om overfladespænding og væskestrålebølger; i øvrigt opnåede P. O. Pedersen også guldmedalje for besvarelsen af samme prisopgave. Den store opgave til magisterkonferensen omhandlede metallernes elektronteori, og i fortsættelse heraf blev han allerede i 1911 dr.phil. på en teoretisk afhandling om samme emne. Med dette dengang kun på dansk foreliggende arbejde (nu findes det på engelsk i første bind af hans *Collected Works*) gives så at sige afrundingen af, hvad elektronteorien for metallernes varmeledning og elektriske ledning kunne yde på den klassiske fysiks grundlag. Han klargjorde også her, at den klassiske fysik ikke kunne forklare visse fundamentale magnetiske egenskaber.

Efter disputatsen rejste han til England, først til J. J. Thomsen i Cambridge og dernæst til E. Rutherford i Manchester. Mødet med Rutherford og hans skole fik en afgørende indflydelse på ham, og der opstod et nært, livslangt venskab mellem de to store fysikere. I Manchester begyndte han at arbejde på forståelsen af ladede partiklers gennemgang i stofferne (»stødproblemer«), en

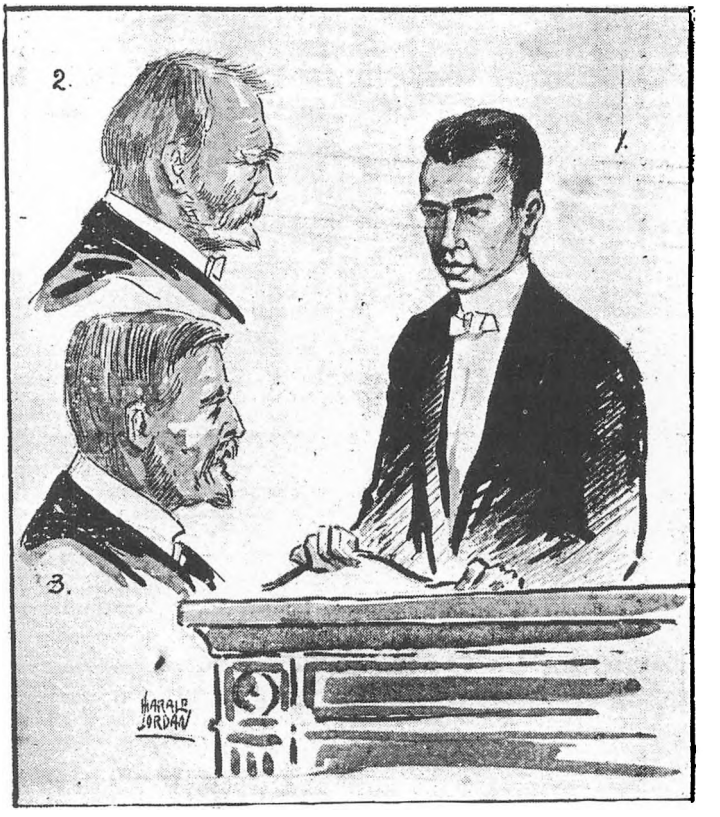


Fig. 113. Niels Bohr, da han 13. maj 1911 forsvarede sin doktordisputats med C. Christiansen og matematikeren P. Heegaard som opponenter. Efter Niels Bohr: »Collected Works« I, s. 99.

interesse som hele livet optog ham meget. Ved hjemkomsten til København videreførte han dette arbejde og forelæste i fysik som privatdocent. Og nu tog han spørgsmålet op om den forklaring af atomernes spektre, som i 1913 førte til det gennembrud i atomfysikken, der siden er knyttet til hans navn. I 1913 blev han docent i fysik ved medicinerundervisningen, hvor han efterfulgte Martin Knudsen. Det var næppe et heldigt valg, og han modtog i 1914 opfordring fra Rutherford til at virke som lecturer i teoretisk fysik ved universitetet i Manchester, hvor han blev i to år. I 1916 overtog han et til ham nyoprettet professorat i teoretisk fysik ved Københavns Universitet, og her forblev han trods adskillige kaldelser fra udlandet, kun afbrudt af de år, han som følge af nazismens barbari måtte tilbringe i USA.

I 1921 indviedes det af ham på Blegdamsvej oprettede »Institut for teoretisk Fysik«, nu »Niels Bohr Institutet«, hvis planlægning og første tid fængslende og indgående er skildret af P. Robertson 1979. Det er flere gange senere blevet ombygget og udvidet, og i 1958 kom hertil institutets Risø-afdeling. Niels Bohr og hans familie fik bolig i en til Institutet hørende villa –



Fig. 114. Institut for teoretisk Fysiks bygning med tilhørende professorbolig, opført 1920 af Martin Borch. Man havde oprindelig tænkt sig en placering i nærheden af Polyteknisk Læreanstalt i Sølvgade, men da dette viste sig uigennemførligt, blev adressen Blegdamsvej 15. Institutet, nu Niels Bohr Institutet, er senere udvidet væsentligt. KU.

nu længst taget i brug i det daglige arbejde – indtil han i 1932 fik tildelt æresboligen på Carlsberg.

Niels Bohrs atomfysiske forskning omhandlede til at begynde med forholdene i systemet af elektroner uden for atomkernen og førte blandt andet til den opklaring af grundstoffernes fysiske og kemiske egenskaber – således som de særligt kommer til udtryk i grundstoffernes periodiske system – der slog verden med forbavselse og beundring, og som førte til, at han i 1922 modtog Nobelprisen. I sit Nobelforedrag kunne han meddele Costers og v. Hevesys opdagelse af grundstoffet Hafnium (således benævnt efter København) på grundlag af de nye teorier.

Under indtryk af den udvikling af atomfysikken, som fandt sted i et stærkt internationalt samarbejde under hans ledelse, men også udfra en stor interesse siden de unge dage for erkendelsesteoretiske spørgsmål, optog disse ham stærkt og førte til hans revolutionerende tanker om komplementariteten i vor erkendelse.



Fig. 115. »Blegdamsvej 15«, Universitetets Institut for teoretisk Fysik, var et velkendt begreb indenfor den internationale kreds af atomfysikere. Her mødtes i en længere årrække hvert år, omkring påsketid, denne kreds – særligt mange af de yngre fysikere – til inspirerende drøftelser af stor betydning for fysikkens udvikling med Niels Bohr som den centrale og stærkt inspirerende personlighed. På gruppebilledet fra ca. 1930 ses på første række fra venstre i det berømte auditorium A: Oscar Klein, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, George Gamow, Lew Landau, H. A. Kramers. På anden række: Ivar Waller, Piet Hein, Ronald F. Peierls, Walter H. Heitler, Felix Bloch, Tanja Ehrenfest, Walter Colby, Edward Teller. På de bageste rækker: Oscar Rice, A. Wintner, Christian Møller, Mogens Pihl, A. J. Hansen. Fotografi på Niels Bohr Institutet.

Senere bidrog han på afgørende vis til forståelsen af atomkernes struktur og egenskaber og blev også her en foregangsmand; han gav således forklaringen på den såkaldte fission af urankerner, som blev af så afgørende betydning – på godt og ondt – for den tekniske udvikling.

Under hans førerskab blev institutet på Blegdamsvej et center for den internationale atomfysiske forskning, og næsten alle ledende atomfysikere opholdt sig i kortere og længere perioder på institutet; tit i tilknytning til de årlige, uformelle konferencer han afholdt her. Uforglemmelige minder for deltagerne – også for de unge danske fysikstuderende der fik lejlighed til at overvære disse møder.

Ingen videnskabsmand har så intensivt og omfattende fremmet det internationale forskningssamarbejde som Niels Bohr, der tidligt og bevidst arbejdede herfor. Hans dybe interesse for det internationale samarbejde kom

også stærkt til orde i hans overvejelser og handlinger i tilknytning til den krigstekniske brug af kernefysikken; således i hans kendte »Åbne brev« til de Forenede Nationer (1950).

Han tog ligeledes førende del i det nordiske samarbejde, der førte til opretelsen i 1957 af NORDITA inden for institutets rammer, og som både i undervisning og forskning har været af stor berigelse for institutlivet på Blegdamsvej. Ligeledes var han ledende i oprettelsen af CERN, det intereuropæiske samarbejdscenter i Genève for kernefysikken og højenergifysikken.

Her i Danmark var Niels Bohrs indflydelse helt afgørende for den af ham og hans medarbejdere nøje gennemtænkte oprettelse af Atomenergikommissionen og den til denne knyttede forsøgsstation på Risø.

Ved en i 1925 gennemført udvidelse af institutet på Blegdamsvej kunne universitetets videregående uddannelse af fysikstuderende helt overføres hertil fra Polyteknisk Læreanstalt, bortset fra særlige kursusarbejder, der naturligt hørte hjemme på læreanstalten. Men den indledende fysikundervisning fandt fortsat sted på Polyteknisk Læreanstalt.

Selv var Niels Bohr – og i faldende omfang i de senere år – kun sporadisk delagtig i undervisningen, bortset fra at han altid med stor iver deltog i det af ham oprettede studenterkollokvium, som han tillagde stor betydning.

Gennem ham blev mange udenlandske forskere i korte og længere perioder inddraget i institutlivet, nogle af dem varigt. Her skal kun nævnes nogle fysikere med fast tilknytning til institutet: *H. A. Kramers* (1894-1952) (Bohr og Casimir 1977, Casimir 1973), der som Niels Bohrs første udenlandske elev kom hertil i 1916, og som 1924-26 virkede som lektor her, *Oscar Klein* (1895-1977) (Møller 1977), ligeledes lektor her 1926-32, og hans efterfølger *Werner Heisenberg* (1901-1976) (Pihl 1976), endvidere vennen fra ungdomsårene *G. v. Hevesy* (1885-1966) (Szabadváry 1972, Levi 1962) og *L. Rosenfeld* (1904-1974) (Rozental 1975). Men mange andre af tidens førende atomfysikere – ja, næsten dem alle – kunne nævnes som ofte tilbagevendende gæster.

Det er nærliggende i denne sammenhæng også at nævne den store og hjertelige gæstfrihed, som Niels Bohr og hans hustru Margrethe, født Nørlund, udfoldede over for danske fysikere og deres udenlandske kolleger og venner, og som bidrog stærkt til at fremme samarbejdet.

Sammen med sin bror Harald Bohr ydede Niels Bohr en omfattende virksomhed i hjælpen til tyske fysikere og matematikere, der blev ofre for nazismen, men også mange andre. I kraft af deres internationale forbindelser lykkedes det de to brødre at skaffe disse flygtninge arbejdsmuligheder forskellige steder i verden, ofte efter nogen tids ophold herhjemme.

Niels Bohr nærede dyb interesse og hengivenhed over for dansk videnskab og den hertil knyttede tradition, hvilket også kom til udtryk gennem hans

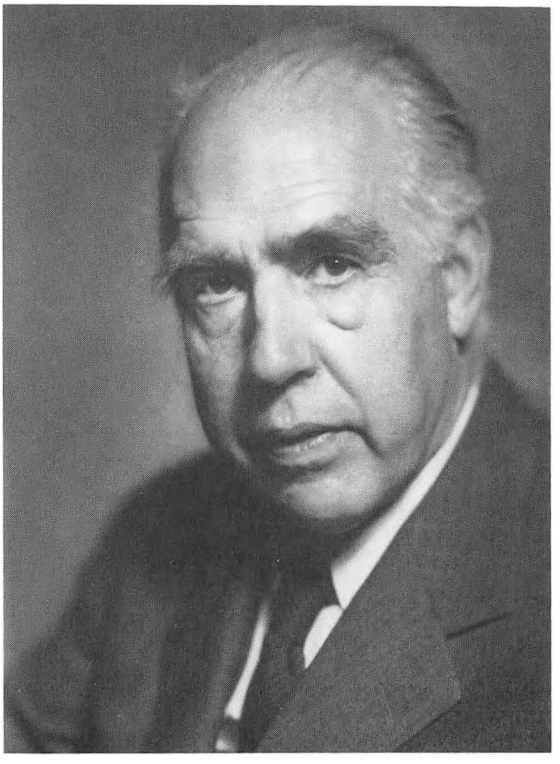


Fig. 116. Niels Bohr (1885-1962) fra de senere år, hvor hans tanker, stedse optaget af fysikkens grundproblemer, også beskæftigede sig med dybe erkendelsesspørgsmål og med den udvikling, der var sat igang med brugen af kerneenergi til tekniske formål – på godt og ondt. Herdis og Herman Jacobsen fot. Videnskabernes Selskab.

præsidentskab for Videnskabernes Selskab (1939-62). Og han var altid optaget af at finde de rette udfoldelsesbetingelser og -muligheder for sine elever, ja, for danske fysikere overhovedet.

Han besad en særlig evne til både i alvor og spøg at inspirere sine medmennesker. Når et emne ikke rigtigt fængslede ham, kunne han ganske vist i aldrig svigtende velvilje ofte bruge vendingen »Det er uhyre interessant«, men blev han for alvor interesseret – og han hørte til de levende mennesker, der let bliver det – kunne man straks mærke hans inspirerende engagement. Og hans medarbejdere kunne tit iagttage, hvorledes han i det stille havde banet vej for dem. Derfor huskes han i danske fysikerkredse ikke blot for sin store forskningsindsats, men simpelthen også for sin godhed. Tanken herom leder hen til mindet om H. C. Ørsted.

Niels Bohrs medarbejdere i Danmark

Niels Bohrs arbejdsform var altid betinget af hans behov for at udvikle sine tanker om de problemer, som optog ham, i samtalens form. De fysikere fra

Danmark og udlandet, som på denne måde har truffet ham, vidner alle om den stærke inspiration, der udsprang af disse samtaler, og at nævne dem alle ville være ensbetydende med at nævne den tids ledende atomfysikere. Hertil kommer hans omfattende korrespondance med fagkolleger verden over, som nu i store uddrag indgår i udgivelsen af hans *Collected Works*. Det er en udgivelse, for hvis redaktion L. Rosenfeld stod indtil sin død i 1974, og som nu er overtaget af *Erik Rüdinger* (f. 1934).

Et grundigt og meget dygtigt arbejde i udgivelsen af de første bind er nedlagt af *J. Rud Nielsen* (1894-1980). Han blev cand.mag. i fysik i 1919 og blev ansat som videnskabelig assistent ved Fysisk Samling på Polyteknisk Læreanstalt, men emigrerede i 1923 til USA, hvor han i en lang årrække virkede som professor i fysik ved universitetet i Oklahoma indtil sin afgang på grund af alder. Hans speciale var molekylspektroskopi, og han har ofte besøgt Danmark og taget del i de af Niels Bohr årligt afholdte konferencer. Det har været en stor lykke for udgivelsen af Niels Bohrs *Collected Works*, at Rud Nielsen har kunnet ofre så megen omhu på dette værk.

Ud over Niels Bohrs kontakt med mange fagfæller herhjemme og i udlandet udvikledes efterhånden et nært samarbejde med enkelte fysikere, der på et fagligt grundlag så at sige virkede som en slags sekretær eller privatassistent for ham. *H. A. Kramers* var den første, som i spæd begyndelse udførte denne funktion, der selvfølgelig i tidens løb med de voksende krav, der blev stillet til Niels Bohr, antog en mere omfattende karakter.

I denne sammenhæng vil vi omtale den altfor tidligt afdøde *Fritz Kalckar* (1910-38) (Møller 1938). Han blev magister i 1933 og straks ansat ved Institutet for teoretisk Fysik, hvor han både alment og fagligt kom i nært samarbejde med Niels Bohr, f.eks. vedrørende modellen af tunge atomkerner. Men han udførte også på egen hånd betydningsfulde teoretiske arbejder inden for kvantemekanikken. Hans tidlige død var et stort tab for dansk fysik. Også i menneskelig henseende.

Vi nævner også her den tidligere omtalte, belgisk fødte *Leon Rosenfeld*, der under en periode som professor i teoretisk fysik i Belgien, Holland og England, havde opholdt sig her i længere tid – idet han 1958 blev udnævnt til professor ved NORDITA, hvor han virkede til sin død i 1974. Han var den af Niels Bohrs nære medarbejdere, som mest indtrængende og mest engageret har fortolket mesterens gerning, men han har desuden selv ydet fine bidrag til forståelsen af fysikkens udvikling, ligesom han også på frugtbar vis har beskæftiget sig med fysikkens historie og naturerkendelsens problemer.

Med *Stefan Rozentals* (f. 1904) virke som medarbejder for Niels Bohr blev den antydede sekretærvirksomhed mere udpræget, men stadig med nær tilknytning til det faglige. Han er født i Polen 1904 og blev der dr.phil. i 1928,



Fig. 117. J. C. Jacobsen (1895-1965) var Martin Knudsens efterfølger som professor i fysik ved Københavns Universitet og udførte en betydelig forskning ved Universitetets Institut for teoretisk Fysik, særligt vedrørende radioaktiviteten. Laurberg og Gad fot. 1943. Videnskabernes Selskab.

hvorefter han var videnskabelig medarbejder på Heisenbergs institut i Leipzig og derefter ved universitetet i Krakow. I 1938 kom han til institutet, hvor han forblev til sin afgang i 1973 på grund af alder, bortset fra en tvungen udlændighed i Sverige under krigen. Ud over dyrkelsen af sine faglige interesser og gerningen som universitetsdocent samt det nære samarbejde med Niels Bohr, har Rosental med dygtighed påtaget sig flere administrative opgaver, både hvad angår institutet, f.eks. dettes bibliotek, og det hertil knyttede NORDITA.

Efter Stefan Rozental virkede *Aage Petersen* (f. 1927) som medhjælper hos Niels Bohr. Han blev magister i fysik i 1952, og hans interesse vendte sig efterhånden mod erkendelsesteoretiske spørgsmål førende til doktoridsputatsen ved Københavns Universitet i 1967: *Quantum Physics and the Philosophical Tradition.* I 1965 emigrerede han til USA, hvor han blev knyttet til Yeshiva University, New York. Han efterfulgtes af nuværende lektor ved institutet *Jørgen Kalckar* (f. 1935) og den nuværende leder af Niels Bohr Arkivet Erik Rüdinger.

Vi har hidtil kun omtalt nogle af Niels Bohrs medarbejdere, som i særlig grad var knyttet til ham i hjælpen med dagliglivets efterhånden mere omfattende spørgsmål, men også i hans optagethed af faglige problemer.

Udover disse var han stærkt forbundet med de mange andre danske medarbejdere ved institutet, hvoraf vi nu vil omtale nogle lidt nærmere, idet vi dog – som flere gange sagt – i almindelighed ikke vil nævne nulevende fysikere og i øvrigt også vil medtage andre aspekter af de omtaltes virke end bestemt ved tilknytningen til Niels Bohr.

Vi har allerede fortalt, at *H. M. Hansen* i de første år af institutets historie var en god hjælp i administrationen og undervisningen. Han har skrevet en beretning om det første tiår af institutets historie (1931), og han tog selv aktivt del i den eksperimentelle forskning, som foregik her.

En fremtrædende medarbejder i institutets eksperimentelle forskning var *J. C. Jacobsen* (1895-1965) (Lassen 1965). Han blev cand.mag. i 1919 og var knyttet til institutet fra dets begyndelse til sin død, pånær et par års arbejde vedrørende atomenergien med virke på Risø 1956-58. I 1941 efterfulgte han Martin Knudsen som professor og leder af Universitetets fysiske laboratorium, som da flyttedes fra Polyteknisk Læreanstalt til institutet. I 1928 var han blevet dr.phil. på afhandlingen *Studier over radioaktive Stoffers Stråling og Omdannelse,* og radioaktiviteten blev livet igennem hans foretrukne arbejdsfelt. J. C. Jacobsen var en fremragende eksperimentalfysiker, dristig og opfindsom, som med små midler kunne udføre store ting, men som heller ikke veg tilbage for arbejdet med større projekter som f.eks. bygningen – på Niels Bohrs initiativ – af den såkaldte cyklotron.

I 1921-56 virkede han som konsulent ved Finsens Institut og udførte her et betydningsfuldt arbejde til gavn for lægevidenskabens brug af radioaktiv og anden stråling. Foruden i udviklingen på Risø var han også delagtig i oprettelsen af den førnævnte institution CERN for intereuropæisk samarbejde i kerne- og højenergiforskningen.

J. C. Jacobsen indtog en central stilling i uddannelsen af danske eksperimentalfysikere og udviklingen af den eksperimentelle forskning på institutet. Fåmælt, men venlig og hjælpsom og i besiddelse af en vis tør humor forstod han at samle en dygtig kreds af hengivne medarbejdere omkring sig. En af dem var den tidligere nævnte J. Ambrosen, der senere fik en ledende stilling på Finsens Institut.

Vi nævner dernæst *Sven Werner* (f. 1898) (H. M. Hansen 1943). Han blev 1923 fabriksingeniør fra Polyteknisk Læreanstalt og meldte sig umiddelbart herefter som frivillig medarbejder på institutet og blev assistent her 1924. I 1927 blev han dr.phil. på afhandlingen *Studier over spektroskopiske Lyskilder,* hvorefter han blev ansat som docent ved Polyteknisk Læreanstalt samme år, fra 1936 som professor. Foruden spektroskopiske emner var han optaget af undersøgelser over elektronspredning i luftarter og rørtælleres teori. I 1938 efterfulgte han den nedenfor omtalte E. Buch Andersen som professor i fysik

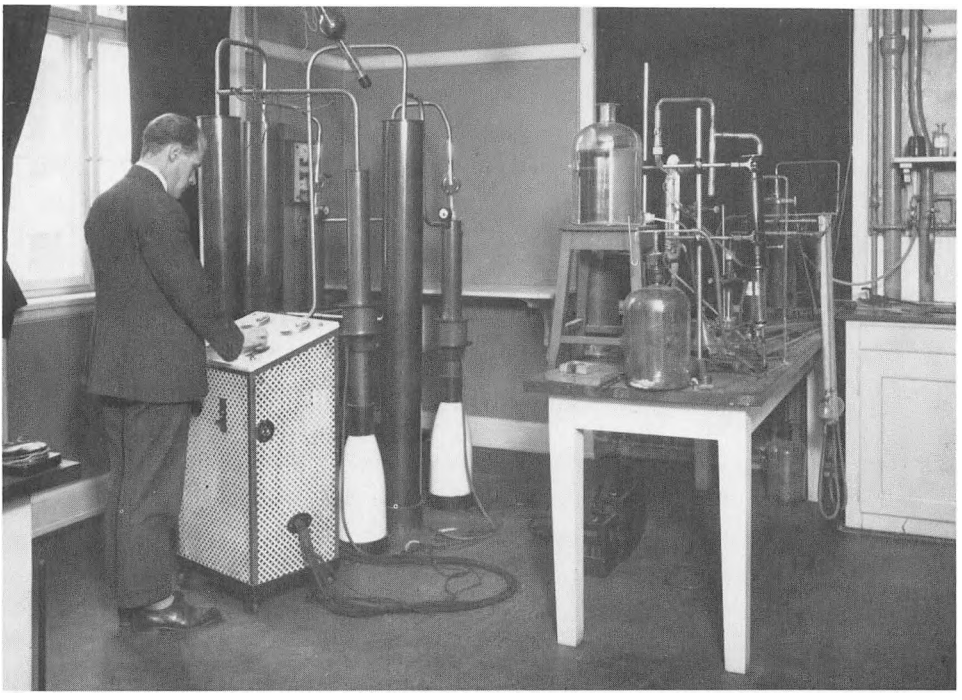


Fig. 118. Ebbe Rasmussen (1901-59). En af Niels Bohr højt værdsat medarbejder. Hans arbejdsfelt var i særdeleshed spektroskopien, men også i administrativ henseende ydede han indenfor flere områder en meget dygtig indsats. I 1956 efterfulgte han J. C. Jacobsen som professor i fysik ved Københavns Universitet. Fotografiet fra 1929 viser ham under arbejdet i et forsøgslokale på Institut for teoretisk Fysik. KU.

ved Aarhus Universitet og fik her gennemført oprettelsen af et moderne højspændingsanlæg, som imidlertid ikke kom effektivt igang. I 1958 forlod han Aarhus Universitet og blev knyttet som leder til Burmeister & Wains reaktorafdeling til 1965.

Også *Ebbe Rasmussen* (1901-1959) (Bohr, Middelboe og Lyshede 1960) var en af Niels Bohr højt værdsat og betroet medarbejder. I 1926 blev han cand.mag. i fysik og modtog 1928 universitetets guldmedalje for besvarelsen af prisopgaven i fysik. Han var 1928-42 assistent ved institutet, hvor hans arbejdsfelt i særdeleshed var spektroskopien. I 1932 blev han dr.phil. på afhandlingen *Serier i de ædle Luftarters Spektre*. Desuden var han 1924-36 fysiker på Finsens Institut. I 1942 udnævntes han til professor ved Landbohøjskolen, hvor han efterfulgte A. W. Marke. Her virkede han under fortsat gennemførelse af sin spektroskopiske forskning, til han i 1956 efterfulgte J. C. Jacobsen som professor i fysik ved Københavns Universitet, men han døde allerede i 1959. Inden for spektroskopien, hvor han beskæftigede sig med den såkaldte finstruktur og den hyperfinstruktur, som kan give os visse oplysninger om

atomkernerne, var han en anset forsker i kraft af sin store eksperimentelle dygtighed. Desuden var han i besiddelse af betydelige administrative evner, som kom til udfoldelse blandt andet i Atomenergikommissionen og gennem hans virke som sekretær for Videnskabernes Selskab og for Selskabet for Naturlærens Udbredelse. Sammen med den nedenfor nævnte Christian Møller skrev han i 1938 en udmærket populærvidenskabelig indførelse i atomfysikken *Atomer og andre Smaating* (nyudgave ved Jørgen Kalckar). Han var i hele sin færd dygtig, djærv og åben.

Endvidere var *T. Bjerge* (1902-1974) (Højgaard Jensen og Juul 1974) medarbejder ved institutet. Han blev fabriksingeniør 1926 og magister 1931, hvorefter han i 1938 blev dr.phil. på afhandlingen *Studier over kunstig Radioaktivitet med kort Halveringstid.* Han var meget aktiv i gruppen, der i slutningen af 30'rne opbyggede den eksperimentelle kernefysik ved institutet og deltog i oprettelsen af institutets højspændingsaccelerator. I 1939 efterfulgte han Svend Werner som professor i fysik ved Polyteknisk Læreanstalt, hvor han i samarbejder med H. Højgaard Jensen tog initiativet til oprettelsen af en særlig fysiklinje for ingeniører. Som resultat af sin undervisning udgav han tre enkle og klare lærebøger omhandlende Optik, Elektromagnetisme og Atomfysik. 1955 blev han medlem af Atomenergikommissionen, men forlod denne for i 1956 at blive administrerende leder af forsøgsanlægget på Risø, hvor han var medvirkende til at skabe et teknisk-videnskabeligt miljø af høj kvalitet.

K. J. Brostrøm (1905-1965) (Huus 1974) fik en særlig betydning for udviklingen af den eksperimentelle forskning på institutet. Han blev cand. mag. i 1930 og straks ansat ved institutet, og hans indsats her blev i særdeleshed den bygning af de store højspændingsanlæg, hvis betydning mere kundgør sig ved publikationerne af resultaterne af forskningen under deres brug, end ved det store og originale arbejde der er nedlagt i deres konstruktion. Den tid var nu inde, hvor udforskningen af atomkernerne krævede brugen af kunstigt accelererede ioner, hvis vekselvirkninger med kernerne kunne give nærmere oplysninger om disses struktur og art. Og her var Brostrøm den store »apparatbygger«, idet Niels Bohr selv havde taget initiativet til denne nye fase i institutets historie. Der var her først tale om en 2 MV og dernæst en 4 MV såkaldt van de Graaf påbegyndt henholdsvis 1939 og 1949. I 1958 blev Brostrøm udnævnt til professor ved Aarhus Universitet, men døde allerede i 1965; hans helbred havde aldrig været stærkt, og kræfterne var slidt op.

Også *Jørgen Koch* (1909-1971) (Højgaard Jensen 1972, Lassen 1972) gjorde en betydelig eksperimentel indsats på institutet. Hans uddannelse foregik til at begynde med i Danzig og Berlin, idet hans far besad en høj international post i Danzig. I 1933 blev han dr.ing. hos Gustav Hertz i Berlin og blev så i

1936 knyttet til institutet. 1942 blev han dr.phil. ved Københavns Universitet på afhandlingen *Massespektrografisk Isotopadskillelse,* og det var inden for dette område, han gjorde sin største indsats, idet han dog også arbejdede på andre områder af radioaktiviteten. 1957 efterfulgte han H. M. Hansen som professor, knyttet til Biofysisk Laboratorium, og blev derved ansvarlig for fysikundervisningen af de medicin-, naturhistorie- og geografistuderende. Biofysisk Laboratorium blev i 1963 flyttet til H. C. Ørsted Institutet (Fysisk Laboratorium II), i hvis planlægning og indretning han havde taget stærkt del. Under hans ledelse ændrede laboratoriet noget karakter: Ganske vist skulle det som hidtil være til rådighed med ekspertise og undervisning på grænseområderne mellem de fysiske og de biologiske fag, men det tog nu også opgaver op inden for atomfysik og faststoffysik. Arbejdet på Fysisk Laboratorium II kom godt igang på disse områder, men allerede i 1971 døde Jørgen Koch efter en langvarig sygdom, til det sidste optaget af planer for sin forskning og undervisning. I mange år havde han været Sundhedsstyrelsens rådgivende konsulent i spørgsmål vedrørende ioniserende stråling. Bag et umiddelbart lidt reserveret virkende væsen skjulte sig en stærk optagethed af medarbejderes kår og lyst til fordomsfrit at drøfte aktuelle problemer. Ikke mindst hvad angik de nye strømninger inden for universitetslivet, som nok til at begynde med overraskede ham – ligesom så mange andre – men som han i munter og venlig resignation affandt sig med.

Christian Møller (1904-1980) (Aa. Bohr og Kalckar 1981) var en central personlighed inden for den teoretiske forskning og undervisning på institutet. Han blev magister 1929 og dr.phil. 1932 med afhandlingen *Zur Theorie des Durchgangs schneller Elektronen durch Materie.* Efter nogle års virke som assistent, lektor og universitetsdocent blev han 1943 udnævnt til professor i matematisk fysik. Igennem mange år varetog han den omfattende undervisning i de teoretiske fag ved institutet, en undervisning, der var højt påskønnet af de studerende og hans kolleger; og på talrige rejser overalt i verden var han en meget efterspurgt gæsteforelæser. Hans forskning faldt både inden for den teoretiske atomfysik og realtivitetsteorien, inden for hvilket sidstnævnte felt han til slut blev internationalt opfattet som relativitetsteoriens »grand old man«. Han påtog sig ugerne offentlige hverv, men virkede efter Ebbe Rasmussens død i 1959 som en højt værdsat sekretær ved Videnskabernes Selskab. I sin dybe optagethed af forskningen og undervisningen var han lidt af en enegænger, men elskelig og venlig i omgangen med kolleger og venner.

Endelig vil vi nævne en dansk fysiker, som ganske vist aldrig var direkte medarbejder ved institutet, men som alligevel i sin forskning hørte hjemme i kredsen af danske atomfysikere omkring Niels Bohr. Nemlig *E. Buch Andersen* (1892-1937) (Bjerge 1937). Han var fabriksingeniør af uddannelse og virkede



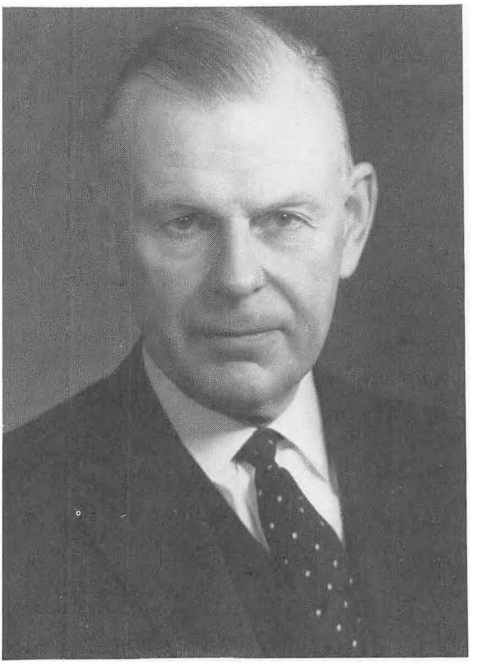


Fig. 119. Christian Møller (1904-80) og Bengt Strömgren (f. 1908) har begge været direktører for NORDITA, Det nordiske Institut for teoretisk Atomfysik. Det er to internationalt højt ansete forskere, Christian Møller indenfor atomfysikken og relativitetsteorien og Bengt Strömgren som en førende astrofysiker. Begge har virket som professorer ved Københavns Universitet, Møller 1943-74 og Strömgren 1938-51 og 1967-78. Elfelt fot. Videnskabernes Selskab.

i flere år som assistent ved Polyteknisk Læreanstalts øvelseslaboratorium for kvalitativ uorganisk analyse. Buch Andersens interesseområde spændte vidt: kemi, astronomi og biologi, og han var særdeles velorienteret på disse felter. 1926 blev han dr.phil. på afhandlingen *Studier over Dannelse af Ammoniak ved Elektronstød* og blev i 1933 udnævnt til professor i fysik ved Aarhus Universitet. Her påbegyndte han en række lovende undersøgelser over kunstig radioaktivitet, men en brat død efter en operation standsede en udvikling, man havde imødeset med stor forventning, fordi alt viste hen til, at han havde fundet et virkefelt, hvor hans rige evner og inspirerende færd kunne komme til udfoldelse. Han havde truffet sit endelige valg og var blevet fysiker.

Fysikundervisningen

Den indledende fysikundervisning for de universitetsstuderende i astronomi, matematik, fysik og kemi foregik helt op til 1957 på Polyteknisk Læreanstalt

(nu: Danmarks tekniske højskole), således som allerede fastlagt af H. C. Ørsted, og her foregik ligeledes den videregående eksperimentelle undervisning på »Fysisk Samling«, indtil også denne undervisning blev henlagt til institutet på Blegdamsvej.

Denne indledende fysikundervisning under ledelse af universitetsprofessorer (H. C. Ørsted, C. V. Holten, C. Christiansen og Martin Knudsen), og som også var tilrettelagt for de ingeniørstuderende, udviklede sig til en bred indføringsforelæsning på grundlag af en omfattende lærebog, først af C. Christiansen og dernæst af Martin Knudsen, idet dog forelæsningerne efterhånden blev delt mellem universitetsprofessorerne og nogle af læreanstaltens egne lærere. Christiansen og Knudsens lærebøger blev også anvendt ved andre nordiske højere læreanstalter.

Efterhånden indtrådte en skarpere deling af indhold i den indledende undervisning, således at den tidligere omtalte E. S. Johansen holdt forelæsningerne over mekanisk fysik og termodynamik og hertil udarbejdede de tidligere omtalte udmærkede lærebøger, medens først S. Werner, og dernæst T. Bjerge påtog sig undervisningen i optik, elektricitetslære og atomfysik. Den begyndende atomisering af den indledende fysikundervisning var hermed allerede startet som overalt i verden, hvor den stort anlagte, brede, eksperimentalfysiske indføringsforelæsning efterhånden måtte vige for mere specialiseret udformede forelæsninger.

Også de fysiske laboratoriekurser var, som før nævnt, henlagt til læreanstalten, først i Fysisk Samling og her intensiveret efter de særligt af P. K. Prytz gennemførte udvidelser, og dette gjaldt også for de videregående fysiske øvelser for studerende med fysik som hovedfag. De indførende fysiske øvelser blev dernæst henlagt under den tidligere omtalte professor i teknisk fysik Julius Hartmann. Studerende, der ville vælge fysik som hovedfag, kunne som indførende øvelser også vælge et i særdeleshed af H. M. Hansen tilrettelagt og lidt mere omfattende eksperimentalfysisk kursus for fabriksingeniører.

Forelæsningerne for hovedfagsstuderende, de videregående øvelser og eksamen ved fagprøvestudiet blev altså efterhånden helt henlagt til institutet på Blegdamsvej. Den teoretiske fysik blev i optik under brug af P. Drudes kendte lærebog varetaget af H. M. Hansen, men ellers efterhånden af H. A. Kramers, Oscar Klein og en kort tid Werner Heisenberg. Sluttelig gennem mange år Christian Møller.

Eksamenskravene i teoretisk fysik var selvfølgelig mindre for de studerende, der valgte eksperimentalfysik som hovedemne, end for teoretikerne, men de måtte så til gengæld gennemgå visse laboratoriekuser, som de andre kunne blive fri for. For at bestå den afsluttende cand.mag. eksamen måtte man desuden aflevere en større specialeopgave i tilknytning til den moderne



Fig. 120. J.K.Eriksen (1881-1957), lektor ved Metropolitanskolen og universitetslektor i de fysiske undervisningsforsøg, der blev obligatoriske ved indførelsen af den såkaldte lærerprøve, ses her sammen med en gruppe af stud. mag.'er i et øvelseslokale på Polyteknisk Læreanstalt i Sølvgade. Den høje student er den senere lektor, cand. mag. Knud Møller ved statsskolen i Rønne. Fotografi 1929. KU.

udvikling og ofte i samarbejde med de udenlandske forskere på institutet, som f.eks. G. v. Hevesy. Yderligere måtte man for at bestå eksamen have været medvirkende i et studenterkollokvium. Og det var, som før nævnt, i særdeleshed ved disse kollokvier, at de studerende lærte Niels Bohr at kende.

I meget grove træk kan man tillade sig at sige, at bortset fra de til specialeopgaven knyttede særlige studier var den videregående undervisning af en størrelsesorden, der ikke lå meget over den, der i dag gives under de første tre år af cand.scient.-studiet på matematik-fysik linjen. Dette er nok betinget af den før nævnte stigende specialisering af forelæsningerne og udviklingen i pædagogisk-didaktisk henseende.

Også opgaveregning og teoretiske øvelser forekom dengang, men ikke i nær så vidt omfang som ved cand.scient.-studiet i dag.

I 1924 indførtes i fysikstudiet til cand.mag. eksamen, som ved de øvrige beslægtede fag, den såkaldte *Lærerprøve* med det formål på et mere alment og elementært grundlag at forberede til gymnasielærergerningen. Og H. M.

Hansen overtog også denne undervisning, efterfulgt af *V. Thorsen* (1897-1971), der senere blev professor ved Farmaceutisk Læreanstalt. Der blev desuden oprettet et endnu bestående kursus i fysiske undervisningsforsøg med tilhørende lektorat, først varetaget af gymansielektor, senere rektor *J. K. Eriksen* (1889-1957) (Sikjær 1958) efterfulgt af gymnasielektor senere universitetsdocent, dr.phil. *K. G. Hansen*, der ved sin afgang på grund af alder i 1975 efterfulgtes af universitetslektor *Malte Olsen*. Den teoretiske del af Lærerprøven forsvandt derimod ved cand.scient.-ordningens indførelse i 1960.

Til magisterkonferensstudiet stilledes i almindelighed lidt større krav, hvad angår hovedfagets indhold, men lærerprøven var ikke obligatorisk.

Ved den videre udvikling førende til cand.scient.-studiets oprettelse 1960, hvorved den sidste forbindelse med Polyteknisk Læreanstalt blev brudt, nemlig den indførende undervisning i fysik, blev den nye indledende undervisning planlagt af et heraf stærkt optaget hold af unge fysikere ved institutet på Blegdamsvej. Disse var: *Jens Lindhard* (nu professor ved Aarhus Universitet), *Poul Kristensen* (nu ligeledes professor ved Aarhus Universitet) og den altfor tidligt afdøde *Morten Scharff* (1926-1961) (Lindhard 1961), hvortil kom medvirken af gymnasielektoren, dr.phil. *Mogens Pihl* (senere professor i fysik ved Københavns Universitet) og institutets medarbejder *Aage Winther* (nu professor ved Københavns Universitet). Og denne planlægning førte til en praktisk gennemførelse af den nye ordning i samarbejde med andre af institutets medarbejdere. Først en kort tid på institutet og dernæst på H. C. Ørsted Institutet efter dettes opførelse i 1958-64, og hvor nu også dette instituts medarbejdere fra Fysisk Laboratorium I deltager i undervisningen.

Delingen af undervisningen og forskningen i fysik ved Københavns Universitet mellem Niels Bohr Institutet (det tidligere Institut for teoretisk Fysik) og H. C. Ørsted Institutet (Fysisk Laboratorium I og II, Institutet for teoretisk meteorologi, Geofysisk Institut, Institutet for fysisk oceanografi; de sidste tre nu samlet i et fællesinstitut i Haraldsgade) er i det væsentlige bestemt ved, at der på Niels Bohr Institutet i almindelighed kun finder fagprøveundervisning sted, særligt hvad angår atomfysik, kernefysik og højenergifysik (elementarpartikkelfysik), idet dette institut efter Niels Bohr har bevaret sin høje internationale standard i forskningsmæssig henseende med besøg af mange udenlandske fysikere og den på NORDITA stedfindende videregående uddannelse af nordiske stipendiater, som også de danske studerende kan nyde godt af. Også på de andre førnævnte institutter finder en videregående forskning sted i tilknytning til faststoffysik og dele af atomfysikken på Fysisk Laboratorium I og II og i teoretisk meteorologi, geofysik og fysisk oceanografi. Men desuden foregår al den indledende fysikundervisning i lokaler på H. C. Ørsted Institutet, ligesom det hænder, at undervisningen på

Niels Bohr Institutet foretages af lærere ved Fysisk Laboratorium I. Der er altså tale om nogen integration mellem nærliggende institutter.

Til slut vil vi – særlig på grund af det historiske perspektiv, der herved antydes – omtale successionen af fysikprofessorer ved Københavns Universitet siden Niels Bohr, Martin Knudsen og H. M. Hansen (Slottved 1978). En sådan »kongerække« er næppe i overensstemmelse med tidens stil. Men i denne sammenhæng skal det dog nænsomt anføres, at selv om de fysiske institutioner ved Københavns Universitet selvfølgelig også er indordnet under universitetsstyret i dets nye faser, er dette sket uden større vanskeligheder, men måske nok under nødvendigheden af et mere kompliceret administrationsapparat – dog også betinget af fysikkens store ekspansion i de sidste snes år.

Selv om alle professorer i fysik er udnævnt som virkende ved Københavns Universitet, har vi dog i en parentes angivet deres nærmere arbejdssted (NB for Niels Bohr Institutet og Ø for H. C. Ørsted Institutet), ligesom vi sommetider har angivet deres nærmere stillingsbetegnelse, således som anført i udnævnelsens ordlyd.

J. C. Jacobsen (NB) blev 1941 Martin Knudsens efterfølger og er således via C. V. Holten, C. Christiansen og Martin Knudsen en direkte efterfølger af H. C. Ørsted. Jacobsen efterfulgtes ved sin afgang 1956 af *Ebbe Rasmussen* (NB), som ved sin død 1959 i 1960 efterfulgtes af *H. Højgaard Jensen* (Ø).

Niels Bohr efterfulgtes 1956 af sin søn *Aage Bohr* som professor i teoretisk fysik. Undtagelsesvis skal nævnes, at Aage Bohr til stor glæde for det danske fysikersamfund sammen med professor ved NORDITA *B. R. Mottelson,* der nu er dansk statsborger, i 1975 modtog Nobelprisen for kernefysisk forskning.

Ved sin død kort før sin afgang efterfulgtes H. M. Hansen 1957 af *Jørgen Koch* (Ø), der døde i 1972 og 1972-79 efterfulgtes af *L. T. Chadderton.*

Christian Møller (NB) udnævntes 1943 til ekstraordinær professor i matematisk fysik. Hans professorat blev ved hans afgang i 1974 omdannet til brug for gæsteprofessorer.

Jørgen Bøggild (NB) blev i en nyoprettet stilling 1955 professor i eksperimentalfysik, og hans efterfølger ved hans afgang på grund af alder i 1973 blev *Ole Hansen* (NB), udnævnt 1974.

Mogens Pihl (Ø) blev i en nyoprettet stilling 1957 professor i fysik, og ved hans afgang 1977 på grund af alder blev 1978 *Henrik Smith* udnævnt.

N. O. Lassen (NB) udnævntes 1959 i en nyoprettet stilling som professor i eksperimentalfysik.

Torben Huus (NB) blev 1960 professor i en nyoprettet stilling i atom- og kernefysik.

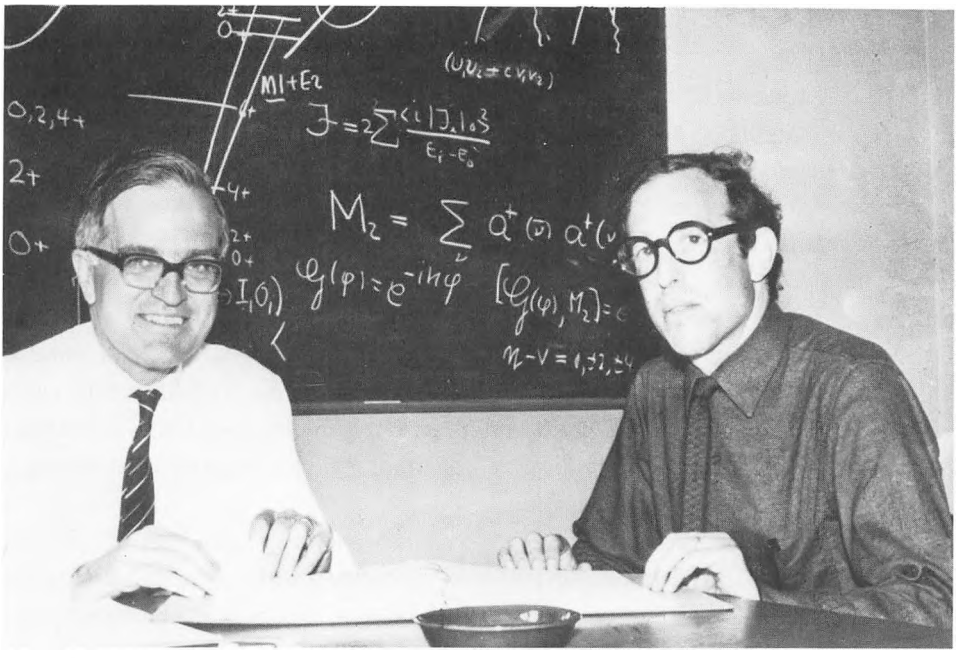


Fig. 121. Aage Bohr (f. 1922), sin fars efterfølger som professor i fysik ved Københavns Universitet, og Ben Mottelson, født 1926 i USA og nu dansk statsborger, modtog 1975 sammen med J. Rainwater nobelprisen i fysik. Politikens pressefoto 1975.

Willy Dansgaard (Ø) blev 1962 ekstraordinær professor i massespektroskopi.

Aage Winther (NB) blev 1965 professor i teoretisk fysik i en nyoprettet stilling.

Bent Elbek (NB) blev 1969 professor i eksperimentalfysik i en nyoprettet stilling.

A. R. Mackintosh (Ø) blev i 1970 professor i eksperimentel faststoffysik i en nyoprettet stilling.

Ove Nathan (NB) blev i 1970 professor i fysik i en nyoprettet stilling.

Fra de geofysiske fag, der nu er integreret i fysikeruddannelsen:

Ragnar Fjørtoft udnævntes 1951 til professor i en nyoprettet stilling i teoretisk meteorologi og virkede til 1955. Han efterfulgtes af *Erik Eliasen*, professor fra 1962.

N. G. Jerlov konstitueredes 1963 som professor i en nyoprettet stilling i fysisk oceanografi, udnævnt 1968. Ved hans afgang i 1978 udnævntes *Gunnar Kullenberg* til hans efterfølger.

Henry Jensen professor i en nyoprettet stilling i geofysik/den faste jords fysik 1965. Efter sin afsked på grund af alder efterfulgtes han af *P. V. Sharma*, konstitueret 1973, fast ansat 1976.

Polyteknisk Læreanstalt. Danmarks tekniske højskole.

Vi har set, hvorledes fysikkens udvikling på Polyteknisk Læreanstalt, eller som den nu hedder: Danmarks tekniske højskole, til at begynde med foregik under ledelse af Københavns Universitets professorer i fysik, men således at undervisningen for universitets- og ingeniørstuderendes vedkommende og den eksperimentelle forskning og laboratorierne blev henlagt til læreanstalten. Universitetets stærke tilknytning til læreanstaltens rammer blev, som tidligere nævnt, mere og mere afsvækket og endte med, at Københavns Universitet sluttelig overtog fysikundervisningen her som en udelelig enhed. Og på den anden side udviklede Danmarks tekniske højskole sin egen selvstændige virksomhed inden for fysikken, idet den dog indtil 1957 bevarede den fælles indledende undervisning af stud.mag.'er og de ingeniørstuderende, der fra begyndelsen var lagt derhen.

E. S. Johansens efterfølger blev 1948 den tidligere nævnte *R. E. H. Rasmussen*, der dog 1952 overtog Julius Hartmanns professorat i teknisk fysik ved dennes død i 1951 og her virkede til sin død i 1969. Men allerede i 1936 var *Sven Werner* udnævnt til professor ved læreanstalten, og da han to år senere søgte til Aarhus Universitet, efterfulgtes han af *T. Bjerge*, 1939-57, indtil denne overtog ledelsen af forskningen på Risø. Og gennem et samarbejde mellem ham og *H. Højgaard Jensen*, der som R. E. H. Rasmussens efterfølger i E. S. Johansens gamle lærestol virkede på Danmarks tekniske højskole 1952-60, indtil han efterfulgte Ebbe Rasmussen ved Københavns Universitet, kom nu en rig udvikling igang, i øvrigt også betinget af fysikkens rivende udvikling herhjemme på denne tid. Men beskrivelsen af denne udvikling, hvorved Danmarks tekniske højskole blev blandt de ledende institutioner inden for dansk fysisk forskning, falder uden for rammerne af denne redegørelse. Ligesom det gælder den stærke udvikling inden for Aarhus Universitets rammer, på Risøs forskningsstation og den begyndende udvikling på andre danske fysiske institutioner (*DTH* 1979, Dansk Fysisk Selskab 1979).

LITTERATUR

DBL = Dansk biografisk Leksikon I-XXVII, 1933-44; FT = Fysisk Tidsskrift; Overs. Dan. Vid. = Selsk. = Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Oversigt over Selskabets Virksomhed.

Andersen, Karl: *Helge Petersen*, FT 57, 1959, s. 19.

Bartholin, Rasmus. Erasmi Bartholini: *Experimenta Crystalli-Islandici Disdiaclastici Quibus mira et insolita Refractio detegitur*, 1669. Udgivet på tysk af Karl Mieleitner: *Versuche mit dem doppeltbrechenden isländischen Kristall die zur Entdeckung einer wunderbaren und aussergewöhnlichen*

Brechung führten. Von Erasmus Bartholin, Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 205, Leipzig 1922.

Billeskov Jansen, F. J.: *Aanden i Naturen, H. C. Ørsteds metafysiske System,* Overs. Dan. Vid. Selsk., 1970-71, s. 127.

Bjerge, T.: *E. Buch Andersen,* FT 35, 1937, s. 149.

Bohr, Niels, og R. E. H. Rasmussen: *Martin Knudsen,* FT 47, 1949, s. 145.

– og J. K. Bøggild: *H. M. Hansen,* FT 54, 1956, s. 97.

–, V. M. Middelboe og J. M. Lyshede: *Ebbe Rasmussen,* FT 58, 1960, s. 1.

– *Niels Bohr, Et mindeskrift,* FT 60, 1962.

– *Collected Works,* Amsterdam 1972-.Udgivet af L. Rosenfeld og fra dennes død 1974 af E. Rüdinger. Hidtil er kommet bindene I, III og IV.

– og H. B. G. Casimir: *H. A. Kramers,* FT 75, 1977, s. 1.

Bohr, Aage og Jørgen Kalckar: *Christian Møller,* FT 79, 1981.

Bostrup, Ole: *Mester Halvard,* FT 1967, s. 122.

– *Georg Detharding,* FT 1971, s. 11.

– *Caspar Bartholin den ældre,* FT 1973, s. 10.

– *Ulrik Green,* Naturens Verden 1974, s. 146.

Casimir, H. B. G.: *H. A. Kramers,* Dictionary of Scientific Biography VII, New York 1973, s. 491.

Christiansen, C.: *Indledning til den mathematiske Fysik* I-II, 1887-88.

– *Carl Valentin Holten,* Brickas Dansk biografisk Lexicon VIII, 1894, s. 65.

– *L. V. Lorenz,* Brickas Dansk biografisk Lexicon X, 1896, s. 376.

– *H. C. Ørsted,* Brickas Dansk biografisk Lexicon XIX, 1905, s. 394.

la Cour, Poul og Jacob Appel: *Historisk Fysik* 1-2, 1896-97. Senere udgaver.

Dahl, Flemming og H. M. Hansen: *H. O. G. Ellinger,* DBL VI, 1935, s. 306.

Dahl, Per F.: *Ludvig Colding and the conservation of energy principle,* Johnson Reprint Corporation, New York 1972.

Dansk Fysisk Selskab (udg.): *Fysisk Forskning i Danmark* 1: *En statistisk Kortlægning,* 2: *Faststoffysik,* 1979.

DTH. Den Polytekniske Læreanstalt. Danmarks Tekniske Højskole. Polyteknisk Undervisning og Forskning i det 20. Århundrede. Festskrift ved 150 Års Jubilæet, 1979.

Eibe, Thyra og Kirstine Meyer: *Ole Rømers Adversaria,* 1910.

Euler, L.: *Breve til en Prindsesse i Tyskland over adskillige Gienstande af Physiken og Philosophien,* oversat af C. C. Pfleug, 1792-93.

Fussing, Hans H. og Mogens Pihl: *Breve fra Thomas Henshaw og Rasmus Bartholin,* Danske Magazin 7. r. VI: 1-2, 1955, s. 82-106.

Hansen, H. M.: *P. K. Prytz,* FT 27, 1929, s. 1.

– *Institut for teoretisk Fysik 1921-31,* FT 29, 1931, s. 59.

– *J. N. Nielsen,* FT 30, 1932, s. 101.

– *Erasmus Bartholin,* DBL II, 1933, s. 203.

– *C. Christiansen,* DBL V, 1934, s. 195.

– *Dan la Cour,* DBL V, 1934, s. 427.

– *Birgit Trolle,* FT 32, 1934, s. 129.

– *Julius Hartmann,* DBL IX, 1936, s. 399.

– *Carl Valentin Holten,* DBL X, 1936, s. 556.

– *J. P. Jacobsen,* DBL XI, 1937, s. 320.

– *Martin Knudsen,* DBL XII, 1937, s. 539.

Hansen, H. M.: *Kirstine Meyer,* DBL XV, 1938, s. 539.
– *Adam Paulsen,* DBL XVIII, 1940, s. 46.
– *Helge Petersen,* DBL XVIII, 1940, s. 209.
– *P. K. Prytz,* DBL XVIII, 1940, s. 615.
– *Sophus Weber,* DBL XXV, 1943, s. 169.
– *Sven Werner,* DBL XXV, 1943, s. 354.
– *H. C. Ørsted,* DBL XXVI, 1944, s. 575.
– *H. O. G. Ellinger,* FT 45, 1947, s. 65.
– Niels Bohr, Francis Bull og Anker Engelund: *Taler ved Københavns Universitets mindehøjtidelighed på hundredeårsdagen for H. C. Ørsteds død,* FT 49, 1951, s. 3-35.
– *E. S. Johansen,* FT 52, 1954, s. 145.
Hansen, K. G.: *R. E. H. Rasmussen,* FT 71, 1973, s. 49.
Harding, M. C.: *Correspondance de H. C. Örsted avec divers savants,* I-II, 1920.
Hauch, Carsten: *Hans Christian Ørsteds Levnet, Samlede og efterladte Skrifter af H. C. Ørsted* IX, 1852, s. 109-194.
Huus, Torben: *K. J. Brostrøm,* FT 72, 1974, s. 49.
Huygens, Christiaan: *Traité de la lumière.* Først udgivet 1690. Udgivet i serien Les maîtres de la pensée scientifique, Paris 1920.
Højgaard Jensen, H.: *Jørgen Koch,* FT 70, 1972, s. 97.
– og F. Juul: *T. Bjerge,* FT 72, 1974, s. 174.
Jacobsen, J. C.: *Martin Knudsen,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1950, s. 61.
Jensen, H. H. og E. Krüger: *Ole Rømers målestokke og vægtlodder,* FT 43, 1945, s. 110.
Johansen, E. S.: *Moderne Anskuelser om Elektricitet og Stof,* 1920.
– *H. M. Hansen,* DBL IX, 1936, s. 178.
– *Mekanisk Fysik* I, 1941.
– *Mekanisk Fysik* II, *Læren om Væskers Bevægelse,* 1948.
– *Varmelære,* 1950.
Jørgensen, Harald: *Ulrik Green,* DBL VIII, 1936, s. 298.
–, C. Christiansen og H. M. Hansen: *A. W. Hauch,* DBL IX, 1936, s. 440.
Kaufmann, Hermann v.: *Die Arbeit der Wärme. Rückblick auf Vorträge, gehalten bei den Naturforscherversammlungen zu Nürnberg und Achen,* 1848.
Kjølsen, Hans H.: *Fra Skidenstræde til H. C. Ørsted Institutet,* 1965.
Knudsen, Martin: *P. K. Prytz,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1929, s. 63.
– *The Kinetic Theory of Gases, Some Modern Aspects,* London 1934.
– og Helge Thomsen: *J. P. Jacobsen,* FT 44, 1946, s. 65 og 66.
Kraft, Jens: *Betænkninger over Neutons og Cartesii Systemata tilligemed nye Anmærkninger over Lyset,* Videnskabernes Selskabs Skrifter 3, 1747, s. 213.
– *Forelæsninger over Mekanik med hosføiede Tillæg,* Sorøe 1763.
– *Forelæsninger over Statik og Hydrodynamik med Maskinvæsenets Theorier som den anden Deel af Forelæsninger over Mekaniken,* Sorøe 1864.
Kroman, K.: *H. C. Ørsted* (om hans naturfilosofi), Brickas Dansk biografisk Lexicon XIX, 1905, s. 401.
Lohne, J. A.: *Eksperimentalfysik i Danmark 1669, Bartholin, hans krystall og dens betydning for fysikken,* Naturen, Oslo 1969, s. 479.
Lassen, N. O.: *J. C. Jacobsen,* FT 63, 1965, s. 145.
– *Om Jørgen Kochs videnskabelige arbejder på Niels Bohr Institutet,* FT 70, 1972, s. 103.
Levi, Hilde: *Isotoper og Biologi på Niels Bohrs Institut,* FT 60, 1962, s. 173.

Lindhard, Jens: *Morten Scharff,* FT 59, 1961, s. 97.
Lorenz, L.: *Læren om Lyset, Forelæsninger for Officersskolens ældste Klasser,* 1876.
– *Læren om Varmen.* Samme undertitel. 1877.
Lyshede, J. M.: *Fysik i Den kgl. Veterinær og Landhohøjskole 1858-1958,* 1958, s. 107.
Marke, A. W.: *E. S. Johansen,* DBL XII, 1937, s. 35.
Marstrand, Vilhelm: *Ingeniøren og Fysikeren Ludvig August Colding,* Ingeniørvidenskabelige Skrifter A, 20, 1929.
Meteorologisk Institut 1972-1972, udgivet af det danske Meteorologiske Institut, 1972.
Meyer, Kirstine: *Temperaturbegrebets Udvikling gennem Tiderne,* 1909.
– *Om Ole Rømers Opdagelse af Lyets Tøven,* Vid. Selsk. Skr. Naturvid. mat. Afd. (7), 3, 1915.
– *Ole Rømers fysiske arbejder,* Förh. v. 16. skandinaviske naturforskermöte 1916, s. 175.
– *The scientific Life and Works of H. C. Ørsted,* i: *H. C. Ørsted: Naturvidenskabelige Skrifter* I, 1920, s. XIII-CXXV.
– *H. C. Ørsteds Arbejdsliv i det danske Samfund,* samme værk III, 1920, s. X-CLXVI.
– *Rasmus Bartholin, Et Tidsbillede,* 1933.
– Nature 139, 1937, s. 585.
– *L. V. Lorenz,* DBL XIV, 1938, s. 376.
– *Ole Rømer,* DBL XX, 1941, s. 392.
Müller, Mette: *Østens Mundorgel og et europæisk Eksperiment: Chr. Gottlieb Kratzensteins Talemaskine,* Musikhistorisk Museum, 1971-72, s. 17.
Møller, Christian: *Fritz Kalckar,* FT 36, 1938, s. 1.
– *Oscar Klein,* FT 75, 1977, s. 169.
Nielsen, Axel V.: *Ole Rømer, En skildring af hans Liv og Gerning,* Aarhus 1944.
Nørgaard, F. og H. M. Hansen: *Poul la Cour,* DBL V, 1934, s. 439.
Olsen, Johannes: *Dan la Cour,* FT 1940, 1942, s. 427.
Oppermann, A.: *Den kgl. Veterinær og Landhohøjskole 50 års jubilæum,* 1908, s. 432.
Ostermann, H. (P. Lauridsen): *C. H. Ryder,* DBL XX, 1941, s. 340.
Petersen, Helge: *N. H. Hoffmeyer,* DBL X, 1936, s. 303.
Petersen, Jul. (H. M. Hansen): *Thomas Buntzen,* DBL IV, 1934, s. 358.
Philipsen, E.: *Ole Rømer,* Nordisk Universitets Tidsskrift 5, Christiania 1860, s. 10.
Pihl, Mogens: *Der Physiker L. V. Lorenz, Eine kritische Untersuchung,* 1939.
– *Ole Rømers videnskabelige liv,* Dan. Vid. Selsk., 1944.
– *Ole Rømers bevis for Fermats sætning,* FT 46, 1948, s. 31.
– *H. C. Ørsteds videnskabelige liv,* FT 49, 1951, s. 36.
– *L. V. Lorenz' videnskabelige arbejder,* FT 67, 1963, s. 146.
– *Hans Christian Ørsted,* FT 68, 1970, s. 98.
– *Betydningsfulde danske bidrag til den klassiske fysik,* Københavns Universitets festskrift 1972.
– *Julius Hartmanns bidrag til magnetohydrodynamikkens grundlæggelse,* FT 71, 1973, s. 61.
– *Werner Heisenberg,* FT 74, 1976, s. 76.
Prytz, P. K.: *Rømers Enheder for Længde, Rumfang og Vægt,* FT 8, 1909, s. 268.
– *C. Christiansen,* FT 16, 1917, s. 6. I denne artikel findes en fuldstændig bibliografi over Christiansens arbejder.
– *C. Christiansen,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1918, s. 31.
Rasmussen, S. V.: *Jens Kraft,* DBL XIII, 1938.
– *H. C. Ørsted* (om hans naturfilosofi), DBL XXVI, 1944, s. 583.
Rasmussen, R. E. H.: *Julius Hartmann,* FT 50, 1952, s. 2.
Robertson, P.: *The Early Years, The Niels Bohr Institute 1921-1930,* 1979.

Rosenfeld, L.: *Niels Bohr,* Dictionary of Scientific Biography II, New York 1970, s. 239.
– *L'évolution des conceptions scientifiques d'Ørsted,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1970-71, s. 138.
Rozental, S.: *Niels Bohr, Hans Liv og Virke fortalt af en Kreds af hans Venner,* 1964.
– *L. Rosenfeld,* FT 73, 1975, s. 97.
– *Niels Bohr,* DBL, 3. udg. II, 1979, s. 309.
Scharling, E. A.: *Bidrag til at oplyse om de Forhold, under hvilke Chemien har været dyrket i Danmark,* Indbydelsesskrift til Kjøbenhavns Universitets Aarsfest 1857, s. 51-54.
Sikjær, S.: *J. K. Eriksen,* FT 56, 1958, s. 31.
Slottved, Ejvind: *Lærestole og Lærere ved Københavns Universitet 1537-1977,* 1978.
Smed, J. og Jacobsen, T. S.: *Hydrografien i Danmark,* 1982.
Snorrason, E.: *C. G. Kratzenstein and his studies on electricity during the eighteenth century,* 1974.
Szabadváry, F.: *G. v. Hevesy,* Dictionary of Scientific Biography VI, New York 1972, s. 365.
Valentiner, H.: *Vie et travaux de L. V. Lorenz,* Oeuvres scientifiques de L. Lorenz I-II, 1904. Udgave af Lorenz' samlede værker.
Vinding, Povl og H. M. Hansen: *L. A. Colding,* DBL V, 1934, s. 377.
Ørsted, H. C.: *Tale ved det kgl. Videnskabernes Selskabs Mindefest over dets Præses,* 1838.
– *Breve fra og til H. C. Ørsted* I-II, udg. af Mathilde Ørsted, 1870.
– *Naturvidenskabelige Skrifter* I-III, udg. af Kirstine Meyer, 1920.
– *Correspondance de H. C. Örsted avec divers savants* I-II, udg. af M. C. Harding, 1920.

Kemi

Af K. A. Jensen

INDLEDNING

Om en videnskabelig kemi kan der først være tale efter *Lavoisiers* revolutionerende indsats omkring 1780. Som naturvidenskab er kemien altså væsentlig yngre end astronomi og fysik. Også før den tid var der dog selvfølgelig gjort forskellige empiriske opdagelser af væsentlig betydning for kemiens senere udvikling, men kemi var ikke noget velafgrænset område. Kemiske iagttagelser blev gjort inden for områder som »guldmagerkunst« (alkemi), mineralanalyse (proberkunst) og bjergværksdrift samt inden for farmacien (en »chemicus« var i reglen, hvad vi nu vil betegne som en farmaceut).

Disse områder dyrkedes imidlertid næsten udelukkende uden for universitetet. Både Christian IV og Frederik III havde indrettet laboratorier, hvori indkaldte alkemister som *Caspar Herbach* og *Francesco Guiseppe Borri* (Fjeldstrup 1906; om Borri se også Werlauff 1835 og Calvari 1907) skulle undersøge malme fra Norge, men også forsøge på at lave guld. *Johan Konrad Dippel* udførte, medens han sad som fange på Hammershus, alkemistiske eksperimenter for Frederik IV (Kofod 1964). *Tycho Brahe* havde i kælderen på Uranienborg et stort laboratorium beregnet til kemiske eksperimenter (Scharling 1857, s. 9-15). Christian IV lod bygge et »destillerhus« i Rosenborg Have og senere et »smeltehus« til Caspar Herbachs undersøgelser over den sølvholdige malm fra Kongsberg-værket. Disse navne antyder de to vigtigste operationer, der dengang anvendtes både inden for alkemi og farmaci, nemlig destillation og smeltning.

Den tidlige udvikling af farmacien foregik analogt inden for hofapotekerinstitutionen (Schæffer 1963). Farmacien beskæftigede sig ikke blot med fremstilling af lægemidler, men også med fremstilling af spirituøse drikke, elixirer, cosmetica, konfekt og »specerier«. En af de mange »hofkemikere«, *Peder Payngk* (Fjeldstrup 1911) har efterladt en udførlig beskrivelse af de forskellige kemiske og farmaceutiske operationer, der blev udført i »destillerhuset«. Denne receptbog viser, at han var velbevandret i datidens alkemistiske og farmaceutiske litteratur og i besiddelse af betydelig praktisk dygtighed.

Angående disse tidlige »kemiske« sysler henvises til de udførlige oversigter hos Scharling (1857) og Veibel (1939 og 1968). Om end de ikke gav sig udslag i originale iagttagelser, der har manifesteret sig i kemiens historie, havde de

betydning ved at opbygge en tradition for praktisk kemisk-farmaceutisk arbejde, der fra hofapotekerne spredtes til de efterhånden oprettede apoteker rundt om i landet. Det ældste kendte apotekerprivilegium blev udstedt af Christian II i 1514; det første apotek i provinsen var Odense Løveapotek, grundlagt 1549 (Gaunø Jensen og Schæffer 1960, Rørdam 1899). Indtil ca. 1830 var en farmaceutisk lærlingeuddannelse den eneste indgang til kemiske studier her i landet.

Emner vedrørende kemisk-farmaceutisk lægemiddelfremstilling doceredes af professorerne i medicin. Da *Ole Borch* blev udnævnt til professor ved Det filosofiske Fakultet blev det ham dog pålagt også at undervise medicinske studerende i kemi – men Borch var også læge. Da Borch døde, blev undervisningen i kemi igen overdraget til de medicinske professorer. Først henimod slutningen af det 18. århundrede blev der udnævnt nogle titulære professorer i kemi (uden gage). Ingen af disse gjorde sig dog bekendt ved originale kemiske bidrag, så bortset fra Ole Borch begynder kemien ved Københavns Universitet først efter 1800 med *H. C. Ørsted* og *W. C. Zeise.*

DE FØRSTE 300 ÅR

Alment

Som nævnt i indledningen kan man først i slutningen af det 18. århundrede tale om en kemisk videnskab. Hvad der før den tid betegnedes som »kemi« var dels alkemistiske (spagyriske) eksperimenter, dels fremstilling og anvendelse af lægemidler. Ved Københavns Universitet doceredes kun den sidstnævnte form for »kemi«, som mere træffende kan sammenlignes med farmaci og farmakologi, og det var de medicinske professorers opgave at bibringe de studerende viden om disse emner. De kan kun for så vidt kaldes kemi, som en del af de operationer, der anvendes ved lægemiddelfremstilling, kom til at danne grundlag for kemisk arbejde.

Ifølge fundatsen af 1539, som kom til at gælde i 200 år, skulle Det medicinske Fakultet bestå af to doktorer i medicin. De skulle holde forelæsninger over skrifter af de gamle arabiske læger samt over Hippokrates og Galen, uden derfor at udelukke nyere forfattere, som havde skrevet om den praktiske medicin. Desuden skulle den ene professor forelæse over fysik (»efter en eller anden bog af Aristoteles«), og den anden skulle forelæse over matematik (Euklid) samt astronomi og astrologi.

Da professorerne i denne periode skiftede fra professorat til professorat –

lige fra matematik til teologi – var en professor ofte kun i få år indehaver af en lærestol, der gav ham pligt til at undervise i lægemiddelfremstilling. Det afhang derfor ganske af hans personlige interesse for dette fag, om der blev gjort noget videre ud af undervisningen. Vi ved meget lidt om, hvordan de skiftende medicinske professorer klarede denne undervisning. I det følgende skal der derfor kun nævnes nogle få medicinske professorer, som bevisligt gjorde en vis indsats inden for dette område.

Galenikere og iatrokemikere

I den ældre medicin spillede de af *Galenos* (131-201) og arabiske læger som *Avicenna* (980-1037) angivne planteudtræk en stor rolle. Man forsøgte at give terapien et teoretisk grundlag ved at bygge på forestillingen om de fire elementer (ild, vand, jord og luft) og de fire egenskaber (hed, kold, tør og fugtig). Man tænkte sig efter *Hippokrates* (460-377) alle livsytringer knyttet til legemets fire væsker: blodet (varmt og fugtigt), slimen (kold og fugtig), den gule galde (varm og tør) og den sorte galde (kold og tør). Sygdom skulle opstå ved at en af disse kvaliteter fik overvægt over for de andre. Disse forestillinger lever endnu i betegnelserne for de fire temperamenter: det koleriske (af chole = galde), det flegmatiske (flegma = slim), det melankolske (melaina chole = sort galde) og det sangvinske (sangvis = blod). Terapien fulgte det princip, at en uligevægt (dyskrasi) skulle behandles med et middel med de modsatte egenskaber, altså en »varm« dyskrasi med et »koldt« middel osv. Dette kræver naturligvis at man også inddelte medikamenterne efter de samme egenskaber: de sure midler var kolde, de salte varme, de søde varme og fugtige, de bitre varme og tørre. Inddelingen kunne underinddeles, så man kunne give en droge en mere detaljeret karakteristik: violrod var f.eks. kold i 3. grad og fugtig i 2. grad.

Fra den berømte lægeskole i Salerno (oprettet ca. 1100) spredtes denne galeniske farmaci til hele Europa. Den danske læge *Henrik Harpestreng* (d. 1244) menes at have studeret i Salerno.

Omtrent på samme tid som reformationen var der imidlertid dukket en konkurrerende bevægelse op. Den schweiziske læge Theophrastus Bombastus von Hohenheim – med en latinsk omskrivning af Hohenheim kaldet *Paracelsus* (1493-1541) – mente, at lægevidenskaben skulle bygge på »kemien«, hvilket ifølge hans opfattelse var på alkemisternes tre elementer: salt, svovl og kviksølv. Selv om han var hånlig over for galenikernes komplicerede præparater (som theriak), forkastede han ingenlunde plantepræparater; blot mente han, at man skulle anvende extrakter og tinkturer i stedet for hele

drogen for at få udtrukket drogens virksomme dele, arcana. Dette var utvivlsomt en værdifuld fornyelse af farmakologien. Men endnu mere revolutionerende var hans anvendelse af uorganiske stoffer som mineralsyrer, salte, svovl, guld, kviksølv, antimon m.fl. til lægemidler. Navnlig kviksølv og antimon kom til at spille en stor rolle i terapien. Hans forestillinger om, hvordan processerne i legemet kunne påvirkes af disse kemikalier, var dog ikke mere velbegrundede end galenikernes; men fordi hans tilhængere, iatrokemikerne (iatros = læge), eksperimenterede med de relativt enkle uorganiske stoffer, opsamledes et værdifuldt erfaringsmateriale af betydning for den egentlige kemi.

Paracelsus var i København i 1520 og skal have besøgt Moder Sigbrit, der også beskæftigede sig med fremstilling af lægemidler. Christian II havde ved sin tronbestigelse ansat en skotsk livlæge *Alexander Kinghorn,* der var bekendt med de iatrokemiske forestillinger, og knyttede ham til universitetet som professor i medicin (Werlauff 1850, s. 38, 65; Norvin 1929, s. 187; Rørdam 1869 I, s. 19). Hans undervisning satte sig dog ikke påviselige spor, da han forlod landet sammen med kongen.

Efter universitetets genoprettelse blev den første medicinske lærestol besat med *Christiern Torkelsen Morsing* (1485-1560). Han havde været ansat ved det gamle universitet og var den eneste af dettes lærere, der overgik til det nye (Rørdam 1869 I, s. 432-46). Han havde i 24 år opholdt sig i udlandet og besøgt Europas berømteste lægeskoler (bl.a. i Montpellier). Han vidste derfor nok, hvad der hørte til et ordentligt lægestudium, men »hos os savnedes midlerne, eller vel snarere sandsen, for at gøre noget alvorligt ved denne kunst« (Rørdam 1869 I, s. 306). Han docerede, som han skulle, lægemiddelfremstilling efter Hippokrates og Galen. Hans efterfølger *Hans Frandsen* (1532-1584), der mest gjorde sig bemærket som digter, oversatte nogle skrifter af Hippokrates og Galen fra græsk til latin til brug ved undervisningen (Rørdam II, s. 543-56). Efter reformationen dirigeredes ideologiske forhold ved universitetet fra Wittenberg af Melanchton, der nærede stærk uvilje mod alkemi og dermed også mod Paracelsus' lære.

Da det andet medicinske professorat blev vakant i 1565, blev det ikke umiddelbart genbesat, men Frederik II tillod, at lønnen benyttedes til at sende to yngre lærere på studierejse til udlandet, først og fremmest til det ansete universitet i Padova. Disse to var *Hans Filipsen de Prato* (1543-1676) og *Peder Sørensen* (1542(?)-1602), måske bedre kendt under deres latinske navne *Johannes Pratensis* og *Petrus Severinus.* Den første blev efter sin hjemkomst (1571) ansat i det andet medicinske professorat (Rørdam II, s. 598-604). Han havde under sin studierejse studeret iantrokemi, men måtte ved sin ansættelse forpligtige sig til kun at docere Hippokrates og Galen (hvilket han ikke helt

overholdt). Peder Sørensen havde i ét år været professor ved Det filosofiske Fakultet, før han tiltrådte udenlandsrejsen, som førte ham vidt omkring (Rørdam 1872 II, s. 328, 572-84; Scharling 1857, s. 7-8; Gmelin 1797 I, s. 273, Herholdt & Mansa 1835, s. 14-28; Meisen 1932, s. 16-19; Bastholm 1979). I Firenze fuldførte han et stort, Frederik II tilegnet værk *Idea medicinae philosophicae fundamenta continens totius medicinae Paracelsicae, Hippocraticae et Galenicae* (Basel 1571), som skaffede ham stor berømmelse. I dette værk forsøgte han at forene de galeniske og iatrokemiske doktriner. Han sluttede sig nær til Paracelsus' ideer og troede på en parallelitet mellem et stofs kemiske virkning uden for organismen og dets lægende virkning i organismen. Efter sin hjemkomst blev han kongens livlæge. Hans ideer vandt mange tilhængere (kaldet severinerne) især i England. Herhjemme vandt han en begejstret tilhænger i *Ole Borch*. Det fremgår heraf, at modstanden mod Paracelsus var blevet betydeligt svækket, hvilket måske også hænger sammen med, at Frederik II og hans dronning Sophie var stærkt interesseret i alkemi. (Om professorerne i medicin 1478-1588 se også Herholdt 1823, s. 45-65).

Ved universitetets reorganisation var der også blevet oprettet et professorat i fysik under Det filosofiske Fakultet. Ved fysik forstod man dog dengang noget andet end nu. Den bestod af 3 dele: matematik, fysiologi og metafysik, og til fysiologi henregnedes også lægevidenskab, kendskab om meteorer og metaller samt astrologi. Undervisningen skulle hovedsagelig bygge på Aristoteles' skrifter. Den eneste af indehaverne af dette professorat, der havde nogen tilknytning til kemi, var *Anders Krag* (1553-1600), der opterede dette professorat i 1590. Han havde studeret forskellige steder i Tyskland og i Montpellier, hvor han fik den medicinske doktorgrad (Rørdam 1877 III, s. 508-21; Scharling 1857, s. 15; Herholdt og Mansa 1835, s. 35-43; Veibel 1939, s. 30-31). I Montpellier var Paracelsus højt anset, og modsat Paris gik man ind for antimon som lægemiddel (»antimonkrigen« mellem lægeskolerne i Montpellier og Paris). I Montpellier blev Krag også påvirket af den franske filosof *Petrus Ramus*, der bekæmpede Aristoteles og skolastikerne. Krag lagde megen vægt på eksperimentel forskning og arbejdede selv ivrigt med kemisk tilberedning af lægemidler. Hans kemiske eksperimenter skal have bidraget til at forkorte hans liv og dermed forhindre hans oprykning i et medicinsk professorat, hvortil han var særlig kvalificeret. Om hans kemiske eksperimenter ved vi dog ikke meget mere, end hvad han har meddelt en tysk kollega i et brev, som blev offentliggjort af *Thomas Bartholin* (1662, s. 109). Der er ingen kemiske opdagelser, der kan tillægges ham; men hans betydning må ses i, at han bidrog til en mere naturvidenskabelig indstilling. Påfaldende for den tid er den fordomsfrihed, hvormed han udtaler sig om naturfænomener som lygtemænd, stjerneskud, etc., der dengang og senere var genstand for overtro.

Han advarer mod den tomme forundring, *admiratio,* der bliver stående ved de ydre fænomener uden at undersøge deres årsag.

De senere indehavere af denne lærestol har ikke beskæftiget sig med kemi (flere af dem var teologer). Professoratet blev nedlagt 1732.

Blandt indehaverne af de to medicinske professorater havde *Caspar Bartholin* (1585-1629) og hans søn *Thomas Bartholin* (1616-80) gode kundskaber i kemi, som kan have påvirket deres undervisning; men deres videnskabelige indsats ligger inden for anatomien. Det bør dog nævnes, at Thomas Bartholin havde den væsentligste andel i udarbejdelsen af *Dispensatorium Hafniense 1658,* der i realiteten er den første danske farmakopé (den første Pharmacopoea Danica kom i 1772).

Rasmus Bartholin (1625-1698), også en søn af Caspar Bartholin, beskæftigede sig mest med matematik og astronomi, men er særlig berømt for opdagelsen af dobbeltbrydningen i islandsk kalkspat, en opdagelse som senere skulle få meget stor betydning for kemisk arbejde.

Imidlertid havde lægevidenskabens udvikling bevirket, at indehaverne af de to medicinske professorater i stigende grad beskæftigede sig med egentlige lægevidenskabelige emner som anatomi, hygiejne – og endog den foragtede kirurgi. Botanik og kemi måtte derfor efterhånden forekomme mindre væsentlige for lægeuddannelsen. Under Christian IV blev der gjort et forsøg på at reformere den medicinske undervisning. Udkastet, *Novellae Constitutiones 1621* (Norvin 1940, s. 78-81), ville give kemien en mere selvstændig stilling. I de foreslåede regler for forelæsningerne, *Ordinatio lectionum* (Panum 1879, s. 73), hedder det, at »den øverste medicus« (dvs. indehaveren af det første medicinske professorat) skulle undervise i lægeplanter, men han skulle have en adjunkt til at undervise i »pharmacopoea og chymica, vulgaria og raria, som af et velbestilt Apotheke kan fordres«. Dette forslag blev ikke realiseret under Christian IV og kun delvis og forbigående under Frederik III ved udnævnelsen (1660) af *Ole Borch.* Først ca. 100 år senere blev der oprettet en lærestol i fysik under Det medicinske Fakultet og i naturhistorie under Det filosofiske Fakultet til henholdsvis *Kratzenstein* og *Brünnich.* Indehaverne af disse tre lærestole skal omtales lidt nærmere.

Ole Borch (1626-1690)

Ole Borch blev født 1626 i Nørre Bork i Ribe Stift, hvor hans fader var præst. Efter den tids skik benytter han konsekvent det latiniserede navn Olaus Borrichius i sine skrifter, mens stavemåden for hans danske navn varierer. På fundatsen for kollegiet underskriver han sig Oluff Borck (hvilket viser, at han

ikke var så stiv i nordisk filologi som i den latinske, for Oluf er et nordisk kvindenavn, svarende til mandsnavnet Olaf).

Borch studerede medicin og botanik ved Københavns Universitet 1644-49 hos *Ole Worm, Simon Paulli* og *Thomas Bartholin;* men samtidig fordybede han sig i studiet af de klassiske sprog. Han skrev udelukkende på latin, og hans første og flere af de senere arbejder er nærmest filologiske.

I 1655 blev han kaldet til opdrager for rigshofmester *Joachim Gersdorffs* sønner. I Gersdorffs hus var der indrettet et kemisk laboratorium, som Borch benyttede i de 5 år, han boede dér.

I 1660 udnævnte Frederik III ham til professor i filologi, »fornemlig humaniora og poetica«, dog skulle han ekstraordinært om våren og sommeren undervise medicinstuderende i botanik og om vinteren i kemiens grundlag. Nogle danske forfattere (Biilmann 1926, Veibel 1939, s. 58) har tillagt denne udnævnelse uforholdsmæssig vægt, idet man har sagt, at der hermed for første gang var blevet ansat en professor med den udtrykkelige opgave at docere kemi, og at kemien med Borch fik en selvstændig plads ved universitetet. Dette er misvisende og skyldes formentlig, at man har tænkt på kemi i moderne forstand. Borchs estraordinære pligt bestod blot i at undervise medicinstuderende i elementær botanik og farmaci, den undervisning som tidligere var pålagt »Medicus primus«. At Borch ikke opfattede det anderledes, synes at fremgå af et forelæsningsmanuskript på Det kgl. Bibliotek betegnet »Elementa Chemiæ Borrichio attributa«. Det indeholder hovedsagelig forskrifter for tilberedning af lægemidler. Noget andet er, at Borch personligt udførte eksperimenter, som med rette kan betegnes som kemiske.

Borch kunne dog ikke med det samme tiltræde dette professorat, men rejste på en udenlandsrejse. Denne kom til at vare længere end beregnet, fordi han efter Gersdorffs død (1661) igen fik overdraget hvervet som opdrager for dennes sønner – nu i udlandet. Rejsen førte ham til Holland (hvor han opholdt sig i 2 år), England, Frankrig og Italien. I Amsterdam traf han den berømte læge og kemiker *Franz de le Boë* (latiniseret *Franciscus Sylvius*) og stiftede bekendtskab med den italienske alkemist *Borri* (Borro, Burrhus). Borch var i begyndelsen reserveret, men blev snart så imponeret over Borris kemiske kundskaber, at han endog skrev latinske hyldestdigte til ham. I breve til Thomas Bartholin lovpriste han Borri, og det skyldes anbefalinger fra ham og andre af kongens højt betroede mænd (Ulrik Fr. Gyldenløve og Hannibal Sehested), at Frederik III indbød Borri til at komme til København for at forsøge at lave guld eller i hvert fald udvinde guld af sølvmalmene fra Kongsberg.

I Leiden traf Borch *Nicolaus Steno,* og i London havde han samtaler med *Robert Boyle,* der netop i bogen *The Sceptical Chymist* (1661) havde kritiseret de

gamle elementforestillinger. Det fremgår imidlertid ikke af Borchs dagbog, at han har drøftet disse ideer med Boyle – i hvert fald forblev han ganske upåvirket af dem. Hvis Boyle har påvirket Borch har det været i retning af at give ham interesse for analytisk kemi.

I Frankrig og Italien videreuddannede Borch sig i medicin. Han fik den medicinske doktorgrad i Angers og praktiserede som læge. På sin rejse gennem Frankrig studerede han også bjergværksdrift. I Italien rejste Borch over Torino, Milano, Padova og Bologna til Firenze, hvor han opholdt sig et par måneder, og derefter til Rom.

Hjemrejsen gik over Venezia gennem Tyskland og Holland og først i 1666 vendte Borch hjem. Året efter blev han udnævnt til kongens livlæge og i 1686 til højesteretsassessor. I sin undervisning synes han med forkærlighed at have dyrket botanikken. Han førte de studerende med på botanisereture i Københavns omegn. I *Jacobæus' rejsebog* (Maar 1910) findes et morsomt billede af Ole Borch på botanisk exkursion med sine disciple (gengivet i dette værks bind XIII, s. 175). Borch skrev også enkelte botaniske afhandlinger, og det fremhæves, at han anlagde et for den tid usædvanligt naturvidenskabeligt syn på plantelivets problemer og også kom ind på planternes ernæring (C. Christensen 1926).

I Thomas Bartholins *Acta medica & philosophica Hafniensia* (1673-80) har Borch publiceret talrige medicinske meddelelser og også enkelte kemiske (T. E. Christensen 1926). I den berømteste (bd. V, s. 213-16) aftrykt med fransk og dansk oversættelse i *Mindeskrift for Oluf Borch* (Maar 1926, s. 15-25), viser han, at salpeter ikke er brændbart, men ved ophedning afgiver en gas, der kan underholde forbrændingen. Han er her – 100 år før *Scheele* og *Priestley* – nær ved at opdage oxygen (ilt), men kan ikke afgøre, om der er tale om almindelig luft eller en særegen gas. Til dels skyldes dette, at man endnu ikke havde midler til at opsamle gas (dette blev først gjort af *Stephen Hales,* ca. 1720), men det skyldes nok også Borchs utilbøjelighed til at indlade sig på spekulationer, som går ud over, hvad selve forsøget har vist.

Dette længe oversete arbejde blev fremdraget af *S. M. Jørgensen* i hans arbejde *Om Iltens Opdagelse* (Jørgensen 1907).

I andre af Borchs arbejder, publiceret i samme serie, viste han, at terpentin antændes af salpetersyre (I, s. 133), at antimon tiltager i vægt ved ophedning i luft (II, s. 189), at en opløsning af sølv i salpetersyre ikke er blå (I, s. 128, den blå farve, der kan iagttages, skyldes kobber og ikke som angivet af Partington 1962 III, s. 161, N_2O_3).

Disse arbejder viser Borch som en god eksperimentator med en skarp iagttagelsesevne. Det samme gælder en vejledning i metalanalyse *Dissertatio de docimastice metallica* (1677; også i tysk og svensk oversættelse).



Fig. 122. Ole Borch (1626-90). Kobberstik udført af Jonas Haas 1754 efter tegning af Fr. Cramer på grundlag af maleri på kollegiets høresal (gået tabt under Københavns bombardement 1807). Dette var formentlig en kopi af universitetets oliemalede portræt (se Westergaard 1926, s. 124).

Når det drejer sig om tydningen af forsøgene rækker han derimod ikke ud over sin tid. Han tror på metalforvandling, og i et forsøg, hvor han fandt, at 10 gange destilleret vand efterlod en hvid »jordart«, tyder han det som en omdannelse af »vand« til »jord« i overensstemmelse med Aristoteles' elementlære (*Hermetis, Ægyptiorum et chemicorum, sapientia* 1674, s. 397).

Borch beskæftigede sig også med kemiens historie. Hans bog *De ortu et progressu chemiæ* (1668) fremhæves for dens store lærdom, men også som et bevis for mangel på kritik (Scharling, s. 24). Den efter hans død udgivne *Conspectus scriptorum chemicorum illustriorum* (1697) indeholder også hans levnedsbeskrivelse.

I et interessant værk, *Lingua pharmacopoerum* (1670), kritiserer han farmaceuternes »korrumperede« latin og begrunder den rette udtale og specielt

betoning af botaniske og kemiske navne med citater fra græske og romerske digtere, idet betoningen følger af versets rytme. Ifl. Partington (1962 III, s. 160) findes der en engelsk oversættelse af dette værk ved Richard Brown, London 1685.

Borch har altså eksperimenteret flittigt, men det er ikke klart, hvor han har udført sine eksperimenter – universitetet havde nemlig intet kemisk laboratorium. Man har ment (Werlauff 1835. s. 171), at han har udført sine forsøg sammen med Borri i det kongelige laboratorium, men der har ikke kunnet findes bevis herfor (Scharling, s. 25, 31-32). Han har sikkert i sin bolig – der lå lige over for den plads, hvor kollegiet kom til at ligge – haft tilstrækkelig plads til et laboratorium. Der findes også i et håndskrift af Holger Jacobæus en tegning (gengivet hos Westergaard 1926 og Pedersen 1916), der viser Borch siddende i sit laboratorium. Det fremgår endvidere af, at han testamenterede sine instrumenter til kollegiet.

Borch var ugift og efterlod sig en betydelig formue, af hvilken en væsentlig del testamenteredes til det kollegium, der nu kaldes Borchs kollegium. Dette er strengt taget imod testators ønske, da han ville, at det skulle kaldes *Collegium Medicéum,* »såsom jeg af sær Betænkende ej vil, at det efter mit navn skal kaldis«. Betegnelsen »Medicéum« har givet anledning til mange gisninger. Det blev i de første år tydet som »medicinsk« (en henvisning til, at Borch var læge, for kun én af 16 alumner skulle være mediciner). Dette er af flere grunde helt usandsynligt. Betegnelsen må forstås som »mediceisk« og hentyder altså til den italienske fyrsteslægt Medicierne. Det kan sandsynliggøres – men Borchs dagbog er tavs om denne del af hans rejse – at han er blevet tilkaldt som læge til en fyrstinde af huset Medici. Han kan da enten have modtaget en fyrstelig belønning, som har sat ham i stand til at oprette kollegiet, eller han kan være kommet til at omfatte sin fornemme patient med mere end professionel interesse. Den hemmelighedsfuldhed, hvormed Borch har omgærdet sin anvisning på kollegiets navn, giver den sidste tydning et vist præg af sandsynlighed (Maar 1926, s. 65-96).

Kollegiet, hvis grundsten Borch kort før sin død havde nået selv at nedlægge, blev overdådigt udstyret, og der var også afsat plads til kemiske eksperimenter, idet Borch havde bestemt, at »Did indgivis og alle mine Vasa Chemica, Instrumenter og Materialer, som i tvende smaa dertil forfærdigte Logementer skal indsættis og Stæderne bequæmmis til Operationes Chemica, eftersom min Villie er, at iblandt Alumnos een sig dette Studium noget alvorligt antager...« (af Kollegiets fundats, se Norvin 1940, s. 288 f.). Det er altså bemærkelsesværdigt, at Borch – i en tid hvor kemi endnu ikke var universitetsfag – bestemmer at en af alumnerne skulle være kemiker. Efter 1880 er de fleste af de alumner, der var blevet optaget som »kemikere« på

kollegiet, senere blevet professorer i kemi (se lister over alumner hos Olrik 1889, s. 164 f., Pedersen 1916, s. 143 f. og Mondrup 1943, s. 194 f.). Borch testamenterede sin bogsamling – mere end 3000 bøger og 150 sjældne håndskrifter – til kollegiet. Desværre gik det meste tabt, da kollegiet blev ødelagt under Københavns brand i 1728. Der blev så bygget et nyt kollegium, mindre pompøst end det første, men også det gik til grunde under Københavns bombardement 1807. Den tredje kollegiebygning blev indviet i 1825. Laboratoriet (i kollegiets gård) havde overlevet bombardementet, men blev kun lidet benyttet til sit formål og har efter 1880 kun været anvendt som »haveskur«. (Om Borchs liv se også Koch 1866 og Petersen 1898, s. 112-137).

Ole Borch var polyhistor, og hans kemiske eksperimentering har nærmest karakter af en hobby. Nogle få interessante, men spredte resultater har ikke kunnet sikre ham nogen fremtrædende plads i kemiens historie. For at yde ham fuld retfærdighed, vil det imidlertid være nyttigt at se på kemien i det øvrige Europa på hans tid.

I løbet af det 16. og 17. århundrede lykkedes det stort set at frigøre kemiske eksperimenter for den alkemistiske mysticisme. På grund af kemiske forsøgs stigende, rent praktiske betydning for bjergværksdrift og farmaci, var det nødvendigt at man beskrev sine forsøg og recepter i et sprog, som kunne forstås af andre end en indviet adept. Tiden var præget af en kritisk tilbageholdenhed overfor ældre teorier og af interesse for at opnå nye eksperimentelle resultater. Der opsamledes et væld af nye iagttagelser, som af kompilatorer som *N. Lemery* og *Herman Boerhave* bearbejdedes og samledes i store lærebøger og dermed blev gjort alment og overskueligt tilgængeligt.

Det er værd at bemærke, at selv om man ikke kendte begreberne grundstof og kemisk forbindelse, kunne man udmærket skelne mellem forskellige kemiske »stoffer« (forskellige salte, syrer, metaller m.m.). Den betydning, man har tillagt Boyles *The Sceptical Chemist*, beror stort set på en efterrationalisering. Selv om Boyle kritiserede de ældre elementforestillinger, havde han ikke noget at sætte i stedet, og hans kritik fik derfor ingen heuristisk betydning. Hans for samtiden væsentlige indsats er igen rent praktisk, bl.a. hans arbejder over kvalitativ analyse. Det var for bjergværksdrift vigtigt at kunne skelne mellem forskellige metaller, og den kvalitative analyse af disse, »proberkunsten«, opnåede en ret høj udvikling. Af økonomiske grunde var man i bjergværksdrift også nødt til at udføre kvantitative bestemmelser, noget der først langt senere blev almindeligt på andre områder. Det blev dog nævnt ovenfor, at Borch fandt, at antimon tog til i vægt, når det blev omdannet til en »kalk« (oxid). En sådan vægttilvækst var også blevet iagttaget af andre forskere (*Jean Rey* 1630 o.a.), men der skulle gå mere end 100 år, før disse forsøg kunne tydes rigtigt.

Når man sammenligner Borch med de »store« navne fra det 17. århundredes kemi, *Van Helmont* (1577-1644), *Glauber* (1604-1670), og *Robert Boyle* (1627-1691), kan man ikke sige, at disse udmærker sig fremfor Borch ved større teoretisk indsigt eller ved større originalitet i deres eksperimentelle arbejde, men hovedsageligt derved, at de udførte langt flere og mere systematiske forsøg.

Efter Borchs død blev hans professorat inddraget, og det blev igen overladt til professorerne i medicin at undervise i kemi og botanik (dvs. i realiteten i lægemiddellære). *Balthazar Johan de Buchwald* (1697-1763) og *Christen Lodberg Friis* (1699-1773) havde besøgt Boerhave i Leiden, og under Buchwald var der nogle få disputatser med tilknytning til kemi (Gmelin 1797-99 II, s. 565), navnlig en afhandling af Nicolaus Arbo om salpeter *Disertatio sistens analysin nitri physico-chymicam,* 1752. Der henvises i denne til arbejder af *F. Hoffmann, E. F. Geoffroy, Stahl* og *Boerhave,* men ikke til Ole Borch, og der er ikke beskrevet selvstændige forsøg.

Kemiens udvikling blev efter år 1700 dybtgående påvirket af phlogistonteorien, opstillet af *Georg Ernst Stahl* (1660-1743), professor i medicin i Halle. Stahl forklarede forbrændingsprocessen, incl. omdannelse af metaller til »kalke« (oxider) ved, at der blev *afgivet* et hypotetisk stof, phlogiston. Denne teori kan med rette betegnes som den første videnskabelige kemiske teori, og den kom til at spille en dominerende rolle i hele det 18. århundrede, indtil den blev omstyrtet ved Lavoisiers påvisning af, at der ved forbrændingen blev *optaget* et stof (oxygen). Phlogistonteorien havde utvivlsomt i begyndelsen en stimulerende indflydelse på kemiens udvikling, men virkede i sidste instans hæmmende, fordi tilhængerne stædigt holdt fast ved den, uanset alle de indicier, der efterhånden talte imod den (selv opdagerne af oxygen, *Priestley* og *Scheele,* var phlogistikere). Når det lykkedes phlogistikerne at systematisere en del af kemien, skyldes det, at phlogiston kan tillæges en fysisk betydning som elektronen (ved en oxidation afgives elektroner).

Stahl var også modstander af den iatrokemiske medicin og mente, at man så vidt muligt skulle overlade til organismen selv at helbrede sygdommen. Fra Halle, der var pietismens højborg, vandt denne stahlianisme også indpas hos Frederik IV's hoflæger, men ikke hos universitetets medicinske professorer.

Nogen virkelig undervisning i kemi kunne man altså ikke få på universitetet. En praktisk undervisning i kemisk-farmaceutiske operationer kunne kun erhverves på apotekerne. Apotekeruddannelsen var en håndværksmæssig »mesterlære«, der varede i ca. 6 år. For at få kongelig bestalling som apoteker måtte apotekersvenden underkaste sig en eksamination ved medlemmer af Det medicinske Fakultet og de københavnske apotekere. Dette blev gjort

obligatorisk i medicinalordningen af 1672 (Carøe 1917, s. 29-36). Først efter ca. 1750 fik en apotekersvend adgang til at overvære medicinske forelæsninger. Den pågældende eksamen kaldtes pharmaceuticum, senere chemicopharmaceuticum for farmaceuter, der ikke direkte sigtede mod et apotekerprivilegium. Erhvervelse af denne eksamen var indtil 1829 den eneste mulighed for at blive kemiker i Danmark. Betegnelsen candidatus pharmaciae anvendtes om den, der indstillede sig til denne eksamen, medens der ikke tillagdes den, der havde bestået eksamen, nogen speciel akademisk titel.

Morten Thrane Brünnich (1737-1827)

Brünnich var cand.theol., men helligede sig efter sin eksamen zoologien. Efter en længere studierejse, hvor han foruden zoologi også studerede mineralogi og bjergværksdrift, blev han i 1769 udnævnt til professor i naturhistorie. Dette var en vigtig nydannelse. Efter nedlæggelsen af det såkaldte fysikprofessorat i 1732 havde der end ikke af navn været nogen lærestol i et naturfag ved Københavns Universitet. Betegnelsen naturhistorie dækkede både zoologi, botanik, mineralogi, fysik og kemi. Af Brünnichs mange fortjenester skal her kun nævnes dem, der fik betydning for kemien.

På Charlottenborg var der i 1759 blevet oprettet et »naturaliekabinet« og i forbindelse hermed beskikket to lærere, med samme rang som universitetsprofessorer, i »historia naturalis et oeconomiæ« (Fortgesetzte Nachrichten 1762, s. 356-64). Ved »oeconomi« forstod man dengang den industrielle udnyttelse af naturvidenskaberne. Minerallære og »proberkunst« var derfor hovedpunkterne i undervisningen. Forelæsningerne skulle være offentlige og holdes på dansk. Da der ikke var plads dertil på Charlottenborg, var der også planer om at oprette et kemisk laboratorium et andet sted i byen. Disse planer blev dog standset ved Struensees fald 1772. Til professorer udnævntes *Peter Ascanius* (1723-1803) og *Jørgen Tyge Holm* (1726-1759), begge elever af Linné. Holm døde netop da fundatsen blev underskrevet, men han havde hjembragt mange norske og svenske mineraler, som kom til at danne grundstammen i naturaliesamlingen. Ascanius fortsatte som professor til 1776, da han blev assessor ved bjergværket i Kongsberg. Dette blev afslutningen på naturaliekabinettets korte historie.

Brünnich havde arbejdet ihærdigt for oprettelsen af et naturhistorisk museum, og det lykkedes at få naturaliekabinettet overflyttet fra Charlottenborg til universitetet og forenet med universitetets naturaliesamling. Da Ascanius rejste til Norge, blev det overdraget Brünnich at forelæse over kemi, og da han havde en særlig interesse i kemisk undersøgelse af mineraler, tog

han initiativ til at få oprettet et kemisk laboratorium ved universitetet. Dette lykkedes også, som det skal omtales i det følgende afsnit.

Brünnich, der havde været medlem af en kommission angående Kongsberg sølvværk, blev (meget mod hans ønske) beordret til at rejse til Kongsberg, hvor han var ansat som »overberghauptmand« og senere som direktør. I 1795 blev professoratet (nu begrænset til zoologi og mineralogi og fra 1810 udelukkende til mineralogi) overtaget af *Gregers Wad* (1755-1832).

Gregers Wad havde i 1791-92 foretaget en længere studierejse, hvor han også havde sat sig i den tids strømninger indenfor kemien (Veibel 1939, s. 120; Clément 1928, s. 5-10). Da han overtog Brünnichs professorat, havde kemien imidlertid fået en mere selvstændig stilling og blev ikke henregnet under naturhistorien. Det er ukorrekt, når Veibel betegner ham som professor i kemi.

Brünnich vendte først tilbage til Danmark i 1814 og udsendte derefter i sin høje alder *Historiske optegnelser om norske Bjergværker* (1819) og første del af et værk om Kongsberg sølvværk (1826).

Christian Gottlieb Kratzenstein (1723-1795)

Kratzenstein var en tysk læge og fysiker, der i 1753 blev kaldet til at være professor i eksperimentalfysik under Det medicinske Fakultet i København. Han havde været professor i Halle og St. Petersborg, hvorfra han kom til Danmark. Han var bekendt bl.a. for sin anvendelse af elektricitet (stød- og gnistpåvirkning) til terapeutiske formål. Kratzenstein holdt forelæsninger over eksperimentalfysik og desuden kemisk-farmaceutiske øvelser i sit private laboratorium. Han var overordentlig flittig og alsidig og docerede også naturhistorie, anatomi, fysiologi, farmakologi, patologi m.m. (Snorrason 1967 og 1974).

Selv om Kratzenstin forelæste over kemi, opfattede han ikke sig selv som kemiker og har ikke ydet noget selvstændigt bidrag til kemien. Han var imidlertid, sammen med apoteker *J. D. Cappel* (1717-1784), virksom medarbejder ved de kemiske afsnit af Pharmacopoea Danica 1772 (Bærentzen 1970, s. 17-26). Cappel er bedst kendt som stifter af Cappels rejselegat, som bl.a. Ørsted kom til at nyde godt af, men han har også publiceret to kemiske undersøgelser (Schou 1968). En vis opsigt vakte det, at Cappel mente at have forvandlet sølv til guld ved behandling med arsenik (det anvendte arsenik blev senere vist at være guldholdigt), samt at han påstod at have set et medlem af Rosenkreutzer-ordenen, en hofråd Schmidt fra Jena, forvandle vand til en »krystal«, der var så hård, at den slog gnister mod stål. Det var ikke Cappel,

men Kratzenstein, der publicerede disse eventyrlige historier (Kratzenstein 1778), som blev refereret ironisk i Wieglebs kemihistorie. Herover blev Kratzenstein meget fornærmet og sendte en længere skrivelse til Wiegleb, som lod den trykke og indsætte uden kommentarer i bind II (Wiegleb 1791 II, Nachtrag s. 301-329). Denne historie var ikke flatterende for en professor, der underviste i kemi, men den viser, hvor fremmed man endnu stod overfor det analytiske elementbegreb, der omtrent på denne tid blev indført af Lavoisier.

Kratzensteins efterfølger 1796-1800 var medicineren *A.N.Aasheim,* hvorefter lærestolen var vakant, indtil den i 1806 blev overført til Det filosofiske Fakultet ved *Ørsteds* udnævnelse til professor.

Det 18. århundrede var præget af betydelig aktivitet indenfor kemien, med vigtige nye eksperimentelle resultater, som kom til at danne grundlaget for Lavoisiers rationelle og kvantitative kemi, der sammen med *Daltons* anvendelse af atomistiske forestillinger etablerede kemien som en eksakt naturvidenskab. Foruden Lavoisier var der i Frankrig talrige andre kemikere, hvis navne har fået en fremtrædende plads i kemiens historie (*Berthollet, Chaptal, Fourcroy, Geoffroy, Guyton de Morveau, Maquer, Monge, Proust, Vauquelin* m.fl.). Men også andre lande havde i det 18. århundrede mange betydelige kemikere, i England *Black, Cavendish, William Higgins, Kirwan, Priestley, Prout, Thomas Thomson, Wollaston* o.a., i Tyskland *Hermbstädt, Klaproth, Marggraf, Richter* o.a., og i Sverige *Torbern Bergman, Afzelius, Brandt, Cronstedt, Ekeberg, Gadolin, Gahn, Hisinger, Hjelm* og *Scheele.*

Den næsten fuldkomne mangel på kemisk indsats i Danmark i dette århundrede er så meget mere påfaldende, som Sverige ydede en betydelig indsats. Til dels kan dette føres tilbage til, at der i Uppsala var et professorat i kemi og farmaci, hvis fremragende indehaver *Torbern Bergman* øvede en stor indflydelse på den svenske kemi (de fleste af de anførte svenske kemikere var elever af Bergman). Men at det ikke er nok at henvise til, at vi ikke i Danmark havde en lærestol i kemi, fremgår af, at det havde man heller ikke de fleste steder udenfor Skandinavien, lige så lidt som man havde kemiske universitetslaboratorier. De fleste af de anførte kemikere var enten velhavende privatmænd, apotekere, industriledere, læger eller professorer i andre fag end kemi, og de udførte deres eksperimenter i private laboratorier.

Der kunne måske nok påpeges økonomiske, politiske, miljømæssige o.a. grunde, som var medvirkende til, at naturvidenskaben stod så lavt i Danmark i det 18. århundrede; men det ville føre for vidt at komme ind på det her (se dog s. 464). For kemien specielt gælder det, at der endnu ikke var nogen veldefineret kemisk videnskab, og at udviklingen hen imod en sådan fortrinsvis skete ved beskæftigelse med uorganiske stoffer i tilknytning til

bjergværksdrift og iatrokemi. Efter Ole Borch havde der imidlertid ikke været nogen, der dyrkede denne form for kemi ved Københavns Universitet. Måske kunne en enkelt original og målbevidst begavelse have virket som katalysator på udviklingen – ligesom i Sverige – men han fremstod i Danmark først efter år 1800.

KEMISK UNDERVISNING OG FORSKNING 1778-1858

Kemiske Universitetslaboratorier 1778-1858

De første kemiske laboratoriers historie var i den grad gået i glemsel, at der ved universitetets 450 års jubilæum kunne skrives »1859 åbnedes universitetets chemiske laboratorium«. Indtil da havde der imidlertid været 5 kemilaboratorier ved universitetet. Scharlings afhandling fra 1857 indeholder en beskrivelse af de første laboratorier, men er behæftet med flere usikkerheder vedrørende laboratoriernes beliggenhed. Det er først *Kjølsen,* der har elimineret disse usikkerheder. Hans bog *Fra Skidenstræde til H. C. Ørsted Institutet* indeholder en udførlig beskrivelse, ledsaget af en overdådig samling billeder og kort, af de kemiske laboratorier før 1859.

Omkring 1770 var der som nævnt i forrige afsnit planer om at forene naturalkabinettet med universitetet og flytte det kemiske laboratorium fra Charlottenborg til et andet sted. Disse planer blev standset af Struensees fald i 1772; men i 1777 foreslog professor *M. T. Brünnich* i en skrivelse til kongen, at han fik overdraget et drivhus i den tidligere botaniske have til kemisk laboratorium. Der bevilgedes 688 rdl. af kongens kasse til laboratoriets indretning, og universitetet gik – noget modvilligt – med til at afholde 10 rdl. årligt i vedligeholdelsesudgifter. Et drivhus ombyggedes derefter til laboratorium og et til auditorium.

I 1778 havde universitetet således fået sit første kemiske laboratorium. Det lå i Skidenstræde (der i 1819 fik navneforandring til Krystalgade), omtrent på det sted, hvor universitetets første zoologiske museum kom til at ligge. Over porten i den lange »brandmur« ud til Krystalgade stod laboratoriets navn *Laboratorium Chymicum* i gyldne bogstaver. Dette beskedne laboratorium var ikke blot det første danske kemiske universitetslaboratorium, men et af de første kemiske universitetslaboratorier overhovedet. *Thomas Thomson* grundlagde i 1818 det første engelske, kemiske undervisningslaboratorium i Glasgow; andre kendes næppe. Ikke blot forelæsninger, men også eksperimenter i kemi var hidtil de fleste steder blevet afholdt i professorernes privatboliger. *Kratzenstein* havde som professor i fysik givet undervisning i



Fig. 123. Laboratorium chymicum i Krystalgade set fra Fiolstræde. Maleri af Vilh. Petersen 1857, Øregaard Museum, malet få år før muren blev nedbrudt for at give plads til bygningen af Zoologisk Museum. Kemilaboratoriet blev efter 1820 benyttet til anatomikammer.

kemi for medicinske og farmaceutiske studerende, men ønskede nu »for Alders og Helbreds og det ubequemme Laboratorii i Kælderens Skyld, og fordi jeg ey er bestaltet dertil« (Scharling, s. 86) at opgive denne undervisning og overlade den til cand.pharm. *Nicolay Tychsen* (1751-1804), der havde været ansat hos apoteker *Cappel* og derefter havde gjort sig bekendt som manuduktør i kemi (Gaunø Jensen 1964).

Kratzenstein skrev i den anledning til Brünnich, om denne ville tillade Tychsen at benytte det nye laboratorium. Brünnich var dog ikke tilbøjelig til at indrømme andre plads i sit laboratorium, som han for øvrigt selv kun benyttede i ringe grad. Det medicinske Fakultet støttede imidlertid forslaget om at oprette et lektorat i kemi for Tychsen og lade ham benytte det »Laboratorium Chymicum ved Academiet, som af hans Majestæt Kongen dertil er overladt og paa Kongens Bekostning ogsaa indrettet ...« (nærmere om denne sag se Scharling 1857, s. 57-58, 80-90, og Veibel 1939, s. 103-110).

Sagen gik dog ikke i orden, og Tychsen blev i stedet ansat som lektor i kemi ved Kirurgisk Akademi. I 1788 forlod han imidlertid akademiet for at blive apoteker i Kongsberg. Han havde i 1784 skrevet en *Chemisk Haandbog,* som kom til at spille en stor rolle for undervisningen i kemi her i landet. Dens følgende udgave (1794) afspejler de omvæltninger, der foregik i kemien i slutningen af det 18. århundrede, og 3. udgave 1804 (udgivet efter forfatterens død af *J. F. Bergsøe*) er den første antiphlogistiske kemi på dansk. De to første udgaver er udførligt omtalt hos Veibel (1939, s. 121-140). Tredie udgave, der på grund af sin titel *Theoretisk og Praktisk Anviisning til Apotherkerkunsten* har været helt overset af kemikere, er omtalt hos Kjølsen (1965, s. 44). Tychsen udgav også *Fransk Chemisk Nomenklatur paa Dansk* (1794).

I 1788 blev der udstedt en ny fundats for universitetet. En af bestemmelserne heri skal citeres ordret, fordi der her for første gang er tale om at give undervisningen i kemi en mere selvstændig stilling: »I det medicinske Facultet skal herefter, ligesom tilforn, være tvende Professores ordinarii, og vil Kongen desuden ved samme Facultet for det første ansætte en Lector Chymiæ, indtil han finder for godt i sin Tid at beskikke en ved offentlig Pröve bekjendt duelig Mand til Professor Physices ved samme Facultet«.

Det var dog åbenbart ikke så lige til at finde en egnet lektor i kemi. I 1791 indkaldte regeringen en hollandsk læge, dr.med. *Gadso Coopmans* (1746-1810), og udnævnte ham til at være professor i kemi, uden at han dog skulle stå i nærmere forhold til universitetet (Norrie 1937, s. 80). Han blev udsat for kritik, både af politiske grunde (han havde måttet forlade Holland på grund af deltagelse i en frisisk selvstændighedsbevægelse), og på grund af hans forelæsningers faglige niveau, som han forsøgte at retfærdiggøre ved at publicere dem som *Opuscula physico-medica* (1793). Der kom kun første del, som

omfatter hans farmaceutiske forelæsninger, efter tidens skik hovedsagelig en opremsning af recepter på sammensatte lægemidler. I 1793 blev han forflyttet til Kiel. De 200 rdl., som kongen havde bevilget til en lektor i kemi, blev tildelt cand.pharm. & stud.med. *Elovius Mangor* (1734-1817) – *ikke* (som anført af Ingerslev 1873, II, s. 499; Spärck 1962, s. 38; Garboe 1959, I, s. 136;, Snorrason 1974, s. 101) stadsfysikus Christian Elovius Mangor, men en søn af apoteker Christopher Heerforth Mangor (Dam & Schæffer 1925, I, s. 572). Mangor var antaget til at vikariere i Brünnichs fravær, og ifølge lektionskatalogerne 1789-92 forelæste han regelmæssigt over kemi. I 1793 blev han imidlertid forflyttet til bjergseminariet i Kongsberg (Hiortdahl 1905), og universitetet stod nu igen uden en lærer i kemi og uden vikar for Brünnich. I 1793 blev *Gregers Wad* beskikket til at være ekstraordinær professor i naturhistorie og til at have opsigt med universitetets naturaliesamling, og samtidig udnævntes to ekstraordinære professorer i kemi (Baden 1795, s. 147) nemlig apoteker *J. G. L. Manthey* (1769-1842) fra Løveapoteket og hofapoteker *Gottfried Becker* (1767-1845). Manthey var 1795-1801 lektor i kemi ved Det kirurgiske Akademi og knyttedes ikke nærmere til universitetet. Becker fik derimod overladt Brünnichs laboratorium. Becker havde været på længere rejser i udlandet og assisteret *Lavoisier* under kemiske forsøg. Ved et af disse (en knaldgaseksplosion?) erhvervede han en tunghørighed (Erichsen 1845), som skal have været medvirkende til, at han fratrådte sin universitetsstilling i 1806. Hans bidrag til kemien indskrænker sig til nogle meddelelser om saltværker.

Becker anmeldte i lektionskatalogerne fra 1795 til 1805 regelmæssigt forelæsninger over kemiens grundlag, eksperimentalkemi, metallurgi og kemisk teknologi. I 1799 og 1805 forelæste han på grundlag af Fourcroys *Philosophie chimique,* der må betegnes som en ret tidssvarende fremstilling (sml. Kersaint 1966, s. 219-221). Den forelå i 1797 også i dansk oversættelse.

Ørsted var i 1806 blevet udnævnt til ekstraordinær professor i fysik med forpligtelse til at examinere såvel i fysik som i kemi. Han kunne derfor disponere over laboratoriet i Skidenstræde, som han imidlertid næppe benyttede ret meget, da det blev beskadiget under Københavns bombardement 1807. Da Ørsted kom hjem fra sin anden studierejse 1812-13, skrev han til Grev Schimmelmann (Ørsted III, s. 193), at laboratoriet var »saa lidet og saa slet forsynet med Apparater, at det ikke kunne ansees for at være et saa rigt Universitet blot nogenlunde værdigt«.

Det lykkedes ham at få universitetet til at leje lokaler i det Thottske Palæ på hjørnet af Kongens Nytorv og Norgesgade (nu Bredgade). Her holdt Ørsted i 1813-19 sine forelæsninger over fysik og kemi, men lokalerne var ikke særligt egnede til fysiske, endsige kemiske experimenter.

Efter lejemålet i det Thottske Palæ var opsagt, lejede universitetet lokaler i snedkermester Pingels gård i Nørregade (dér hvor nu »telefonhuset«, KTAS' administrationsbygning, ligger). Her blev et kemisk laboratorium indrettet i køkkenet på 2. sal, medens resten af 2. sal var forbeholdt fysikken, og Ørsted fik bolig på 1. sal. Da det var indrettet med kongelig støtte, gik det under navnet »det kongelige kemiske laboratorium« (laboratorium chymicum regium).

Laboratorieforholdene var unægtelig noget forskellige fra nutidens: alt det vand, der skulle bruges i laboratoriet, måtte hentes fra brønden ved det forladte laboratorium i Krystalgade og bæres op ad trapperne, spand for spand, og det snavsede vand måtte bæres ned og hældes ud i rendestenen i Nørregade. Lejemålet varede kun fra 1819 til 1823, men det var i disse lokaler *Ørsted* opdagede elektromagnetismen og *Zeise* opdagede xanthogenforbindelserne. Zeise var i 1822 blevet professor i kemi, den første universitetsprofessor, der udelukkende havde kemi som fagområde. I 1822 blev der yderligere ansat en lektor i kemi, *J. G. Forchhammer.* Det gav anledning til nogen ombygning af kemilaboratoriet, men Forchhammer var også ansat på Den kgl. Porcelænsfabrik, der dengang lå i Købmagergade (jvf. J. V. Bergsøes bog *Fra den gamle Fabrik*), og gjorde tillige brug af dennes laboratorium.

I 1823 fik Ørsted embedsbolig i Studiestræde (nu nr. 6), og en toetages bagbygning, som havde været hestestald og vognport, blev ombygget til laboratorium. Det var i dette laboratorium, at Ørsted først fremstillede grundstoffet aluminium og Zeise opdagede mercaptanerne. I 1829 blev det forsynet med en fløj (nedrevet 1859 for at gøre gårdspladsen større), så det blev tolænget, og i 1839 blev der indrettet et tagkammer til laboratorium for *E. A. Scharling.* Efter at det kemiske laboratorium var flyttet til Ny Vestergade, blev bygningen anvendt til universitetets almanakkontor, indtil den blev nedrevet i 1914 for at give plads til studiegården.

Den polytekniske Læreanstalt, der blev oprettet i 1829, fik en bygning ud til St. Peders Stræde, vis à vis Ørsteds embedsbolig. Efter Ørsteds død overtog læreanstalten alle etager i Studiestræde længen. St. Peders Stræde fløjen blev i 1839 og 1860 forlænget ved erhvervelse af nogle nabogrunde. I St. Peders Stræde fløjen var der kemiske laboratorier i stueetage og kælder. Universitetsprofessoren i kemi var tillige lærer i kemi ved læreanstalten og bestyrer af dennes laboratorium. Som det skal omtales i følgende afsnit blev der efterhånden en følelig pladsmangel på de kemiske laboratorier. I 1852 ansøgte Scharling om opførelse af et nyt kemisk universitetslaboratorium, og den 16. februar 1859 kunne han holde indvielsesforelæsningen i laboratoriet i Ny Vestergade. Den polytekniske Læreanstalts kemiske laboratorium blev derimod liggende i St. Peders Stræde indtil 1890.



Fig. 124. Universitetets kemiske laboratorium i gården til Studiestræde 6 (1823-59; derefter udlånt til Polyteknisk Læreanstalt indtil 1890, hvorefter bygningen var universitetets almanakkontor, indtil den blev nedrevet i 1914). Fotografi fra 1913, efter Kjølsen 1965, s. 95.

Undervisning

Så længe universitetet ikke kunne tilbyde en effektiv laboratorieundervisning i kemi, var den eneste mulighed for en praktisk uddannelse i kemi at gennemgå en lærlingeuddannelse på et apotek. Indtil ca. 1840 havde alle, der kom til at betyde noget i dansk kemi, gennemgået en sådan uddannelse. Der var heller ingen mulighed for gennem forelæsninger at modtage en videregående uddannelse i kemi, for undervisningen i kemi, fysik og botanik sorterede under Det medicinske Fakultet og omfattede kun det, der skønnedes at være af betydning for medicinsk eksamen. Det er allerede fremhævet, at det fag, der i denne sammenhæng kaldtes kemi, i det væsentlige var lægemiddellære (Materia medica). Da hovedvægten lå på vegetabilske præparater, og den organiske kemi endnu kun var i sin vorden, ligger det i sagens natur, at der ikke kunne være meget kemi i det fag. Professor *J. C. Tode* (1736-1806) – en af Ørsteds eksaminatorer til farmaceutisk eksamen – skrev en omfangsrig

Arztneymittellehre, der er en grundig, men ukritisk oversigt over alle de kemikalier (salte, syrer, org. forbindelser, etc.), der var blevet foreslået som lægemidler.

Det er først gennem *Ørsteds* indsats, at kemien fik en selvstændig stilling ved Københavns Universitet. Men under sine forsøg på at gennemføre dette, mødte han så stor modstand, at han en overgang tænkte på at emigrere.

Ørsted var i 1800, efter indstilling fra universitetets patron, hertug *Frederik Christian af Augustenborg,* blevet udnævnt til adjunkt for »Materia medica og Pharmaceutik« ved Det medicinske Fakultet – dog uden løn. Kort efter tiltrådte han sin første udenlandsrejse. Da han kom hjem i 1804 havde han gjort sig håb om at overtage professoratet i fysik, som var blevet ledigt ved *Aasheims* død, men hans beskæftigelse med naturfilosofi havde skabt misstemning imod ham både hos hertugen af Augustenborg og i ledende universitetskredse. Ved grev *Schimmelmanns* hjælp fik han imidlertid af fondsmidler bevilget 300 rdl. årligt og lige så meget til at bestride udgifterne ved forsøg. Han begyndte nu at holde offentlige forelæsninger i fysik og kemi (i Østergade 52), og i lektionskatalogerne 1804-06 anmeldte han forelæsninger som »Adj. Fac. Med.«. I 1806 blev han udnævnt til ekstraordinær professor i fysik under Det filosofiske Fakultet.

Snart efter kom han i konflikt med Det medicinske Fakultet, fordi dette henholdt sig til forordningen af 1672, hvorefter examen pharmaceuticum afholdes af medlemmer af Det medicinske Fakultet og stadens apotekere, og man fandt endvidere, at det ville volde vanskeligheder at lade ham eksaminere til medicinsk eksamen, da han ikke var medlem af fakultetet »og i det hele ikke medicus«. I en længere skrivelse til universitets-direktionen gjorde fakultetet rede for disse vanskeligheder og udbad sig direktionens resolution. I en skrivelse af 10. nov. 1807 svarede direktionen, at »examen medicum indtil videre afholdes på sædvanlig Maade«, hvilket altså ville sige, at Ørsted ikke mere havde med Det medicinske Fakultet at gøre (Norrie 1939, s. 15-20). Man havde altså helt set bort fra forordningen af 1788 og fra, at Ørsted udtrykkelig var blevet ansat som professor med »Forpligtelse til at examinere til Philosophicum, til pharmaceutisk og medicinsk Examen saavel i Physik som i Chemie«. Fra 1807 anmelder Ørsted kun forelæsninger under Det filosofiske Fakultet.

Undervisningen i kemi lå altså fortsat under Det medicinske Fakultet. Da Tode gik af i 1805 blev denne undervisning overdraget til *O. H. Mynster* (1772-1818). Mynster havde under et studieophold i Paris sat sig ind i de nyere strømninger indenfor kemi og fysik (Wentzel 1928, s. 156-171) og var en meget mere kritisk begavelse end Tode. Hans *Pharmakologie* (1810) betegnes som den første danske lærebog i farmakologi (Gammeltoft 1952, s. 28-33).

Mere end halvdelen af 1. bind (2. bind ufuldendt) optages dog af en elementær fremstilling af kemi, fysik og botanik. Efter hans død overgik denne undervisning til indehaverne af et nyoprettet professorat i farmakologi og retsmedicin. Mynsters stilling blev søgt af *F. G. Howitz* (1789-1826), der på en længere udenlandsrejse også havde sat sig ind i kemi (hos *Stromeyer, Thenard* og *Gay-Lussac*) og af *R. E. Bruun* (1790-1819), der havde skrevet en disputats om forholdet mellem nitrogenindholdet i udåndingsluft og atmosfærisk luft. Howitz fik professoratet og Bruun blev lektor i anatomi (ikke i kemi, som anført af Scharling, s. 76). De følgende indehavere af denne lærestol indtil 1862 var *C. M. Lunding, N. C. Möhl* og *Carl Otto* (Norrie 1939, s. 68; Gammeltoft 1952). Det blev mere og mere åbenbart, at denne undervisning slet ikke fulgte med i udviklingen indenfor kemi og fysik, og Carl Otto blev tvunget til at tage sin afsked, fordi hans undervisning ikke blev anset for tidssvarende. Før dette skete, var undervisningen i kemi, fysik og botanik dog blevet overdraget til professorerne i disse fag, der fra 1850 overflyttedes til det nyoprettede matematisk-naturvidenskabelige fakultet.

Dette var et resultat af de omfattende forhandlinger om sammenslutning af Det kirurgiske Akademi med universitetet (Årbog 1838, s. 134 f.) i en komité bestående af *H. C. Ørsted, O. L. Bang* (medicin), *J. C. H. Reinhardt* (zoologi) og *J. F. Schouw* (botanik). Komitéeen anså det for rettest, at eksaminationen i kemi og botanik ved den medicinsk-kirurgiske eksamen fremtidig foretoges af vedkommende professorer i disse fag og ikke af Det medicinske Fakultets eller akademiets professorer. Det medicinske Fakultet og akademiet gik imod dette forslag, men efter henstilling fra kancelliet udstedtes kgl. resolution 3. apr. 1840, hvorefter lægevidenskabelige studerende skulle eksamineres i kemi og botanik af professorerne i disse fag, men kun have attest for at have hørt forelæsninger i naturhistorie og fysik. *Scharling,* hvis stilling ved akademiet blev nedlagt, fik til opgave at holde forelæsninger over fysik og kemi »med særdeles hensyn til lægekunstens dyrkere«.

Dette blev altså en sejr for Ørsteds synspunkter, for så vidt angår kemi for lægestuderende. Men Ørsted havde også i 1806 indsendt et forslag til universitets-direktionen om reform af det farmaceutiske studium. Det blev sendt til Det medicinske Fakultet og til nogle apotekere til erklæring. Som ventet mødte det stærk modstand i Det medicinske Fakultet, men også hos apotekerne (G. Becker var en af de stærkeste modstandere af forslaget). I 1810 blev forslaget videresendt til direktionen og derfra til Det kgl. Sundhedskollegium. Her fik det lov at ligge indtil 1813, hvor sagen kom tilbage til direktionen for at blive skrinlagt. Ørsted sendte derpå et mere alment forslag til reform af det fysiske studium til statsminister Schimmelmann, men da denne fratrådte det følgende år, blev forslaget glemt og først

fundet (sammen med en kopi af det første) i hans efterladte papirer af apoteker *S. M. Trier* (som publicerede begge forslag i forbindelse med en anmeldelse af Scharlings bog, Trier 1858).

I de følgende år holdt Ørsted mange og stærkt besøgte forelæsninger, men disse forelæsninger var altså ikke obligatoriske for nogen af tilhørerne. Da Ørsted i 1817 var blevet ordinær professor og dermed medlem af Konsistorium, fik han større indflydelse, og det lykkedes ham som allerede nævnt at få oprettet laboratoriet i Nørregade og udnævnt *Zeise* til ekstraordinær professor i kemi. I 1826 sendte Zeise en ansøgning til kongen om reform af det farmaceutiske studium – en noget neddæmpet udgave af Ørsteds forslag af 1806. Heller ikke denne gang gik forslaget igennem uden sværdslag, men Ørsted kunne bedre gøre sin indflydelse gældende, da han var rektor 1825-26, og i kancelliet, som skulle træffe den endelige afgørelse, var *Anders Sandøe Ørsted* et indflydelsesrigt medlem. Han påviste, at på grundlag af de bestående forordninger var medlemmer af Det medicinske Fakultet ikke berettigede til at anse sig for de eneste kompetente dommere over farmaceuternes kundskaber i botanik, kemi og fysik, efter at universitetet nu – indenfor Det filosofiske Fakultet – havde fået særlige lærere i disse fag. (En udtømmende redegørelse for Ørsteds og Zeises reformforslag er givet af Schæffer 1942).

Derefter bestemtes ved kgl. forordning af 2. juni 1828, at farmaceutisk eksamen skulle bestå af en praktisk prøve, foretaget i det kemiske laboratorium under tilsyn af professoren i kemi, og en mundtlig prøve i receptlæsning, farmakologi, kemi, botanik, fysik og farmaceutisk varekundskab etc. Eksamen i kemi, botanik og fysik skulle foretages af fagenes professorer.

I 1829 kom så oprettelsen af Den polytekniske Læreanstalt. Initiativet hertil skyldes professor i matematik ved Kunstakademiet, *G. F. Ursin*, der foreslog oprettelsen af en håndværkerskole; men da forslaget blev sendt til universitetet blev det udvidet væsentligt, idet Ørsted øjnede mulighed for at få realiseret nogle ideer, han allerede havde fået ved besøg på École polytechnique under sin første udenlandsrejse og uddybet i det forslag, han sendte til Schimmelmann. Enkeltheder vedrørende oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt er omtalt udførligt andetsteds (Steen 1879; Lundbye 1929, s. 28-68; Veibel 1939, s. 174-180); men her skal fremhæves, at den betød en væsentlig styrkelse af naturvidenskaben ved universitetet, fordi universitetsprofessorerne i kemi og fysik også blev lærere ved læreanstalten og bestyrere af dennes laboratorier. Ørsted blev læreanstaltens direktør indtil sin død og blev efterfulgt af *Forchhammer*. Der var oprindelig to retninger på læreanstalten: man kunne blive kandidat i mekanik eller kandidat i anvendt naturvidenskab. I den sidste retning indtog kemi en fremtrædende plads. Uddannelsen

var kun toårig, men meget intensiv, og den indsats, der i de følgende år blev gjort af kandidater i anvendt naturvidenskab, viser til fulde værdien af, at Danmark for første gang fik uddannet professionelle kemikere. Af de 10, der blev kandidater fra første hold, havde de 7 valgt anvendt naturvidenskab.

Efter oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt kunne en farmaceut videreuddanne sig ved at tage eksamen i anvendt naturvidenskab. For at opnå en universitetsgrad måtte han imidlertid være akademisk borger (dvs. have taget studentereksamen) og enten studere medicin eller disputere for magister- eller doktorgraden. Først efter ca. 1840 var laboratorieundervisningen i kemi så meget udbygget, at man kunne springe den farmaceutiske lærlingeuddannelse over. Efter den tid bliver det almindeligt, at den, der sigter mod en videnskabelig karriere i kemi, bliver enten kandidat i anvendt naturvidenskab eller magister.

Zeise har givet en udførlig beskrivelse af laboratoriet i Nørregade (Zeise 1822) og nævner, at det i de første år blev benyttet af ca. 10 studerende. I laboratoriet i Studiestræde var der kun lidt bedre plads, men *Scharling* fortæller (Scharling 1857, s. 76), at da han i 1827, efter at have taget farmaceutisk eksamen, begyndte at arbejde i laboratoriet, var han ofte den eneste studerende, der arbejdede dér. Ved oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt blev pladsforholdene væsentlig forbedrede, idet der nu var to kemiske øvelseslaboratorier med henholdsvis Zeise og Forchhammer som forstandere. Samtidig steg imidlertid antallet af studerende voldsomt. Scharling angiver i sit andragende om oprettelse af et nyt laboratorium (30. sept. 1852, sml. Scharling s. 91-96), at der på hans laboratorium i 1849 arbejdede 24 studerende, men i 1851 var tallet steget til 42 og i vinteren 1851-52 til 64. Pladsforholdene var nu så utilfredsstillende, at antallet i sommeren 1852 faldt til 36.

Øvelserne afholdtes »privatim« (dvs. mod et honorar til læreren), forelæsningerne var derimod offentlige, »publice« (først fra 1852 er lektionskatalogerne affattet på dansk). Allerede på laboratoriet i Nørregade blev der tilbudt øvelser i analytisk kemi og efter behov andre øvelser. Ved flytning af laboratoriet til St. Peders Stræde kom øvelserne ind i faste rammer. Deltagerne havde i 3 semestre 2×3 timer øvelser om ugen i hvert laboratorium. Forchhammer underviste i uorganisk analyse, Zeise (senere Scharling) i organisk og farmaceutisk kemi. De fleste af deltagerne i øvelserne var farmaceuter og polyteknikere samt interesserede, der ikke ønskede at underkaste sig en eksamen. Da det endnu ikke var obligatorisk for lægestuderende at have øvelser i kemi, har formentlig kun ganske få universitetsstuderende deltaget i øvelserne.

Så vidt det kan konstateres, var det kun ganske undtagelsesvis, at en

studerende deltog i videregående forskningsarbejde. *Schack Lüneborg Köster* (1801-1876), der var cand.pharm. fra 1823 (senere apoteker i Randers), arbejdede sammen med Ørsted og er nævnt i dennes meddelelse om aluminiumchlorid og aluminium i Videnskabernes Selskab (Ørsted II, s. 466).

Polyteknikerne havde et meget omfattende forelæsningsprogram (10-15 timer ugl.). Ørsted forelæste over fysik, Forchhammer over uorganisk kemi, mineralogi og krystallografi, og Zeise (senere Scharling) forelæste over organisk og farmaceutisk kemi. I 3. semester centreredes forelæsningerne i kemi omkring teknisk kemi »med stadigt hensyn til teknologien«.

I 1839 begyndte Scharling at holde forelæsninger specielt beregnet på lægestuderende, og i 1843 blev der anordnet en særlig eksamen i kemi for disse. Scharling anfører, at hans forelæsninger årligt blev besøgt af 50-60 studerende (Scharling, s. 92), af hvilke ca. halvdelen var universitetsstuderende, medens resten var farmaceuter, polyteknikere og udefra kommende interesserede. At der på den tid var en betydelig almen interesse for naturvidenskab fremgår af, at Ørsted til et foredrag i Selskabet til Naturlærens Udbredelse kunne samle ca. 200 tilhørere (Zeise og Forchhammer ca. halvt så mange).

Julius Thomsen var 1850-56 lærer i agerdyrkningskemi, og fra 1852 holdt docent (senere professor) *B. Søborg Jørgensen* også forelæsninger over agerdyrkningsredskaber, husdyravl, etc., indtil denne undervisning i 1858 blev flyttet til den nyoprettede veterinær- og landbohøjskole.

Kemiundervisning i forelæsningsform, evt. med demonstrationsforsøg, blev imidlertid også givet ved flere andre læreanstalter. Dette skal nævnes, fordi flere universitetslærere før deres faste ansættelse eller ved siden af denne fungerede som lærere på disse skoler:

På *Kirurgisk Akademi* (Norrie 1923), der var oprettet 1785 og havde til huse i Bredgade (nu Medicinsk-historisk Musum), virkede *Tychsen* og *Manthey* (s.d.) som lektorer i kemi 1784-88 og 1795-1899; men derefter blev kemiundervisningen overtaget af skiftende reservekirurger. *R. S. Thal* var lektor i kemi helt fra 1812 til 1836. Han beskrives som en praktisk dygtig kirurg, men var uden kemisk uddannelse og uden videnskabelig interesse. I 1836 blev han afløst af *Scharling,* som fortsatte i denne stilling indtil Kirurgisk Akademi i 1842 blev sluttet sammen med universitetet ved omdannelse af Det medicinske til Det lægevidenskabelige Fakultet.

Veterinærskolen på Kristianshavn (overfor Vor Frelsers kirke) var grundlagt i 1773 af dr.med. *P. C. Abildgaard* (1740-1801), der var uddannet som farmaceut hos apoteker *Cappel* og også har gjort sig gældende som kemiker og mineralog (han viste, at kryolith indeholder fluor og aluminium). På denne

læreanstalt blev der først i 1837 oprettet et særskilt lektorat i kemi og fysik, som *Scharling* fik overdraget. I 1858 blev veterinærskolen nedlagt og indgik i Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Den kongelige militære Højskole (se: Udsigt over Undervisningen etc. 1855; Officerskoler etc. 1918), oprettet 1830, havde ligeledes kemiundervisning og et kemisk laboratorium. Det første år holdt *Forchhammer* (s.d.) forelæsningerne over kemi. Derefter overgik undervisningen i kemi til en officer, *J. C. Hoffmann,* der også forelæste over fysik. I 1850 blev undervisningen i kemi igen overdraget til en kemiker *C. T. Barfoed,* som virkede indtil 1859, hvor undervisningen i kemi blev overtaget af kaptajn *J. J. Bahnson* (senere krigsminister i Estrups ministerium), medens *Julius Thomsen* blev lærer i fysik. Ved artillerikadetakademiet (nedlagt 1830) havde Ørsted, Forchhammer og Zeise holdt en række forelæsninger, og Ørsted var 1811-30 lærer ved landkadetakademiet (sml. brev fra Ørsted til major du Plat, Officerskoler etc., s. 59-60). Den militære Højskole blev i 1868 erstattet af Hærens Officersskole. Her fortsatte Bahnson som lærer i kemi indtil 1876, men derefter rekrutteredes lærerne i kemi fra universitetet og Polyteknisk Læreanstalt (Topsøe, Biilmann, H. N. K. Rørdam, Max Møller).

Forskning

Begyndelsen af det 19. århundrede var på kemiens område en gennembrudstid, og de nye tanker gjorde sig uden væsentlig forsinkelse gældende herhjemme. Snart kunne der for første gang fra dansk side ydes væsentlige bidrag til kemiens udvikling. Disse er imidlertid knyttet til ganske få navne. På det tidspunkt var der ingen videnskabelige assistenter, men kun nogle »amanuenser«, der ikke deltog i videnskabelig arbejde, og først senere kom der studerende, som havde kemi som hovedfag. De danske bidrag til den kemiske videnskab er i næsten hele det 19. århundrede resultater af de pågældende universitetslæreres helt personlige arbejde og skal derfor omtales under disse.

Hans Christian Ørsted (1777-1851)

Ørsted blev født i Rudkøbing som søn af apoteker Søren Christian Ørsted og fik allerede far 12 års alderen undervisning i farmaci af faderen. I 1794 drog han – sammen med broderen *Anders Sandøe Ørsted* – til København, hvor de efter få måneders forberedelse bestod examen artium og blev optaget på



Fig. 125. Den unge H. C. Ørsted. Stik af G. L. Chrétien, Paris 1803.

universitetet. Han fulgte forelæsninger over medicin og Mantheys forelæsninger over kemi. Efter kun 3 års studietid bestod han examen chemico-pharmaceuticum med udmærkelse (en fotokopi af eksamensprotokollen findes i en afhandling af Bærentzen og Gaunø Jensen, 1977, se også Schäffer 1947) og havde tilmed i studietiden nået at besvare en prisopgave i æstetik.

I 1798 modtog han – endnu ikke fyldt 21 år – universitetets guldmedaille for besvarelse af den medicinske opgave *Om Modervandets Oprindelse og Nytte.* Afhandlingen blev efter rettelse af nogle af bedømmerne påpegede fejl publiceret i »Bibliothek for Physik, Medicin og Oeconomie«. I anledning af 200 års dagen for Ørsteds fødsel er et fotografisk optryk af afhandlingen udgivet af Farmaceutisk-historisk Selskab (Theriaca 18, 1977) med kommentarer af en kemiker (Helmer Kofod), en fysiolog (Niels A. Thorn) og en obstetriker (Dyre Trolle). Afhandlingen vidner om evne til at benytte og kritisk vurdere den foreliggende litteratur, men indeholder også som originale bidrag kvalitativt kemiske undersøgelser af modervandet (= fostervandet). Afhandlingen kan derfor med rette betragtes som Ørsteds første kemiske arbejde, i overensstemmelse med det motto, hvorunder afhandlingen var indsendt *Chemia, oculus Medicinae alter* (kemien er medicinens andet øje). I 1799 disputerede han for doktorgraden på en naturfilosofisk afhandling, en videreførelse af Kants naturmetafysik *(Dissertatio de forma metaphysices elementaris natura externæ),* der sammenarbejdet med et samme år udgivet større arbejde, *Grundtræk af Naturmetaphysiken,* også blev udgivet på tysk. Fra et kemisk synspunkt er afhandlingen bemærkelsesværdig ved at gå imod den

atomistiske opfattelse som forfægtedes i en lærebog, *Begyndelsesgrunde af Naturlæren,* skrevet af overhofmarskal *A. W. Hauch* (1755-1838). Dette uddybedes i en anmeldelse af 2. udgave af Hauchs bog, hvoraf det også fremgik, at Ørsted var tilhænger af J. B. Richters modificerede phlogistonteori. Hauch havde et veludstyret privatlaboratorium, hvor han udførte omhyggelige forsøg over vandets sammensætning og bl.a. påviste, at nogle af de mod Lavoisiers teori fremsatte indvendinger var uberettigede. Først meget senere og ikke uden forbehold accepterer Ørsted Lavoisiers og Daltons teorier *(Udsigt over Chemiens Fremskridt* 1822, se Ørsted III, s. 301-329).

I 1800-1801 bestyrede Ørsted Løveapoteket, medens *Manthey* var på en udenlandsrejse, og vikarierede også for ham ved at forelæse på Det kirurgiske Akademi. Han fik dog også tid til at udføre forsøg med Volta-søjlen og iagttog, at et udtræk af violer blev farvet grønt ved den negative og rødt ved den positive pol, og at den oprindelige farve gendannedes ved omrystning, så syren og basen måtte være dannet i ækvivalente mængder.

I 1801-1803 var Ørsted med støtte af Cappels rejselegat på en studierejse, der først bragte ham over Weimar til Berlin, og under opholdene på rejsen demonstrerede han sine elektrokemiske forsøg. I Jena mødte han fysikeren *J. W. Ritter,* der var en af de første, der havde arbejdet med »galvanisme«, og knyttede et nært venskab med ham. I Berlin mødte han de berømte filosoffer *Fichte* og brødrene *Schlegel* og arbejdede kemisk hos *Hermbstädt.* Under besøget hos Ritter var Ørsted blevet bekendt med en på latin skrevet afhandling af en ungarsk kemiker *J. J. Winterl,* som ved sine forsøg var kommet til det resultat, at de forskellige grundstoffer kun adskilte sig ved et forskelligt indhold af et syreprincip og et baseprincip, som han kaldte *andronia* og *thelyke.* Han mente oven i købet at have isoleret disse »principper« som konkrete stoffer. Winterls ideer passede godt ind i Ørsteds dualistiske naturfilosofi, og han blev meget begejstret for bogen, som han oversatte til tysk og forsynede med et slutkapital; den blev udgivet 1803 med den direkte fra latin oversatte titel *Materialien zu einer Chemie des neunzehnten Jahrhunderts.* Selv om bogen havde vundet væsentligt i klarhed ved Ørsteds oversættelse, blev den genstand for skarp kritik (se navnlig en meget velformuleret anmeldelse af *Chenevix* 1804) og skadede Ørsteds anseelse, da den forstærkede indtrykket af ham som »naturfilosof«. Efter et nyt 3-ugers ophold hos Ritter i Jena tog Ørsted til Paris, hvor han hørte forelæsninger af kendte kemikere *(Charles, Vauquelin, Thenard)* og forsøgte at skaffe Ritter en pris, som det franske akademi havde udsat for det bedste elektriske eller galvaniske arbejde.

I fortsættelse af sin beskæftigelse med Winterls ideer skrev Ørsted en afhandling *Die Reihen der Säuren und Basen* (1806), hvori han forsøger at opstille syrer og baser i en række efter deres aciditet og basicitet. Selv om

afhandlingen indeholder mange rigtige iagttagelser, var tiden selvfølgelig endnu ikke moden til at angribe et sådant problem. I øvrigt sendte Winterl en prøve af sit »andronia« til det franske akademi. Den blev grundigt analyseret af *Fourcroy, Guyton de Morveau, Berthollet* og *Vauquelin,* som kom til det resultat, at den bestod af forurenet kiselsyre. Som *Kopp* – lidt hårdt, for Winterl var utvivlsomt i god tro – udtrykker det: »Ihr Bericht, 1809, machte der ganzen Schwindelei ein Ende«. (Kopp 1844 II, s. 284). For kuriositetens skyld skal nævnes, at en dansk farmaceut i 1806 gav en udførlig opskrift på fremstilling af »rent andronia« (Viborg 1806).

Efter at Ørsted var kommet hjem fra sin første udenlandsrejse, holdt han nogle meget besøgte forelæsninger over kemi og fysik og blev som nævnt professor extraordinarius i fysik i 1806. Han var nu ved at frigøre sig fra den tyske naturfilosofis indflydelse, men denne er endnu mærkbar i en stor afhandling, han udarbejdede på grundlag af medbragte udkast under sin anden udenlandsrejse (til Berlin og Paris) 1812-13, et stort og ambitiøst værk med titlen *Ansichten der chemischen Naturgesetze* (Berlin 1812), der under hans ophold i Paris blev oversat til fransk med titlen *Recherches sur l'identité des forces chimiques et électriques.* Den franske titel giver tydeligt udtryk for Ørsteds tro på en enhed i naturkræfterne. I dette arbejde forsøger han at vise, at kemiske reaktioner beror på to modsat rettede kræfter, som han på tysk kalder »Brennkraft« og »Zündkraft«, altså ordret evne til at forbrænde og til at underholde forbrændingen, men taget i meget almen betydning, således at det fx også gælder foreningen mellem syrer og baser. Han betragter de elektriske kræfter som kemiske og beskæftiger sig også med varmens og lysets natur. Bogen vakte opsigt og har formentlig virket inspirerende på flere naturforskere, men konkrete resultater kan ikke efterspores på grund af bogens meget almene, filosofiske og kvalitative fremstilling.

Mindre romantiske naturer end Ørsted var hurtigere til at gennemskue naturfilosofiens blændværk. *Justus v. Liebig* (1803-1873) beklager således at have spildt 2 år af sit liv på at høre forelæsninger af *Schelling* og betegner den tyske naturfilosofi som rig på ord og ideer, men fattig på sand viden og gedigne studier (Volhard 1909, s. 22). Den har derfor ikke efterladt sig noget spor i kemiens videnskabelige udvikling. Om Ørsted må det dog siges, at han selv i sin mest »filosofiske« periode lagde megen vægt på eksperimentet, og i sit *Mindeskrift over Henrik Steffens* (Ørsted II, s. 534) udtaler han sig på linie med Liebig: »Hine dristige Aander, som med saa stor Tillid troede at have fundet det Standpunkt, hvorfra Sandheden skulde opdages, have næsten intet Nyt lagt til Massen af vor Naturkundskab; men hvor mange og hvor omfattende ere ikke de opdagelser, som imidlertid ere gjorte på Erfaringsvidenskabens Vei!« (Se også Rosenfeld 1971 og Stauffer 1957).

Under Ørsteds bortrejse havde *Zeise* lejlighed til at benytte hans laboratorium i Østergade til sine eksperimenter. Forelæsningerne blev holdt af overlærer ved Metropolitanskolen *J. J. Krum* (1780-1845; i 1814 navneforandring til *Keyser*), der i 1814 blev professor i fysik og kemi ved det nyoprettede universitet i Christiania (Hiortdahl 1905).

Da Ørsted var kommet hjem fra sin anden udenlandsrejse holdt han forelæsninger (med demonstrationer) i Det Thottske Palæ, men mulighederne for at anstille eksperimentelle undersøgelser var dårlige. Fra denne tid stammer hans teoretiske arbejde over kemisk nomenclatur. I øvrigt var han stærkt optaget af andre pligter. Han var i 1815 blevet sekretær for Videnskabernes Selskab, og i 1818 og 1819 foretog han to rejser til Bornholm for »efter kongelig befaling« at undersøge øens mineraler.

Med oprettelsen af de nye laboratorier fik Ørsted bedre muligheder for at eksperimentere, men hans videnskabelige arbejde ligger nu næsten udelukkende indenfor fysikkens område. To eksperimentelle undersøgelser fra 1820 og 1825 repræsenterer hans sidste kemiske arbejder. Disse skal sammen med hans momenclaturforslag omtales lidt nærmere, før Ørsteds betydning for dansk kemi bedømmes.

Den kemiske nomenclatur. Den af romantikken vakte nationale bevidsthed gav sig også udslag i større interesse for de nationale sprog. Dette medførte, efter den antiphlogistiske kemis sejr, at Lavoisiers franske betegnelser hydrogène, oxygène og azote på tysk blev oversat til Wasserstoff, Sauerstoff og Stickstoff (i Ørsteds første tyske afhandlinger benytter han derimod navnet Oxygen), og tilsvarende navne begyndte at vinde indpas på dansk. Man kan udenvidere tiltræde Ørsteds bemærkning, at det var en fejl at betegne grundstofferne med sammensatte ord, da dette gør det vanskeligere at danne afledede betegnelser (den samme indvending kan rettes mod hydrogen, oxygen og nitrogen, men endelsen -gen har dog vist sig at give færre vanskeligheder end endelsen -stof).

Ørsted beskæftigede sig indgående med kemisk nomenclatur, og formentlig under påvirkning af romantikkens reaktion mod det forrige århundredes kosmopolitiske idealer gik han ind for en dansk løsning, som han dog mente med mindre ændringer også kunne anvendes på de andre germanske sprog (svensk, tysk og hollandsk). Et omfattende forslag blev fremsat på latin i universitetets festskrift 1814 (Ørsted II, s. 178-205). Der foreligger to tyske oversættelser af dette forslag (se Rancke-Madsen 1976) og et kort referat på dansk af dets forelæggelse i Videnskabernes Selskab (Ørsted II, s. 431-32).

For Lavoisiers hydrogène og oxygène foreslog Ørsted de danske navne brint (af oldnordisk brinna) og ilt (af ild). Disse navne har, fordi de er korte og mundrette, holdt sig på dansk til disse dage, men vandt ikke indpas på

andre sprog, end ikke på norsk og svensk. Desværre ændrede Ørsted ikke de uheldige navne kvælstof og kulstof.

Men Ørsteds forslag var langt mere omfattende. De metalliske grundstoffer gav han navne, der ender på -ær (eller -er): tanær (K), kalkær (Ca), talkær (Mg), leerær (Al), flintær (Si), nater (Na) m.fl., medens chlor kaldes ætsel og iod fluglit. En base kaldes et æsk, så natriumsulfat bliver til »svovelsurt Nateræsk«. Ingen af disse navne har dog holdt sig, og Ørsted selv forlod efter 1820 de fleste af dem (undtagen æsk). I Tyskland vandt han en tilhænger i *Rudolph Brandes*, der dog ændrede ilt og brint til Eltel og Brintel og desuden indførte en række nye navne, baseret på den nordiske mytologi: Lookel (As), Wodanel (Pt), Heimdanel (Ir) o.a. Ingen af disse navne vandt indpas. På polsk og czekisk dannede man imidlertid nationale betegnelser for hydrogen, oxygen m.fl., som stadig er i brug.

Medens man for så vidt kan acceptere de danske navne ilt og brint for selve grundstofferne, da jo også enkelte andre grundstoffer har trivialnavne, er det meget uheldigt – selv om det for Ørsted netop var formålet med reformforslaget – at han af ilt og brint dannede afledede navne: brinter og ilter (forilte, tveilte, fuldilte, underilte, mellemilte, overilte), brintning og iltning, at brinte og at ilte (afbrinte og afilte). Ifølge en nugældende international konvention skal et afledet navn nemlig afledes af grundstoffets latiniserede navn (sml. Jensen 1979, s. 152). Denne regel er også gennemgående blevet fulgt efter indførelsen af en ny kemisk nomenclatur i 1906, hvorefter fx svovlsur og kulsur natron blev ændret til natriumsulfat og natriumcarbonat, vel at mærke ikke til »svovlat« og »kullat«. Kun ilte- og brintenavnene har vist sig meget levedygtige, men burde være bandlyst i dansk kemisk nomenclatur og erstattes af oxid- og hydrid-navne (eller andre navne med endelsen -id, fx hydrogensulfid for svovlbrinte).

Også udenfor kemien interesserede Ørsted sig livet igennem for sprogfornyelse (se Kristensen 1904). Han følte under sine forelæsninger for ustuderede et behov for at anvende danske ord, og hvis disse ikke fandtes, konstruerede han dem. Hans bestræbelser vidner om god sprogforståelse; men han nærmer sig dog ofte i betænkelig grad de rabiate purister, og kun få af hans forslag har vundet indpas i sproget. Dette gælder bl.a. nogle danske betegnelser for fysiske størrelser, som han foreslog på det 1. nordiske naturforskermøde i Göteborg 1839 (vægtfylde, varmefylde, rumfang o.a.), men om disse gælder det samme som for hans kemiske navne, at de strider mod nutidige bestræbelser for at opnå en ensartet international terminologi.

Piperin. Indtil slutningen af det 18. århundrede var der kun kendt ganske få organiske forbindelser i ren tilstand. Med *Sertürners* udvinding af morphin (1806 og 1817) fra opium indledtes imidlertid en hel række isoleringer af

plantestoffer, der på grund af deres alkaliske reaktion blev kaldt alkaloider. Disse har ganske vist en meget kompliceret kemisk konstitution, som til dels først er opklaret i den nyeste tid, men de udmærker sig ofte ved at være tungtopløselige og velkrystallinske, så de er lettere at isolere i ren tilstand end mange simplere sammensatte organiske forbindelser. Efter opdagelsen af morphin fulgte i hurtig rækkefølge isoleringen af strychnin, brucin, quinin og cinchonin (alle af *Pelletier* og *Caventou*) m.fl.

Området havde altså omkring 1820 aktualitetens interesse, og da Ørsted tidligere (1809) havde iagttaget en vis lighed mellem et udkog af peber og et udkog af kinabark, forsøgte han at isolere et alkaloid fra sort peber *(Piper nigrum)*. Han meddelte i Videnskabernes Selskab 1819, at han havde fundet »et nyt æsk i peberen«. (Ørsted II, s. 444). I samme møde meddelte Forchhammer, at han havde isoleret et lignende stof fra spansk peber *(Capsicum annuum)*. Den sidste forbindelse (capsaicin), som er helt forskellig fra piperin, blev dog først renfremstillet mere end 100 år senere, og også Ørsteds forbindelse var langt fra ren. Han omtalte sine forsøg lidt udførligere i 1820 i en meddelelse i et tysk og et fransk tidsskrift (Ørsted II, 712f.), hvor han også indførte navnet Piperin.

Ørsteds fremgangsmåde til fremstilling af piperin bestod i at udkoge peber med alkohol, tilsætte saltsyre og derefter vand til opløsningen, hvorved der udfældedes en harpix; efter filtrering afdampedes alkohol, og piperin fældedes ved tilsætning af en base. Ørsteds beskrivelse af fremstillingen og egenskaberne af piperin er holdt i meget almene vendinger; men det fremgik, at piperin smagte skarpt, reagerede basisk på prøvepapir og dannede salte med syrer.

Pelletier, der i 1821 skrev en meget udførligere afhandling om piperin, kunne ikke reproducere Ørsteds forsøg og fandt, at piperin ikke reagerede basisk og ikke dannede salte med syrer (piperin er som amid en yderst svag base, der kun kan danne salte i et ikke-vandigt medium). Pelletier siger dog i et senere arbejde (Pelletier 1833) om piperin: »es ward durch den berühmten Physiker Oerstedt entdeckt«. I dette arbejde var det lykkedes Pelletier at fremstille krystallinsk piperin, men i smeltepunkt og elementaranalyse afveg det dog stadig betydeligt fra autentisk piperin, som først blev renfremstillet i 1874.

Ørsted skriver i sit piperinarbejde: »Ich setze meine Versuche über diesen Gegenstand mit Eifer fort«. Det blev han dog forhindret i, da han kort efter opdagede elektromagnetismen. Pelletiers forsøg viser også, at piperin er vanskeligere at arbejde med end de egentlige alkoloider, så Ørsted ville på grund af manglende erfaring indenfor dette område, næppe have fået mere ud af at fortsætte forsøgene. Vi kan imidlertid godt følge Pelletier i at anerkende, at Ørsteds publikation i al sin ufuldkommenhed betegner opdagelsen af piperin.

Aluminium. Ørsteds vel nok vigtigste kemiske bidrag stammer fra 1825 (Ørsted II, s. 297 og 465-66). Han angav en metode til omdannelse af metaloxider til chlorider ved ophedning af oxidet sammen med kulstof (kønrøg) i en chlorstrøm. På denne måde lykkedes det ham at fremstille vandfrit aluminiumchlorid ved reaktionen: $Al_2O_3 + 3\,C + 3\,Cl_2 \rightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,CO$. På lignende måde fremstilledes siliciumtetrachlorid, $SiCl_4$, og ved at gå ud fra kaolin fik Ørsted en blanding af $AlCl_3$ og $SiCl_4$, der let lod sig skille, da $SiCl_4$ er en flygtig væske. Metoden er under navnet Ørsteds metode blevet anvendt til fremstilling af flere andre vandfrie chlorider, fx $TiCl_4$ og $CrCl_3$.

Kjølsen (1965, s. 102 f.) har ment, at den omstændighed, at tilsætningen af kulstof er udeladt i Ørsteds danske meddelelser (Overs. Dan. Vid. Selsk. og Litteraturtidende 1825), kan have været medvirkende til, at hans metode ikke blev kendt. Dette er uberettiget, for i efteråret 1825 publiceredes to – ganske vist overordentlig korte – meddelelser i Schweiggers Journal og Poggendorffs Annalen, hvori det udtrykkeligt er angivet, at chlor ledes over en blanding af Al_2O_3 og kul. Selv om disse meddelelser er meget kortfattede, kunne en erfaren kemiker ikke have vanskelighed ved at reproducere fremstillingen af aluminiumchlorid. Den tyske kemiker *Friedrich Wöhler* (1800-1882), der i 1824 efter et studieophold hos Berzelius havde gjort et ophold i København og været sammen med Ørsted, Forchhammer og Zeise (Wöhler 1875), betegner i et brev til Berzelius 1826 (Wallach 1901 I, s. 149-50 og 156) Ørsteds metode som »höchst ingeniös« og finder, at det er »eine grosse Unverschämtheit«, at *Dumas* har betjent sig af den uden at nævne Ørsted.

I den samme meddelelse i Videnskabernes Selskab (25. marts 1825), hvor Ørsted berettede om fremstillingen af aluminiumchlorid, omtalte han også, at det ved omsætning af aluminiumchlorid med kaliumamalgam var lykkedes ham at fremstille selve metallet aluminium som en metalklump, der i farve og glans lignede tin. I et senere møde i selskabet (8. april 1825) forevistes en prøve af metallet. I den nævnte tysk meddelelse i Schweigers Journal siger Ørsted også, at det er lykkedes ham ud fra chloridet at fremstille selve metallet – men meddelelsen er helt uden eksperimentelle enkeltheder, som kunne have sat en anden kemiker i stand til at efterprøve den. Ørsted kaldte heri metallet argillium, at lat. argilla = ler, en betegnelse, der af *Bergman* o.a. var anvendt om Al_2O_3, som senere blev kaldt alumina (på dansk lerjord). Navnet aluminum var foreslået af *Davy,* der i 1808 forsøgte at fremstille metallet ved elektrolyse, men uden at det lykkedes ham at isolere det.

På vej hjem fra Sverige i 1827 gjorde *F. Wöhler* et kort ophold i København og tilbragte aftenen hos Ørsted. Denne sagde, at han ikke havde i sinde at fortsætte forsøgene med aluminiumchlorid og opfordrede Wöhler til at gøre

det (brev fra Wöhler til Berzelius 10/10 1827, se Wallach 1901 I, s. 195-196). Hjemkommen til Berlin gav Wöhler sig straks til at experimentere med fremstilling af aluminium. Han kunne ikke reproducere Ørsteds fremstilling ud fra kaliumamalgam og mente, at Ørsted kun havde haft aluminiumholdigt kalium i hænde (brev til Berzelius, se Wallach I, s. 186-197). Derimod lykkedes det ham ved at lade aluminiumchlorid reagere med kalium (uden kviksølv) at fremstille metallisk aluminium. Reaktionen var overordentlig voldsom, men det lykkedes at gennemføre den i en platindigel, og ved tilsætning af vand til den afkølede masse fik han metallisk aluminium som et gråt pulver. Wöhlers meget grundige afhandling (Wöhler 1827) indeholder også adskillige oplysninger om aluminiums kemiske egenskaber.

I afhandlingens indledning siger Wöhler, at det kunne synes, at han ville trænge sig ind på en andens arbejdsområde, men han må dertil bemærke, at Ørsted selv har opmuntret ham til at forfølge hans undersøgelser. Det er næppe berettiget (som Kjølsen har gjort) at beskylde Wöhler for at være illoyal; men man kan nok undre sig over, at Wöhler, da han ikke kunne reproducere Ørsteds meget ufuldstændige beskrivelse, ikke skrev til Ørsted og udbad sig nærmere oplysninger. Men herom findes intet i korrespondancen mellem Wöhler og Ørsted. Derimod skriver Wöhler, efter at hans afhandling var udkommet, til Ørsted: »Sie werden darin gelesen haben, dass Ihre gütige Erlaubniss die von Ihnen begonnene Aluminium-Arbeit fortsetzen zu dürfen, Früchte getragen hat« (Harding II, s. 609). Og videre, i 1845 ved overrækkelse af afhandlingen *Zur Kenntnis des Aluminiums* (Wöhler 1845): »Villeicht haben Sie vergessen, dass Sie der Entdecker des Aluminiumchlorids sind, und dass man dieser Entdeckung die Kenntnis des Aluminiums und mehrerer anderer Metalle verdankt« (Harding II, s. 611). Der er ikke i denne korrespondance noget svar fra Ørsted til Wöhler.

Det er for så vidt forståeligt, at Ørsted ikke gjorde prioritetskrav gældende på opdagelsen (og dermed på navnet argillium), men det er gådefuldt, hvorfor han ikke – blot i et af hans korte »breve til redaktøren« – korrigerede Wöhlers påstand om, at hans produkt kun havde været aluminiumholdigt kalium. Det er også mærkværdigt, at han ikke korrigerede sine kolleger. *Forchhammer* nævner i sine to lærebøger kun fremstilling af aluminium ud fra aluminiumchlorid og kalium (altså uden kviksølv). *Zeise* nævner i sin store lærebog (1829) Ørsted, omend noget forbeholdent (»han erholdt derved Resultater, som tilkjendegave Udskillelsen af Aluminium«); men efter at have nævnt Wöhlers beretning, lægger han denne til grund for det følgende. Hverken Forchhammer eller Zeise var til stede ved mødet i Videnskabernes Selskab 8. april 1825. At *Scharling* i sin afhandling om kemien i Danmark ikke nævner Ørsteds fremstilling af aluminium er derimod (modsat Kjølsens

opfattelse) ganske naturligt, da hans redegørelse for udviklingen efter 1800 kun handler om laboratorier og undervisning, ikke om videnskabeligt arbejde.

Desværre havde Wöhlers breve til *Berzelius* overbevist denne om, at Ørsted ikke havde fremstillet aluminium, og i hans meget indflydelsesrige (og til mange sprog oversatte) lærebog i kemi betegner han derfor Wöhler som den egentlige opdager og Ørsteds forsøg som »nur unvollständig geglückt«.

Efter at *H. Sainte-Claire Deville* havde udarbejdet en industriel fremstilling af aluminium (ud fra $NaAlCl_4$ og natrium) blev der i København udstillet prøver af aluminium fremstillet i Paris (ved hvilken lejlighed Frederik VII i øvrigt fik fremstillet en hjælm af aluminium). I en beretning fra Industriforeningen (Quartalsberetninger 1856, s. 32) anføres: »Det vil sikkert glæde Læseren, at den første Fremstilling af chloraluminiet, den Leerforbindelse, hvormed baade Deville og Bunsen have begyndt Arbejdet, skyldes vor berømte Landsmand ... Ørsted har ogsaa først givet Ideen til at fremstille Leermetallet ved Chloraluminiets Decomposition med Kalium, der dog først er udført af Wöhler.« I Frankrig var Deville blevet betragtet som opdager af aluminium, men det gav anledning til et prioritetskrav fra Wöhler. *Forchhammer,* der formidlede, at der fra Danmark blev sendt kryolit til Deville, benyttede ikke denne lejlighed til at nævne, at Ørsted med samme ret kunne betragtes som opdageren af aluminium.

Som sagen lå, blev Wöhler alene i næsten 100 år regnet for opdageren af aluminium (også i alle danske lærebøger i kemi og også – i modstrid med Kjølsens angivelse – hos Hiortdahl 1907 III, s. 65 og Richards 1890, s. 197, 1896, s. 247).

Da 100-års dagen for Ørsteds opdagelse af elektromagnetismen imidlertid skulle fejres i 1920, opfordrede professor *Niels Bjerrum* inspektøren ved Landbohøjskolens kemiske laboratorium, *J. Fogh* (1865-1925) til at foretage en efterprøvning af Ørsteds aluminiumfremstilling. Efter nogle orienterende forsøg lykkedes det også at fremstille rent aluminium efter Ørsteds forskrift, man skulle blot anvende fortyndet kaliumamalgam og overskud af aluminiumchlorid, så der dannedes $KAlCl_4$ (Fogh 1921 a). Mellem Ørsteds efterladte papirer fandtes nogle optegnelser, der viser, at Ørsted og hans medarbejder *Köster* var helt klare over, at der skulle anvendes et overskud af aluminiumchlorid. Disse optegnelser er først fundet efter dem, der blev medtaget i mindeudgaven (Ørsted II, s. 467-70), men er aftrykt i Foghs afhandling (s. 16). I USA blev Foghs forskrift reproduceret »without any difficulty whatsoever« (Tosterud & Edwards 1927), og det blev vist, at man ud fra rent $AlCl_3$ kunne fremstille aluminium i over 99% renhed. I 1932 blev der igen på Landbohøjskolens kemiske laboratorium fremstillet aluminium

efter Ørsteds metode til forevisning på verdensudstillingen i Chicago 1933 (Kjølsen 1965, s. 114-15).

Måske er Ørsted kommet i tvivl om, hvorvidt han havde fremstillet rent aluminium, fordi hans produkt i sine egenskaber adskilte sig stærkt fra Wöhlers. Han fik det som en metalklump, Wöhler derimod som et gråt pulver. Det skyldes imidlertid (Fogh 1921 b), at Ørsteds aluminium udkrystalliserede af en opløsning i kviksølv og ved afdampningen af kviksølvet smeltede sammen til en næsten kuglerund klump. Wöhler angiver (Wöhler 1827, s. 155), at aluminium ikke smelter ved smedejerns smeltepunkt, hvilket er forkert (smeltepunktet er 660 °C). Først i 1845 lykkedes det Wöhler at fremstille knappenålshovedstore kugler af aluminium (brev fra Wöhler til Liebig, se Hofmann 1888 I, s. 251. Wöhler 1845). Endvidere reagerede Wöhlers aluminium først med kogende vand, medens Ørsteds reagerede med vand uden opvarmning, »skjønt langsomt« (Ørsted: *Erindringsord af Forelæsninger over Chemiens almindelige Grundsætninger*, 1826, s. 79). Det viser, at Ørsteds metal har indeholdt lidt kviksølv, men det kan dog kun have været spor, ellers kunne Ørsted ikke have forevist det i Videnskabernes Selskab som en metallisk glinsende klump, men den ville under indvirkning af luftens fugtighed være blevet dækket af et hvidt lag af aluminiumhydroxid. Da Wöhlers metal reagerede med kogende vand (hvad rent aluminium jo ikke gør), har det indeholdt kalium eller kaliumhydroxid i betydelige mængder for at give denne virkning. Ifølge Deville indeholdt det også platin. Til fremstilling af små mængder aluminium har Ørsteds metode altså været den mest hensigtsmæssige, og Wöhlers metode betegner ikke – som det angives selv i fremstillinger, der anerkender Ørsteds prioritet (Holmes 1930, s. 233; Remy 1956, s. 344; Ihde 1964, s. 467; o.a.) – en forbedring af Ørsteds metode. Der kan ikke være tvivl om, at Wöhlers aluminium var meget urent, og at helt rent aluminium først blev fremstillet af Deville (sml. Jagnaux 1891 II, s. 161; Gleditsch 1954 og 1955; Oesper & Lemay 1957).

I 1925-28 udspandt der sig en livlig diskussion for (Matignon & Faurholdt 1925; Bjerrum 1926) og imod (Goldschmidt 1925-26; Ohmann 1928; Rheinboldt 1927; Wohl 1928) anerkendelse af Ørsteds prioritet. Efter den tid er det blevet almindeligt at nævne Ørsted i forbindelse med opdagelsen af aluminium (fx Weeks 1960, s. 595), men dog ofte således, at Wöhlers metode betegnes som en forbedring, eller man gentager Wöhlers urimelige påstand, at Ørsteds metal var aluminiumholdigt kalium (Pilgrim 1950, s. 211; Bugge 1955 II, s. 35). Når Ørsted imidlertid betragtes som »an earlier discoverer« (Partington 1964 IV, s. 323) eller som »ein Wegbereiter des Aluminiums« (Haas 1939), så er det på grund af Ørsteds egen efterladenhed alt, hvad man med rimelighed kan forlange fra dansk side.

Kjølsens bog indeholder en temmelig fuldstændig litteraturfortegnelse over prioritetsspørgsmålet, men som det fremgår af ovenstående, kan hans vurdering kun delvis tiltrædes.

Ørsteds betydning for kemien. Ørsteds kemiske arbejder – og hertil kan vi også regne hans tidlige elektrokemiske forsøg – viser ham som en habil eksperimentalkemiker. Hans betydning for kemien skyldes dog helt overvejende hans undervisning og hans organisatoriske indsats. Denne kan sammenfattes i følgende punkter:

a) Han fik oprettet et kemisk øvelseslaboratorium og gjort kemien til et selvstændigt fag ved universitetet ved udnævnelse af Zeise til professor i kemi.

b) Han fik gennemført, at prøven i kemi for farmaceuter blev flyttet fra Det medicinske Fakultet og lagt under professoren i kemi.

c) Han fik ved oprettelsen af Polyteknisk Læreanstalt gennemført, at universitetsprofessoren i kemi også var bestyrer af læreanstaltens kemiske laboratorium, så han både fik flere studerende og bedre laboratorieforhold.

d) Han fik gennemført, at undervisningen af lægestuderende i kemi blev flyttet fra Det medicinske Fakultet og lagt under professoratet i kemi.

Det blev i forrige afsnit påpeget, at kemien stod påfaldende lavt i Danmark i det 18. århundrede. Det kan næppe afvises, at en medvirkende årsag hertil har været, at Det medicinske Fakultet stædigt fastholdt, at det havde monopol på at docere naturvidenskab. Initiativer til at forbedre naturvidenskabernes stilling – Novellae Constitutiones 1621, udnævnelserne af *Simon Paulli, Ole Borch, G. C. Oeder, Kratzenstein, Brünnich, J. C. Fabricius,* lektoratet i kemi, 1788, og oprettelsen af Charlottenborg-instituttet – var altid kommet direkte fra kongen eller fra ministre med forståelse for naturvidenskabens nationaløkonomiske betydning (*J. H. E. Bernstorff, A. W. Moltke*) og var efter bedste evne blevet saboteret af universitetet. I sin kritik af *Panum,* der havde beklaget, at bevillingerne til Charlottenborg-instituttet ikke var kommet universitetet til gode (Panum 1880, s. 88), siger *Gosch* (1881, s. 127) træffende, at de tværtimod derved ville være blevet »ret grundigt bortkastede«.

Det medicinske Fakultet levede endnu i begyndelsen af det 19. århundrede på det 17. århundredes traditioner. Selv disputatser over et kemisk emne (*O. H. Mynster* 1797, *R. E. Bruun* 1819) er helt uden selvstændige forsøg og indeholder kun litterær kritik.

Uden Ørsteds seje og målbevidste kamp mod Det medicinske Fakultet og uden den store indflydelse, hans berømmelse efterhånden skaffede ham, er det tvivlsomt, om kemien i Danmark havde stået meget bedre i det 19. århundrede end i det 18. århundrede.

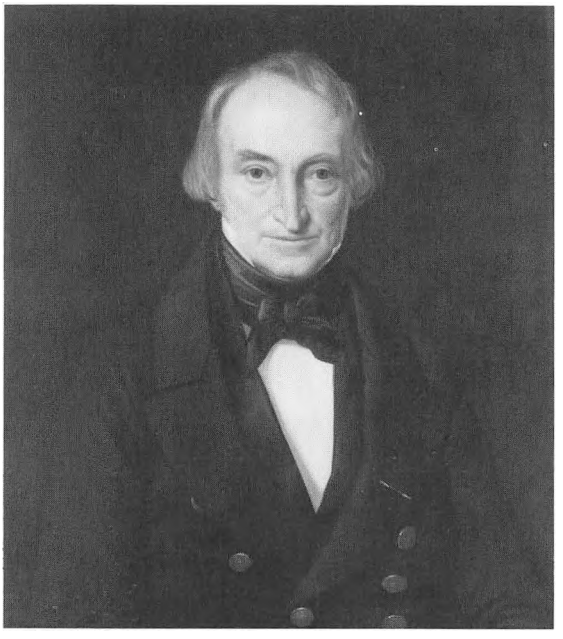


Fig. 126. W. C. Zeise (1789-1847). Den første danske professor i kemi (1822-47). Maleri af F. F. Helsted. Frederiksborg.

William Christoffer Zeise (1789-1847)

Zeise var søn af en apoteker i Slagelse og blev lærling i faderens apotek. I 1805 kom han til København for at videreuddanne sig hos hofapoteker *Becker,* men efter få måneders forløb følte han sig syg og rejste hjem igen. I det følgende år hjalp han med at omordne faderens apotek efter den nye antiphlogistiske farmakopé (Pharm. Dan. 1805). Han læste *Tychsens, Hauchs* og *Ørsteds* skrifter og anstillede selv eksperimenter. Derved fik han en meget stærk interesse for kemi og ønskede nu at studere kemi i stedet for farmaci. I 1806 kom han i huset hos Ørsted (på grund af familiebekendtskab). Han hørte Ørsteds forelæsninger og assisterede ved disse. Zeise havde en sart konstitution, og Ørsted lagde ikke tvang på ham, men opmuntrede ham i hans studier. I sit mindeskrift over Zeise (Ørsted II, s. 556) siger Ørsted, at han led af en arvelig betinget »hypokondri«. I 1809 blev han student og begyndte at høre forlæsninger i medicin, men besluttede sig alligevel – for at få et levebrød – til at gå op til farmaceutisk eksamen, som han i 1815 bestod med laud (Dam 1898). I 1816 flyttede han igen hjem og fik i faderens apotek indrettet et lille laboratorium, hvori han udførte de eksperimenter, der dannede grundlaget for hans disputats 1817, *De vi corporum alcalinorum etc.,* en selvstændig og original afhandling om alkaliers indvirkning på sukkerarter o.a. organiske stoffer.

I 1818 rejste Zeise med understøttelse af fondsmidler på en studierejse til Tyskland og Frankrig. Han lærte analytisk kemi hos *Stromeyer* i Göttingen og så samtidig på svovlsyrefabrikker i Harzen. Han havde planer om at anlægge en dansk svovlsyrefabrik, men dette blev dog aldrig til noget. I Paris hørte han forelæsninger af *Thenard, Dulong, Gay-Lussac, Vauquelin* o.m.a. I sin dagbog (Jørgensen 1903) har han givet en morsom og skarpsynet karakteristik af de franske kemikere. Deres (navnlig Thenards) meget teatralske måde at forelæse på tiltalte ham ikke, og påvirket som han var af Ørsted, kritiserede han deres »overfladiske atomistiske Fremstillingsmaade«. I slutningen af 1818 traf han den omtrent jævnaldrende *Chevreul* (en pioner indenfor fedtstofkemien og den første, der karakteriserede de organiske stoffer ved deres smelte- og kogepunkter), som han følte sig meget tiltrukket af. Zeise arbejdede i Chevreuls laboratorium og sammen besøgte de den gamle Vauquelin. I Paris traf han også *Berzelius,* som udtalte sig opmuntrende om hans disputats, og han var sammen med flere danskere, bl.a. *P. A.* og *J. L. Heiberg* samt ifølge en anden kilde også *N. C. L. Abrahams* og *Chr. Molbech* (Abrahams 1876, s. 110). Dagbogen viser ham som en helt anden mand end den indesluttede hypokonder, han senere gik for at være. Under sit ophold i Paris studerede Zeise også kemiske industrier. Om sin studierejse har han afgivet en udførlig rapport til *Fonden ad usus publicos* (Rigsarkivet, gengivet hos Sylvest 1972).

Zeise vendte hjem fra udenlandsrejsen i slutningen af 1819 og ansøgte universitetsdirektionen om at blive ansat som lærer i kemi, men fik det svar, at universitetet ikke i øjeblikket havde råd til at ansætte flere lærere. Han anmeldte så i 1820 forelæsninger som privatdocent og oppebar honorarer for nogle forelæsninger for Landshusholdningsselskabet og Artilleriakademiet. Ved Ørsteds hjælp fik han i 1820 et honorar for at lede de kemiske øvelser i det nyoprettede laboratorium i Nørregade. Her opdagede han xanthogenforbindelserne i 1822, et arbejde der blev belønnet med Videnskabernes Selskabs sølvmedaille (han blev selv medlem i 1824). I 1822 udnævntes han til ekstraordinær professor i kemi, den første danske professor der havde kemisk laboratorieundervisning som embedspligt (dokumenterne i denne sag findes på Rigsarkivet; gengivet hos Sylvest 1972).

Zeise eksperimenterede og underviste flittigt og fik snart foruden videnskabelige afhandlinger udsendt noter til sine forelæsninger over anvendt kemi og en stor (870 s.) og velskrevet bog *Udførlig Fremstilling af Chemiens Hovedlærdomme* (1829). Den indeholder fysik (ca. ⅓ af bogen) og de da kendte grundstoffers uorganiske kemi. Man har indtryk af, at Zeise personligt har gennemført de fleste af præparationerne, så rig er bogen på nyttige, rent praktiske vink, som også moderne kemikere kunne tage ved lære af – men

selvfølgelig, vi behøver ikke at benytte »en bøssepibe med tilnaglet fænghul« i stedet for en jernretort, vi klarer os endda i regelen uden sidstnævnte. Bogen er betegnet Bind 1, men fortsættelse fulgte ikke.

Zeise havde lige fra barndommen et svageligt helbred, som dog utvivlsomt primært var nervøst betinget. Omkring 1835 indtrådte der en forværring i hans tilstand, og han søgte og fik fritagelse for en del af sin undervisningspligt, som blev overdraget *Scharling*. I tilslutning til Ørsted (Ørsted II, s. 564) har man ment, at Zeises arbejde med de meget ildelugtende svovlforbindelser skulle have forkortet hans liv. Denne opfattelse bygger på den populære misforståelse, at der skulle være en sammenhæng mellem giftighed og lugt. Svovlforbindelser, aminer, isocyanider m.fl. er ikke giftigere end de fleste andre organiske stoffer, selv om deres lugt kan være højst ubehagelig. Der er intet i Zeises optræden, der tyder på, at han skulle lide af den mangel på ligevægt, som *Wöhler* spøgefuldt har kaldt *hysteria chemicorum* og tilskrevet den skadelige indflydelse af åndelig anstrengelse, kemisk ærgerrighed og kemisk damp og stank i forening. Hans sygdom var efter alt at dømme alvorligere end som så. Sylvest (1972) har fremdraget en lægeerklæring for Zeise fra 1842, lydende på »brystbetændelse«, dvs. lungehindebetændelse, som dengang næsten altid skyldtes tuberculose. Han døde 5 år efter, og det er da meget plausibelt, at dødsårsagen var tuberculose. Selve laboratoriearbejdet, som Zeise dyrkede med stor flid, kan have nedbrudt hans modstandskraft mod sygdommen, men kan ikke have været årsag til den.

Trods sygdommen fortsatte Zeise, nu lettet for undervisningsbyrden, med at arbejde i laboratoriet. Han nåede desuden at færdiggøre en omfattende (852 s.) *Haandbog i de organiske Stoffers almene Chemie*, der blev udgivet efter hans død. Hans indsats imponerer ved det syntetiske arbejdes omfang, det analytiske arbejdes grundighed og nøjagtighed samt opgavernes alsidighed og originalitet – alt udført med primitive hjælpemidler og uden assistenter. Berzelius ønskede sig selv »Zeise's outgrundliga tålamod och ihärdighet« (brev til Ørsted, Harding II, s. 622).

Zeise var den første, der systematisk bearbejdede de organiske stoffers analyse. Ud over hvad der kan findes i den før nævnte håndbog, har han imidlertid intet publiceret herom. Hans vejledning i analyse blev givet i hans forelæsninger og laboratoriekurser. En af hans tilhørere, *C. T. Barfoed* (se side 480) arbejdede videre på grundlag af det, han havde hørt og noteret, og i 1878 udgav han sin bekendte *De organiske Stoffers qualitative Analyse* – i taknemmelighed tilegnet mindet om William Christopher Zeise. Barfoeds arbejde blev videreført af Farsøe, hvis bog igen danner udgangspunktet for Veibels beskæftigelse med organiske stoffers identifikation. Der eksisterer altså her i landet på dette område en tradition, som kan føres helt tilbage til Zeise.

Zeise var empiriker, men gjorde netop derfor flere helt uventede opdagelser af stor betydning for strukturkemien. Selv deltog han kun i ringe grad i den diskussion, som hans opdagelser gav anledning til. Hans svovlforbindelser har fået stor teknisk betydning (Biilmann 1916), og en af hans platinforbindelser er nu almindeligt kendt under navnet »Zeise's salt«. Næst efter *Kjeldahl* er Zeise i dag det i udlandet bedst kendte navn på en dansk kemiker fra det 19. århundrede.

Zeises laboratorium havde i begyndelsen en europæisk anseelse, som først senere blev *Liebigs* berømte laboratorium i Giessen til del. Gennem sine eksperimentelle arbejder havde Zeise betydelige forudsætninger for at præge den tidlige udvikling af den organiske kemi. Når det i stedet blev *Liebig, Wöhler, Dumas* o.a. skyldes det i første række, at Zeise var en enegænger, som var uinteresseret i at tiltrække udenlandske forskere som medarbejdere, vel også at han på grund af sin utilbøjelighed til at indlade sig i spekulationer, der gik ud over, hvad forsøgene viste, forekom disse mindre interessant.

Der skal i det følgende gives en kort oversigt over Zeises vigtigste videnskabelige arbejder. De fleste af hans afhandlinger er publiceret i Videnskabernes Selskabs Skrifter; men redaktionelle oversættelser af dem fremkom også i tyske og franske tidsskrifter (bibliografi: Erslew, Suppl. bd. 3, s. 709-11; Veibel 1943, ufuldst.). Zeises bevarede forsøgsjournaler findes på Det kgl. Bibl., NKS 1685 2° og 1778 4°. Ørsteds mindeskrift over Zeise (Ørsted II, s. 555-65) er, »med fuldstændiggørende og berigtigende tilføjelser« udgivet af Selmer 1848-49.

Xanthogenforbindelser. I et af sine første arbejder havde Zeise undersøgt reaktionen mellem carbondisulfid, CS_2, og alkalier, der fører til thiocarbonater. Han fandt i 1822, at reaktionen får et andet forløb, hvis den udføres i ethanolisk opløsning. Man kan derved isolere veldefinerede salte af en syre, xanthogensyre, $C_2H_5O\text{-}CS\text{-}SH$: $C_2H_5OH + CS_2 + KOH \rightarrow C_2H_5O\text{-}CS\text{-}SK + H_2O$. Den frie syre er, som også Zeise viste, ubestandig og sønderdeles hurtigt i ethanol og CS_2. Zeise fremstillede ved omsætning med kaliumsaltet en hel række metalsalte af denne syre og kaldte dem xanthater (af græsk xanthos = gul), fordi de i regelen er gule, navnlig har kobber(I)saltet, der udfældes ved tilsætning af et kobber(II)salt til kaliumsaltet en intensivt gul farve. Den systematiske betegnelse er *O*-ethyldithiocarbonater, eller alment *O*-alkyldithiocarbonater, idet tilsvarende salte kan fremstilles ud fra andre alkoholer end ethanol. Zeise viste selv i et senere arbejde, at man ud fra methanol analogt får $CH_3O\text{-}CS\text{-}SK$, som han med en betegnelse, der ikke afviger meget fra den moderne, kaldte Kali-Methyloxyd-Sulfocarbonat. Zeise ønskede altså ikke, som mange senere har gjort, at benytte betegnelsen xanthater eller xanthogenater som generel betegnelse.

Zeise har i en lang række arbejder grundigt undersøgt xanthogenforbindelserne. Xanthaterne har senere fået stor teknisk betydning ved flotationsprocessen, hvorved man kan skille sulfidholdige malme fra silicater o.l. (gangarten). Den bygger på, at xanthater ved komplexdannelse bindes stærkt til overfladen af mineraler, der indeholder overgangsmetaller, og samtidig virker kapillaraktivt. Ved tilstedeværelse af et skummiddel kan de sulfidholdige partikler indesluttes i skummet og derved skilles fra gangarten.

En anden vigtig anvendelse bygger på, at cellulose på grund af dens alkoholgrupper kan omdannes til et vandopløseligt xanthat, viscose. Når denne opløsning gennem fine dyser sprøjtes ud i en sur opløsning, sønderdeles den frigjorte xanthogensyre, så man får tynde tråde af ren cellulose, der kan anvendes som »kunstsilke«, viscosesilke.

Xanthaterne har også flere andre praktiske anvendelser: som mellemprodukter ved organisk-kemiske syntheser, som insecticider m.m.

I sine sidste arbejder (1845-47) beskæftigede Zeise sig med indvirkningen af iod på xanthater (med R = CH_3 eller C_2H_5). Han viste, at iod ligesom et kobber(II)salt virker oxiderende på et xanthat.

Under arbejdet med reaktionerne mellem carbondisulfid og baser fandt Zeise også (1824), at CS_2 reagerede med ammoniak i alkoholisk opløsning under dannelse af et ammoniumsalt af en ny syre, dithiocarbamidsyre (»svovlbrintet svovelblåsyre«), H_2NCSSH. Skematisk kan reaktionen skrives: $2\ NH_3 + CS_2 \rightarrow H_2NCSSNH_4$.

I senere arbejder (1843-44) undersøgte Zeise indvirkningen af chlor på ammoniumdithiocarbamat og isolerede et hvidt stof med sammensætningen $C_2H_4N_2S_4$ (thiuramdisulfid).

Platinforbindelser. Berzelius havde i 1829 fundet, at der ved inddampning af en alkoholisk opløsning af Na_2PtCl_6 og tilsætning af en vandig opløsning af kaliumchlorid dannedes et gult, krystallinsk bundfald. Zeise gennemførte mellem 1829 og 1830 en række analoge forsøg, idet han dog i stedet for natriumsaltet anvendte H_2PtCl_6 (eller $PtCl_4$). Foruden kaliumsaltet analyserede han også det stof, der var dannet inden tilsætningen af KCl, og fandt, at det havde en formel, der i moderne tegnsprog er $(Pt(C_2H_4)Cl_2)_2$. Da det ved ophedning kunne brænde, benyttede Zeise betegnelsen »det brændbare chlorplatin« (chloridum platinæ inflammabile). Han bemærkede også, at der ved tilsætning af sølvnitrat til denne forbindelse kun udfældedes halvdelen af chloret som AgCl. Ved tilsætning af KCl til dette dannedes det før nævnte gule salt, $KPt(C_2H_4)Cl_3$, der i dag almindeligt kaldes »Zeises salt«. Zeise fremstillede også det tilsvarende ammoniumsalt samt en ammoniakforbindelse med formlen $Pt(C_2H_4)(NH_3)Cl_2$.

Disse resultater publicerede Zeise i en stor afhandling på latin i universite-

tets festskrift 1830. Året efter blev tyske oversættelser publiceret i Schweiggers Journal og i Poggendorffs Annalen.

Det usædvanlige ved Zeises formler er, at forbindelserne tilsyneladende indeholder ethylen, C_2H_4. Zeise kom derved ufrivilligt til at gribe ind i en heftig strid om konstitutionen af visse organiske stoffer. En fransk skole (*Dumas* og *Boullay*) mente, at ethanol, ether, ethylchlorid o.a. var opbygget af en base »etherin«, C_4H_8 (med moderne atomvægte C_2H_4, altså = ethylen), der kunne forene sig med H_2O til ether, med 2 H_2O til ethanol, med HCl til ethylchlorid osv. I den konkurrerende teori, som især forfægtigedes af *Liebig*, var disse forbindelser derimod afledet af radikalet ethyl, C_4H_{10} (nu C_2H_5). Hvis Zeises formler var rigtige, støttede de stærkt etherinteorien. Liebig påstod derfor, at de var forkerte, og at forbindelserne indeholdt ether, ikke ethylen. Han fandt, at denne antagelse støttedes af Zeises egne analyser af kaliumsaltet, idet summen af analyseværdierne for de enkelte grundstoffer var 97,55. Der var altså et deficit på 2,45%, som kunne passe med, at forbindelserne ikke indeholdt »etherin«, C_4H_8, men ether, $C_4H_{10}O$. Da Zeise var optaget af sit arbejde med mercaptan, kom han først i 1837 tilbage til dette spørgsmål. Han havde nu udført meget nøjagtige analyser (bl.a. med en forbedret metode til platinbestemmelse) af særligt rensede præparater, og summen af analyseværdierne var nu 99,65. Der var hermed udelukket, at forbindelserne kunne indeholde oxygen. I et overordentlig skarpt svar postulerede Liebig, at forbindelserne så måtte indeholde C_4H_6 i stedet for C_4H_8, altså med moderne formler C_2H_3 i stedet for C_2H_4. Dette ville imidlertid give et meget lavere hydrogenindhold, nemlig 0,82%, medens Zeise havde fundet 1,07% (beregnet 1,09). Selv om Liebig henviste til, at hydrogenbestemmelser plejede at blive for høje, var det helt usandsynligt, at Zeises værdi skulle afvige så meget. I et brev til Berzelius anførte Zeise også som argument mod Liebigs formel, at han ikke havde iagttaget nogen hydrogenudvikling ved fremstilling af sin platinforbindelse. Dette argument duer dog ikke, da der ved reduktionen af $PtCl_4$ til $PtCl_2$ med alkohol også dannes acetaldehyd (som Zeise selv havde påvist). Reaktionen mellem $PtCl_2$ og alkohol havde Zeise tidligere (1826 og 1831) undersøgt, men havde derved fået dannet et sort pulver, som overvejende bestod af metallisk platin.

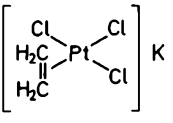
Liebig var kendt for at være meget ubehersket i sine polemiske indlæg (Blunck 1942, s. 121-135; Valentin 1949, s. 96-105; Volhard 1909, s. 268; Ostwald 1919, s. 218). Han siger selv, at han kun søgte sandheden og derfor ikke kunne vise skånsel overfor dem, der forfægtede falske anskuelser; men i sin afgørelse af, hvad der var »falsk«, var han meget subjektiv. Heller ikke Wöhler gik ram forbi, og med Berzelius kom det til sidst til et brud. Zeise kunne for så vidt se stort på Liebigs kritik og deltog ikke i debatten, men skrev

i et brev til Berzelius: »At gjengælde hans hovmodige Uartighed vilde være at gjöre Skaar i den Anstændighed, hvormed chemiske litteraire Stridigheder I Almindelighed er blevne förte«. Berzelius lovede, at Liebig skulle få »en lång skrupenz för tonen i sin kritik«; men den blev dog afgivet i meget forsigtig form og resulterede blot i et overfor Zeise meget uforskammet svar fra Liebig. Om denne diskussion se brevvekslingen mellem Berzelius og Zeise (Clément 1921, delvis gengivet i Veibel 1939, s. 185-87).

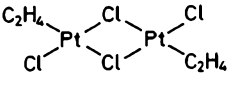
Det er ganske kuriøst, at Liebig tillod sig at kritisere Zeises analyser, som også efter moderne standard er særdeles nøjagtige, da hans egen måde at analysere på af Berzelius var blevet karakteriseret som »geschwind aber schlecht«.

Zeise undersøgte også (i 1843) reaktionen mellem $PtCl_4$ og methanol, men fik, som det nu er umiddelbart forståeligt, ikke noget positivt resultat. Derimod lykkedes det ham i 1839 at fremstille en ny platinforbindelse ud fra $PtCl_4$ og acetone. Denne forbindels er afledet af mesityloxid eller 4-methyl-3-penten-2-on, $CH_3\text{-}CO\text{-}CH = C(CH_3)_2$, en forbindelse, der opstår ved kondensation af 2 mol acetone (fremstillet 1838 af *R. J. Kane*). Platinforbindelsen svarer til »det brændbare chlorplatin«, idet ethylen er erstattet af den umættede forbindelse mesityloxid. Zeise kaldte forbindelsen acechlorplatin med den forstandige bemærkning, at han foretrak denne uforpligtigende betegnelse fremfor mesityloxid-platinchlorür, »fordi man muligen i kommende Tider vil faae Grund til at forestille sig Sammensætnings-*Maaden* anderledes«.

Medens radikalteorien i øvrigt gik sin sejrsgang indenfor den organiske kemi, blev Zeises platinforbindelser stående som noget, der ikke kunne indpasses i den organiske kemis formelsprog. Disse ejendommelige forbindelser har også påkaldt sig senere danske kemikeres interesse (S. M. Jørgensen, Biilmann og K. A. Jensen, der i 1937 formodede, at platin var bundet centralt til ethylens dobbeltbinding). Efter 1945 har disse »olefincomplexer« været genstand for en intensiv forskning; der er fremstillet mange flere, og man har på kvantekemisk grundlag kunnet give en forklaring på, hvordan metalatomet er bundet til den umættede organiske forbindelse. Som andre platin(II) complexer har platinforbindelserne plan konfiguration, men den umættede forbindelse er bundet, så dobbeltbindingen er vinkelret på dette plan. Med moderne formler kan Zeises ethylenforbindelser formuleres på følgende måde:



»Zeises salt«
Kaliumtrichloro(ethylen)platinat (II)



»Zeises brændbare chlorplatin«
Di-μ-chloro-*be*-dichlorobis(ethylen)diplatin (II)

Mercaptan (ethanthiol). I 1833 meddelte Zeise, at han havde fremstillet en ny svovlforbindelse ved at lade bariumsulfid reagere med bariumethylsulfat. Der dannedes derved to svovlholdige produkter, som kunne adskilles ved vanddampdestillation. Den flygtige del af destillatet reagerede i modsætning til den mindre flygtige med en blyacetatopløsning og dannede et gult bundfald. Ethylsulfat virker ethylerende, og da man i en vandig opløsning af et sulfid på grund af hydrolyse har både sulfidioner, S^{2-}, og hydrogensulfidioner, HS^-, har han fået en blanding af diethylsulfid, $(C_2H_5)_2S$, og ethanthiol, C_2H_5SH, som er den flygtige forbindelse, der fældedes af blyacetat. Zeise fandt selv, at der dannedes mere af den flygtige forbindelse, når opløsningen reagerede svagt surt (hvorved S^{2-} omdannes til HS^-), og til renfremstillingen af C_2H_5SH gik han ud fra $Ba(SH)_2$. Med moderne formler kan Zeises fremstilling af forbindelsen C_2H_5SH formuleres: $HS^- + C_2H_5OSO_3^- \rightarrow C_2H_5SH + SO_4^{2-}$.

Det var konstateringen af, at sennepsolie og dyvelsdrækolie indeholder svovl, der gav stødet til Zeises mercaptanarbejde. Han havde også tidligere (ud fra kaliumpolysulfid) fremstillet diethyldisulfid, som har en udpræget løgagtig lugt.

Forbindelsen C_2H_5SH kaldte Zeise mercaptan. Der har været en del usikkerhed i litteraturen med hensyn til etymologien af betegnelsen mercaptan (Kolbe 1854 I, s. 199; Diergart 1919) på grund af en trykfejl i den tyske oversættelse af Zeises afhandling (Poggendorffs Annalen 1834). I den danske originalafhandling afleder Zeise navnet mercaptan af *corpus mercurium captans,* dvs. et stof (corpus; på tysk Körper, i ældre dansk kemi også legeme), der kan indfange eller bemægtige sig kviksølv. Radikalet C_2H_5S kaldte han mercaptum, af *corpus mercurio aptum,* dvs. et stof bundet til kviksølv. Den sidste betegnelse blev dog snart anset for overflødig. Berzelius fandt navnet mercaptan »öronslitande«; men deri har andre ikke været enige med ham, for navnet er blevet så populært på de fleste sprog, at det har voldt vanskelighed at få det erstattet med det systematiske navn ethanthiol (og den almene betegnelse mercaptaner med thioler). Zeise betragtede imidlertid kun et sådant trivialnavn som midlertidigt; i sin håndbog fra 1847 anfører han mercaptan i parentes og benytter et navn, der på den tid kunne betragtes som et rationelt navn, nemlig »svovelbrintet Svovelæthyl« ($H_2S + C_4H_{10}S$).

Hvorfor Zeise netop valgte at aflede navnet af kviksølv foreligger ikke oplyst. Som han selv havde vist, danner mercaptan (ligesom hydrogensulfid) tungtopløselige salte (mercaptider) med mange andre tunge metaller: bly, kobber, sølv, guld, o.a.

Han fremstillede imidlertid rent mercaptan ved at lede hydrogensulfid over tørret kviksølvmercaptid – et godt eksempel på hans gode kemiske forståelse

og hans beherskelse af den eksperimentelle teknik. Ved ophedning af guldmercaptid fik han dannet frit guld, og regnede derfor med, at der var fraspaltet »mercaptum«. Den overdestillerede gule olie med sammensætning $C_4H_{10}S_2$ (dvs. diethyldisulfid) reagerede imidlertid ikke med kalium, og Zeise gjorde derfor ikke mere ud af denne undersøgelse. Den ville dog fortjene at blive nævnt i kemiens historie sammen med Bunsens cacodyl-undersøgelser.

Mercaptan eller ethanthiol er en flygtig væske med en meget gennemtrængende og ubehagelig lugt. Det var meget formålstjenligt, at Zeise kunne udføre sine forsøg med de ildelugtende svovlforbindelser i det isolerede gårdlaboratorium i Studiestræde. Rygtet vil vide, at han engang blev udvist af Det kongelige Teater på grund af den lugt, der hang ved ham (se også Clément 1921, s. 12 og 33).

Den tids diskussion om organiske forbindelsers sammensætning var behæftet med betydelig usikkerhed, fordi man ikke kendte moleculvægtene af de undersøgte stoffer og (bl.a. derfor) i flere tilfælde anvendte atomvægte, der kun havde den halve værdi af den rigtige. Endelig skulle der endnu gå 20-30 år, før strukturbegrebet blev indført. Da Zeise opdagede mercaptan, var man ikke engang klar over, at alkohol (ethanol) repræsenterede en forbindelses*type*. Det var først efter *Dumas* og *Peligots* opdagelse af methylalkohol (methanol), at *Berzelius* i 1838 indførte navnet alkohol som generel betegnelse. Når man gengiver resultaterne af Zeises undersøgelser med moderne formler, har man i overordentlig grad forenklet de problemer, han stod overfor. Det er derfor bemærkelsesværdigt, at Zeise straks så, at mercaptan svarede til ethanol og »at Svovlet her høist sandsynligt udfylder Iltens Sted«. I mange fremstillinger af kemiens historie (Ladenburg 1907, s. 141; Volhard 1909, I, s. 272; Meyer 1914, s. 430; Hjelt 1916, s. 79) har man helt uberettiget givet Liebig æren for at have erkendt, at mercaptan er en analog til ethanol. Det er ligeledes urigtigt, at Berzelius skulle have forudsagt eksistensen af mercaptan i 1832 (Hjelt 1916, s. 79). Det fremgår klart af et brev fra Berzelius til Liebig (Carrière 1893, s. 86), at Zeises opdagelse af mercaptan var uventet for ham.

Zeises mercaptanarbejde var af stor principiel betydning for udviklingen af den organiske kemi og støttede radikalteorien. Selv om Berzelius o.a. kun havde lovord til overs for arbejdets kemiske indhold, kritiserede man stærkt afhandlingens form. Wöhler svarer på et brev fra Berzelius (Wallach I, s. 569): »Die Abhandlung über das Mercaptan ist so langweilig, so dass es mir unmöglich ward sie mehr als durchzublättern. Ihr Vergleich »man läser med samma känsla, som man åker på släda i sand« ist höchst passend. – Sie sind also doch gefahren, ich liess es beim Einsteigen bewenden«. Og Liebig udbryder i et brev til Berzelius (Carrière 1893, s. 90): »Um Gotteswillen wo hat Zeise diesen verdammten Styl in seiner Abhandlung her ...«. I virkelighe-

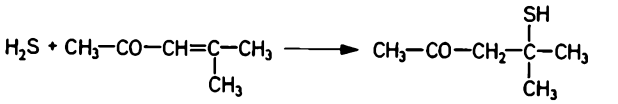
den drejer det sig dog ikke om stil, men derimod om, at Zeises samvittighedsfuldt beskriver alle sine eksperimenter – også dem, der gav et negativt resultat – i alle enkeltheder. I sine lærebøger, breve o.l. viser han ingen mangel på stilistiske evner.

Zeises mercaptan og andre thioler har fået stor teknisk betydning til fremstilling af lægemidler, farvestoffer m.m.

Senere beskæftigede Zeise sig med reaktioner mellem elementært svovl og/eller phosphor på acetone og andre organiske væsker. Sådanne reaktioner kan dog få et meget kompliceret forløb, som endnu den dag i dag er meget lidt udforsket. Det forekommer en lovende opgave at se lidt nærmere på de phosphorforbindelser, Zeise fik dannet af acetone og phosphor; de er ikke senere omtalt i litteraturen. Ved reaktionen mellem acetone og en blanding af svovl og phosphor eller svovl og ammoniak fik Zeise dannet flere faste stoffer og en olie med en endnu mere generende lugt end mercaptan. Han forelagde sine undersøgelser på det 3. skandinaviske naturforskermøde i Stockholm 1842, og Berzelius skrev herom et morsomt brev til Wöhler (Wallach 1901 II, s. 310), hvori han også omtaler de genvordigheder, Zeise skulle have været udsat for, fordi hans forbindelse lugtede af katteurin (brevet er gengivet hos Clément 1921, s. 33 og Veibel 1939, s. 191-92). En fransk deltager i dette møde har givet en beskrivelse af dets forløb og af »de mest berømte« af de tilstedeværende, heriblandt Zeise, hvis foredrag også nævnes (Clausade 1845, s. 201, 223, 474).

I 1889 kom de tyske forskere *Baumann* og *Fromm* i deres undersøgelser over trithioacetone ud for en forbindelse, som sandsynligvis har været den samme som Zeises (lugten er dog ikke karakteriseret som kattelugt, og Zeises arbejde omtales ikke). De fandt, at der ved indvirkning af H_2S på HCl-holdig acetone foruden trithioacetone dannedes en flygtig forbindelse, som med hensyn til ubehagelig lugt overtraf alle hidtil kendte forbindelser, idet lugten kunne mærkes næsten 1 km fra laboratoriet. De har givet en dramatisk beskrivelse (Baumann & Fromm 1889) af, hvordan de omkringboende kom i oprør og indsendte en strøm af klager, så forsøgene måtte opgives. De mente, at der kunne være tale om monomer thioacetone. Denne yderst ubestandige forbindelse, som først er fremstillet i 1975, har dog helt andre egenskaber.

I 1967 kom man imidlertid igen ud for en forbindelse med en gennemtrængende lugt af katteurin. Den blev fundet som forurening på slagterier og i kloakvand, og ved kombineret gaschromatografi-massespektrometri blev den vist at være 4-mercapto-4-methyl-2-pentanon (Patterson 1969; Maarse & de Brauw 1972). Den dannes glat, når hydrogensulfid kommer i berøring med mesityloxid (som kan forefindes i lakopløsningsmidler m.m.):



Da mesityloxid dannes ved selvkondensation af acetone (sml. Zeises acechlorplatin), kan der ikke være nogen tvivl om, at det er den anførte svovlforbindelse, han har fået dannet.

Zeise viste også, at en gummiharpix, Asa foetida (dyvelsdræk), der har været anvendt i farmacien (og i orienten anvendes som krydderi), indeholder en svovlholdig olie. Den indeholder disulfider, hvis nøjagtige konstitution først er opklaret i nyeste tid i et dansk-indisk samarbejdet (Kjær et al. 1976). I et brev til Berzelius (Clément 1921, s. 8) meddeler Zeise også, at han i flere år har beskæftiget sig med undersøgelser over de svovlholdige stoffer i sennep (dette arbejde blev dog aldrig publiceret).

Til belysning af arbejdsbetingelserne for en kemiker på den tid skal nævnes, at acetone og methanol ikke var handelsvarer. Zeise fremstillede selv sit acetone ved at ophede calciumacetat i en af de jernflasker, hvori kviksølv forhandles, og methanol, »træsprit«, fik han fra Berzelius.

Andre arbejder. I nogle af sine første arbejder undersøgte Zeise indvirkning af flussyre på borax og må derfor betragtes som opdager af fluoroboraterne.

I et af sine sidste arbejder (1846) fremstillede Zeise næsten rent caroten (i uren form var det isoleret af *Wackenroder* i 1831). Af en hel tønde gulerødder fik Zeise knapt 5 g caroten, som udfældedes af en opløsning i carbondisulfid ved tilsætning af ethanol i form af smukke, kobberfarvede krystaller. Han viste, at forbindelsen er et carbonhydrid, men hans analyse var ikke helt rigtig (C:H = 5:8 i stedet for 5:7), hvilket dog snarere skyldes en metodisk analysefejl end urenhed, da smeltepunktet kun var få grader for lavt. Carotens konstitution er så kompliceret, at den først er opklaret efter 1930.

I en række undersøgelser har Zeise også undersøgt tobaksrøg og tobaksdestillat. Da vi i dag ved, at der i tobaksrøg forekommer i hundredvis af heterocycliske og aromatiske forbindelser, er det forståeligt, at disse undersøgelser ikke gav noget positivt resultat.

Johan Georg Forchhammer (1794-1865)

J. G. Forchhammer var uddannet som farmaceut på apoteket i Husum (hvor han var født) og studerede derefter fysik, kemi og farmaci hos *C. H. Pfaff* ved universitetet i Kiel, samtidig med at han satte sig ind i mineralogi, som vakte hans store interesse. I 1818 kom han til København og kom i forbindelse med *Ørsted,* som lod ham deltage i undersøgelserne over Bornholms geologi. Det

fremgår af rapporten, at Forchhammer havde en væsentlig andel i disse undersøgelser. I 1820 forsvarede han en afhandling *De mangano* for den filosofiske doktorgrad. Dette arbejde er Forchhammers vigtigste kemiske bidrag. Det var bekendt, at brunsten (mangandioxid) ved smeltning med salpeter og tilsætning af vand til smelten gav en grøn opløsning, som ved henstand i luft eller tilsætning af syre blev rød. *Scheele* havde i sine undersøgelser over mangan kaldt dette produkt »mineralsk chamæleon«. Forchhammer viste i sin disputats, at »den grønne og røde chamæleon« er salte af to forskellige mangansyrer med forskellig oxidationsgrad (betegnelsen »chamæleon« blev i øvrigt brugt helt ind i dette århundrede: man titrerede med »chamæleon«, dvs. kaliumpermanganat). Forchhammers arbejde vandt ikke straks tiltro; men *Mitscherlich* bekræftede det i 1830 og bestemte den nøjagtige sammensætning og krystalform af kaliummanganat (Mitscherlich 1896, s. 93).

Forchhammer tiltrådte derefter en rejse til England og Skotland, hvor han studerede både geologiske forhold og tekniske virksomheder og i øvrigt traf flere af de berømte engelske kemikere (*Dalton, Davy, Wollaston* o.a.). Fra Skotland rejste han til Færøerne, hvor han undersøgte basalt- og kulforekomster. Efter sin hjemkomst blev han ansat som farvelaborant ved Den kgl. Porcelænsfabrik, hvis laboratorium han også benyttede til sine kemiske forsøg; men da stillingen var dårligt lønnet, skaffede Ørsted ham et lektorat i kemi og mineralogi. Ved oprettelsen af Den polytekniske Læreanstalt blev han her lærer i samme fag, men blev i 1831 tillige ansat som professor i mineralogi ved universitetet. På læreanstalten underviste Forchhammer indtil sin død i uorganisk analytisk kemi og uorganisk teknisk kemi og desuden i mineralogi og krystallografi. Som amanuensis havde han i 1842-46 *J. F. Johnstrup* og 1847-53 *Julius Thomsen.*

Forchhammers hovedindsats ligger indenfor mineralogi og geologi (se bd. XIII, s. 291-95); men hans nøjagtige mineralanalyser har naturligvis også kemisk interesse (se bl.a. en brevveksling med Berzelius om hans analyse af topas, Clément 1920), og i mange af sine geologiske arbejder anlagde han kemiske synspunkter (fx om havvands saltindhold og feldspats omdannelse til kaolin og ler). Hans *Lærebog i Stoffernes almene Chemi* (1842) var i 40 år den mest anvendte danske lærebog i kemi.

Forchhammer holdt også, uden nogen egentlig læreransættelse, forelæsninger i kemi på Den militære Højskole i det første år efter dens oprettelse. Han udgav i 1830-31 forelæsningerne i 3 hæfter omfattende uorganisk, organisk og analytisk kemi med titlen *Ledetraad ved Forelæsningerne over Chemi ved den kongelige militaire Höiskole.* I 3. hæfte bemærker man forskrifter til analyse (også kvantitativ) af møntsølv, tin, fyrværksats, m.m. De viser, at den analytiske



Fig. 127. J. G. Forchhammer (1794-1865). Lektor i kemi og mineralogi 1823. Professor i mineralogi ved Københavns Universitet 1831-65. Universitetets rektor 1857-59. Polyteknisk Læreanstalts direktør 1851-65. Litografi af Em. Bærentzen. KB. Billedsamlingen.

kemi allerede stod forholdsvis højt, og at Forchhammer fuldt ud beherskede den.

Af kemisk interesse er også Forchhammers kontakt med en tidligere elev, *Baruch Levi* (1817-1863). Levi, der blev cand.pharm. i 1835, fortsatte sine studier på Polyteknisk Læreanstalt og arbejdede i Zeises laboratorium, men knyttede sig nær til Forchhammer. I 1838 tiltrådte han en udenlandsrejse og blev i Berlin dr.phil. på en afhandling om arsenik. I Paris kom han til at deltage i et arbejde vedrørende luftanalyse af de bekendte kemikere *Dumas* og *Boussingault*. Det blev overdraget Levi at foretage luftanalyser på en rejse fra Le Havre til København. Han opholdt sig et års tid i København og arbejdede på Polyteknisk Læreanstalt, hvor Ørsted havde stillet et lokale og apparater til hans rådighed. Han vendte imidlertid tilbage til Paris og fortsatte med undersøgelser over luftanalyse og desuden over voxarter. I 1847 blev han af Académie des Sciences udsendt som professor i kemi og mineralogi til universitetet i Bogotá. Man ønskede, at han foruden at fortsætte arbejdet med at analysere sammensætningen af den atmosfæriske luft også skulle foretage mineralogiske, botaniske og zoologiske indsamlinger. Efter 3 år i Colombia vendte han tilbage til Paris, medbringende store samlinger af naturalier, af hvilke nogle også blev skænket til de mineralogiske og zoologiske museer i København. Han fortsatte samarbejdet med Boussin-



Fig. 128. E. A. Scharling (1807-66). Professor i kemi ved Københavns Universitet 1842-65. Chr. Neuhaus Eftf. fot. ca. 1863.

gault, men af økonomiske grunde lod han sig ansætte som kemiker ved det franske møntvæsen. Det rutinemæssige arbejde gav ham kun lidt tid til videnskabeligt arbejde; men han fik dog fuldført nogle vigtige undersøgelser over smaragder, hjembragt fra Colombia. I sine sidste år var han også hæmmet af sygdom (tuberculose), som forkortede hans liv.

Levy opretholdt en livslang korrespondance med Forchhammer (Garboe 1966). Af særlig kemisk interesse er det, at han via Forchhammer fik udvirket, at der blev sendt ca. 20 kg kryolith til *Sainte-Claire Deville,* der i 1854 var begyndt på en teknisk fremstilling af aluminium. Dette fik dog ingen umiddelbar virkning, da Deville ikke mente, at man kunne basere en aluminiumfremstilling på et så sjældent mineral som kryolith. Først i 1889 indførtes elektrolyse af en smeltet blanding af aluminiumoxid og kryolith som den vigtigste metode til teknisk fremstilling af metallisk aluminium.

Edvard August Scharling (1807-1866)

Efter at have taget farmaceutisk eksamen i 1828 videreuddannede *E. A. Scharling* sig i kemi i *Zeises* laboratorium og opnåede ved oprettelsen af

Polyteknisk Læreanstalt en ansættelse som amanuensis hos *Ørsted*. Han fik i 1832 Thotts præmie for besvarelse af en prisopgave fra Videnskabernes Selskab og tog i 1834 den polytekniske eksamen i anvendt naturvidenskab. Efter en toårig udenlandsrejse, hvor han bl.a. studerede analytisk kemi hos *Liebig* i Giessen, blev Scharling i 1836 udnævnt til lektor i kemi ved Kirurgisk Akademi og desuden i 1837 til docent i kemi og fysik ved Veterinærskolen. I 1839 disputerede han for magistergraden på en latinsk afhandling om blæresten; den vakte så megen interesse, at den med tilføjelser blev udgivet på engelsk, London 1842. Magistergraden var blevet indført ved universitetsfundats af 7. maj 1788, men ikke hidtil benyttet af kemistuderende. I 1839 blev han fast ansat ved Polyteknisk Læreanstalt og overtog Zeises forelæsninger over organisk-teknisk kemi. Da Kirurgisk Akademi i 1840 blev nedlagt og undervisningen i kirurgi blev lagt under universitetet, blev hans lektorat overført til universitetet og i 1842 omdannet til et extraordinært professorat. Efter Zeises død i 1847 overtog Scharling dennes lærestol, som i 1850 blev overført til det nyoprettede matematisk-naturvidenskabelige fakultet.

Scharling forelæste foruden over kemiens elementer også over farmaci og organisk-teknisk kemi. Han udgav »erindringsord« til sidstnævnte 1853, men var fortaler for en adskillelse af undervisningen i ren og anvendt kemi.

Scharlings videnskabelige arbejde må nærmest karakteriseres som hørende under fysiologisk kemi og naturstofkemi. Han har publiceret en række undersøgelser over urinbestanddele og om udskillelse af carbondioxid fra det menneskelige legeme. Med en lignende teknik undersøgte lægen *Adolph Hannover* i 1845 udskillelsen af CO_2 fra syge mennesker; han arbejdede med Scharlings apparat på Frederiks Hospital (Thoms 1978, s. 32). Af mere kemisk natur er Scharlings arbejder om sammensætning og omdannelser af døglingtran og balsamer. I sine sidste år beskæftigede han sig også med undersøgelser over elektrokemisk oxidation af guld og platin. Hans undersøgelser er udført med stor omhu, men ingen af dem kan betegnes som betydningsfulde. Hans publikationsliste (Veibel 1943) omfatter 68 numre, men mange af disse er gentagelser, korte referater af foredrag eller korte farmaceutiske meddelelser. Hans vigtigste afhandling er det i universitetsprogrammet for 1859 publicerede *Bidrag til at oplyse de Forhold under hvilke Chemien har været dyrket i Danmark*. Denne afhandling er et uvurderligt kildeskrift til oplysninger om kemiens tidlige historie i Danmark. Til brug for undervisningen i kemi oversatte han Wöhlers lærebøger i uorganisk og organisk kemi til dansk. Hans arbejde på at få oprettet et nyt kemisk universitetslaboratorium er omtalt ovenfor.

Scharlings amanuensis i 1850-57 var cand.pharm. *S. C. S. Groth*, der i 1857 sammen med cand.polyt. *A. N. Ørsted* (en søn af H. C. Ørsted) oprettede et

handelslaboratorium, det senere V. Steins analytisk-kemiske Laboratorium. A. N. Ørsted blev i 1860 inspektør ved Polyteknisk Læreanstalt og var tillige 1865-78 lærer i kvalitativ analyse for arkitektstuderende ved læreanstalten.

I denne sammenhæng er der anledning til at nævne *Christen Thomsen Barfoed* (1815-1889). Han var cand.pharm. fra 1835 og blev i 1839 polyteknisk kandidat i anvendt naturvidenskab. Fra 1839 til 1842 var han på studierejse til Tyskland og Frankrig og blev på Ørsteds anbefaling optaget som elev i *Pelouzes* laboratorium i Paris. Da han kom hjem, var der ingen videnskabelige stillinger ledige; han klarede sig ved at give privatundervisning i kemi og holdt offentlige forelæsninger over agerdyrkningskemi, støttet af Landhusholdningsselskabet. I 1845 efterfulgte han Scharling som docent i fysik og kemi ved Veterinærskolen. Han var tillige lærer i kemi ved Den militære Højskole 1850-59 og fik i 1856 titel af professor. Da undervisningen af veterinærer og landbrugsstuderende blev slået sammen ved oprettelse af Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole i 1858, blev han chef for dennes kemiske laboratorium og lektor i kemi og farmaci. Hans hovedværk er to store lærebøger i henholdsvis uorganisk og organisk analyse (Tovborg Jensen 1968).

KEMISK UNDERVISNING OG FORSKNING 1859-1892

Det nye kemilaboratorium

Professor *Scharlings* andragende om opførelse af et nyt kemilaboratorium blev bevilget i 1856, og der blev til formålet indkøbt en grund i Ny Vestergade (Linde 1867, s. 547-557). Det eksisterende forhus blev efter forandringer anvendt som professorbolig, og en stor bagbygning blev opført og indrettet til laboratoriebygning. Scharlings oprindelige plan (Scharling 1857, gengivet hos Kjølsen, s. 161) blev fulgt uden væsentlige ændringer. Det nye laboratorium repræsenterede en meget betydelig forbedring af pladsforholdene i forhold til det gamle laboratorium. Foruden store øvelseslaboratorier var der i stuen et stort arbejdsrum for professoren. Her gennemførte Scharlings efterfølger *Julius Thomsen* sine termokemiske undersøgelser. På 1. sal var der et stort auditorium med plads til ca. 200 tilhørere, samt præparatsamling m.m. I kælderen var der foruden diverse mindre rum også et laboratorium.

I 1864 gennemførtes nogle ombygninger, og auditoriet blev forsynet med kraftig ventilation, »hvortil der havde været stærk trang« (Årbog 1864-71, s. 606). Julius Thomsen havde ellers ment, at stank og røg var noget, man måtte vænne sig til, hvis man ville studere kemi.

Samtidig med Scharlings bestræbelser for at få bygget et nyt kemisk universitetslaboratorium havde der, medens Forchhammer var direktør for Polyteknisk Læreanstalt, været en langvarig diskussion om dennes stilling (Lundbye 1929, s. 98-132). Der var forslag om at forene læreanstalten med Den militære Højskole, om helt at adskille læreanstalten fra universitetet, men også om at lade den blive en integrerende del af universitetet. Nogen gennemgribende ændring af læreanstaltens stilling skete dog ikke; men der blev i 1857-60 indført en 4½ årig uddannelse af bygningsingeniører (dengang kaldet civilingeniører – som fællesbetegnelse for kandidater fra læreanstalter blev denne betegnelse først gennemført i 1933), og studietiden for eksaminander i mekanik og anvendt naturvidenskab blev forlænget til 3½ år. Samtidig skete der nogle udvidelser, som dog ikke berørte kemilaboratorierne. Her var der, efter oprettelse af Landbohøjskolen og det nye kemilaboratorium, forholdsvis god plads. Fra 1872 kunne man opnå nogle lettelser i kravene til studiet i anvendt naturvidenskab og blive »examineret kemiker«.

Imidlertid var teknisk kemi blevet et særligt fag, og udviklingen indenfor de to andre ingeniørfag (elektroingeniørstudiet kom først i 1903) bevirkede, at man i 1872 anså en udvidelse af læreanstalten for bydende nødvendig. Forhandlingerne herom tog dog sin tid, og i mellemtiden kom der forslag om at kombinere opførelsen af en ny polyteknisk læreanstalt med bygning af et mineralogisk museum. I 1882 blev der fremsat et lovforslag om at opføre disse bygninger på en grund tilhørende Botanisk Have, men forslaget nød ikke fremme. Da Julius Thomsen i 1883 var blevet direktør for læreanstalten, blev sagen genoptaget. I mellemtiden var pladsforholdene på universitetets kemiske laboratorium blevet meget utilfredsstillende, og det besluttedes derfor at kombinere opførelsen af et mineralogisk musum med et nyt kenisk laboratorium. I 1887 blev der givet bevilling til opførelse af en ny polyteknisk læreanstalt på hjørnet af Sølvgade og Nr. Farimagsgade, og i 1888 til opførelse af en tofløjet bygning på hjørnet af Sølvgade og Østervoldgade til indretning af et mineralogisk museum og et kemisk laboratorium.

Kemilaboratoriet i Ny Vestergade 11 fik altså kun en kort levetid. Bygningen blev derefter benyttet til medicinsk bakteriologi og fra 1910 til zoofysiologisk laboratorium, indtil den i 1929 blev overtaget af Nationalmuseet.

Laboratoriebestyrerne

Scharling kom kun i få år til at nyde godt af de forbedrede laboratorieforhold. Hans sidste år var præget af sygdom, og han måtte foretage en længere

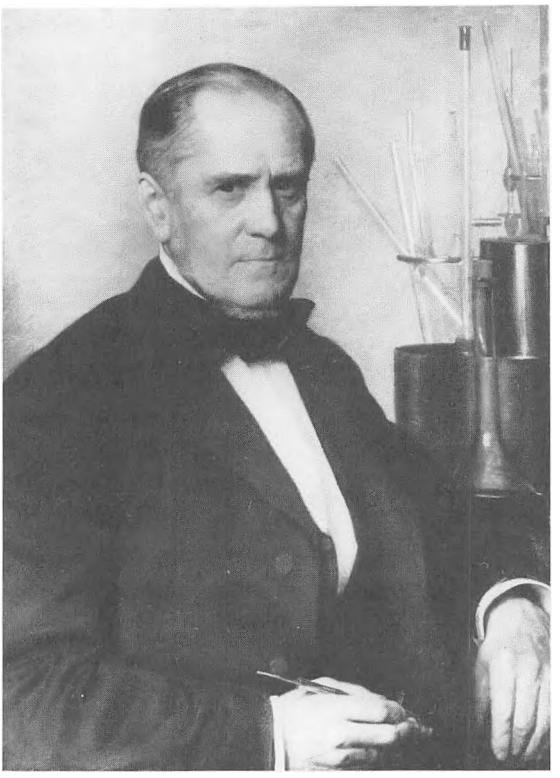


Fig. 129. Julius Thomsen (1826-1909). Professor i kemi ved Københavns Universitet 1866-1901. Direktør for Polyteknisk Læreanstalt 1893-1902. Maleri af Carl Bloch 1886. Frederiksborg.

rekreationsrejse. I 1864 blev det overdraget *Julius Thomsen* at holde forelæsninger, og efter Scharlings død i 1866 blev han udnævnt til professor i kemi og bestyrer af laboratoriet i Ny Vestergade. Hans udnævnelse gik i øvrigt ikke igennem uden diskussion (Årbog 1864-71, s. 42-51), fordi han hverken var student eller doktor (ved universitetets 400 års jubilæum i 1879 blev han imidlertid udnævnt til æresdoktor).

Hans Peter Jürgen *Julius Thomsen* (1826-1909) blev i en alder af 16-18 år introduceret i kemien som hjælper hos Scharling. Han tog polyteknisk eksamen i anvendt naturvidenskab i 1846 og var derefter amanuensis hos *Forchhammer* 1847-53 og lærer i agerdyrkningskemi 1850-56, afbrudt af en etårig studierejse 1854 (med *C. T. Barfoed* som vikar) til Berlin, Paris og München. I disse år skrev han flere lærebøger og *Et Forsøg paa en almeenfattelig Fremstilling af Chemiens vigtigste Resultater* (1853). I 1856-59 var han justermester i København, men blev i 1859 knyttet til universitetet som vikarierende professor, da Scharling på grund af svagelighed var fritaget for at holde forelæsninger i et år. I 1864-66 fungerede han afvekslende som docent, lærer

og lektor (det var et bevillingsspørgsmål!) i kemi ved universitetet, indtil han i december 1866 blev ordinær professor. Han var desuden 1859-66 lærer i fysik ved Den militære Højskole og var efter Forchhammers død bestyrer af Polyteknisk Læreanstalts kemiske laboratorium indtil 1867.

Thomsen var ikke alene en betydelig videnskabsmand, men også en dygtig tekniker. I 1852 fandt han, at det grønlandske mineral kryolith kunne omdannes til soda, og efter mange vanskeligheder fra regeringens side lykkedes det ham at få en industriel fremstilling af soda på basis af kryolith sat i gang, både på fabrikken Øresund ved København og på flere fabrikker i udlandet. Der var også betydelige apparatmæssige problemer ved denne fremstilling, men de blev med stor dygtighed overvundet af Thomsen i samarbejde med hans studiekammerat cand.polyt. *J. C. G. Howitz* (Jørgensen 1909). Kryolithsodametoden kunne ikke i længden klare sig overfor Solvay-metoden, men var af stor betydning for Danmark, idet Kryolith Mine og Handels Selskabet i løbet af de 30 år, hvor Julius Thomsen var leder og senere direktør for det, gennemsnitlig indbetalte 100.000 kr. årligt til den danske stat.

Thomsens betydelige resultater blev ikke blot opnået ved en enorm flid og energi, men skyldes også hans myndige, målbevidste og til tider nok noget autoritære og bryske optræden – han var ikke en mand, man sagde imod. Hans usædvanlige organisatoriske evner udnyttede han også som medlem af Københavns Borgerrepræsentation 1861-94 og som direktør for Polyteknisk Læreanstalt 1893-1902. Han medvirkede meget aktivt ved udarbejdelsen af planerne til den nye læreanstalt og det nye kemiske laboratorium.

Thomsen var en høj og rank mand med et meget energisk ydre – »disse træk, der var som skabt til at støbes i Bronce« (S. M. Jørgensens mindeord i Videnskabernes Selskab 1909). I anledning af hans 80 års dag blev der i Polyteknisk Læreanstalts gård opstillet en broncestatue af ham som en pendant til statuen af H. C. Ørsted. Brønsted siger herom: »It would be difficult to decide which of the two has cast a greater lustre over Danish science« (Brønsted 1932, s. 147).

Thomsen blev medlem af Videnskabernes Selskab allerede i 1860. Fra 1888 til sin død var han selskabets præsident. Fra ind- og udland modtog han talrige æresbevisninger (nekrologer: Bjerrum, Brønsted, Jørgensen 1909, Thorpe 1910).

Efter Jul. Thomsens udnævnelse til universitetsprofessor blev stillingen som bestyrer af Polyteknisk Læreanstalt kemiske laboratorium besat med S. M. Jørgensen, der i 1871 blev udnævnt til lektor, men først i 1887 (dog med anciennitet fra 1871) til professor i kemi ved universitetet.

*S*ophus *M*ads *Jørgensen* (1837-1914) var student fra Sorø Akademi, hvor *J. F. Johnstrup* (Forchhammers efterfølger som professor i mineralogi) havde vakt hans interesse for kemi. Som student boede han hos Scharling og blev i 1863 magister i kemi. Under krigen 1864 vikarierede han som assistent hos Scharling.

S. M. Jørgensen var en fortrinlig lærer, som i modsætning til Thomsen tog sig af personlig vejledning af de studerende, men han opmuntrede dem ikke til selvstændigt arbejde. Hans betydning for den danske kemiundervisning har været meget stor. Selv om han ikke var »organiker«, skrev han en fremragende, stor lærebog i organisk kemi, som i 2. udgave (1906) blev benyttet helt op til 1920. Hans *Mindre Lærebog i uorganisk Chemi* (2. udg. 1896), som trods titlen indeholder mere uorganisk kemi, end der i dag kræves til afsluttende eksamen i uorganisk kemi, blev også anvendt et stykke ind i dette århundrede. En lille bog *Kemiens Grundbegreber* (1920; 2. udg. 1913), blev i den grad berømt for sin klare fremstilling, at den blev oversat, ikke alene til engelsk og tysk, men også til italiensk, græsk og czekisk. Jørgensens interesse for kemiens historie viser sig også i denne bog ved at han anlægger en historisk betragtningsmåde. Bogen er ikke med urette blevet betegnet som et pædagogisk mesterværk, men egentlig populær er den ikke: ligesom Jørgensens andre lærebøger henvender den sig udpræget til den motiverede, velbegavede student. Jørgensen havde en legendarisk hukommelse og stillede derfor store krav til sine elevers paratviden. Biilmann har fortalt, at da han på vej til sin magisterkonferens opdagede, at han ikke kunne huske hvor mange krystalvand, der var i »svolvsurt chinin«, skyndte han sig hjem for at slå det op.

Jørgensens historiske interesse gav sig også udslag i et par rent historiske værker: *Om Iltens Opdagelse* (1907) og *Det kemiske Syrebegrebs Udviklingshistorie indtil 1830* (udgivet posthumt 1916).

Jørgensen lagde megen vægt på nøjagtighed i den kvantitative analyse (han udgav en lærebog heri i 1869), og på hans laboratorium så man med nogen skepsis på den nonchalance, hvormed man analyserede hos Jul. Thomsen.

Jul. Thomsen og S. M. Jørgensen var på mange punkter hinandens modsætninger. Jørgensen var bl.a. en lærd mand, hvad Thomsen ikke var. Jørgensen siger i sine mindeord om ham: »Thomsen var ikke nogen lærd; det var undertiden påfaldende, så ubekendt han kunde være med, hvad der tidligere var gjort, men han var sikkert en af de genialeste eksperimentatorer, der nogensinde har levet«. Den sidste udtalelse afspejler Jørgensens respekt for »apparatbyggeren« Thomsen. Jørgensen var også en flittig eksperimentator, men han arbejdede altid med meget enkle hjælpemidler.

Jørgensen havde heller ikke Thomsens interesse for administrativt arbejde,



Fig. 130. S. M. Jørgensen (1837-1914). Professor i kemi ved Københavns Universitet 1871-1908 og bestyrer af Polyteknisk Læreanstalts kemiske laboratorium 1871-1908. Maleri af Herman Vedel 1908. Frederiksborg.

selv om der i flere bestyrelser og udvalg blev lagt beslag på hans arbejdskraft og viden. Han efterfulgte i 1888 Barfoed som formand for Carlsberg Laboratoriets bestyrelse og var formand for Kemisk Forening fra dens stiftelse 1879 (sml. Biilmann 1929 og Rancke-Madsen 1980). I 1902 var der imidlertid nogle yngre medlemmer, der syntes, at nu kunne det være nok med den oplyste enevælde, og derfor fik gennemført en lovændring, hvorefter formanden ikke umiddelbart kunne genvælges. Året efter blev S. M. Jørgensen igen valgt til formand for en 3-årig periode.

I modsætning til Thomsen var Jørgensen blid og ligevægtig. Hans omfattende brevveksling med *Blomstrand* (Kauffman 1977) vidner om hans evne til at berolige sidstnævnte, der havde »en kunstners følsomme sind« og lod sig slå ud af enhver modgang.

S. M. Jørgensen var højt anset både her i landet og i udlandet (nekrologer 1914: Petersen, Sørensen, Werner). Senere kom Jørgensen til at stå i skygge af *Alfred Werner* (1866-1919), men i nyere tid er man igen begyndt at værdsætte hans betydning for komplexkemiens udvikling (Kauffman 1959, 1960; Cohen 1967).

Der er næppe grundlag for at foretage en prioritering af Thomsens og Jørgensens videnskabelige indsats; begge arbejdede ud fra hypoteser, der ikke

blev bekræftet; men deres systematiske og grundige eksperimentelle arbejder fik stor betydning for kemiens udvikling, og vi benytter stadig talværdier og præparationsforskrifter fra deres afhandlinger.

Undervisning

Julius Thomsen holdt i efterårssemestret 4 ugentlige forelæsninger over indledning til kemien og metalloider (ikke-metaller), medens *S. M. Jørgensen* i 2 ugentlige timer talte om metaller. I forårssemestret holdt Thomsen forelæsninger over organisk kemi, men på grund af det stigende antal studerende blev det i 1871 indført, at han og S. M. Jørgensen skulle skiftes til hvert andet år at holde disse forelæsninger i auditoriet i Studiestræde. For polyteknikerne holdt Thomsen forelæsninger over teoretisk (fysisk) kemi (ca. 20 tilhørere). Thomsen ledede endvidere øvelserne i organisk kemi (præparation og analyse) og i kvalitativ uorganisk analyse for universitetsstuderende. Øvelserne i uorganisk kemi for polytekniske studerende foregik på Polyteknisk Læreanstalts kemiske laboratorium, indtil 1865 under Forchhammer og derefter under Thomsen og fra 1867 under S. M. Jørgensen.

I 1864 indsendte professor *P. L. Panum* et forslag om at indrette praktisk-kemiske øvelser for lægestuderende i det nyopførte fysiologiske laboratorium. Jul. Thomsen opponerede herimod og fremførte, at de lægestuderende allerede fik en grundig undervisning gennem 2 semestres forelæsninger over uorganisk, organisk og analytisk kemi, og at mange studerende desuden frivilligt deltog i laboratorieøvelserne. Det mest rationelle var derfor at gøre disse obligatoriske – hvilket også skete i 1871. Øvelserne i titreranalyse blev dog henlagt under øvelser i medicinsk (fysiologisk) kemi, der blev indført i 1869 (Årbog 1864-71 I, s. 375-89).

Jul. Thomsen har i Universitetets Årbog regelmæssigt afgivet beretninger om undervisningen på universitetslaboratoriet. Det var oprindelig beregnet til ca. 50 studerende pr. semester, men allerede 10 år efter var antallet fordoblet. Fra 1871 til 1876 var der gennemsnitlig 103 studerende pr. semester, men i 1880 var man oppe på 136, hvilket nødvendiggjorde, at man måtte udvide øvelsestiden fra 3 til 4 timer. I efterårssemestret 1883, 25 år efter laboratoriets indvielse, var man oppe på 173 studerende til de praktiske øvelser og var nødt til at henvise nogle af dem til Polyteknisk Læreanstalts laboratorium. Til forelæsningerne var der i det semester 220 tilhørere. Stigningen skyldtes dels en stigning i antallet af studerende, men også, at en praktisk prøve var blevet obligatorisk til forberedelseseksamen for lægestuderende, og at mange farmacistuderende søgte videregående undervisning.

Deltagerne til de praktiske øvelser fordelte sig med ca. 60% lægestuderende, 30% farmaceuter og 10% polyteknikere o.a. I de 25 år laboratoriet havde eksisteret havde 612 lægestuderende, 745 farmaceuter, 114 polyteknikere og 12 stud.mag.'er indstillet sig til paktisk prøve i kemi (overvægten af farmaceuter skyldes, at prøven først fra 1871 blev obligatorisk for lægestuderende). Hver studerende arbejdede ca. 3 dage ugentlig i laboratoriet.

Stud.mag.'erne var konferensstuderende ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet, men der var meget få konferensstuderende i kemi (fra 1857 til 1877 kun 4). Skoleembedseksamen blev indført i 1883, og kemiske øvelser blev obligatoriske, også når kemi var bifag; i øvrigt blev det bestemt, at karakterer i kemi fra lægevidenskabelig forberedelseseksamen kunne overføres til skoleembedseksamen med kemi som bifag med præ som ug og laud som mg. Der meldte sig nu flere til magisterkonferens i kemi, men benævnelsen mag.scient. for magistergraden blev dog først indført i 1901 (indtil da var også en magister cand.mag.).

Universitetslaboratoriet havde i begyndelsen 2 assistenter, men i 1871 bevilgedes på grund af det stigende antal studerende 2 »hjælpeassistenter«, og fra 1875 var der regelmæssigt ansat 4 assistenter ved laboratoriet. Assistenternes løn var så ringe, at de hovedsageligt måtte leve af at manuducere. Medens laboratoriet lå i Ny Vestergade var der følgende assistenter:

1858-61: *Bernhard Jensen* (1837-1904), cand.polyt. (A.N.) 1858; fabriksinspektør 1873-1901.

1859-62: *L. L. Tvede* (1834-1880), cand.pharm. 1856; fra 1866 fabrikant og apoteker (Dam & Schæffer II, s. 674).

1862-66: *P. T. H. Schiellerup* (1833-1909), cand.pharm. 1854; fra 1869 apoteker (Dam & Schæffer III, s. 198).

1866-73: *Haldor Topsøe* (1842-1935), magister i kemi 1866, dr. phil. 1870 (Krystallografisk-kemiske Undersøgelser over de selensure Salte). Har foruden disputatsen publiceret adskillige andre store krystallografisk-kemiske arbejder, bl.a. om komplexforbindelser af platin og om homologe alkylammoniumsalte (bibliografi: Veibel 1943). En lærebog i kvalitativ analyse (1867) kom i adskillige oplag (6. udg. ved A. Christensen 1910). Topsøe blev i 1873 arbejdsinspektør, i 1889 fabrikinspektør, og fra 1901 til 1914 direktør for arbejds- og fabriktilsynet og var Jul. Thomsens efterfølger som direktør for Kryolith Mine og Handels Selskabet. Desuden var han 1876-1902 lærer i kemi ved Hærens Officersskole.

1869-75: *L. C. A. Fleury* (1847-1875), cand.pharm. 1869.

1870-72: *Chr. D. A. Hansen* (1843-1916), cand.pharm. 1865. Blev apoteker og fabrikant (osteløbe), godsejer og etatsråd, og skænkede en grund og bygninger i Stockholmsgade til oprettelse af Den farmaceutiske Læreanstalt

(1892). Han fungerede de 3 første år som dennes direktør. (Biografi: Dam & Schæffer 1933 III, s. 310-15).

1871-73: *H. A. Thaulov Schou* (1849- ?), magisterkonferens i kemi 1874.

1872-74: *C. A. Thomsen* (1834-1894), cand.polyt. (A.N.) 1858, en broder til Jul. Thomsen (han udgav sammen med broderen »Tidsskrift for Physik og Chemi«, 1862-92). Han var fra 1871 lærer i teknisk kemi ved Polyteknisk Læreanstalt og blev i 1894 udnævnt til professor, men døde samme år (hans efterfølger var professor *N. G. Steenberg*).

1874-77: *Odin T. Christensen* blev i 1877 assistent ved Polyteknisk Læreanstalt kemiske laboratorium (se nedenfor).

1872-89: *E. C. W. Steenbuch* (1850-1910), cand.pharm. 1872, fra 1889 apoteker (Dam & Schæffer III, s. 522). Han skrev en i sin tid meget benyttet »Vejledning til Brug ved Fremstilling af de vigtigste chemiske Præparater« (1876) og en lærebog i kemi for apoteksdisciple.

1873-84: *Thomas G. Thomsen* (1841-1901), en broder til Jul. Thomsen, cand.polyt. (A.N.) 1866, assistent ved Landbohøjskolens kemiske laboratorium 1866-67, ingeniørassistent ved kryolitminen i Ivigtut 1867-71. Studerede teologi og blev i 1888 præst i Randers. Han har skrevet en lærebog i uorganisk kemi (1875 og senere udgaver) og en række afhandlinger om organiske forbindelsers optiske drejningsevne.

1875-1900: *J. H. Krenchel* (1850-1916), cand.pharm. 1871. Apoteker fra 1900 (Dam & Schæffer 1947 IV, s. 271).

1878-1885: *C. H. N. Reddelien* (1855-1920), cand.pharm. 1877. Fra 1885 apoteker (Dam & Schæffer 1928 II, s. 628).

1884-1890: *C. P. Detlefsen* (1860-1947), cand.polyt. (A.N.) 1884; fra 1890 medindehaver og fra 1914 eneindehaver af Detlefsen og Meyers analytisk-chemiske Laboratorium.

1885-1893: *Emil Petersen,* bliver Jul. Thomsens efterfølger, se det følgende afsnit.

1889-1892: *A. P. B. Wunsch* (1863-1900), cand.pharm. 1887.

1890-1897: *V. C. Neuhaus* (1864-1900), cand.pharm. 1886, cand.polyt. 1890. Blev i 1892 docent i fysik ved Farmaceutisk Læreanstalt.

Kun Krenchel, Reddelien, Steenbuch og Thomas Thomsen var ansat i så mange år, at de i nogen grad kom til at præge undervisningen. Steenbuch underviste i præparativ kemi, Reddelien og Krenchel i analyse. Professor *Emil Koefoed* har i sine *Erindringer* (s. 47-50) skildret tilstandene på laboratoriet omkring 1880. Herfra citeres: »Hans (dvs. Julius Thomsens) Forelæsningsexperimenter betragtedes som Toppunktet af, hvad der kunde præsteres paa et Katheder. Ve Assistent Steenbuch, hvis noget ikke vilde lykkes; han røfledes af for Auditoriet, hvad der gjorde et pinligt Indtryk paa os«. »Tonen paa

Laboratoriet var ikke behagelig, særlig under Steenbuch. Vi havde Indtrykket af, at han, som maatte lade sig hundse af Jul. Thomsen, vilde tage Oprejsning her. Krenchel og Reddelien var meget skikkelige, men ogsaa meget sløve«. Professor *Chr. Winther,* der var Thomsens forelæsningsassistent 1899-1901, skriver derimod (Chr. Winther 1954, s. 60): »Gud naade den arme Assistent, dersom et Forsøg ikke var ordentlig forberedt. Men Hammeren faldt jo først efter Forelæsningen«. Jul. Thomsen var åbenbart blevet *lidt* mildere med alderen (han var 75 år, da han gik af som professor i 1901). Ifølge professor *P. O. Pedersens* smukke erindringsord om Julius Thomsen (Pedersen 1941, s. 159-175) var dennes barske form dog delvis en ydre skal.

Efter S. M. Jørgensens ansættelse som bestyrer af læreanstaltens laboratorium var der ansat en række assistenter, som efter kort tid overgik til anden ansættelse. Ved S. M. Jørgensens afgang i 1908 blev der fremstillet en fotomontage af S. M. Jørgensen og alle hans assistenter fra 1867 til 1908. Den findes nu på Kemisk Laboratorium A i Lundtofte. Det vil her være tilstrækkeligt at nævne følgende fra tiden indtil 1892:

1873-75: *J. H. Krenchel,* flyttede til universitetslaboratoriet, se ovenfor.

1877-87: *Odin T. Christensen* (1851-1914) var indtil sin magisterkonferens i kemi 1877 hjælpeassistent ved universitetslaboratoriet; dr.phil. 1886 (*Bidrag til Manganets og Fluorets Kemi*). Han udførte, medens han var assistent hos S. M. Jørgensen, mange vigtige undersøgelser over mangan- og fluorforbindelser samt over chromamoniakforbindelser. De sidste viser tydeligt S. M. Jørgensens indflydelse. I 1887 efterfulgte han C. T. Barfoed som bestyrer af Landbohøjskolens kemiske laboratorium og var 1895-1914 professor i kemi ved Landbohøjskolen (Tovborg Jensen 1968, s. 104-8).

1881-82: *Emil Petersen,* flyttede til universitetslaboratoriet, se ovenfor.

1882-88: *Kristian Rørdam* (1860-1931), magisterkonferens i kemi 1884, dr.phil. 1892 (*Saltvandssalluviet i det nørdøstlige Sjælland*). Var samtidig assistent ved universitetts mineralogiske museum; virkede 1888-1900 som statsgeolog og 1904-1930 som professor i agrikulturkemi og jordbundslære ved Landbohøjskolen. Medens han var ansat hos S. M. Jørgensen – og tydeligvis efter tilskyndelse fra denne – publicerede han nogle arbejder om fremstilling af ethylendiamin.

1882-92: *Emil Koefoed* (1858-1937), cand.pharm. 1880, magisterkonferens i kemi 1884, dr.phil. 1894 (*Om nogle Nitroso-platinammoniakforbindelser. Et Bidrag til Nitrosylforbindelsernes Chemi*). I 1892 docent (fra 1902 professor) i organisk kemi ved Farmaceutisk Læreanstalt. Ophørte i 1925 med lærergerning, men var 1895-1930 læreanstaltens direktør. (Biografi: Koefoed 1974).

1889-1908: *Julius Petersen* omtales i følgende afsnit.

Forskning

Det videnskabelige arbejde på de to laboratorier skyldes fortrinsvis de to bestyrere. Blandt assistenterne udførte navnlig Topsøe, Odin T. Christensen, Emil Koefoed og Thomas Thomsen selvstændige videnskabelige undersøgelser (se foregående afsnit).

Julius Thomsens hovedindsats ligger indenfor termokemien (bibliografi: Veibel 1943). Allerede i 1852 offentliggjorde han i Videnskabernes Selskabs Skrifter en stor afhandling *Bidrag til et thermochemisk System,* hvori han på grundlag af foreløbige eksperimentelle resultater fremsatte den teori, at man i varmeudviklingen ved en kemisk proces har et mål for dens *affinitet,* dvs. dens villighed til at forløbe. Som fællesbetegnelse for varmeudvikling og varmeforbrug benyttede han et konstrueret ord, »varmetoning«; på andre sprog benyttes betegnelserne exotherm og endotherm om processer, der henholdsvis udvikler og forbruger varme. Han postulerer, at varmetoningen ved dannelsen af en kemisk forbindelse må være lig med og modsat rettet varmetoningen ved forbindelsens spaltning, samt at varmetoningen ved dannelse af en forbindelse er uafhængig af, om den dannes direkte eller gennem en række mellemled.

Det er muligt, at Thomsen ved formuleringen af dette teoretiske grundlag for hans arbejde var påvirket af sin samtidige, fysikeren *L. A. Colding,* der i 1843, uafhængigt af *R. Mayer* og *J. P. Joule,* erkendte loven om energibevarelse (termodynamikkens 1. hovedsætning).

I samme afhandling angiver Thomsen en række anvendelser af det af ham opstillede princip. Året efter blev afhandlingen offentliggjort i tysk oversættelse i Poggendorffs Annalen, suppleret med en undersøgelse over sønderdeling af salte med syrer, som Thomsen viser fører til en ligevægt – en foregribelse af massevirkningsloven.

Den første afhandling repræsenterer et program for Thomsens fortsatte undersøgelser, men af ydre grunde kunne han først fortsætte dem senere. I 1861 publicerede han en ny fremstilling af sin affinitetslære, hvori han som nyt princip opstiller den regel, at hvis to eller flere reaktioner er mulige, forløber dén først, der er ledsaget af den mindste varmeudvikling (i generaliseret form senere fremsat af *W. Ostwald* under navnet »Das Stufengesetz«).

I 1869 fremsatte den franske kemiker *Marcellin Berthelot* (1827-1907), i lidt ændret form, den samme affinitetshypotese som Thomsen. Den blev først betegnet »Berthelots princip«, men da Thomsen har prioriteten, taler man nu til dags om Thomsen-Berthelots princip. Vi ved nu, at det kun er en tilnærmelse at benytte varmeudviklingen som et mål for en reaktions affinitet.

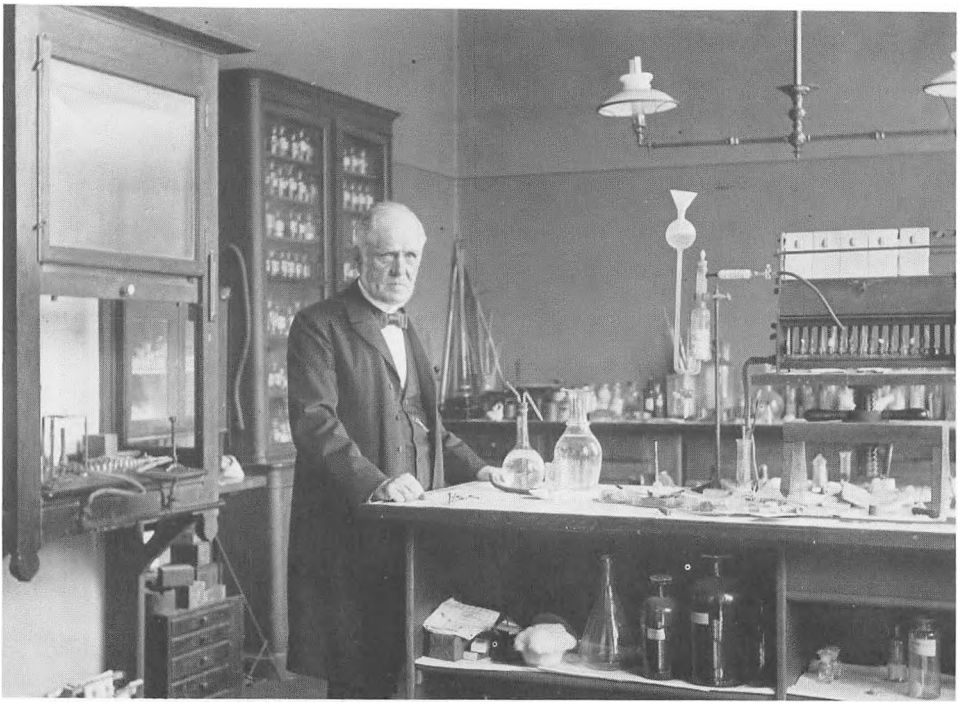


Fig. 131. Julius Thomsen i sit laboratorium. Fotografi 1901.

Denne er ikke identisk med varmeudviklingen ($-\Delta H$), men med formindskelsen i fri energi ($-\Delta G$), som er bestemt ved følgende ligning: $-\Delta G = -\Delta H + T\Delta S$, hvor T er den absolutte temperatur og ΔS er entropiændringen. Thomsen-Berthelots princip er altså ukorrekt, fordi der ses bort fra leddet $T\Delta S$. Jo lavere temperatur, jo mindre entropiændring og jo større varmeudvikling, desto nøjagtigere er varmeudviklingen et mål for affiniteten. For processer, der ved stuetemperatur forløber under stor varmeudvikling, er denne et ganske godt mål for affiniteten; men generelt er der tale om en grov tilnærmelse, og for endotherme processer svigter Thomsen-Berthelots princip helt. Man vidste nok, at der var frivillige processer, der forløb under varmeforbrug, men Berthelot forklarede disse ved at antage, at varmen blev forbrugt ved fysiske processer. Thomsen erkendte derimod i 1873, at hans affinitetshypotese var ufuldstændig.

I 1858 undersøgte Thomsen, om man kan få et mål for affiniteten ved at bestemme den elektromotoriske kraft i et galvanisk element. Ved undersøgelse af Daniell-elementet, hvori processen $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$ er gjort ektromotorisk virksom, fandt han sit princip bekræftet, idet det elektriske arbejde stemte rimeligt godt overens med varmetoningen ved den direkte

proces. Denne overensstemmelse er imidlertid tilfældig og skyldes, at ΔS i Daniell-elementet er meget lille. Det er et spørgsmål, om man kan sige, at Thomsen var uheldig i sit valg af element, for havde han fundet en væsentlig uoverensstemmelse med sin hypotese, havde han muligvis ikke haft mod til at gennemføre sine stort anlagte bestemmelser af varmetoningen ved alle vigtigere kemiske processer. Dette store talmateriale har selvfølgelig sin selvstændige værdi, uanset hvordan man fortolker det.

Da Jul. Thomsen i 1866 blev professor og bestyrer af laboratoriet i Ny Vestergade, indrettede han et til 18°C termostateret rum til termokemiske målinger for at gennemføre sit program. I de følgende 20 år foretog han egenhændigt, med af ham selv konstruerede instrumenter ca. 3500 kalorimetriske målinger (forberedende og orienterende arbejder ikke medregnet). Da alle målinger blev foretaget af den samme eksperimentator og under ensartede betingelser besidder dette monumentale arbejdet et særpræg, som kun få andre serieundersøgelser kan opvise, nemlig at resultaterne er sammenlignelige. Som begrundelse for, at han personligt udførte samtlige målinger, siger Thomsen, at »kun derved kunde jeg opnå fuld Sikkerhed med Hensyn til Resultaternes Paalidelighed«. Denne indstilling havde imidlertid den konsekvens, at Thomsen ikke ønskede at have medarbejdere, heller ikke udenlandske, der på grund af hans berømmelse ønskede at studere hos ham. Da han ingen medarbejdere havde, døde termokemien i Danmark med ham (bortset fra, at Emil Petersen med Thomsens apparat og under hans vejledning udførte nogle målinger til specielle formål). Hans nærmeste arvtager er *J. N. Brønsted,* der i sine første arbejder, *Affinitetsstudier,* bestemte affiniteter på exakt termodynamisk grundlag, men uden kalorimetriske målinger.

Medens Thomsen egenhændigt udførte alle de kalorimetriske målinger, blev formentlig de fleste af de undersøgte stoffer fremstillet af hans assistent Steenbuch; men Thomsen udførte selv et stort præparativt arbejde, når det ikke drejede sig om stoffer, der i forvejen var velkendte. Han har ydet værdifulde bidrag til den uorganiske kemi i rent kemiske arbejder om guld- og platinforbindelser, selensyre o.a. En vis opsigt vakte det, at Thomsen påstod at have fremstillet forbindelser af formelt divalent guld, som han dog formulerede AuCl $AuCl_3$ og AuBr $AuBr_3$. Flere forskere har benægtet, at der kan konstateres en veldefineret fase som mellemled mellem AuX og AuX_3. Dette stemmer dog ikke med, at chloroptagelsen ifølge Thomsen pludselig standser, når der er optaget 12 l Cl_2 pr. 100 g guld (»Man bør ikke arbejde med mindre end ca. 100 Gram Guld«) og heller ikke med, at de beskrevne stoffer er mørkere end guld(III)-forbindelserne (bromidet beskrives som næsten sort). Dette tyder på, at Thomsen ikke blot har haft en blanding af

guld(I)- og guld(III)-halogenider (sml. at forbindelsen $Cs_2Au_2Cl_6$, af hvilken der foreligger en strukturundersøgelse, er sort). En strukturundersøgelse af Thomsens forbindelser ville ikke være uden interesse (der kunne være tale om en lignende struktur som af vandfrit $CuCl_2$ og $CuBr_2$).

Thomsens termokemiske undersøgelser, der blev samlet i 4 store bind *Thermochemische Untersuchungen 1882-1886,* skaffede ham international berømmelse. I 1905 blev der på dansk udsendt en forkortet udgave (uden eksperimentelle enkeltheder): *Systematisk gennemførte termokemiske Undersøgelsers numeriske og teoretiske Resultater.* I 1906 blev der også udsendt en tysk og i 1908 en engelsk oversættelse af denne bog. *Berthelot* udgav ligeledes resultaterne af sine termokemiske undersøgelser i bogform, *Thermochimie. Données et Lois Numeriques* (2 bind 1897). I flere polemiske indlæg bestred Thomsen nøjagtigheden af en række af Berthelots bestemmelser. På den anden side blev Thomsen udsat for en meget skarp kritik af en tysk termokemiker *F. Stohmann,* der mente at kunne vise, at Thomsens bestemmelser af forbrændningsvarmen for flygtige organiske forbindelser var behæftet med en systematisk fejl. Det er en hyppigt gentaget påstand, også i nyere tid (fx Partington 1964 IV, s. 612-13), men den er næppe rigtig. Hvis man sammenligner Stohmanns og Thomsens værdier med moderne præcisionsbestemmelser vil man se, at Stohmanns værdier gennemgående ikke er bedre end Thomsens. Stohmann undervurderede ganske usikkerheden ved de datidige målemetoder: Thomsens så skarpt kritiserede værdier afviger ofte kun få promille fra hans egne.

Man kan ikke vente, at datidens termokemiske målinger skal kunne leve op til den præcision, der kan opnås i dag med avancerede hjælpemidler. På den anden side dækker moderne undersøgelser langt fra det store antal stoffer, som er målt af Thomsen og Berthelot, så fortegnelser over termokemiske data må stadig i udstrakt grad bygge på deres værdier, men naturligvis kritisk reviderede. Man vil da se, at Thomsens værdier ofte foretrækkes som de mest pålidelige. Et typisk eksempel: Thomsen fandt dannelsesvarmen for vand ved 18°C til 68,357 kcal/mol, hvilket er i god overensstemmelse med en nyere præcisionsbestemmelse, der har givet 68,367 ± 0,010. Berthelots værdi var ca. 1% højere, nemlig 69,0 kcal/mol, og denne værdi influerer også på hans bestemmelse af dannelsesvarmen for organiske forbindelser.

Thomsen benyttede et enkelt metalkalorimeter uden meget tilbehør, hvilket gør beregningen af »vandværdien« sikrere. Berthelot indførte det nu almindeligt benyttede bombekalorimeter, en lukket metalbeholder, hvori forbrændingen finder sted under forhøjet oxygentryk. Med moderne automatik kan der opnås stor nøjagtighed, men på Berthelots tid har dette kalorimeter næppe været nøjagtigere end Thomsens. Berthelot og Thomsen fik samtidig (1883) Royal Society's Davy medaille.

Thomsens termokemiske undersøgelser omfattede målinger af opløsningsvarmer, neutralisationsvarmer, dannelsesvarmer samt forbrændingsvarmer for organiske forbindelser. Ved måling af neutralisationsvarmer kunne han få – ganske vist grove – talmæssige værdier for syrers styrke (»aviditet«) og saltes hydrolysegrad. Hans undersøgelse 1869 over den »partielle dekomposition«, dvs. »sønderdelingen« af et salt ved tilsætning af vekslende mængder af en anden syre end saltets, viste, at denne proces forløber i overensstemmelse med massevirkningsloven. Dette var den første uafhængige bekræftelse af Guldberg og Waages lov.

Ved bestemmelse af forbrændingsvarmerne for organiske forbindelser grundlagde Thomsen den vigtige anvendelse af termokemiske målinger til bestemmelse af bindingsstyrke og konstitution af organiske forbindelser. Undersøgelserne viste, at i en række homologe forbindelser stiger forbrændingsvarmen fra led til led med en næsten konstant størrelse. For hver methylgruppe, der indføres i stedet for hydrogen i methan stiger forbrændingsvarmen lige meget, og Thomsen sluttede deraf, at carbons 4 valenser alle er identiske. En organisk forbindelses forbrændingsvarme kan derfor med tilnærmelse beregnes ud fra dens indhold af carbon og hydrogenatomer med eventuelle korrektionsled for dobbelt- og tripelbindinger og indhold af andre grundstoffer. Hvis den ud fra en given formel beregnede forbrændingsvarme afviger væsentlig fra den fundne, er der grundlag for mistanke om, at den opstillede formel ikke er rigtig. Thomsen sluttede, at benzen, pyridin og thiophen ikke indeholder dobbeltbindinger, og at Kekulé-formlerne derfor ikke er korrekte. Dette er rigtigt, men Thomsens forslag til alternative formler (fx en oktaedrisk formel for benzen) var ikke gode. Tiden var endnu ikke moden til at diskutere aromatiske forbindelsers særlige struktur. Ligeledes var begrebet ringspænding endnu ukendt. Thomsen undrede sig meget over, at den molare forbrændingsvarme for cyclopropan var meget (ca. 23 kcal) højere end beregnet – han betegner det som et helt isoleret tilfælde. Det fandt imidlertid sin forklaring i Baeyers spændingsteori, hvorefter en afbøjning af kemiske bindinger fra normale valensvinkler giver et molecule et forøget energiindhold. Ved undersøgelse af sådanne alicycliske ringsystemer kom termokemiske målinger senere til at spille en stor rolle.

Thomsen viser ellers en for datiden usædvanlig god forståelse af organiske stoffers bindingsforhold og struktur; men ved ensidigt at bygge på termokemiske resultater uden at tage hensyn til rent organisk-kemiske argumenter kommer han jævnligt til uholdbare konklusioner vedr. organiske forbindelsers konstitution (fx for aminer og nitroforbindelser). Principielt har han imidlertid givet en fornuftig anvisning på, hvordan termokemiske data kan benyttes ved diskussion af organisk-kemiske konstitutionsproblemer.

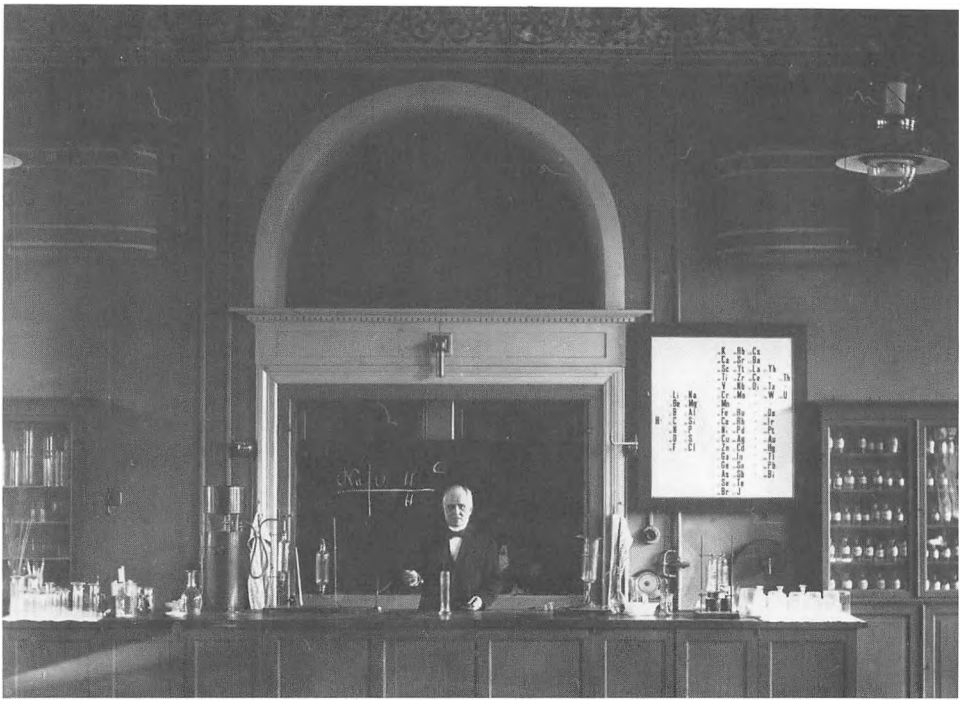


Fig. 132. Julius Thomsen i det store auditorium på UKL, fotograferet af hans assistent C. V. Schou 1898. Bemærk hans Periodiske System (uden ædelgasser).

Efter udgivelsen af *Thermochemische Untersuchungen* I-IV har Thomsen ikke udført flere termokemiske målinger (men skrevet adskillige afhandlinger herom, ofte af polemisk karakter). Han gik i stedet over til at beskæftige sig med et problem, som også havde optaget andre kemikere, siden *W. Prout* i 1815 havde fremsat den hypotese, at alle grundstoffer var opbygget af hydrogen. Det var spørgsmålet om, hvorvidt grundstofatomerne ikke var sammensatte partikler. I så fald skulle atomvægtene være multipla af samme enhed. Thomsen havde diskuteret dette problem i en interessant afhandling allerede i 1865 og gik nu i gang med at gennemføre nogle meget nøjagtige atomvægtbestemmelser. Da begreber som massedefekt og isotopi endnu var ukendte, var det selvfølgelig en håbløs opgave, han havde stillet sig; men man må beundre ikke blot atomvægtbestemmelsernes nøjagtighed, men også den meget originale metode, han benyttede. I forbindelse med disse spekulationer står Thomsens opstilling af et nyt periodisk system (1895) – umiddelbart efter opdagelsen af argon (1894) – og forudsigelse af eksistensen og de omtrentlige atomvægte for de øvrige ædelgasser, som blev opdaget i 1895 (He) og 1898 (Ne, Kr, Xe). Thomsen påviste også (spektroskopisk), at et grønlandsk

mineral ved ophedning afgav helium; dette arbejde var utvivlsomt inspireret af, at *Ramsay* og *Langlet* (uafhængigt af hinanden) havde isoleret helium ved ophedning af et uranholdigt mineral, cleveit.

I modsætning til S. M. Jørgensen, der end ikke nævnte grundstoffernes periodiske system i sin uorganiske kemi, havde Thomsen hurtigt indset betydningen af det af *D. Mendeleev* (1869) opstillede system. Det blev imidlertid i reglen opstillet i en rektangulær form, og man stredes meget om, hvorvidt et kort, middellangt eller langt system var at foretrække. Da det imidlertid efterhånden stod klart, at perioderne ikke kunne være lige lange, tog Thomsen konsekvensen heraf og opstillede systemet med perioder på 1,7 og 17 grundstoffer. På fotografiet ses det af Thomsen konstruerede periodiske system, som var ophængt i glas og ramme i det store auditorium i laboratoriet i Østervoldgade 10 (ved flytningen til H. C. Ørsted Institutet blev det overladt til Teknisk Museum). Efter opdagelsen af ædelgasserne blev symbolerne He, Ne, Ar, Kr, Xe og Rn klæbet uden på glasset, og perioderne blev så på 2,8 og 18 grundstoffer. Da *Niels Bohr* i 1921 fremkom med sin tydning af det periodiske system, benyttede han det, som han havde set under kemiforelæsningerne. Det går nu i regelen under navnet Thomsen-Bohrs system. Et periodisk system af denne art er ikke blot det bedste, men det eneste korrekte system. Det er dog hensigtsmæssigt at dreje det 90°, så perioderne bliver vandrette (Jensen 1974, s. 10).

S. M. Jørgensens videnskabelige indsats koncentrerer sig ligesom Jul. Thomsens om et enkelt område, her de uorganiske komplexforbindelser eller coordinationsforbindelser (bibliografi: Veibel 1943). En del af Jørgensens første arbejder er dog nærmest organisk-kemiske. I disputatsen *Overjodider af Alkaloider* (1869) fremlagde han sine meget indgående undersøgelser over polyiodider af en række alkaloider (strychnin, brucin m.fl.), og i et lige så stort arbejde studerede han forbindelser beslægtet med det efter *W. B. Herapath* (1852) opkaldte herapathit, et quininsulfattriiodid, der i nyere tid har fundet anvendelse som polarisator. Det, der interesserede S. M. Jørgensen, var dog ikke selve alkaloiderne, men de tungtopløselige og meget velkrystalliserende polyiodider. Han undersøgte også phosphoniumpolyiodider o.lign. og ønskede at fremstille et polyiodid af en cobaltammoniakforbindelse. For at få noget, der mindede om heraphthit, gik han ud fra et sulfat, der ifl. litteraturen kunne fremstilles ved indvirkning af svovlsyre på purpureocobaltchlorid, $CoCl_3 \cdot 5\ NH_3$. Han fik da også et sulfattriiodid i form af olivengrønne metalglinsende krystaller (også denne forbindelse har fundet anvendelse som polarisator).

Det skal her indskydes, at man allerede da havde samlet et ret omfattende materiale om metalsalte, der havde adderet ammoniak. Man betegnede dem

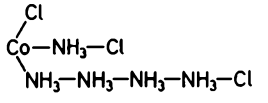
med karakteristiske trivialnavne, enten efter den forsker, der først havde beskrevet en given forbindelse (Magnus' grønne salt, Peyrones chlorid, Erdmanns salt, osv.) eller med forstavelser, der antydede deres farve: purpureo-, roseo-, violeo-, praseo- (grøn), luteo- (gul), m.fl.

Jørgensen fandt nu, at hans polyiodid indeholdt chlor, og hans udgangsmateriale, der var beskrevet som et surt sulfat, måtte altså også have indeholdt chlor, selv om dette ikke kunne påvises med sølvnitrat.

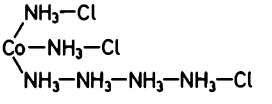
Denne iagttagelse danner udgangspunktet for Jørgensens omfattende undersøgelser og målbevidste forsøg på at give en sammenhængende forklaring på metalammoniakforbindelsernes opbygning.

Han gik her ud fra ideer, som var udviklet af den svenske kemiker *C. W. Blomstrand* (1826-1897), med hvem han stod i nær og venskabelig forbindelse. Blomstrand havde i en berømt bog *Chemie der Jetztzeit* (1869) givet et omfattende forsøg på at beskrive både organiske og uorganiske forbindelsers konstitution på grundlag af det nyligt (ca. 1860) indførte organisk-kemiske strukturbegreb. Da nitrogen i forbindelser som NH_4Cl blev betragtet som pentavalent, kunne man opbygge kæder af ammoniakmoleculer på lignende måde som i den organiske kemi af CH_2-grupper.

Jørgensen foreslog nu som forklaring på, at Cl-atomet i purpureocobaltchlorid ikke kunne fældes med sølvnitrat, at det var direkte bundet til cobalt. Da cobalt i disse forbindelser er trivalent – hvilket ifølge Jørgensen betød, at der kun kunne danne 3 bindinger – er der altså 5 ammoniakmoleculer, der skal anbringes i 2 rækker. De kan fordeles som 2 + 3 eller som 4 + 1, og Jørgensen kom ved undersøgelser over ethylendiaminforbindelser til den slutning, at den sidste mulighed var den rigtige. I den tilsvarende forbindelse med 6 NH_3 (luteo-cobaltchlorid) kan alle 3 Cl-atomer fældes med sølvnitrat, og Jørgensen kommer derfor til følgende formler for disse forbindelser:



Purpureo-cobaltchlorid



Luteo-cobaltchlorid

De såkaldte roseo-salte, der er nært beslægtede med purpureosaltene, indeholder et vandmolecule, som oprindelig blev betragtet som krystalvand; men Jørgensen viste, at man kunne gøre rede for disse forbindelsers forhold ved at antage, at vandet var bundet på samme måde som ammoniak i luteoforbindelsen.

Som purpureo-salte kan man ifølge Jørgensen generelt betegne salte af typen $CoX(NH_3Y)(NH_3NH_3NH_3NH_3Y)$, hvor X og Y er forskellige syrere-

ster. Der bliver altså mulighed for mange forskellige forbindelser, og Jørgensen har fremstillet og karakteriseret i snesevis af dem. Han har desuden grundigt undersøgt analoge chrom- og rhodiumforbindelser og vist, at de forholder sig på lignende måde som cobaltforbindelserne.

Her skal endnu nævnes, at Jørgensen ved anvendelse af aminen ethylendiamin (forkortet en), $H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$, kunne fremstille forbindelser, hvori begge aminogrupper er knyttet til Co (altså hvad man senere har kaldt chelate forbindelser). Til ammoniakforbindelserne svarer en luteo-forbindelse $Coen_3Cl_3$ og en praseo-forbindelse $Coen_2Cl_3$. Jørgensen fandt, at det grønne salt kunne omdannes til en isomer forbindelse, der var violet, og han gav en forklaring på denne isomeri, som ikke kunne anvendes på den tilsvarende ammoniakforbindelse, praseo-$Co(NH_3)_4Cl_3$, og derfor syntes at være i overensstemmelse med, at det ikke lykkedes ham at omdanne sidstnævnte til en violeo-forbindelse. Derimod lykkedes det Jørgensen at fremstille to isomere forbindelser med sammensætningen $(Co(NH_3)_4(NO_2)_2Cl$ (croceo- og flavochlorid); han forklarede denne isomeri ved at antage strukturisomere NO_2-grupper.

Sammenhængen mellem de forskellige saltrækker blev dokumenteret ikke blot ved talrige analyser (udført af S. M. Jørgensen personligt), men også ved saltenes opløselighed, dobbeltsaltdannelse, krystallografiske forhold og kemiske omdannelser. Samlingen af arbejder (ca. 50) udmærker sig ved en imponerende grundighed, men også ved indre sammenhæng og konsistens. Jørgensen fremstillede også nogle meget interessante chromforbindelser – erythro-, rhodo- og rhodosochromforbindelser – som ikke rigtigt kunne indpasses i hans systematik. Deres konstitution er først fuldstændigt opklaret i de senere år.

Ligesom Thomsen havde Jørgensen ingen medarbejdere, hvis navne figurerer på hans publikationer; men nogle af hans assistenter udførte på hans opfordring arbejder, der supplerer hans egne. Således publicerede *Odin T. Christensen* flere vigtige arbejder om chromammoniakforbindelser, *Julius Petersen* et arbejde om moleculvægten af nogle af Jørgensens forbindelser, bestemt ved frysepunktsdepressions-målinger (hvilket førte til halvering af de oprindelige formler med Co-dobbeltatomer), og *Emil Petersen* et arbejde om ledningsevnemålinger (se nedenfor). Endelig blev *Emil Koefoed* og *S. P. L. Sørensen* doktorer på komplexkemiske afhandlinger. For så vidt kan S. M. Jørgensen siges at have dannet skole.

Jørgensen publicerede i 1895 en meget klar oversigt over sine komplexkemiske undersøgelser, der havde strakt sig over 16 år. I slutningen af denne oversigt hedder det:

»Si l'on appelle bonne une hypothèse quand elle conduit à des faits

nouveaux et presque inattendus et qu'elle est capable d'interpréter logiquement ces faits, il faut avouer que l'idée de M. Blomstrand présente les charactères distinctifs d'une bonne hypothèse. Cependant toute hypothèse n'a qu'une duré limité. Au contraire, les rapports, les transformations, les relations des diverses séries les unes avec les autres sont des faits qui demeurent. Il faut dont que la nouvelle hypothese qui viendra un jour remplacer celle de M. Blomstrand soit capable d'interpréter ces faits d'une manière plus simple et plus conforme au corps de doctrine de la science. C'est la une condition indispensable«.

Denne udtalelse hentyder til, at der nu var blevet fremsat en ny hypotese. I 1893 publicerede den schweiziske kemiker *Alfred Werner* (1866-1919) en afhandling, der er et typisk eksempel på en »videnskabelig revolution«. Han antager, at bl.a. Co-, Cr- og Rh-atomer som »centralatomer« har evne til at binde 6 andre atomer eller atomgrupper (»ligander«) til sig, således at de danner hjørnerne i et octaeder. Derved bliver der mulighed for stereoisomeri, idet fx de to chloratomer i $CoCl_2en_2Cl$ kan anbringes i octaederet enten som »naboer« (cis) eller som »genboer« (trans). Hvis man betragter octaedermodellen for $Coen_3Cl_3$ vil man endvidere se, at den er forskellig fra sit spejlbillede. Der skal altså i virkeligheden eksistere to spejlbilleddisomere med denne sammensætning.

På Jørgensen, der var vant til at deducere sine konklusioner skridt for skridt, virkede en sådan ad hoc hypotese naturligvis meget fremmedartet. I det hele taget var det vanskeligt for datidens kemikere at acceptere, at antallet af bindinger fra et centralatom skulle kunne være større end dets maximale valens. Jørgensen bragte i en række afhandlinger nyt materiale til støtte for sin teori og kritiserede Werners, men trak sig i 1899 ud af diskussionen med en stor afhandling, *Zur Konstitution der Kobalt-, Chrom- und Rhodiumbasen XI,* hvori han sammenlignede de to teoriers ydeevne med hensyn til at forklare det foreliggende eksperimentelle materiale og sluttede med at sige, at han mere end nogensinde følte sig overbevist om, at Blomstrands teori var Werners overlegen. I sine følgende afhandlinger gik han over til at beskæftige sig med platinforbindelser og viste bl.a. ved sammenligning mellem Zeises salt, $K[PtCl_3C_2H_4]$, og Cossas salt $K[PtCl_3NH_3]$, at ethylen i Zeises salt udøvede en lignende funktion som ammoniak i ammoniakcomplexerne.

Jørgensens krav til Werners hypotese, at den måtte kunne forklare eksperimentelle kendsgerninger, som var uforklarlige med Blomstrands formler, blev langsomt opfyldt.

I Werners første arbejder var der lagt stor vægt på, at måling af den elektriske ledningsevne af opløsninger af komplexforbindelser kunne give oplysning om det antal ioner, de kunne danne. Et overbevisende resultat var,

at forbindelsen $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$ viste sig at være en ikke-elektrolyt, i overensstemmelse med, at alle 6 ligander var bundet til Co. Ifølge Jørgensens formulering måtte den indeholde mindst én NO_2^--ion, der ikke var bundet til Co. Efterhånden viste det sig dog, at forholdene ikke var så simple, som Werner først havde antaget. *Emil Petersen* publicerede i 1897 en række ledningsevnemålinger, der viste, at ledningsevnen gennemgående var større, og ofte meget større end ventet efter Werners formler (denne afhandling blev udsat for en skarp, men i det væsentlige uberettiget kritik fra Werners side). Werner kunne henvise til, at et coordinativt bundet halogenatom kunne udveksles med vand (som vist af Jørgensen); men det blev dog snart klart, at hvis dette var forklaringen, så skete udvekslingen for alle andre end de såkaldte robuste komplexer så hurtigt, at det ikke var muligt ved ledningsevnemålinger (eller ved fældningsreaktioner, som benyttet af Jørgensen) at afgøre, om en anion fra-ioniseredes direkte eller gennem substitution med et vandmolecule. Det blev først mange år senere, især ved Röntgenstrukturanalyser, muligt at afgøre om en anion i sådanne forbindelser var coordineret til metalionen.

Det afgørende bevis for Werners teori blev ført ved stereo-kemiske argumenter, som til at begynde med kun havde spillet en lille rolle i diskussionen. Werner mente, at Jørgensens croceo- og flavochlorider, $Co(NO_2)_2(NH_3)_4Cl$, og hans praseo- og violeo-chlorider, $CoCl_2en_2Cl$, var cis-trans-isomere. Da Jørgensen havde vist, at NO_2^- kan coordineres enten som *O*-nitrito eller som *N*-nitrito, bliver der i virkeligheden i første tilfælde mulighed for 4 isomere efter Werners teori. Det lykkedes Werner i den tilsvarende ethylendiamin-række at isolere alle 4 isomere. I det andet tilfælde var Jørgensens indvending, at så måtte der også eksistere et violeo-$CoCl_2(NH_3)_4Cl$, men det havde han ikke kunnet fremstille. Der gik 14 år, inden det lykkedes Werner at fremstille det. Ved meddelelsen herom (1907) udbrød Jørgensen: »Nu er striden afgjort« (Sørensen 1914, s. 238). Endnu mere overbevisende var Werners resolvering af forbindelser som $[Coen_3]Cl_3$ o.a. i optisk aktive spejlbilledisomere, et resultat, der var stærkt medvirkende til, at han fik Nobelprisen i 1813. Werner passerede ved den lejlighed København og holdt et foredrag i Kemisk Forening, efterfulgt af en banket på hotel d'Angleterre. Jørgensen kunne ikke deltage, da han lå alvorligt syg – han døde få måneder efter (1. april 1914). Det har været almindeligt antaget, at Werner ikke mødte Jørgensen (Bjerrum 1954, s. 15), men Werners assistent *Robert Huber* mener på grundlag af personlig samtale med Werner, at denne under sit 3 dages ophold i København aflagde et visit hos Jørgensen (se Kauffman 1966, s. 93).

Werner siger selv, at han ved fremsættelsen af sin teori i høj grad byggede

på Jørgensens arbejder. Det er indlysende, at han måtte gøre det, for disse afhandlinger indeholder ikke blot et kolossalt eksperimentalt materiale, men et *ordnet* materiale, som var direkte anvendeligt til en reinterpretation. Jørgensens modstand mod Werners anskuelser var også af betydning for konsolidering af coordinationsteorien, fordi Werner blev nødt til at imødegå kritikken med nye eksperimentelle data. Striden mellem dem blev fra Jørgensens side ført på meget ridderlig vis, fra Werners side i hvert fald med respekt for komplexkemiens nestor. I sin nekrolog siger Werner, at Jørgensens indsats vil bestå som »ein Ruhmesblatt unserer Wissenschaft«.

(Om Jul. Thomsen og S. M. Jørgensen se også Veibel 1939, s. 202-216 og Veibel 1968, s. 56-61. Personlige erindringer: Pedersen 1941; Winther 1954, 1962; Bergsøe 1945, 1964).

Det vil fremgå af dette afsnit, at dansk kemi efterhånden hævdede sig godt i løbet af det 19. århundrede. I det 18. århundrede havde kemien stået langt højere i Sverige end i Danmark, og det kunne derfor være af interesse at sammenligne Danmark og Sverige i det 19. århundrede. I Sverige indtog *J. J. Berzelius* (1779-1848) en særstilling. Hans betydning for kemiens udvikling må sidestilles med *Lavoisiers,* og gennem sine årsberetninger (der blev udgivet på tysk af *Wöhler*) dirigerede han i en årrække så at sige hele den europæiske kemi. Han var imidlertid ikke knyttet til et universitet, men til Karolinska medico-kirurgiska Institutet, og havde kun få svenske elever. Selv om nogle af disse blev bekendt som opdagere af nye grundstoffer (*Arfwedson, Sefström, Mosander*), fik de ikke universitetsansættelse. Mosander blev Berzelius' efterfølger på Karolinska. På landets to universiteter, i Lund og Uppsala, stod kemien i første halvdel af århundredet så lavt, at Berzelius i 1846 i et brev til Wöhler (Wallach 1901 II, s. 601), skrev: »Alle mine Arbeit ist so gut wie ohne Wirkung für mein Land gewesen«. Da begge kemiprofessorater få år efter blev ledige, blev de besat med to af Berzelius' elever, i Lund med *N. J. Berlin* (1812-91) i Uppsala med *Lars Svanberg* (1805-78), som begge indlagde sig stor fortjeneste ved forbedring af undervisning og laboratorieforhold, men ikke var meget videnskabeligt aktive.

I Lund blev professoratet imidlertid i 1862 besat med *C. W. Blomstrand* (1826-1897), der er omtalt under S. M. Jørgensen, og i Uppsala efterfulgtes Svanberg i 1874 af *P. T. Cleve* (1840-1905), der udførte vigtige undersøgelser både indenfor den organiske (naphthalenforbindelser) og den uorganiske kemi (platinforbindelser og sjældne jordarter). Nævnes bør også *L. F. Nilson* (professor i Uppsala og Stockholm), opdageren af scandium, og fra Lund *J. M. Lovén* (Blomstrands efterfølger) og *P. Klason* (1890 professor i Stockholm), begge kendt bl.a. for undersøgelser over organiske svovlforbindelser. Endelig

fremsatte *Svante Arrhenius* i sin disputats 1884 teorien om den elektrolytiske dissociation, som skulle revolutionere den fysiske kemi. Sverige havde altså inden udgangen af århundredet meget vel overvundet nedgangen.

I Christiania (Oslo) havde *J. J. Keyser* søgt om fritagelse for at holde forelæsninger i kemi og om oprettelse af en særlig lærestol i kemi. Andragendet blev imødekommet i 1837, og den første lærer i kemi blev *Julius Thaulow* (1812-1850), som fik bygget et tilfredsstillende kemisk laboratorium. Da Thaulow døde i 1850, skrev professor *Hansteen* til *Ørsted* (Harding 1920 I, s. 248-50) og spurgte, om han kunne anbefale en dansk kemiker, der eventuelt ville være interesseret i en lærestol i Norge. Ørsted nævnte *Barfoed, Johnstrup* og *Julius Thomsen,* men havde især mange lovord til overs for sidstnævnte. Det blev dog ikke til noget med at ansætte en dansker. I stedet udnævntes en kendt tysk kemiker, *A. F. L. Strecker,* der imidlertid forlod Norge for at blive professor i Tübingen. I 1862 blev *Peter Waage* (1833-1900) udnævnt til lektor og i 1866 til professor i kemi ved universitetet. Hans samarbejde med matematikeren *C. M. Guldberg* resulterede i 1864 i opstillingen af massevirkningsloven, en af milepælene i kemiens historie. Som omtalt kunne Julius Thomsen allerede umiddelbart derefter fremlægge et eksperimentelt materiale, der bekræftede denne lov.

Alle tre nordiske lande havde altså inden udgangen af århundredet placeret sig fint i kemiens historie, og bl.a. gennem de skandinaviske naturforskermøder var forskerne i nær kontakt med hinanden.

KEMISK UNDERVISNING 1890-1962

Laboratorierne

Tidsrummet 1890-1962 dækker tiden fra indvielsen af den nye polytekniske læreanstalt i Sølvgade og (2 år senere) af universitetets kemiske laboratorium i Østervoldgade indtil ophør af »unionen« mellem universitetet og Polyteknisk Læreanstalt.

Universitetets nye kemiske laboratorium (i det følgende betegnet UKL) i Østervoldgade 5 var væsentlig større end det gamle i Ny Vestergade, og der har i begyndelsen været overordentlig god plads. Dette skyldtes, at planer om en forbedring af den farmaceutiske undervisning (kommissionsbetænkning af oktober 1888) pludselig blev realiseret ved, at apoteker *Chr. D. A. Hansen* skænkede en bygning i Stockholmsgade, så farmaceuterne i 1892 havde fået deres egen læreanstalt (jvf. ovenfor s. 487). Det betød ca. 50 færre deltagere i øvelserne på universitetslaboratoriet.

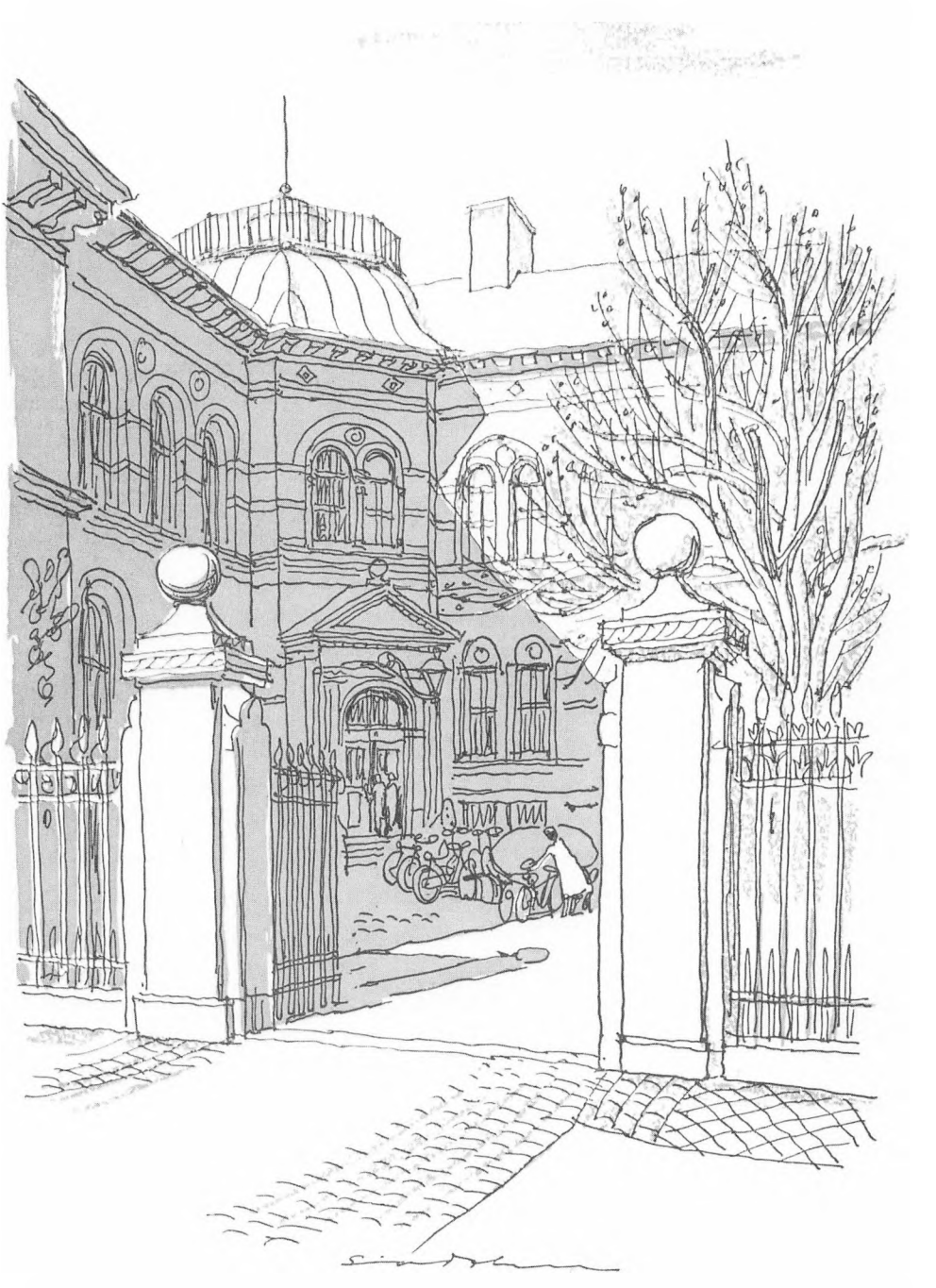


Fig. 133. Universitetets kemiske laboratorium (UKL) i Østervoldgade 5. Tegning af Ebbe Sadolin, udsendt til læger af A/S Novo, 1951.

Bygningen Østervoldgade 5 (plan se Kjølsen s. 167) havde i stueetagen 3 og på 1. etage 2 øvelseslaboratorier, af hvilke to var meget store (ca. 140 m^2). I stueetagen lå bestyrerens kontor og laboratorium samt laboratorier for videnskabelige assistenter. I kælderen var der værksted samt flere rum, som efterhånden blev inddraget til amanuensislaboratorier, og et større øvelseslaboratorium. Dette blev sammen med 2 af laboratorierne i stueetagen (ud mod observatoriet) indrettet til organisk-kemiske øvelser, da undervisningen i organisk kemi i 1909 flyttedes til UKL. (Årbog 1907-10, s. 558-67; 1910-13, s. 262).

Første etage rummede foruden øvelseslaboratoriet det store auditorium med plads til 250 tilhørere. Det store eksperimentkateder var medtaget fra Ny Vestergade. Bag auditoriet var der bibliotek og forelæsningssamling. *Julius Thomsen* skænkede biblioteket 1150 bind af sin bogsamling – deriblandt Annales de chimie fra bd. 1 (1788).

Den stigende tilgang af studerende medførte snart pladsmangel, som man forsøgte at afhjælpe på forskellige måder, bl.a. blev et lille auditorium flyttet fra 1. til 2. etage (tidligere garderobe). Da *Langseth* i 1938 var blevet ekstraordinær professor i kemi, blev et lokale i kælderen og et større rum i underkælderen indrettet til moleculspektroskopisk forskning. Efter 2. verdenskrig var pladsforholdene blevet så knebne, at der var et akut behov for også at udnytte loftsetagen, der hidtil kun var blevet benyttet som pulterkammer (professor Biilmann havde i øvrigt allerede i 1924 stillet forslag om en sådan udnyttelse). I 1946 var der blevet opnået et tilskud fra forskellige industrier til oprettelse af et naturstofkemisk laboratorium for *K. A. Jensen*, der som privatdocent havde holdt en række velbesøgte forelæsninger over organiske naturstoffers kemi og var begyndt på forskningsprojekter indenfor dette område. En mindre udvidelse på loftet var gennemført, da K. A. Jensen i 1950 blev udnævnt til ekstraordinær professor i kemi. I 1950 indsendte laboratoriets bestyrer, professor Langseth, en ansøgning til Undervisningsministeriet om bevilling til en fuldkommen udnyttelse af loftsetagen og en elevatorinstallation, der kunne forbinde etagerne. Dette blev bevilget, og i 1955 var loftsetagen fuldt udbygget. Man havde derved fået et større laboratorium til brug for de mange specialestuderende i organisk kemi samt nogle laboratorier til *Børge Bak*, der i 1957 blev udnævnt til ekstraordinær professor i moleculspektroskopi.

Den polytekniske Læreanstalts kemiske laboratorium i kemifløjen Sølvgade 83 var færdigt til indflytning i 1890, altså 2 år før UKL. Selv om dette laboratorium også var større end det gamle, var udvidelsen ikke så iøjnefaldende som for UKL, fordi kemifløjen også skulle rumme teknisk kemi og tegnestuer (Lundbye 1929, s. 209). Under *S. M. Jørgensen* benyttedes kun



Fig. 134. Emil Petersen (1856-1907). Professor i kemi ved Københavns Universitet 1901-07. Fred. Riise fot. ca. 1890. DTH.

stueetagen til kemiske øvelser. Da *Julius Petersen* i 1903 blev docent i elektrokemi, blev der indretet et laboratorium til øvelser i elektrokemi i kælderen. Ved *Brønsteds* udnævnelse til professor fik han overladt dette laboratorium og yderligere to rum i stueetagen til fysisk kemi. Kemiundervisningen af bygnings-, maskin- og elektroingeniørstuderende foregik fra 1916 i et lokale på 2. sal. Dette laboratorium blev kaldt kemisk laboratorium B, medens laboratoriet til undervisning af fabrikingeniørstuderende og universitetsstuderende fik betegnelsen kemisk laboratorium A. I det følgende vil betegnelsen KLA blive benyttet for sidstnævnte laboratorium lige fra 1890. At dømme efter rygtitlerne på indbundne tidsskrifter på kemisk laboratorium A blev denne betegnelse dog først indført i 1914 (oplysning fra professor N. Hofman-Bang).

Efter at øvelserne i organisk kemi i 1909 var flyttet til UKL, var der øvelser i uorganisk kvalitativ og kvantitativ analyse og præparation i stueetagen, og desuden var der fra ca. 1920 øvelser i kvantitativ analyse i efterårssemestret i et større laboratorium på 1. etage, som blev udlånt af teknisk-kemisk afdeling, der selv havde øvelser her i forårssemestret. Ved overflytning af de teknisk-kemiske laboratorier til læreanstaltens udvidelse i Østervoldgade 10 i 1932

overtog KLA hele 1. etage. Desuden havde det i 1929 overtaget de lokaler, der havde været benyttet til fysisk kemi, da universitetet i 1928 med tilskud fra International Education Board havde opført et fysisk-kemisk institut på Blegdamsvej 19 for professor Brønsted (om instituttet se Kjølsen 1965, s. 178-81 og Christiansen 1968, s. 69-70).

I 1913 var teknisk kemi (professor *P. E. Raaschou*) blevet suppleret med bioteknisk kemi (professor *S. Orla-Jensen*), der fik lokaler på 2. sal i kemifløjen. Da dette laboratorium flyttedes til Østervoldgade 10, fik *Christian Winther* overladt hele 2. etage til kemisk laboratorium B. Endelig var der i 1944, da læreanstalten havde fået sit eget professorat i organisk kemi, indrettet et organisk-kemisk laboratorium i tagetagen i de tidligere tegnestuer. Hermed var hele kemifløjen udnyttet til grundfaglig kemisk uddannelse; men kun bestyreren af KLA var professor ved universitetet, og denne ordning ophørte i 1962.

Lærerne

De ordinære universitetsprofessorer i kemi var automatisk også bestyrere af de kemiske laboratorier ved universitetet (UKL) og Polyteknisk Læreanstalt (KLA). *Jul. Thomsen* og *S. M. Jørgensen* virkede i de nye laboratorier indtil henholdsvis 1901 og 1908, men da deres hovedindsats ligger på de gamle laboratorier, er den omtalt i forrige afsnit.

Ved Jul. Thomsens afgang blev professoratet besat uden opslag med docent *Emil Petersen* (idet man havde sikret sig, at *S. M. Jørgensen* og *Odin T. Christensen* ikke var interesseret i at flytte til UKL; Årbog 1898-1901, s. 701-02). Emil Petersen døde i 1907, og professoratet blev tilbudt *S. P. L. Sørensen,* der i 1901 havde efterfulgt *Johan Kjeldahl* som bestyrer af Carlsberg Laboratoriets kemiske afdeling; men han ønskede ikke at flytte. Stillingen blev så opslået, og *Einar Biilmann* og *Julius Petersen* meldte sig som ansøgere. Bedømmelsesudvalget fandt begge kvalificerede, men indstillede Biilmann og henviste til, at Jul. Petersen ville passe bedre som bestyrer af KLA, hvor professoratet efter S. M. Jørgensen ville blive ledigt ca. ½ år senere. Dette professorat blev altså besat på forhånd uden opslag (Årbog 1907-10, s. 122-24).

Imidlertid havde der allerede i Emil Petersens tid og på S. M. Jørgensens initiativ været diskussion om oprettelse af et tredie professorat i kemi, i første omgang tænkt til aflastning af bestyreren af KLA. Jørgensen holdt forelæsninger både over organisk og uorganisk kemi for fabrikingeniør- og konferensstuderende, og desuden sorterede kemiundervisningen af maskin-, bygnings- og

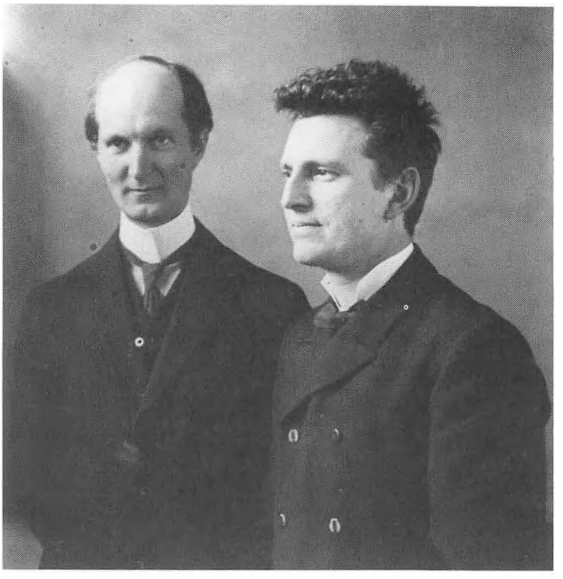


Fig. 135. Niels Bjerrum og Aage Kirschner 1909. Niels Bergs samling, KL III.

elektroingeniørstuderende også under ham. Det var bl.a. hensigten med et tredie professorat at dublere eksperimentalforelæsningen i uorganisk kemi, da hverken UKL eller KLA disponerede over auditorier, der kunne rumme både lægestuderende og polyteknikere. I fakultetet udspandt der sig en længere diskussion om, hvorvidt dette professorat skulle placeres ved universitetet eller læreanstalten. Et flertal gik ind for, at det skulle placeres ved universitetet, medens et mindretal (*Emil Petersen* og *T. N. Thiele*) fandt, at det burde henlægges under Polyteknisk Læreanstalt. *G. A. Hagemann*, der var Jul. Thomsens efterfølger som direktør for læreanstalten, gav imidlertid gode grunde for, at det burde henlægges under universitetet. I denne sammenhæng blev nogle uklarheder vedrørende forholdet mellem de to eksisterende professorater drøftet (Årbog 1907-10, s. 124-29 og 129-37; Mat.-nat. Fak. J. Nr. 42, 60 og 76, 1907: Rigsarkivet KU 36 02 17).

Efter Emil Petersens død fandt S. M. Jørgensen, at man ikke skulle insistere på oprettelse af et 3. professorat, men indtil videre lade Bjerrum og Brønsted holde forelæsninger over uorganisk og fysisk kemi på UKL. Fakultetet henholdt sig imidlertid til flertalsbeslutningen, og professoratet blev bevilget på finansloven 1908-09. Det blev efter opslag søgt af to assistenter ved UKL: *Niels Bjerrum* og *J. N. Brønsted*, der begge i 1908 disputerede for doktorgraden. Deres ældre kollega, *Christian Winther*, søgte ikke, antagelig fordi de i 1907 som opponenter ex auditorio havde underkastet hans doktorafhandling en meget skarp kritik (de officielle opponenter fandt dog forsvaret tilfredsstillende).

Der blev anordnet en professorkonkurrence, som fandt sted i efteråret 1908 (Årbog 1907-10, s. 482-84; Christiansen 1968, s. 71-73). Hver af deltagerne skulle holde to forelæsninger over opgivne emner (et uorganisk og et fysisk-kemisk) og 3 forelæsninger over et selvvalgt emne (forelæsningsmanuskripterne til de opgivne emner og Brønsteds til hans selvvalgte emne findes i Mat.-nat. Fak. N. Nr. 67-1908, Rigsarkivet KU 37 02 18). Bedømmelsesudvalget, som var på 9 medlemmer, indstillede Brønsted til professoratet, men udtalte sig i øvrigt meget anerkendende om hans konkurrent. Bjerrum var dybt skuffet, for der var lange udsigter til, at et nyt professorat skulle blive ledigt. I 1914 døde imidlertid *Odin T. Christensen* i en alder af 63 år, og Bjerrum søgte og fik professoratet i kemi ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Dér fik han, eller rettere skaffede han sig, gode arbejdsbetingelser; men fra universitetets synspunkt må det beklages, at det ikke kunne tilbyde den vel betydeligste danske kemiker i dette århundrede en slutstilling.

Vi kan i dag se, at det var en fejldisposition at besætte S. M. Jørgensens professorat uden opslag. Var det blevet opslået, kunne man næppe være kommet uden om Bjerrum, som havde været den rette til at fortsætte laboratoriets komplexkemiske tradition.

Bjerrum har i en selvbiografi (i Jannik Bjerrums eje) kritisk kommenteret indstillingen fra bedømmelsesudvalget. Dette syntes at have betragtet professoratet som en lærestol med hovedvægt på fysisk kemi; med det forelå der ikke noget officielt om, hverken i opslaget eller i de opgivne emner til prøveforelæsningerne. Det er dog naturligt, at udvalget har taget hensyn til, at den afdøde Emil Petersen havde holdt forelæsninger over fysisk kemi, og at det var besluttet, at fysisk kemi fremtidigt skulle være obligatorisk for fabrikingeniørstuderende. Men Bjerrums forelæsninger over selvvalgt emne (Om Elektrolyters Farve og Bygning) var også fysisk-kemisk og i modsætning til Brønsteds (De luftformige Stoffers Ligevægtsforhold) et originalt videnskabeligt bidrag. Brønsted var en mere elegant forelæser end Bjerrum; men det var dog næppe dette, der var afgørende.

Der er ingen tvivl om, at Biilmann havde den afgørende indflydelse på udvalgets indstilling. Han havde i hele året 1908 agiteret for Brønsteds kandidatur, endog i en sådan grad, at han var kommet i et spændt forhold til Hagemann, fordi denne havde opfordret Bjerrum til at holde forelæsninger over fysisk kemi i foråret 1908. Efter konkurrencen var Biilmann imidlertid overordentlig venlig overfor Bjerrum og lovede ham gode arbejdsforhold. Bjerrum står uforstående overfor denne ændring i Biilmanns holdning; men den var i virkeligheden helt logisk, hvis man accepterer følgende tydning af hans målsætning. Selv om denne tydning ifølge sagens natur ikke kan dokumenteres, er den formentlig den eneste, der giver en naturlig forklaring

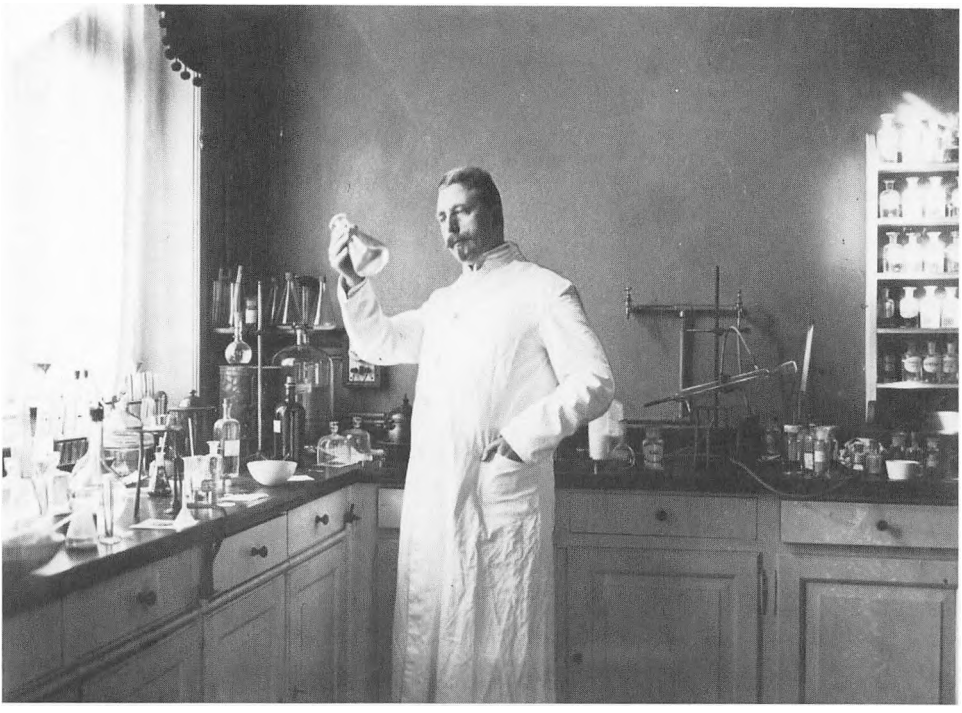


Fig. 136. Professor Biilmann i sit laboratorium 1909. Niels Bergs samling, KL III.

på det bratte omslag i Biilmanns holdning: Biilmann ønskede at slippe af med Brønsted, som han ikke rigtig forstod og ikke kunne hævde sig overfor i en diskussion; i Bjerrums forelæsninger havde han derimod vejret en sensation, som hurtigere end Brønsteds mere abstrakte forskning ville kunne gøre »hans« (Biilmanns) laboratorium kendt. Det skete også, da Bjerrum i 1909 på den 7. internationale kemikongres i London fremlagde sin teori om de stærke elektrolyters fuldstændige dissociation og talte selveste Arrhenius imod.

Det skal igen understreges, at det nyoprettede professorat ikke var et professorat i »fysisk kemi«. Kemiprofessoraterne ved universitetet har indtil den nyeste tid været uden specificeret fagområde. Det hørte dog til Brønsteds embedspligter at undervise fabrikingeniørstuderende i fysisk kemi, der i 1909 var blevet obligatorisk for disse; men desuden fik han overdraget kemiundervisningen af studerende på BME-linierne. Denne undervisning havde under S. M. Jørgensen været afholdt ved lektorer (*Emil Kofoed, Jul. Petersen*).

Julius Petersen afgik ved døden i 1931, og fakultetet rettede en forespørgsel til Niels Bjerrum, om han var villig til at lade sig kalde. Han kom også og så på KLA, men fandt, at forholdene var mindre tilfredsstillende end på Landbohøjskolen, så han ønskede ikke at skifte. Professoratet blev så opslået



Fig. 137. Julius Petersen (1865-1931). Professor i kemi ved Københavns Universitet og bestgyrer af Polyteknisk Læreanstalts kemiske laboratorium A 1908-31. KB. Billedsamlingen.

og blev søgt af *Buch-Andersen, J. A. Christiansen, Güntelberg* og *Max Møller.* Bedømmelsesudvalget indstillede *J. A. Christiansen,* der netop var blevet docent ved universitetet (Årbog 1931-32, s. 52-55). Efter Brønsteds død i 1947 opterede Christiansen stillingen som bestyrer af fysisk-kemisk institut. Det ledige professorat blev derfor opslået som et universitetsprofessorat kombineret med hvervet som bestyrer af KLA. Et flertal af bedømmelsesudvalget indstillede *Jannik Bjerrum* til professoratet, og dette blev tiltrådt af fakultetet og konsistorium (Årbog 1948-52, s. 246-53).

På UKL oplevede den organiske kemi under Biilmann en renæssance, så man med nogen ret kunne opfatte dette laboratorium som en organisk-kemisk pendent til det uorganiske KLA. Da Biilmann gik af på grund af alder i 1943, efterfulgtes han af *Alex Langseth* der i 1938 var blevet ekstraordinær professor (Årbog 1937-38, s. 66-68; 1842-43, s. 50, 102, 118). Med tilknytning til UKL blev der yderligere oprettet to ekstraordinære, senere ordinære, professorater for *K. A. Jensen* (1950) og *Børge Bak* (1957). (Årbog 1948-53, s. 267-69; 1953-58, s. 209-10; 1958-63, s. 208-10; 1965-66, s. 112-113).

Da Christiansen i 1958 afgik på grund af alder som professor og bestyrer af fysisk-kemisk institut, blev professoratet opslået ledigt og søgt af ikke færre end 9 velkvalificerede ansøgere (6 af dem er senere blevet professorer). Et flertal af bedømmelsesudvalget indstillede *C. J. Ballhausen* til professoratet. Den afgåede professor, der efter dagældende regler kunne være medlem af bedømmelsesudvalget, afgav en mindretalsindstilling for *Thor A. Bak* (Årbog 1958-63, s. 210-27).

Der skal i det følgende gives en kort præsentation både af bestyrerne og de øvrige lærere, medens en omtalte af deres forskning udskydes til næste afsnit.

Polytekniske kandidater i kemi (indtil 1898 betegnet examinerede kemikere, derefter fabrikingeniører og fra 1955 kemiingeniører) er generelt betegnet K. Magistertitlen er betegnet m.sc., også for magistre før 1901 (sml. s. 487). Den polytekniske Læreanstalt er betegnet DTH, selv om titlen Danmarks Tekniske Højskole først blev indført i 1933. Analogt er DFH = Danmarks Farmaceutiske Højskole, DLH = Danmarks Lærerhøjskole og KVLH = Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

1901-07: Christian *Emil* Ulrik *Petersen* (1856-1907) tog i 1879 polyteknisk eksamen i anvendt naturvidenskab og var derefter en kort tid ansat ved Elghammars Järnvärk i Småland, hvor han udarbejdede en metode til fremstilling af vanadiumpræparater af slaggen fra Taberg. Efter ansættelse som assistent hos S. M. Jørgensen 1881-82 var han på et 2-årigt studieophold i Paris, hvor han studerede kulturhistorie, navnlig naturvidenskabens historie. Han offentliggjorde efter hjemkomsten en interessant og velskreven artikelserie i *Tilskueren* om franske naturvidenskabsmænd (Lavoisier, Laplace, Cuvier) i slutningen af det 18. århundrede. I 1885 blev han ansat som assistent hos Jul. Thomsen. Her fortsatte han sine undersøgelser over vanadiumforbindelser og blev i 1888 dr.phil. på afhandlingen *Vanadinet og dets nærmeste analoger*. I 1889 holdt han forelæsninger over sjældnere grundstoffer med særlig hensyn til det periodiske system.

I 1891 fik han til opgave at holde forelæsninger over »teoretisk kemi«, da *Jul. Thomsen* var optaget af offentlige hverv. Han skrev i den anledning en kortfattet oversigt over *Grundtrækkene af den theoretiske Kemi*. Efter et studieophold hos *Wilh. Ostwald* i Leipzig var han fuld af begejstring for den nye fysiske kemi (Winther 1954, s. 61) og introducerede denne herhjemme i sine forelæsninger, som han fra 1895 holdt som honorarlønnet docent. I 1894 fik han Videnskabernes Selskabs sølvmedaille og i 1900 blev han medlem af selskabet.

I disse år skrev han også et større værk *Kemien i Naturen og det daglige Liv* (1895). At der var marked for et sådant værk vidner om, at der i folkelige



Fig. 138. Einar Biilmann (1873-1946). Professor i kemi ved Københavns Universitet 1907-43. Laurberg og Gad fot. 1928. Videnskabernes Selskab.

kredse var en bemærkelsesværdig interesse for seriøs populær oplysning om kemi. Det bekræftes af, at *Odin T. Christensen* nogle år senere opnåede en enestående publikumsucces med sin *Populær Kemi.*

Da Petersen i 1901 efterfulgte Jul. Thomsen, skrev han lærebøger i uorganisk og organisk kemi for tilhørerne til sine forelæsninger og desuden en vejledning i titreranalyse.

Emil Petersen led af en snigende sygdom og måtte allerede i 1904 tage på en længere rekreationsrejse. I 1907 døde han i en alder af kun 51 år. (Nekrolog: Bøgh 1907. Se også S. M. Jørgensens artikel i Dansk biografisk Lexikon XIII, 1899, s. 22).

1908-31: *Julius* Christian *Petersen* (1865-1931). K 1889, dr.phil. 1899 (*Elektrolyse af organiske Syrers Alkalisalte*), assistent ved Polyteknisk Læreanstalts kemiske laboratorium fra 1889 samt fra 1902 docent i kemi ved universitetet og fra 1903 docent i elektrokemi ved Polyteknisk Læreanstalt, indtil han i 1908 blev universitetsprofessor og bestyrer af KLA.

Julius Petersens hovedindsats ligger på det pædagogiske område. Hans eksperimentalforelæsninger over uorganisk kemi for fabrikingeniørstuderende

og universitetsstuderende med kemi som hovedfag var med de særdeles omhyggeligt forberedte forsøg et helt *show*. Tilhørerantallet oversteg ofte det antal, der efter studieplanerne skulle være til stede, da medicinerne fandt hans forelæsninger mere interessante end forelæsningerne på UKL. Som grundlag for sin undervisning i uorganisk kemi benyttede han først S. M. Jørgensens lærebog i uorganisk kemi og fra 1916 Brønsteds uorganiske kemi. Denne benyttedes også i hans eksaminatoriske gennemgang af uorganisk kemi til 2. del sammen med et af ham selv skrevet *Tillæg til den uorganiske Kemi* (1918), der bl.a. behandlede de sjældnere grundstoffer. Til brug ved laboratorieundervisningen skrev han *Kvalitativ uorganisk Analyse* (1914 og 1921) og en *Kvantitativ Analyse* (1903 og 1919).

Han skrev endvidere adskillige mere elementære lærebøger i kemi. Hans lærebøger i kemi for mellemskolen og gymnasiet kom i talrige udgaver, og han skrev lærebøger i kemi til brug ved Statens Lærerhøjskole og Den Suhrske Husmoderskole, hvor han underviste i kemi. I begyndelse af århundredet holdt han endvidere meget besøgte forelæsninger over kemi ved den folkelige universitetsundervisning. (Bibliografi: Veibel 1943).

Julius Petersen var en stilfærdig og samvittighedsfuld mand, som viede sine kræfter til undervisning og det ikke ubetydelige administrative arbejde som bestyrer af KLA. Hans helbred var i mange år dårligt, og – som Brønsted siger – hele hans virke i den sidste halvdel af hans professortid må ses i belysning heraf. (Nekrolog: Brønsted 1931; se også Christiansen 1968).

1907-43: *Einar* Christian Saxtorph *Biilmann* (1873-1946), m.sc. (kemi) 1897, dr.phil. 1904 (*Studier over organiske Svovlforbindelser*), havde fra 1898 til sin udnævnelse til professor været S. M. Jørgensens assistent på KLA. Efter disputatsen var han på et studieophold hos Emil Fischer i Berlin. Dette førte ikke til noget konkret videnskabeligt arbejde, men til afsmag for den måde, hvorpå man i Tyskland ledede videnskabeligt arbejde. Ligesom ved en tidligere udenlandsrejse (sammen med *A. Wøhlk*) til bl.a. *A. v. Baeyers* laboratorium i München oplevede han, at man ved signalet »- da kommt der Geheimrath« bogstaveligt talt stod ret. Det huede ikke den meget lidt autoritetstro Biilmann. Han lærte imidlertid på sit studieophold at benytte forskellige nyttige utensilier (bl.a. Büchner-tragten) og hjembragte en større samling organiske farvestoffer, som han demonstrerede ved en række ikke-obligatoriske forelæsninger over organiske farvestoffers kemi.

Foruden et stort antal videnskabelige arbejder (bibliografi: Bjerrum 1943) skrev Biilmann pædagogisk meget værdifulde lærebøger i organisk og uorganisk kemi for begyndere. De kom i adskillige udgaver, også efter at de nok havde overlevet sig selv. For viderekomne skrev han *Forelæsninger over organisk Kemi* (1925, 2. udg. 1938).

Biilman var en farverig og udadrettet personlighed, som tog levende del i foreningsarbejde og nedlagde et stort arbejde i de studerendes interesse. Hans forelæsninger var med rette berømt for deres levende og klare fremstilling. Han havde endvidere fremragende repræsentative og administrative evner. I 1921-22 var han universitetets rektor. Stor betydning havde også hans deltagelse i det skandinaviske og internationale samarbejde. Han var i 1922-25 vicepræsident og i 1928-34 præsident for den internationale kemiske union (dengang Union internationale de chimie pure et appliquée) og gennemførte med stor takt Tysklands genoptagelse i unionen.

Biilmann var en blændende og inciterende taler ved officielle lejligheder. Der var ikke så lidt af en skuespiller i ham, og det gjorde det også let for ham at tale på tysk og fransk.

På laboratoriet var Biilmann de ansattes faderlige ven; men han havde en svaghed for sarkasmer, navnlig når hans jalousi blev vakt, og det skaffede ham flere fjender udenfor laboratoriet. At han først i 1928, mange år efter hans tidligere assistenter Bjerrum og Brønsted, blev medlem af Videnskabernes Selskab, står muligvis i forbindelse hermed. Selv om han en overgang kom til at stå i skygge af de to andre »store B'er«, kan hans betydning for dansk kemi vanskeligt overvurderes. Han skabte et videnskabeligt klima på UKL og opmuntrede assistenterne til selvstændigt, videnskabeligt arbejde. I sin afskedsforelæsning fremhævede han med berettiget stolthed, at næsten alle daværende professorer i kemi var udgået fra hans laboratorium – men, typisk Biilman'sk, han kunne ikke tilbageholde en fortrydelig bemærkning om, at det ikke gjaldt dem alle, idet professor Carl Faurholt ved Farmaceutisk Læreanstalt var kommet fra Bjerrums laboratorium. (Nekrologer: Langseth 1946 og 1947. Se endvidere Bjerrum 1943 og Christiansen 1968).

1908-1947: *J*ohannes *N*icolaus *Brønsted* (1879-1947), m.sc. (kemi) 1902, dr. phil. 1908 (*Affinitetsstudier III*), var indtil sin udnævnelse til professor assistent ved UKL.

Som anerkendelse for Brønsteds videnskabelige arbejde bekostede Rockefeller fondet i 1928-29 opførelsen af Universitetets fysisk-kemiske Institut.

Jævnsides med sin videnskabelige virksomhed udfoldede Brønsted en betydelig virksomhed som lærer og lærebogsforfatter. Allerede i 1912 kom hans *Grundrids af den fysiske Kemi* og senere den større *Fysisk Kemi* (1936, i ændret form 1943). Som lærer i kemi for BME-linierne udgav han også en større lærebog i uorganisk kemi (1916).

Brønsted var en usædvanlig personlighed, der ved sin skarphed i logikken virkede ærefrygtindgydende. Han var imidlertid en mere kompliceret natur end den jævnalderende Niels Bjerrum, der var umiddelbar og usentimental. Brønsted kunne i sin fremtræden virke distant og arrogant, men han var også



Fig. 139. J.N. Brønsted (1879-1947). Professor i kemi ved Københavns Universitet 1908-47. Laurberg og Gad fot. 1917. Videnskabernes Selskab.

en emotionel natur, stærkt interesseret i malerkunst og musik (selv udøvende) og i den uberørte natur. På grund af hans interesse for Sønderjyllands sag blev han i 1947 med et stort antal personlige stemmer indvalgt i Folketinget, men nåede ikke at indtage sin plads her. Hans stærke engagement i sin nye formulering af termodynamikken indeholdt utvivlsomt også et følelsesmæssigt moment, selv om dette aldrig fik ham til at gå på akkord med sine strenge fordringer til logik og stringens.

Brønsted blev medlem af Videnskabernes Selskab allerede i 1914 og modtog i 1928 H. C. Ørsted medaillen sammen med Niels Bjerrum. (Nekrologer: Christiansen 1947, 1948, 1949, Bell 1950. Bibliografi i Brønsted Memorial Issue 1949. Se endvidere: Güntelberg 1950, Christiansen 1968, Bak 1974 og 1981).

1931-1958: *J*ens *A*nton *Christiansen* (1888-1969), K 1911, og derefter i 4 år ansat som assistent hos S. P. L. Sørensen på Carlsberg Laboratoriums kemiske afdeling, hvor han arbejdede med bestemmelse af det osmotiske tryk af ægalbuminopløsninger. I 1915 blev han ansat som assistent på UKL, hvor han deltog i undervisningen af lægestuderende og fra 1919 holdt forelæsninger over almen og uorganisk kemi (som lektor, i 1931 udnævnt til docent). Efter Jul. Petersens død blev han professor ved universitetet og bestyrer af KLA.

Christiansen havde ved sin disputats 1921 (*Reaktionskinetiske studier*) m.fl. arbejder skabt sig et navn som fysisk kemiker og efterfulgte i 1948 Brønsted som bestyrer af Fysisk-kemisk Institut. I 1928 var han på et studieophold i Berlin hos *M. Bodenstein*. Han blev medlem af Videnskabernes Selskab i 1934 og modtog H. C. Ørsted medaillen i 1959.

Christiansens indsats for kemiundervisningen samt det skandinaviske og internationale samarbejde inden for kemien var betydelig. Han var medstifter af Acta Chemica Scandinavica og 1951-59 formand for den internationale kemiske unions udvalg for fysisk-kemiske symboler og enheder. Som dansk kemis grand old man efter 1950 og med hans lidt distræte væsen og en god portion »jysk« stædighed var han en repræsentant for den gamle professortype: Ein Herr, der anderer Ansicht ist (sentensen skyldes den tyske kirurg August Bier, men blev hyppigt citeret af Biilmann i formen »Ein Herr anderer Meinung«).

Christiansen har publiceret ca. 100 afhandlinger samt 1. del af en lærebog i fysisk kemi og flere større håndbogsartikler (bibliografi indtil 1935: Veibel 1943; en fuldstændig bibliografi foreligger ikke). (Nekrologer: Veibel 1970, Bak 1969).

1938-61: *A. W. Langseth* (1895-1961) blev ansat ved UKL i 1922 uden at have nogen embedseksamen, men med to guldmedailler for prisspørgsmål i fysik og kemi (1917 og 1921). Efter et studieophold hos *V. Henri* i Zürich 1928-29 blev han i 1930 dr.phil. på afhandlingen *Spektroskopiske Studier*. På grund af hans betydningsfulde moleculspektroskopiske arbejder blev han medlem af Videnskabernes Selskab i 1936, og i 1938 udnævnt til ekstraordinær professor. I 1943 efterfulgte han Biilmann som ordinær professor og bestyrer af UKL. I 1952 modtog han H. C. Ørsted medaillen.

Langseth deltog ivrigt i planlægningen af det nye kemiske laboratorium på H. C. Ørsted Institutet, men døde uventet, kort før overflytningen af hans laboratorium til Kemisk Laboratorium III. (Nekrologer: Christiansen 1961, 1962, med bibliografi; Bak 1962).

1948-79: *Jannik Bjerrum* (f. 1909), m.sc. (kemi) 1932, dr.phil. 1941 (*Metal Ammine Formation in Aqueous Solutions*). Efter ansættelse ved universitetets medicinsk-fysiologiske institut og studieophold på Rockefeller Institute i New York blev han i 1936 ansat som assistent ved UKL. I 1948 udnævnt til professor i kemi og bestyrer af KLA indtil 1960, derefter af Kemisk Laboratorium I 1960-79. Medlem af Videnskabernes Selskab 1948.

1950-78: *Kai Arne Jensen* (f. 1908). m.sc. (kemi) 1932, dr.phil. 1938 (*De koordinativt firegyldige metallers stereokemi*), blev allerede som student ansat på KLA, men flyttede i 1933 til UKL. Ekstraordinær professor 1950, ordinær professor og bestyrer af Kemisk Laboratorium II, 1960-78. Studieophold i



Fig. 140. J. A. Christiansen (1888-1969). Professor ved Københavns Universitet 1931-58. Bestyrer af Polyteknisk Læreanstalts kemiske laboratorium A 1931-48, derefter af Fysisk-kemisk Institut 1948-58. Elfelt fot. 1958. Videnskabernes Selskab.

Oslo, Danzig, Paris og Zürich. Medlem af Videnskabernes Selskab 1948, H. C. Ørsted medaillen 1977.

Jævnsides med sit videnskabelige arbejde har K. A. Jensen ydet væsentlige bidrag til det danske og internationale nomenclaturarbejde (medlem af IUPAC's kommission for uorganisk-kemisk nomenclatur siden 1949, formand 1957-72) og skrevet flere lærebøger og andet undervisningsmateriale: *Almen Kemi I-II* (1957-59), *Grundrids af den organiske kemi* (1964), *Noter til Kemi 5*, m.m.

1957-82: *Børge Bak* (f. 1912), cand.mag. (kemi) 1936, dr.phil. 1943 (*Det indremolekylære Potential*). Fra 1936 ansat ved UKL, desuden 1950-57 lektor i molecul spektroskopi ved DTH. I 1957 udnævnt til ekstraordinær professor i molecul spektroskopi ved universitetet (i 1965 omdannet til et ordinært professorat). Bestyrer af Kemisk Laboratorium V 1960-69. Studieophold i Berkeley, Columbus og Ottawa, gæsteprofessor ved flere udenlandske universiteter. Medlem af Videnskabernes Selskab 1958. Har skrevet en lærebog i molecul spektroskopi *Elementary Introduction to Molecular Spectra* (1963, også oversat til spansk).

1959- : *C*arl *J*ohan *Ballhausen* (f. 1926), m.sc. (kemi) 1954, dr.phil. 1958 (*Elektrontilstande i Komplekser af 1. Overgangsgruppe*). Assistent ved KLA 1954,



Fig. 141. A. W. Langseth (1895-1961). Professor i kemi ved Københavns Universitet. Videnskabernes Selskab.

studieophold ved Harvard University og Bell Telephone Laboratories, assistant prof. ved University of Chicago 1958, professor ved Københavns Universitet 1959. Gæsteprofessor ved flere udenlandske universiteter. Medlem af Videnskabernes Selskab 1965.

Ballhausens bog *Introduction to Ligand Field Theory* er skelsættende inden for kvantekemien; dens internationale betydning illustreres af, at den også er oversat til russisk og japansk. Med H. B. Gray som medforfatter har han skrevet *Molecular Orbital Theory* (1964).

Øvrige lærere ved UKL 1892-1962. I de første år af laboratoriets tilværelse skete der en betydelig udskiftning af videnskabelig assistenter. Ved overflytning til Østervoldgade fratrådte Wunsch (han fortsatte ikke – som anført af Veibel 1943 og i Farmaceutisk Stat – til 1900), Emil Petersen fratrådte i 1893, Neuhaus afgik ved døden i 1897 og Krenchel fik apotekerbevilling i 1900. Stillingen som 1. assistent blev i 1905 omdannet til en inspektørstilling. På grund af forøgede undervisningsforpligtelser blev der gentagne gange bevilget nye assistentstillinger, således at antallet steg fra 4 til 10 i denne periode. Der

er ikke i den følgende fortegnelse skelnet mellem de forskellige betegnelser, der i tidens løb har været anvendt for forskellige lærerkategorier (1.-4. assistent, hjælpeassistent, fast videnskabelig assistent, amanuensis, o.a.), men lektorater er anført. På grund af det stærkt forøgede antal stillinger efter 1945 er disse opført summarisk.

1892-1936: *Aage Kirschner* (1870-1952), K 1893, inspektør ved UKL 1905-1936.

1893-1902: *M. C. Harding,* (1865-1928), K 1892, blev i 1902 inspektør ved Polyteknisk Læreanstalt. Ved H. C. Ørsted mødet i 1920 fungerede han som generalsekretær og udgav H. C. Ørsteds videnskabelige korrespondance.

1897-99: *C. V. Schou* (1873-1933), K 1896, fra 1901 medejer af patentbureauet Budde, Schou & Co. Poul Bergsøes medarbejder (Bergsøe 1964).

1899-1915: *Christian Winther* (1873-1968), m.sc. (kemi) 1897, dr.phil. 1907 (*Bidrag til den optiske Drejnings Teori*), docent i kemi ved universitetet 1915-1919, professor i kemi ved Polyteknisk Læreanstalt 1919-1943. Desuden docent i fotokemi 1912-1914, i fotokemi og fotografi 1914-1919 ved Polyteknisk Læreanstalt, og docent i kemi ved Tandlægeskolen 1933-1946. (Nekrolog: Rancke-Madsen 1968; se også Christiansen 1943, Winther 1954 og 1962).

1900-01: *Chr. F. Petri* (1872-1955), m.sc. (kemi) 1899, forstander for Orlogsværftets kemiske laboratorium 1901-07, fra 1907 indehaver af et kemikaliefirma.

1901-03: *Margrete Bose f. Heiberg* (1865-1952), m.sc. (kemi) 1901, professor i fysik ved universitetet i La Plata, Argentina 1909-41, gift 1903 med den tyske fysiker H. E. Bose (1874-1911).

1902-12: *Niels Bjerrum* (1879-1959), m.sc. (kemi) 1902, dr.phil. 1908 (*Studier over basiske Kromforbindelser*), docent i kemi ved universitetet 1912-14, professor i kemi ved KVLH 1914-49. (Linderstrøm-Lang 1949, Bjerrum 1949, Tovborg Jensen 1968. Nekrologer: Tovborg Jensen 1959, Christiansen 1959).

1903-05: *O. Hagemann* (1880-1978), K 1903.

1905-09: *J. N. Brønsted,* bliver professor 1909.

1909-15: *V. Farsøe* (1882-1915), K 1906, assistent ved KLA 1906-09.

1908-09: *Johannes Witt* (1883-1946), K 1907, flyttede til Fysisk-kemisk Laboratorium 1909-13 og blev i 1915 lærer i fysik og kemi ved Manchurian College i Mukden.

1909-11 og 1914-17: *Ulla Starcke* (1884-1968), m.sc. (kemi) 1912, gift i 1918 med Johannes Witt.

1909, 1911-13 og 1916-17: *H. N. K. Rørdam* (1878-1954), kaptajn, m.sc. (kemi) 1912, dr.phil. 1925 (*Studies on Activity*), assistent ved Kemisk Laboratorium B 1917-48, lærer i kemi ved Officerskolen 1919-37.

1911-20: *Agnes Hoff* (1884-1920), K 1911.

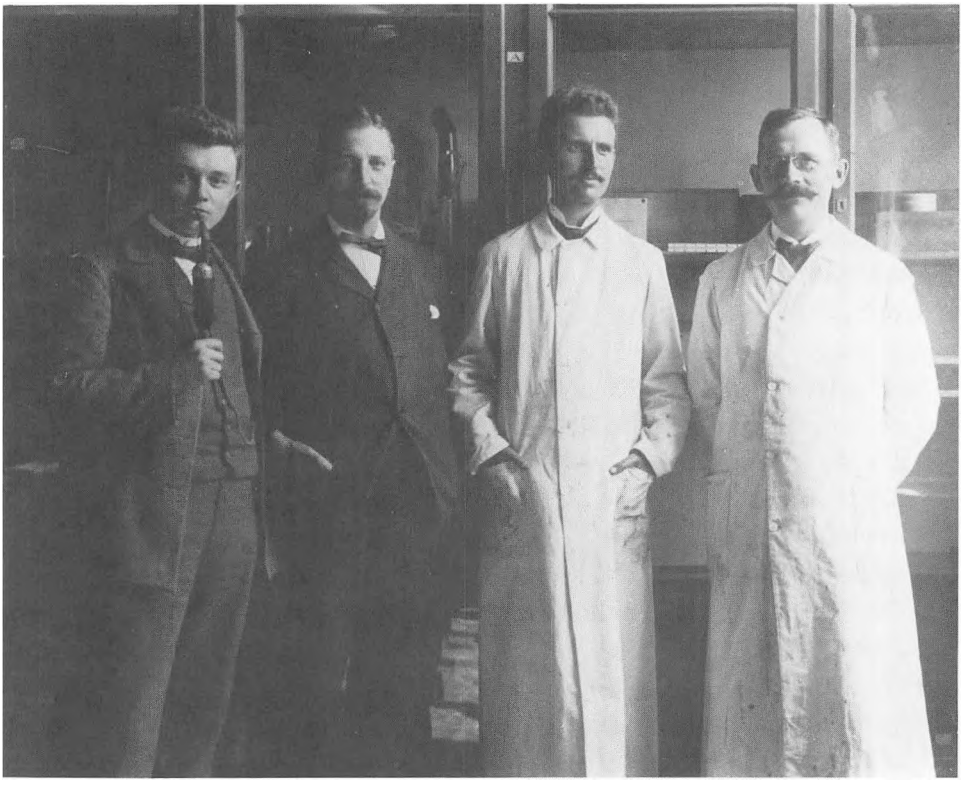


Fig. 142. Assistenterne ved UKL 1901. Fra venstre Chr. Winther, Chr. F. Petri, Aage Kirschner og M. C. Harding. Niels Bergs samling, KL III.

1914-19: *Johanne Bjerrum g. Bentzon* (1886-1979), K 1913.

1915-31: *J. A. Christiansen,* bliver professor 1931.

1917-54: *Karin Thaulow* (1884-1973), K 1911, inspektør ved UKL 1936-54.

1917-22: *H. Baggesgaard Rasmussen* (1888-1960), cand.pharm. 1910, dr.phil. 1922 (*Studier over Tiamidernes Konstitution*), professor i organisk kemi ved Farmaceutisk Læreanstalt 1922-58. (Nekrolog: Jerslev 1960).

1919-33: *Hakon Lund* (1898-1979), cand.mag. (kemi) 1920, dr.phil. 1926 (*Studier i Trifenylmetangruppen*), 1932-33 lektor ved UKL. Professor i kemi ved Aarhus Universitet 1933-68. (Veibel 1968, Lund 1968, Aarhus Universitet 1978, s. 104. Nekrologer: Jensen 1980 og 1980, med bibliografi).

1920-43: *Stig Veibel* (1898-1976), K 1920, dr.phil. 1926 (*Studier over nitreringsprocessen*), 1932-43 tillige lektor og 1943-68 professor i organisk kemi ved DTH. (Christiansen 1968. Nekrologer: Kjær 1976, Lund 1977).

1921-22: *J. F. Kühl* (1893-1955), K 1916.

1922-26: *E. Heikel Vinther* (1894-1975), K 1917.

1923-24: *Inger Krarup g. Sønderhousen* (f. 1898), K 1922.

1922-38: *A. Langseth,* bliver professor 1938.

1924-25: *Kristian Højendahl* (1898-1980), K 1919, Ph.D. (Liverpool) 1924, dr.phil. 1928 (*Studies of Dipole-Moment*). Assistent ved Landhohøjskolens kemiske laboratorium 1925-68.

1926-62: *Andreas Klit* (1902-66), K 1926, dr.phil. 1943 (*Studier over fraktionereret destillation*), afdelingsleder ved Kem. Lab. II 1962-66. (Nekrolog: Jensen 1967).

1928-62: *Niels Berg* (f. 1903), K 1927, m.sc. (kemi) 1930, inspektør ved UKL 1954-62, lektor i kemiske undervisningsforsøg, 1962-72 afdelingsleder ved Kem. Lab. III.

1933-50: *K. A. Jensen,* bliver professor 1950.

1936-48: *Jannik Bjerrum,* bliver professor 1948.

1936-57: *Børge Bak,* bliver professor 1957.

1944-62: *Eva Bang, f. Møller* (f. 1917), cand.mag. (kemi) 1942, fra 1962 ved Kem. Lab. I.

1938-61: *E. Egelund Pedersen* (1912-1970), cand.mag. (kemi) 1938. Afdelingsleder ved Kem. Lab. II 1961-70.

1945-57: *Anders Kjær* (f. 1919), K 1943, dr.phil. 1955 (*Bidrag til 5(4)-Imidazolernes Kemi*), professor i organisk kemi ved KVLH 1957-68, ved DTH fra 1968.

1945-46: *Chr. Knakkergaard Møller* (f. 1920), m.sc. (kemi) 1945, dr.phil. 1961 (*Dobbeltsaltstudier*), afdelingsleder ved Kem. Lab. III 1961-66, professor ved Odense Universitet fra 1966.

Efter 1945 ansattes: Børge Nygaard (1923-1976), Niels Groving (1929-1971), F. A. Andersen, Svend Brodersen (professor i kemisk fysik ved Aarhus Universitet 1961), Jens Toft, R. Boe Jensen, O. Buchardt (professor 1973, se næste afsnit), D. H. Christensen, J. Rastrup-Andersen, S. Wagner, Thorvald Pedersen og H. C. Bremer.

Uden at være ansat ved laboratoriet har bl.a. følgende danskere deltaget i det videnskabelige arbejde:

A. Wøhlk (1869-1949), cand.pharm. 1887, m.sc. (kemi) 1897, fra 1911 apoteker.

E. Høst-Madsen (1882-1974), cand.pharm. 1904, dr.phil. 1912 (*Kritiske Studier over Alkoholaters og Basers Indvirkning paa organiske Halogenforbindelser*), fra 1912 apoteker.

Jakob Blom (1898-1965), dr. fra Kiels Universitet 1923, fra 1929 forstander for Tuborg Bryggeriernes kemiske laboratorium. (Nekrolog: Christiansen 1965).

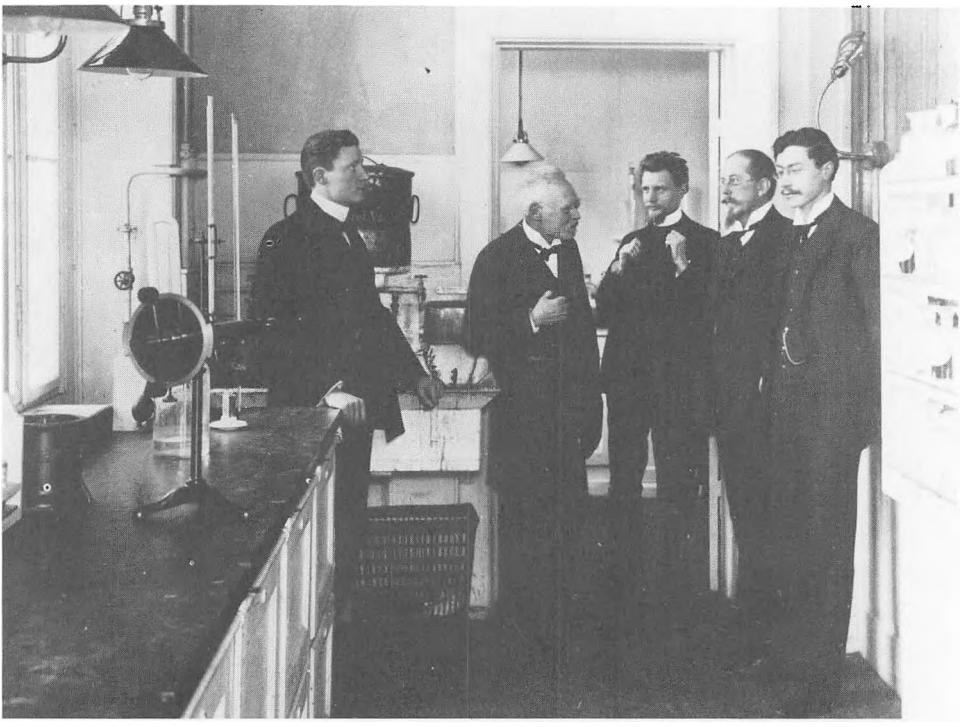


Fig. 143. S. M. Jørgensen med sine assistenter på KLA, 1907. Fra venstre Knud Estrup, S. M. Jørgensen, H. Bjørn Andersen, Julius Petersen og V. Farsøe. Carlsbergfondets billedarkiv.

Øvrige lærere ved KLA 1890-1962.

1889-1908: *Julius Petersen,* bliver professor 1908.

1892-1901: *S. P. L. Sørensen* (1868-1939), m.sc. (kemi) 1891, dr.phil. 1899 (*Studier over Kobaltidoxalater*). 1901-38 direktør for Carlsberg Laboratoriums kemiske afdeling. (Nekrologer: Bjerrum 1939, Linderstrøm-Lang 1941. Se også: Jørgensen 1934, Christiansen 1968, Møller 1968).

1898-1907: *Einar Biilmann,* bliver professor 1907.

1900-32: *H. Bjørn Andersen* (1874-1932), m.sc. (kemi) 1899, lektor i kvantitativ analyse 1920-32, docent i kemi ved Tandlægeskolen 1902-32.

1907-54: *Knud Estrup* (1884-1978), K 1907, dr.phil. 1915 (*Studier over Elektrolytokklusion i Tilknytning til Sulfatbestemmelse*). (Nekrolog: Hofman-Bang 1978).

1906-09: *V. Farsøe,* flytter til UKL, s.d.

1908-09: *N. S. Borch* (1884-1965), K 1907.

1912-13: *E. Güntelberg,* flytter til Fysisk-kemisk Laboratorium.

1913-54: *Inger Wulff* (1888-1978), K 1913.

1913-33: *E. Buch-Andersen* (1892-1937), K 1917, dr.phil. 1926 (*Studier over Dannelse af Ammoniak ved Elektronstød*), professor i fysik ved Aarhus Universitet 1933-37. (Nekrologer: Fischer 1937, Bjerge 1937).

1920-25 og 1933-55: *Max Møller* (1894-1963), K 1919, dr.phil. 1937 (*Studies on Aqueous Solutions of Iron Thiocyanates*), professor i Bangkok 1925-31, i USA 1933-34, lektor i kvantitativ analyse ved KLA 1933. I 1944 overtog han ved professor Winthers afgang et lektorat i fotokemi og videnskabelig fotografi, i 1950 udvidet til også at omfatte reproduktionsteknik, og var 1955-63 ekstraordinær professor i disse fag ved DTH. (Nekrolog: Winther 1964).

1924-37: *S. Kühnel Hagen* (f. 1894), officer (våbenteknisk eksamen 1923).

1928-33: *K. A. Jensen,* flytter til UKL.

1926-28 og 1932-43: *R. W. Asmussen* (f. 1903), m.sc. (kemi) 1932, dr.phil. 1944 (*Magnetokemiske Undersøgelser*), efter konkurrence (Årbog 1943-44, s. 305-06) professor i kemi for MBE-linierne ved DTH.

1933-59: *E. Rancke-Madsen* (f. 1910), cand.mag. (kemi) 1933, dr.phil. 1958 (*The Development of Titrimetric Analysis till 1806*), professor i kemi ved DLH 1959-80.

1935-40: *E. Knuth-Winterfeldt* (1912-78), m.sc. (kemi) 1935, dr.techn. 1953 (*Korttidsmetoder til metallografisk elektropolering ved stuetemperatur*), ansat ved Dansk Industrisyndikat 1940-52, professor i metallære ved DTH 1952-75, rektor ved DTH 1959-75. (Nekrolog: Langer 1978).

1940-43 og 1944-60: *N. Hofman-Bang* (f. 1915), K 1940, dr.phil. 1952 (*The Iodine Azide Reaction*), 1960-82 professor i uorganisk kemi ved DTH.

Efter 1944 ansattes følgende: Palle Andersen, Hakon Nord (1932-1970), E. Warming, Paul Brandt, Ingeborg Poulsen, K. G. Poulsen, S. E. Rasmussen (professor i uorganisk kemi ved Aarhus Universitet 1959), Flemming Woldbye (professor i uorganisk kemi ved DTH 1967), C. J. Ballhausen (professor 1959), C. Klixbüll Jørgensen (professor i Genève), C. E. Schäffer (professor 1982), Mogens Schmidt, Torben Nielsen og Kirsten Michelsen.

Uden at være ansat ved laboratoriet har bl.a. følgende danskere deltaget i det videnskabelige arbejde:

J. C. Gjaldbæk (f. 1915), cand.pharm. 1939, dr.phil. 1954 (*Opløselighed af gasser i vædsker*), professor i kemi ved DFH 1965-78.

V. Sten Andersen (1910-1975), cand.pharm. 1937, dr.phil. 1954 (*Om brintoveriltes spaltning*), professor i kemi ved DFH 1960-75.

Øvrige lærere ved Det fysisk-kemiske Laboratorium (incl. KLB indtil 1919, og indtil 1931 under DTH) og *Fysisk-kemisk Institut* (Universitetet).

1909-13: *Johs. Witt,* se under UKL.

1909-11: *G. Laub* (1886-1944), K 1910.

1911-13: *S. Sak* (1883-1950), cand.pharm. 1903, fra 1913 ved A/S De danske Spritfabriker og Dansk Gæringsindustri (direktør 1918-27).

1912-41: *Agnes Delbanco f. Petersen* (1886-1941), K 1913.

1913-55: *E. Güntelberg* (1885-1962), dr.phil. 1938 (*Studier over Elektrolyt-Aktiviteter*), lektor i fysisk kemi ved DTH 1936-55. (Nekrolog: Koefoed 1962).

1913-16 og 1917-19: *N. H. K. Rørdam,* se under UKL.

1916-18: *K. Hofgaard* (1894-1962), K 1919, dr.techn. 1937, fra 1919 ansat ved Otto Mønsted A/S (direktør 1941-62).

1921-41: *Kirsten Vollquartz (f. 1893), K 1919, ansat ved Aarhus Universitets biokemiske institut 1942-63.*

1922-23: *Kai J. Pedersen* (f. 1899), K 1922, Ph.D. (Bristol), dr.phil. 1932 (*Den almindelige Syre- og Basekatalyse*), ansat ved Landbohøjskolens kemiske laboratorium 1923-69.

1940-42: *H. C. Halvard* (f. 1916), K 1949.

1941-43 og 1945-50: *Thomas Rosenberg* (1909-63), m.sc. (kemi) 1938, ansat som leder af Nordisk Insulinlaboratoriums forskningsafdeling 1950-56 og ved Atomenergikommissionens Forskningsanlæg Risø 1956-63 (Nekrolog: Jacobsen 1963).

1942-62: *J. Kofoed* (1920-80), m.sc. 1943 (kemi og teoretisk fysik). I 1957 lektor og fra 1963-80 professor i fysisk kemi ved DTH.

Efter 1946 ansattes følgende: A. E. Lansner, J. Graae, Arne E. Nielsen (professor i medicinsk kemi 1968), Thor A. Bak (professor i kemi 1963, se næste afsnit) og C. E. Jensen (1917-1959).

Uden at være ansat ved laboratoriet har bl.a. følgende danskere deltaget i det videnskabelige arbejde:

A. Tovborg Jensen (1911-81), K 1934, dr.phil. 1948 (*Krystallinske Salthydrater*), professor i kemi ved KVLH 1949-81.

Helmer Kofod (f. 1916), cand.pharm. 1941, D.Phil. 1950 (Oxford), dr.phil. 1960 (*Oxyurinstof*), professor i kemi ved DFH fra 1958.

Laboratorieundervisning

Universitetslaboratoriets undervisning omfattede i de første år efter dets oprettelse kun de elementære, obligatoriske øvelser i kvalitativ analyse for lægestuderende og studerende til skoleembedseksamen i matematik, fysik, astronomi og kemi. Øvelser i undervisningsforsøg for sidstnævnte blev indført i 1904. Desuden afholdtes medicofysiske øvelser på laboratoriet indtil 1907. I 1905 blev øvelser i titreranalyse flyttet fra Fysiologisk Laboratorium til UKL. *Chr. Winther* skrev en vejledning i titreranalyse (1909), som kom i flere oplag



Fig. 144. Øvelser i almen kemi 1920-21. Stående til højre Stig Veibel. Niels Bergs samling, KL III.

og blev benyttet, indtil titreranalysen i 1929 på grund af pladsmangel på UKL blev flyttet til Biokemisk Institut (Årbog 1929-30, s. 140-141). Chr. Winther skrev også en lærebog i kvalitativ analyse (1905, 6. udg. 1932) til brug ved øvelserne. I 1912 indførtes et øvelseskursus i almen kemi (udarbejdet af *Niels Bjerrum*). De ovennævnte studerende havde herefter øvelser i titreranalyse og almen kemi i 1 semester og kvalitativ analyse i 1 semester (2 × 3 timer ugl.). Antallet af studerende, der fulgte øvelserne, steg fra ca. 100 til ca. 400 pr. semester i tidsrummet 1900-1950. Undervisningen i kemi til lærerprøven, incl. undervisningsforsøgene, blev i 1944 omdannet til et lektorat for *Niels Berg*.

Øvelser i organisk kemi (organisk syntese og analyse) fandt først sted fra 1907 for universitetsstuderende, og fra 1909 overflyttedes denne undervisning også for polytekniske studerende til UKL. Professor *Biilmann*, der havde overtaget undervisningen i organisk kemi efter *S. M. Jørgensen*, fandt det naturligt, at den praktiske undervisning i organisk kemi flyttedes til det laboratorium, hvoraf han var bestyrer, altså UKL, og dette blev tiltrådt af læreanstaltens direktør, som anbefalede, at de fornødne midler til indretning af laboratorierne, blev bevilget.

Det er værd at bemærke, at Biilmann ikke blot begrundede sit forslag med pædagogiske hensyn, men også med, at det ville være af betydning for den videnskabelige udvikling af den organiske kemi (Årbog 1908-09, s. 559). UKL havde hidtil kun haft ren elementær undervisning, som ikke kunne virke særlig inspirerende på lærerne; men en videregående undervisning ville føre



Fig. 145. Der blandes eksamensanalyser 1944. Fra venstre laboratoriebetjent C. Mortensen, laboratoriemester J. Larsen, lektor Niels Berg og inspektør Karin Thaulow. Niels Bergs samling, KL III.

til, at laboratoriet i videnskabelig og laboratorieteknisk henseende kunne holde sig på højde med tiden og blive sat i stand til at gennemføre videnskabeligt arbejde. I denne henseende var det vigtigt, at laboratoriet disponerede over et meget værdifuldt bibliotek med flere løbende tidsskrifter.

Tiden viste, at undervisningen af polyteknikere skulle blive af overordentlig stor betydning for udviklingen af den organiske kemi her i landet. Undervisningen skulle også følges af universitetsstuderende med kemi som hovedfag, men dem var der i mange år næsten ingen af. Medens der havde været adskillige magisterkonferenser i kemi omkring århundredeskiftet (10 fra 1897 til 1905), blev der fra 1905 til 1929 kun promoveret to magistre i kemi (som begge var assistenter ved laboratoriet). I 1920'erne kom der igen magisterkonferensstuderende i kemi, og desuden meldte der sig fra ca. 1918 studerende til skoleembedseksamen med kemi som hovedfag. Denne eksamen var blevet indført i 1917 (tidligere kunne astronomi og kemi ikke være hovedfag), og de første, der tog denne eksamen, var *Hakon Lund* samt *N. V. Due* og *K. Kobberø*, der som gymnasielærere fik stor indflydelse på gymansieundervisningen i kemi. Indtil 1942 var der dog gennemsnitlig mindre end 2 universitetsstuderende pr. semester til øvelserne i organisk kemi, medens der

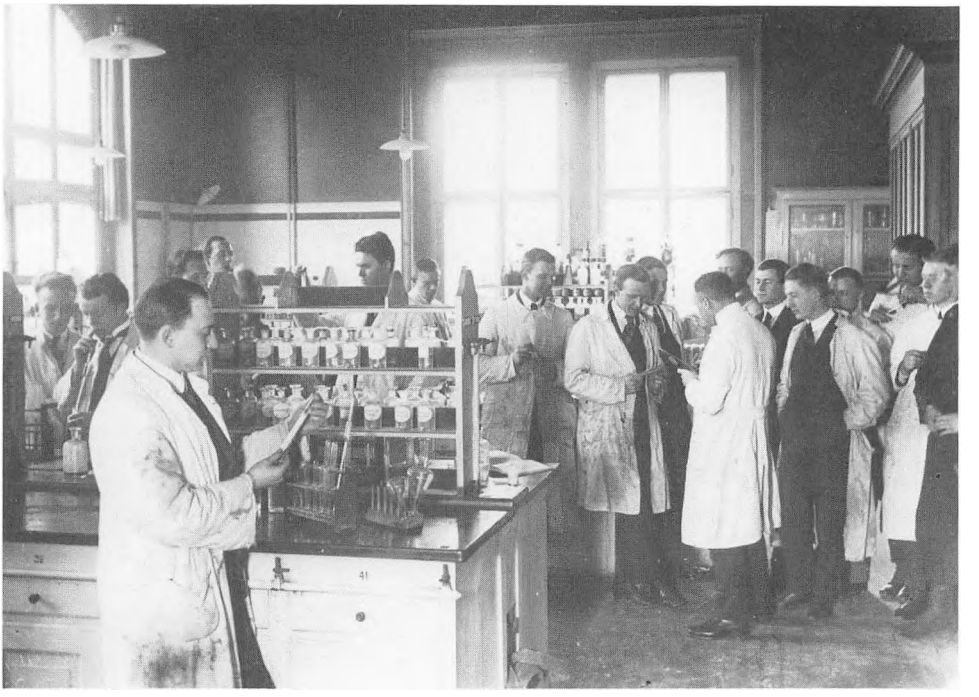


Fig. 146. Øvelser i organisk kemi 1920-21. Lærerne er E. Heikel Vinther (forrest) og H. Baggesgaard Rasmussen. Niels Bergs samling, KL III.

var ca. 30 polyteknikere. Derefter steg antallet af konferensstuderende voldsomt. Fra 1929 til 1950 promoveredes 26 magistre i kemi og fra 1950 til 1968 (sidste konferens i kemi) 63. Fra 1922 indtil indførelse af cand.scient. graden, blev endvidere 35 cand.mag. med kemi som hovedfag.

Øvelserne i organisk kemi blev oprindeligt gennemført med 5 ugentlige øvelsesdage (laboratoriet åbent for øvelser 10-17) i 2 semestre, således at syntese og analyse hver disponerede over 1 semester. I 1934 blev det på grund af det stigende antal studerende nødvendigt at omlægge undervisningen, så både syntese og analyse afvikledes på 1 semester med 6 ugentlige arbejdsdage. Denne ordning blev ved indførelsen betegnet som »midlertidig«, men skulle vise sig at blive permanent.

I begyndelsen af tyverne havde *Baggesgaard Rasmussen* ledelsen af øvelserne i organisk kemi, men da han i 1922 blev professor i organisk kemi ved Farmaceutisk Læreanstalt, blev undervisningen i organisk syntese overdraget til *Hakon Lund* og i organisk analyse til *Stig Veibel*. Øvelserne i organisk analyse foregik indtil slutningen af tyverne på grundlag af en for sin tid udmærket lærebog af *Farsøe*, hvorefter man skulle analysere en blanding af organiske forbindelser indenfor et meget begrænset udvalg (ca. 100). Veibel



Fig. 147. Biblioteket på UKL ca. 1923. Siddende på stigen H. Baggesgaard Rasmussen og i sofaen A. Langseth. K. Wieghorst fot. Niels Bergs samling, KL III.

var imidlertid gået i gang med at udarbejde et kursus i stofidentifikation, hvorefter man skulle identificere et rent (principielt vilkårligt) organisk stof ved kvalitativ påvisning af dets funktionelle grupper og bestemmelse af dets ækvivalentvægt ved kvantitativ analyse af en eller flere af disse grupper samt fremstilling af derivater af den udleverede forbindelse og sammenligning af disses smeltepunkter med litteraturangivelser. Dette kursus, der altså omfattede kvalitativ og kvantitativ analyse, præparation og litteratursøgning, gav de studerende et langt dybere indblik i organisk kemi end den gamle form for analyse. De fleste studerende var meget interesserede i dette »detektivarbejde« og blev derigennem motiverede for at beskæftige sig mere indgående med organisk kemi. I 1926 udgav Veibel 1. udgave af sin vejledning i organisk stofidentifikation og arbejdede fortsat på at perfektionere dette kursus. Først efter 1950 er der ved indførelse af chromatografiske og spektroskopiske metoder sket en radikal ændring af den organiske stofidentifikation (Veibel 1963, 1968).

Da professor Biilmann var gået af, fik DTH sin egen undervisning i

organisk kemi, idet der som nævnt blev indrettet et organisk-kemisk laboratorium i tagetagen i kemifløjen, Sølvgade 83, og Veibel i 1944 blev udnævnt til professor i organisk kemi ved læreanstalten (Den polytekniske Læreanstalt 1954, s. 99-103). Undervisningen af polyteknikere i organisk kemi på UKL afvikledes i løbet af det følgende år, således at det sidste kursus for polyteknikere blev afholdt i forårssemestret 1945. Samtidig var antallet af konferensstuderende, der skulle have øvelser i organisk kemi, steget betydeligt, nemlig fra 8 i 1940 til 32 i 1949. Dette skyldtes dels, at der på grund af adgangsbegrænsningen ved Polyteknisk Læreanstalt meldte sig flere, der ønskede at tage magisterkonferens i kemi, men også, at der var blevet oprettet et konferensstudium i biokemi, hvortil organisk-kemiske øvelser af lignende omfang som til konferensstudiet i kemi var obligatoriske. Dette betød også, at undervisningsbyrden ved undervisning i organisk kemi, sammenlignet med medicinerundervisningen, ikke var blevet mindre.

Undervisningen i uorganisk kemi af universitetsstuderende med hovedfag kemi foregik på KLA efter Julius Petersens lærebøger i kvalitativ og kvantitativ analyse. Laboratorieundervisningen i kvalitativ analyse blev varetaget af *Buch Andersen* (indtil 1933), *Kühnel Hagen* og (fra 1933) *Rancke-Madsen.* De to sidstnævnte moderniserede den kvalitative analyse og skrev to sammenhørende vejledninger, der afløste Jul. Petersens bog. Undervisningn i kvantitativ analyse blev varetaget af *Bjørn Andersen,* der i 1920 blev lektor i faget. Ved hans død i 1932 blev *K. A. Jensen* konstitueret som lektor i kvantitativ analyse, indtil stillingen i 1933 blev overtaget af *Max Møller,* der tidligere havde været ansat ved laboratoriet. I 1944 overtog Rancke-Madsen dette lektorat. Undervisningen i uorganisk præparation blev i mere end 40 år varetaget af *Knud Estrup.* Laboratorieundervisningen i uorganisk kemi (kvalitativ og kvantitativ analyse samt præparation) beslaglagde oprindelig 4 ugl. øvelsesdage i 5 semestre, heraf 3 til kvalitativ analyse, som dog i 1911 måtte afgive ½ semester til kvantitativ analyse. Senere blev antallelt af øvelsesdage indskrænket til 3, undtagen for hovedkursus i kvantitativ analyse (5. semester), og den kvalitative analyse blev yderligere indskrænket til 2 semestre (sml. Den polytekniske Læreanstalt 1954, s. 91-95).

Den stærkt forøgede tilgang af magisterkonferensstuderende efter 1945 betød også en belastning for KLA og var medvirkende til, at en fuldstændig adskillelse af universitetets og læreanstaltens undervisning efterhånden fremtrådte som den eneste rationelle løsning.

Flytningen af fysisk kemi til instituttet Blegdamsvej 19 betød væsentlig bedre laboratorieforhold både for forskning og undervisning i fysisk kemi. Øvelser i fysisk kemi var siden lærestolens oprettelse i 1908 blevet afholdt med 1 ugentlig arbejdsdag i 2 semestre, altså væsentlig mindre end øvelserne i



Fig. 148. Øvelser i uorganisk præparation på KLA. I baggrunden Knud Estrup. Carlsbergfondets billedarkiv.

uorganisk og organisk kemi. Da instituttet imidlertid fortrinsvis var indrettet til forskning, betød den stigende tilgang til konferensstudiet i kemi og biokemi efter 1945 også en kritisk belastning af denne undervisning. En væsentlig del af æren for de meget vel tilrettelagte øvelser i fysisk kemi tilkommer *Güntelberg,* der i ca. 40 år ledede denne undervisning.

Med personskifterne efter 1948 skete der vel en del justeringer af laboratorieundervisningen, men mere radikale ændringer blev først gennemført efter laboratoriernes udflytning til H. C. Ørsted Institutet.

Forelæsninger

Efter personskifterne i 1907-09 skete der en væsentlig udvidelse af undervisningen i kemi (Årbog 1907-10, s. 1326-28). De kemiingeniørstuderende, der hidtil kun havde haft uorganisk kemi til 1. del og organisk kemi til 2. del, skulle nu have begge dele både til 1. og 2. del. Desuden blev fysisk kemi obligatorisk til 2. del.

Da den organiske kemi efter *Biilmanns* udnævnelse var blevet flyttet til UKL, kom kemiingeniørstuderende til at høre 1. dels forelæsninger sammen med de lægestuderende. Biilmann skrev en lærebog som grundlag for disse forelæsninger og holdt dem indtil sin afgang i 1943. For 2. dels studerende og universitetsstuderende med kemi som hovedfag holdt Biilmann ligeledes forelæsninger og skrev en lærebog som afløser af S. M. Jørgensens lærebog i organisk kemi. Da *Veibel* i 1932 var blevet lektor ved DTH overtog han en del af 2.dels undervisningen, og da han i 1944 blev professor ved DTH overtog han også forelæsningerne til 1. del for kemiingeniørstuderende, medens *Langseth* overtog forelæsningerne i organisk kemi for lægestuderende.

Eksperimentalforelæsningen i uorganisk kemi for universitetsstuderende blev efter *Jul. Thomsen* fortsat af *Emil Petersen* og derefter succesivt af *Niels Bjerrum, Chr. Winther, J. A. Christiansen, Hakon Lund* og *Langseth,* på grundlag af Biilmanns lærebog. Da Langseth blev Biilmanns efterfølger, foretak han at holde organisk-kemiske forelæsninger, og forelæsningerne over almen og uorganisk kemi blev overtaget af *K. A. Jensen.* Denne eksperimenterede i flere år med at modernisere forelæsningernes indhold. Efter nogle duplikerede noter kom i 1957-59 hans *Almen Kemi I-II.* Den var mere end dobbelt så stor som Biilmanns lærebog, men der var lagt vægt på, at den skulle indeholde materiale af interesse for de forskellige kategorier af studerende (for stud. mag.'er også til lærer- og fagprøven) samt tjene som håndbog for læger og gymnasielærere. Efter at K. A. Jensen i 1960 også havde overtaget forelæsningerne i organisk kemi skrev han en lærebog i organisk kemi som *Almen Kemi III.*

På KLA begyndte *Jul. Petersen* i 1908 at holde eksperimentalforelæsninger over uorganisk kemi for kemiingeniørstuderende. Disse forelæsninger adskilte sig indholdsmæssigt ikke væsentlig fra forelæsningerne på UKL. Til 2. del holdt Jul. Petersen et udvidet kursus i uorganisk kemi med benyttelse af Brønsteds lærebog + det tillæg, han selv havde skrevet. Hans efterfølgere gik over til at benytte udenlandske lærebøger.

Brønsted holdt forelæsninger i uorganisk kemi for MBE-linierne og skrev en lærebog for sine tilhørere. Denne skød dog langt over målet og blev senere af Jul. Petersen overtaget som lærebog for kemiingeniørstuderende – både til 1. og 2. del! Da *Chr. Winther* i 1919 havde overtaget kemiundervisningen for MBE-linierne skrev han en lærebog i kemi, som var meget forskellig fra tidligere lærebøger ved ikke at indeholde stofkemi, idet Winther forventede, at de studerende havde fået de fornødne kundskaber heri i skolen eller til adgangsprøven. Uheldigvis var der mange trykfejl i 1. udgave af bogen, og det foranledigede Estrup til at bemærke: »I denne bog er der mange trykfejl; den alvorligste er, at der står kemi på titelbladet«. Dette var dog en uretfærdig

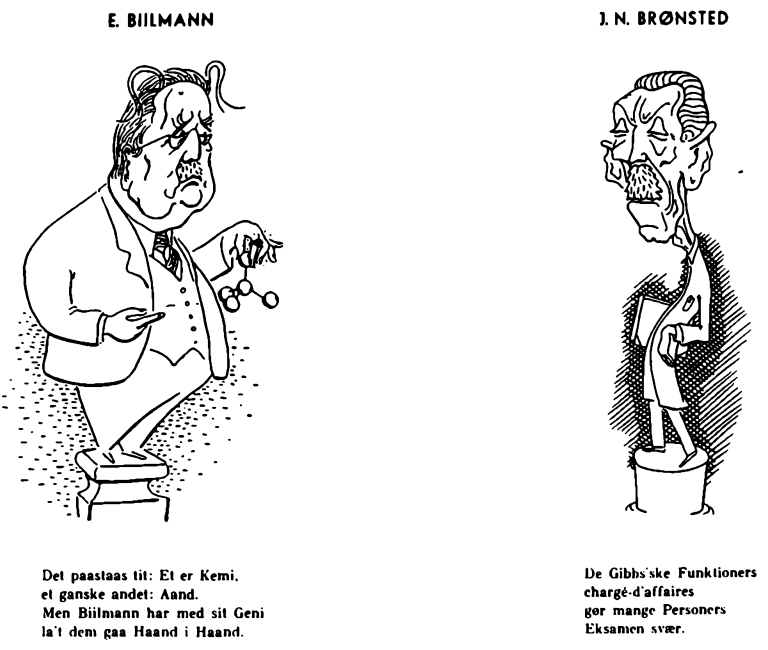


Fig. 149. En polyteknikers opfattelse af kemiprofessorerne. Fra Polyteknikerens Blå Bog ved Bent Møllerhøj og Lørgen Lauridsen, 1943.

kritik, for de af Winther behandlede spørgsmål indgår nu som »almen kemi« i ethvert begynderkursus i kemi; men erfaringer har lært, at det er urealistisk at tro, at de studerende kan huske, hvad de har lært i skolen!

Forelæsninger i fysisk kemi blev fra 1909 holdt af Brønsted med 3 timer ugl. for 5. semesters kemiingeniørstuderende. Han udgav i 1912 sin første lærebog i fysisk kemi for disse studerende. Senere holdt Brønsted, og efter ham Christiansen, 4 ugl. forelæsninger i forårssemestret for universitetsstuderende og 2. semesters kemiingeniørstuderende. Güntelberg, der i 1936 blev lektor i fysisk kemi ved DTH, læste over fysisk kemi i efterårssemestret. I 1957 blev lektoratet overtaget af J. Koefoed (fra 1963 professor ved DTH).

I 1909 holdt *Chr. Winther* en række forelæsninger over lysets kemiske virkninger. Dette medførte, at han i 1912 på initiativ af *G. A. Hagemann,* blev udnævnt til docent i fotokemi ved DTH, i 1914 udvidet til at også omfatte videnskabelig fotografi og øvelser heri (dette var foranlediget af et tilbud til Chr. Winther om et professorat i Leipzig). Øvelserne i fotokemi og fotografi blev afholdt på UKL indtil 1917, hvor de på grund af pladsmangel blev flyttet til Teknologisk Institut og derfra i 1931 til Kemisk Laboratorium B.

Undervisning i form af forelæsninger blev på UKL også givet i organisk stofidentifikation, organisk syntese og kemi til lærerprøven og på KLA i kvalitativ og i kvantitativ analyse.

KEMISK FORSKNING 1890-1962*

Uorganisk kemi

I det 19. århundrede var der her i landet ydet en betydningsfuld indsats inden for den uorganiske stofkemi, ikke blot af *S. M. Jørgensen,* men også af *Odin T. Christensen, Julius Thomsen, Haldor Topsøe* og *Emil Petersen.* Så længe S. M. Jørgensen bestyrerde *KLA,* kom der værdifulde uorganisk-kemiske bidrag fra laboratoriet. Efter afslutningen af sine cobalt-chrom-rhodium undersøgelser udsendte S. M. Jørgensen som allerede nævnt flere arbejder om platinkomplexer. Her skal endnu nævnes et arbejde fra 1906 om en rød modifikation af »Magnus' grønne salt«. En lignende iagttagelse af, at en platinforbindelses udseende kan variere påfaldende med fremstillingsmåden, blev også gjort af *Paul Bergsøe* (1878-1964, K 1899), der som student arbejdede på laboratoriet med fremstilling af luminiscerende platinforbindelser. Han genoptog dette arbejde 40 år senere og derefter i 1962 i samarbejde med Risø (Gregers Hansen 1964).

Blandt assistenterne på KLA erhvervede *Emil Koefoed* og *S. P. L. Sørensen* doktorgraden på komplexkemiske afhandlinger. Sørensen publicerede yderligere en serie »kritische Präparaten-studien« om fremstilling af meget rene uorganiske forbindelser. *Billmanns* forskning var fra begyndelsen organisk-kemisk, men et arbejde om anvendelsen af natriumhexanitrocobaltat(III) som kaliumreagens (i mange år kendt som »Biilmanns reagens«) vidner om, at han ikke var upåvirket af miljøet. Han fremstillede også platinkomplexer af allylalkohol og allyleddikesyre af lignende art som Zeises forbindelser.

Niels Bjerrum og *J. N. Brønsted* var begge studenter hos S. M. Jørgensen, men var i teoretisk forståelse så langt forud for læreren, at de næppe kan betegnes som egentlige elever af denne. At det komplexkemiske miljø på laboratoriet har haft betydning for dem fremgår dog af, at Bjerrums første arbejder var komplexkemiske, og at Brønsted i flere tilfælde brugte komplexforbindelser i sine rent fysisk-kemiske arbejder.

Da S. M. Jørgensen var gået af, mistede KLA næsten hele sin videnskabelige betydning. Laboratoriets bestyrer, *Julius Petersen,* publicerede endnu en afhandling om elektrolyse af organiske syrers alkalisalte, en udløber af hans disputats (1899). Denne bygger på analyse af komplicerede gasblandinger og er vurderet højt af *J. A. Christiansen,* der selv beskæftigede sig med gasanalyse (Christiansen 1968, s. 74-76). Jul. Petersens øvrige indsats inden for den analytiske kemi er imidlertid ubetydelig. I hans lærebøger i kvalitativ og

* Titler på disputatser og lærebøger er anført under Lærerne i foregående afsnit.

kvantitativ analyse (i 2. udg. 1919 og 1922) mærker man ikke noget til, at der siden Barfoeds dage var udgivet bøger som Ostwalds *Grundlagen der analytischen Chemie* (6. udg. 1917) og N. Bjerrums *Die Theorie der alkalimetrischen und azidimetrischen Titrierungen* (1914).

Heller ikke fra Jul. Petersens assistenter kom der væsentlige bidrag til den uorganiske kemi. *Bjørn-Andersen* syslede gennem mange år med adskillelse af de sjældne jordarters metaller, men nåede kun kort før sin død at færdiggøre en kort publikation. *Estrup* interesserede sig for kolloidkemi og var på studieophold hos den senere så berømte professor *The Svedberg* i Uppsala. Hans disputats om anvendelse af kolloidkemiske betragtninger på et analytisk-kemisk problem (1915) blev imidlertid ved den offentlige handling skarpt kritiseret af den ene officielle opponent, professor Brønsted. Måske betog det Estrup lysten til at fortsætte sit videnskabelige arbejde, og det var sandsynligvis medvirkende til, at han ikke fik et lektorat i kolloidkemi. Ved *Chr. Winthers* udnævnelse til professor havde fakultetet foreslået, at det nedlagte docentur erstattedes af 2 lektorater, det ene til Winthers efterfølger *J. A. Christiansen,* og det andet et lektorat i kolloidkemi for Estrup. Det sidste lektorat blev ikke bevilget og ansøgningen derom blev ikke senere fornyet.

Den tredie assistent på KLA, *Buch-Andersen,* var en begavet, men noget urolig forsker, som beskæftigede sig med kvantemekanik, astronomi og cancerterapi (sammen med *Albert Fischer,* senere leder af Carlsbergfondets biologiske Institut). Hans disputats om dannelse af ammoniak ved elektronstød er et ganske originalt og i sin problemstilling og avancerede eksperimentelle udførelse nærmest fysisk arbejde. Det var delvis udført hos *James Franck* i Göttingen, og *Niels Bohr* var den ene officielle opponent. Buch-Andersen blev i 1933 professor i fysik ved det nyoprettede universitet i Århus. I samarbejde med *R. W. Asmussen,* der som stud.mag. udførte specialearbejde hos ham, har han endvidere publiceret 3 arbejder om Faraday-effekten af elektrolyter i vandig opløsning.

Ved Jul. Petersens død var situationen altså den, at det laboratorium, der *qua* sin bestyrer skulle fungere som universitetets uorganisk-kemiske laboratorium, praktisk taget ikke havde præsteret nogen uorganisk-kemisk forskning siden S. M. Jørgensens afgang.

J. A. Christiansen, der overtog professoratet, var vel primært fysisk-kemiker, men havde dog også beskæftiget sig med uorganisk kemi. Han havde samarbejdet med den ungarske fysiker og kemiker *G. v. Hevesy,* der i 1921-27 arbejdede på Niels Bohrs institut, bl.a. om opløseligheden af dobbeltfluorider af zirconium og hafnium. Det var Hevesy, der i 1922 (sammen med *D. Coster*) opdagede grundstoffet hafnium.

Christiansen havde endvidere publiceret nogle spekulationer over poly-

thionsyrernes konstitution, et spørgsmål, som han senere kom tilbage til i et reaktionskinetisk arbejde (1952). Først og fremmest var Christiansen imidlertid en aktiv videnskabsmand, og man mærkede straks, at der kom en anden ånd over laboratoriet. *R. W. Asmussen* og *K. A. Jensen,* der var begyndt på selvstændig forskning, fik støtte og opmuntring. Asmussen fik bygget et apparat til magnetokemiske målinger, hvormed han bl.a. målte magnetismen af S. M. Jørgensens rhodiumkomplexer (publiceret sammen med J. A. Christiansen). Et stort materiale om sammenhængen mellem komplexforbindelsers konstitution og magnetisme blev samlet i hans disputats (1944). Han blev derefter professor ved DTH og flyttede til Kemisk Laboratorium B.

K. A. Jensen havde som lærer i kvantitativ analyse interesseret sig for fældning af metaller som indrekomplexe forbindelser og indledt en større undersøgelse over analoger til 8-hydroxyquinolin og andre organiske forbindelser, der kunne tænkes at danne sådanne komplexer. Herved fandt han, at thiosemicarbazid udmærkede sig ved at danne karakteristiske nikkelforbindelser. Dette førte ham ind på spørgsmålet om nikkelforbindelsers rumlige konfiguration, en opgave, der forekom ham mere tillokkende end at finde nye, analytiske reagenser, og som han fortsatte at arbejde med efter i 1933 at være flyttet til UKL.

Max Møller publicerede efter sin genansættelse flere tidligere udførte arbejder (om Raschigs hydrazinsyntese og om halogencyanider). Hans disputats (1937) indeholder et stort eksperimentelt materiale om komplexdannelse mellem jern(III)-ioner og thiocyanationer. Efter disputatsen nedlagde han et stort arbejde i undervisningen i kvantitativ analyse og indrettede et kursus i kvantitativ mikroanalyse. I 1944 overtog han ved Chr. Winthers afgang undervisningen i fotokemi og fotografi ved DTH. Undervisningen i kvantitativ analyse blev overtaget af *Rancke-Madsen,* der lod sig inspirere af den til en disputats om titreranalysens historie.

Hofman-Bang skrev en række afhandlinger om mekanismen ved »iod-azid reaktionen«, der er en af visse svovlforbindelser katalyseret oxidation af azidioner til N_2, og samlede dem i 1952 til en disputats.

J. A. Christiansens eget arbejde på KLA må karakteriseres som fysisk kemi (s.d.). Han startede ikke nogen uorganisk-kemisk forskning, og KLA's status som uorganisk-kemisk laboratorium var næppe meget bedre, da han forlod det, end da han overtog det. Først da *Jannik Bjerrum* blev hans efterfølger, kunne KLA – med en generations forsinkelse – genoptage traditionerne fra S. M. Jørgensens tid som det førende uorganisk-kemiske laboratorium her i landet.

De ydre forhold herfor var gunstige. Med tilskud fra Marshall-tildelingerne kunne laboratoriet indkøbe store, moderne apparater (bl.a. et Cary-

spektrofotometer). Blandt de mange universitetsstuderende med kemi som hovedfag, valgte nogle af de bedst begavede uorganisk kemi som speciale, og på grund af det øgede antal studerende, kunne antallet af assistenter udvides. Endelig tiltrak laboratoriet flere udenlandske kemikere, der ønskede at deltage i forskningen inden for rammerne af et studieophold.

Der fulgte en strøm af videnskabelige publikationer fra KLA. Bjerrum fortsatte (nu med flere medarbejdere) sine undersøgelser over ligevægte i opløsninger af komplexforbindelser med forskellige aminer, dannelse af flerkernede komplexer, solventafhængighed m.m. Af særlig betydning var det, at Bjerrum sammen med *Ballhausen* og *Klixbüll Jørgensen* indledte forsøg på at give en teoretisk tydning af komplexforbindelsers absorptionsbånd. Dette blev først gjort ved hjælp af krystalfeltteorien, der betragter opspaltningen af metalionens spektraltermer som et resultat af påvirkningen af ligandernes elektriske felt. Da bindingerne mellem centralionen og liganderne kan have en vis covalent karakter, udvidedes teorien senere med molecul orbitalteorien for at tage hensyn til et vist overlap af centralionens og ligandernes orbitaler, og navnet ligandfeltteori blev indført.

Ballhausen og Klixbüll Jørgensen gik i de følgende år videre med tydning af komplexforbindelsers spektre på kvantemekanisk grundlag – til at begynde med i fællesskab, men snart ad hver sin vej. Ballhausen var teoretikeren, der underkastede det foreliggende erfaringsmateriale en meget elegant matematisk behandling (bl.a. ved anvendelse af gruppeteori). Jørgensen dyrkede i højere grad samspillet mellem hypotese og eksperiment, men havde ligeledes en dybtgående forståelse af det kvantemekaniske grundlag. Hver for sig udsendte de to forskere et imponerende antal afhandlinger og erhvervede doktorgraden i 1957-58. På 6-7 år havde de formået at placere sig som forskere af internationalt format. Ballhausen overtog professoratet efter J. A. Christiansen; Jørgensen forlod Danmark i 1959 og er nu professor i uorganisk kemi ved universitetet i Genève.

Forskningen på *UKL* var til at begynde med også uorganisk-kemisk. *Julius Thomsens* bidrag er allerede omtalt. *Emil Petersens* disputats om vanadiumfluorider var et grundlæggende værk inden for vanadiums kemi; i nogle af sine sidste arbejder beskrev han fremstilling af cyanokomplexer af vanadium, bl.a. den interessante forbindelse med divalent vanadium, $K_4V(CN)_6$. Endvidere gav *Kirschner* et væsentligt bidrag til hyponitriternes kemi.

Helt nye veje inden for den uorganiske kemi blev imidlertid anvist af *Niels Bjerrum*. I en omfattende afhandling *Studier over Kromiklorid* (1906) og i sin disputats (1908) anvendte han fysisk-kemiske metoder til studiet af ligevægte i opløsninger af chrom(III)chlorid – ikke blot (som Werner) ledningsevnemå-

linger, men også elektrometriske målinger af hydrogenionkoncentrationen (2 år før *S. P. L. Sørensen* anvendte hydrogenelektroden og indførte pH-begrebet). I den første afhandling viste han bl.a., at der foruden det blåviolette og grønne $CrCl_3 \cdot 6\ H_2O$, der henholdsvis indeholder ionerne $[Cr(OH_2)_6]^{3+}$ og $[Cr(OH_2)_4Cl_2]^+$, eksisterer et andet grønt chlorid med kationen $[Cr(OH_2)_5Cl]^{2+}$.

I disputatsen beskæftigede Bjerrum sig med hydrolysen af chrom(III)salte. Han viste, at man kunne skelne mellem »åbenlyst basiske« og »skjult basiske« komplexer. De sidste er flerkernede komplexer med to eller flere Cr-atomer, der er knyttet sammen med oxygenatomer. Det første led i hydrolysen af en $Cr(OH_2)_6^{3+}$ ion må være en ion, som bortset fra vandindholdet kan skrives $Cr(OH)^{2+}$. Denne er »åbenlyst basisk« og det er bemærkelsesværdigt, at Bjerrum angiver, at dette er den ikke i kraft af, at den kan fraspalte en hydroxidion, men fordi den kan addere en hydrogenion – samme opfattelse, som Brønsted fremsatte 20 år senere i et berømt arbejde om aquaioners syredissociation. Det første led i dannelsen af flerkernede komplexer er kondensationen af to $Cr(OH)^{2+}$ ioner til en ion $Cr\text{-}O\text{-}Cr^{4+}$, som er »skjult basisk«, idet den kun langsomt reagerer med syre under sprængning af kæden. Fortsatte kondensationer kan føre til ioner af kolloide dimensioner, et spørgsmål, som i 1920'erne bragte Bjerrum ind på kolloidkemiske studier.

Bjerrums disputats er et grundlæggende værk inden for studiet af de flerkernede komplexforbindelser, et begreb som skyldes Werner, men af Bjerrum blev underbygget i fysisk-kemisk henseende. I de to nævnte afhandlinger anviste Niels Bjerrum også den metode, der i *Jannik Bjerrums* hænder skulle vise sig overordentlig frugtbar til bestemmelse af komplexitetskonstanter. Det er gjort gældende (Tovborg Jensen 1968, s. 109-110), at Bjerrums metode overflødiggjorde den ældre, bl.a. af S. M. Jørgensen benyttede, præparative arbejdsmåde. Dette er dog ikke rigtigt; de to metoder supplerer hinanden. Ved mere komplicerede reaktioner, hvor der ikke er tale om ligevægte, vil det ikke være muligt eller overkommeligt at studere reaktionsforløbet i alle enkeltheder, men man kan få væsentlige oplysninger ved at studere egenskaberne (krystalstruktur, magnetisme, dipolmoment o.a.) af de forbindelser, man kan isolere.

Ved sine undersøgelser over salte af $Cr(OH_2)_6^{3+}$ ionen fandt Bjerrum, at absorptionsspektret var uafhængigt af koncentrationen og uafhængigt af anionen. Han konkluderede heraf, at disse salte er fuldstændigt dissocierede og generaliserede dette til at gælde stærke elektrolyter i almindelighed. De afvigelser, man finder fra fuldstændig dissociation ved måling af ledningsevne, frysepunktdepression o.a., skulle ifølge Bjerrun skyldes »interioniske kræfter«. Denne hypotese, som Bjerrum havde forelagt i 1909 i London og

udførligere begrundet på 16. Skandinaviske Naturforskermøde i 1916, blev indledning til Bjerrums betydningsfulde fysisk-kemiske arbejder.

Medens Bjerrum var knyttet til universitetet fuldførte han endnu to vigtige komplexkemiske arbejder. I en stor afhandling om thiocyanatokomplexer af chrom undersøgte han den successive udveksling af alle 6 vandmoleculer i $Cr(OH_2)_6^{3+}$ med thiocyanationer, SCN^-. I denne afhandling optræder for første gang i komplexkemien det berømte »Bjerrum-Diagram«.

I det andet arbejde, udført sammen med *Aage Kirschner,* undersøgtes thiocyanatokomplexer af guld. Det dominerende komplex er $Au(SCN)_4^-$; men dette kan reduceres til $Au(SCN)_2^-$ under samtidig dannelse af »dirhodan«, eller som vi nu vil sige dithiocyan, $(SCN)_2$. Dette er for ubestandigt til, at det kunne isoleres af vandig opløsning; men det blev omtrent samtidig med Bjerrum og Kirschners arbejde fremstillet af *E. Söderbäck* fra ikke-vandig opløsning.

Bjerrum understregede i disse to afhandlinger, at betingelsen for at kunne gennemføre undersøgelser af denne type er, at ligevægte indstiller sig meget hurtigt. Til undersøgelse af de komplexforbindelser, som *Urbain* havde kaldt »robuste«, dvs. forbindelser, som er holdbare uden at være termodynamisk stabile, kan de ikke umiddelbart anvendes. Det gælder fx de fleste Co(III) komplexer; men en af S. M. Jørgensens elever, *C. L. Jacobsen* (m.sc. 1895, assistent ved Landbohøjskolens kemiske laboratorium 1895-1915) havde fundet, at CuCl kunne katalysere ligevægtsindstillingen. Jannik Bjerrum fandt og anvendte aktivt kul som en mere bekvem katalysator.

Ved Niels Bjerrums flytning fra universitetet kom uorganisk-kemisk forskning i en årrække til at ligge på Landbohøjskolen. *Langseths* første Raman-spektroskopiske undersøgelse gav imidlertid nogle resultater af interesse for den uorganiske kemi, nemlig fastlæggelse af strukturen af dinitrogenoxid, chlordioxid, azidionen, thiocyanationen og nitritionen. I 1930'erne gjorde UKL sig igen gældende på en uorganiske kemis område. *Jannik Bjerrum,* der allerede som student havde udført en serie arbejder over komplexdannelse mellem Cu^{2+} og ammoniak med de af N. Bjerrum anviste metoder, havde på et studieophold i USA lært at benytte glaselektroden. Denne er bekvemmere at anvende end hydrogenelektroden, og det lykkedes ham efter sin ansættelse på UKL i 1936 at samle et stort eksperimentelt materiale om amminkomplexer, at vise, at komplexdannelsen skete i trinreaktioner (der adderes successivt 1, 2, 3 osv. NH_3 til en metalion), og angive en regnemetode til at beregne consecutive komplexitetskonstanter. Disputatsen fik så stor betydning for komplexkemisk arbejde, at afhandlingen måtte genoptrykkes – en usædvanlig skæbne for en doktorafhandling. Bjerrum fortsatte dette systematiske arbejde, så han på 6. Nordiske Kemikermøde i

1947 kunne give en tabel over komplexitetskonstanter for 30 forskellige metalioner med ca. 16 forskellige ligander.

K. A. Jensen, der i 1933 var blevet Biilmanns privatassistent, fortsatte jævnsides med organisk-kemisk arbejde sine på KLA påbegyndte undersøgelser over thiosemicarbazidkomplexer. På den tid var det et omdisputeret spørgsmål, om *Werner* havde ret i, at visse komplexforbindelser kunne have plan konfiguration, og om hans tydning af visse isomerier som *cis-trans*-isomeri var korrekt. K. A. Jensen besvarede dette spørgsmål ved måling af dipolmomenterne af en lang række, til dels kendte komplexforbindelser af platin og palladium med organiske derivater af svovl, selen, phosphor, arsen og antimon, samt nye forbindelser af nikkel med trialkylphosphiner. Nogle af disse forbindelser har inden for forsøgsnøjagtigheden dipolmomentet 0 og må derfor have *trans*-planar konfiguration. Hvis isomere kunne isoleres havde de et meget højt dipolmoment, i overensstemmelse med en *cis*-planar konfiguration (men de oprindelige tildelinger skulle byttes om). Disputatsen indeholdt foruden dette bevis for rigtigheden af Werners hypotese en gendrivelse af alle de eksperimentelle resultater, der var anført mod Werner.

Samtidig med sine organisk-kemiske undersøgelser fortsatte K. A. Jensen sine uorganisk-kemiske studier over grundstoffer med coordinationstal 5 (P, As, Sb), magnetokemiske undersøgelser over nikkelthiolater og organometalforbindelser af tin og bly, fremstilling af platinforbindelser af alkadiener og af cyclooctatetraen m.m. Efter opdagelsen af en unik triethylphosphinforbindelse med trivalent nikkel indledtes systematiske forsøg (med Børge Nygaard) på at fremstille andre nikkelforbindelser med tri- og tetravalent nikkel.

Organisk kemi

Efter *Zeise* var der i et halvt århundrede praktisk taget ingen organisk-kemisk forskning her i landet. Dette er påfaldende, fordi denne periode netop er den organiske kemis gennembrudstid. Opstillingen af den organisk-kemiske strukturteori og indførelsen af syntetiske metoder gav anledning til en meget intensiv forskning i de fleste andre europæiske lande. Antallet af organisk-kemiske originalafhandlinger steg så kraftigt, at de i slutningen af århundredet årligt optog adskillige tusinde sider i de førende tidsskrifter. Tildels hænger dette sammen med fremkomsten af den første syntetiske organisk-kemiske industri, tjærefarveindustrien. Hertil kom efter 1890 indførelsen af syntetiske lægemidler, ligeledes på tjærebasis. Industrien havde derfor fået behov for kemikere med grundig organisk-kemisk uddannelse. Dette medførte en stærk stigning i antallet af kemistuderende ved udenlandske universiteter,



Fig. 150. Professor Biilmann og hans assistenter 1915. Fra venstre, bageste række: Chr. Winther, E. Biilmann, Aage Kirschner, Ulla Starcke, Johanne Bjerrum; forreste række: N.H.K. Rørdam, J.A. Christiansen og Agnes Hoff. Niels Bergs samling, KL III.

og disse gjorde det igen muligt for professorer i organisk kemi at gennemføre større systematiske arbejder – også med et rent teoretisk sigte.

Her i landet vanskeliggjorde ikke blot råstofmangel, men også mangelen på veluddannede organikere grundlæggelsen af organisk-kemiske industrier. Hverken *S. M. Jørgensen* eller *Jul. Thomsen* arbejdede eksperimentelt med organisk kemi, og de opmuntrede ikke deres elever til at gøre det.

Den, der genoplivede den organiske kemi her i landet, var *Einar Biilmann*. Som assistent ved KLA vejledede han fabrikingeniørstuderende ved laboratorieøvelserne i organisk kemi og dette kan have været af betydning for hans valg af arbejdsområde. I 1899 fik han universitetets guldmedaille for besvarelse af en prisopgave om fremstilling af acrylsyre. Hans studiekammerat *A. Wøhlk* fik guldmedaille for besvarelse af den samme opgave og sammen publicerede de en afhandling om fremstilling af acrylsyre. Biilmann havde fremstillet denne ud fra allylalkohol og fandt under sine forsøg (ved anvendelse af en analytisk prøve for acrylsyre med $Hg_2(NO_3)_2$), at allylalko-

hol kunne danne veldefinerede forbindelser med kviksølv og platin. Medens sidstnævnte er en komplexforbindelse (se under Uorganisk kemi), dannes kviksølvforbindelsen ved addition af -HgX (X = syrerest) og -OH (i vandig opløsning) eller RO- (i alkoholisk opløsning) til dobbeltbindingen: $CH_2 = CH\text{-}CH_2OH + HgX_2 + H_2O \rightarrow CH_2OH\text{-}CH(HgX)\text{-}CH_2OH + HX$.

I en række afhandlinger 1902-19 (med *J. Witt, Ulla Starcke, Agnes Hoff* og *Karin Thaulow*) viste Biilmann, at umættede forbindelser generelt er i stand til at danne sådanne kviksølvforbindelser. Deres komplexitetskonstanter kunne bestemmes ved elektrometriske målinger og viste sig afhængige af substituenter ved dobbeltbindingen. I tilfælde af cis-trans-isomeri reagerede ofte kun cis-forbindelsen; således danner kanelsyre ingen kviksølvforbindelse, medens allokanelsyre gør. Dette resultat førte Biilmann ind på nogle betydningsfulde undersøgelser over polymorfi (1909). Foruden almindelig kanelsyre var der beskrevet 3 andre isomere med forskellige smeltepunkter (42, 58 og 68°C), af hvilke den højtsmeltende (stabile) modifikation er allokanelsyre. Biilmann viste, at de alle reagerede med kviksølvsalte som en cis-forbindelse, og ved podningsforsøg viste han, at der var tale om polymorfi. For at reproducere fremstillingen af de ustabile modifikationer viste det sig at være nødvendigt at arbejde »aseptisk«: reagensglas måtte forsynes med vatprop og ophedes væsentlig over den stabile forms smeltepunkt, og laboratoriet måtte udluftes og borde og vægge afvaskes for at eliminere krystalkim. Da muligheden for en egentlig isomeri stadig blev diskuteret i litteraturen, underkastede Biilmann senere (1932, med *A. Klit*) krystalkimdannelsen en grundig undersøgelse, hvori det bl.a. blev vist, at der i en smelte ved temperaturer væsentlig over smeltepunktet findes submikroskopiske krystalkim, som kan fjernes ved centrifugering.

Udløbere af ovennævnte undersøgelser er også et interessant arbejde om cumarinforbindelser og nogle arbejder om »overtallige« isomere methylurinsyrer (med *Johanne Bjerrum*).

De bedst kendte af Biilmanns tidlige arbejder er dog formentlig hans undersøgelser over organiske svovlforbindelser. Det er påfaldende, at disse fremtræder som en direkte fortsættelse af *Zeises* arbejder. Dette skyldes utvivlsomt, at Biilmann var stødt på Zeises forsøgsjournaler og manuskripter, som var opbevaret på KLA. Han tog disse med sig, da han flyttede til UKL og afleverede dem først i 1921 til Det kgl. Bibliotek. At han har benyttet dem fremgår af, at de er forsynet med notater med Biilmanns håndskrift.

Biilmann studerede først reaktionen mellem et kobber(II)salt og et xanthat og viste, at der (som allerede Zeise havde formodet) dannes samme oxidationsprodukt af xanthationen med Cu^{2+} som med iod. Han viste dernæst, at der ved omsætning mellem kaliumzanthat og chloreddikesyre

dannedes en krystallinsk forbindelse C_2H_5O-CS-SCH_2COOH, som han kaldte xanthogeneddikesyre. Ved indvirkning af ammoniak spaltes denne forbindelse til »xanthogenamid« (thiourethan) og mercaptoeddikestyre, HS-CH_2-COOH. Da forbindelser analoge med xanthogeneddikesyre kunne dannes af andre halogensubstituerede syrer har man her en almen metode til fremstilling af mercaptosyrer, som igen kan oxideres til disulfidsyrer.

Under sine undersøgelser over xanthogenforbindelserne opdagede Biilmann også, at xanthogeneddikesyre reagerede med bromeddikesyre under dannelse af $OC(SCH_2COOH)_2$; en gruppe -SCH_2COOH havde altså erstattet C_2H_5, men var ikke gået ind på dettes plads. Dette førte ham ind på spekulationer over substitutionsprocessens mekanisme og den såkaldte Walden-omlejring. Han publicerede et rent teoretisk arbejde herom i Liebigs Annalen der Chemie; det blev optaget til trods for, at dette tidsskrift ellers ikke optog afhandlinger uden eksperimentelt materiale og til trods for, at afhandlingen gik imod anskuelser fremsat af Emil Fischer.

Christiansen (1968, s. 83) har ment, at Biilmann ikke fik den anerkendelse, som han havde fortjent, for denne afhandling. I virkeligheden vakte afhandlingen dog megen opsigt, som det fremgår af de talrige indlæg, den fremkaldte (sml. Walden 1919); men tiden var ikke moden til en diskussion af omlejringens mekanisme. Det var den først efter opdagelsen i 1935-37 af de to mekanismer for nucleophil, aliphatisk substitution, den unimoleculare (S_N1) og den bimoleculare (S_N2) reaktion (som Biilmanns medarbejder *Høst-Madsen* var på sporet af i sin disputats 1912). Det skal i øvrigt nævnes, at Biilmanns tidligere assistent *N. H. K. Rørdam* i 1928-34 publicerede en række reaktionskinetiske undersøgelser over Walden-omlejringen, men tydede dem på grundlag af en forkert model.

I sine undersøgelser over organiske svovlforbindelser kom Biilmann delvis til andre resultater end en af kemikerne i Lund, docent *Bror Holmberg* (1881-1966), professor i Stockholm fra 1915. I Lund havde man, som allerede nævnt (s. 501), også beskæftiget sig med organiske svovlforbindelser. Her gik traditionen ikke tilbage til Zeise, men til *Blomstrand*, som i 1883 formulerede platinforbindelser af dialkylsulfider på lignende måde som ammoniakkomplexerne. Kontroversen imellem Biilmann og Holmberg blev bilagt på et møde mellem dem, og de besluttede, at de kemiske foreninger i København og Lund skulle holde nogle fælles møder. De første møder i Lund 1911 og i

Fig. 151. H. C. Ørsted Mødet og Det 1. Nordiske Kemikermøde i København 1920. Personerne: 1. E. M. P. Widmark. 2. M. C. Holst. 3. E. Güntelberg. 4. Astrid Schousboe. 5. J. Lublin. 6. H. Christensen. 7. T. Swensson. 8. R. Ahlberg. 9. S. Hagman. 10. J. A. Christiansen. 11. S. Palitzsch. 12. E. Ohlsson. 13. O. Gren. 14. S. Veibel. 15. H. Baggesgaard Rasmussen. 16. H. Lund. 17. H. C. Andersen. 18. P. Jepsen.



19. G. Ljunggreen. 20. V. Bagger. 21. Th. Sv. Thomsen. 22. Betzy Meyer. 23. I. Bolin. 24. C. V. Jørgensen. 25. Fru L. Brønsted. 26. A. Hesselbo. 27. A. Wøhlk. 28. E. Høst Madsen. 29. J. K. Gjaldbæk. 30. Carl Faurholt. 31. S. E. Sterzel. 32. R. Dons. 33. Sven Werner. 34. P. Nylén. 35. R. Bech-Larsen. 36. O. Svanberg. 37. C. Jacobsen. 38. K. Sjøberg. 39. V. E. Porsdal. 40. K. Linderstrøm Lang. 41. J. Heegaard Poulsen. 42. S. Jansen. 43. A. Bretteville. 44. Naima Sahlbom. 45. L. Smith. 46. A. Sinding-Larsen. 47. A. Westgren. 48. C. Olsen. 49. v. Hevesy. 50. J. N. Brønsted. 51. N. Pihlblad. 52. H. Sandqvist. 53. V. Ahrend Larsen. 54. A. Wesche. 55. E. Samuelsson. 56. Ad. Clément. 57. E. H. Ludvigsen. 58. H. S. Hendriksen. 59. E. Buch Andersen. 60. N. Hj. Johansson. 61. Agnes Petersen. 62. P. E. Raaschou. 63. H. Jessen-Hansen. 64. K. Geelmuyden. 65. G. Nannes. 66. K. A. Vesterberg. 67. A. Langlet. 68. Chr. Bruff. 69. G. Bodman. 70. Gunner Jørgensen. 71. Chr. Winther. 72. L. Ramberg. 73. Jul. Petersen. 74. Einar Biilmann. 75. H. Bäkström. 76. Orla-Jensen. 77. N. Bjerrum. 78. Einar Porsdal. 79. J. P. Gjerulff. 80. J. Fogh. 81. E. Schreiner. 82. Albert Hansen. 83. K. J. Pedersen. 84. L. N. Hansen. 85. A. Christensen. 86. H. Bjørn-Andersen. 87. B. Holmberg. 88. K. Estrup. 89. G. Komppa. 90. H. v. Euler. 91. S. Schmidt-Nielsen. 92. S. Arrhenius. 93. S. P. L. Sørensen. 94. W. Palmær. 95. J. Sebelien. 96. Ellen Gleditsch. 97. E. Gottlieb. 98. R. Koefoed. 99. P. Bergsøe. 100. Fru Orla-Jensen.

København 1912 blev indledning til en lang række mindeværdige »Lundenser-møder« (Smith 1951). Mange vil endnu huske den helt usædvanlige stemning på mødet i Lund 1946, da danskerne for første gang efter 2. verdenskrig kunne aflægge et besøg »hinsidan«. I en på Lundenser-møderne hyppigt sunget vise skildres det, hvordan møderne opstod ved, at de to antagonister efter gensidige beskyldninger, »Holmberg kan ej analysen«, »Biilmann kan ej preparera«, blev forsonede, »värmdä av en iskyld drick«. Foruden at være en drivende kraft i Lundenser-møderne tog Biilmann også initiativ til de nordiske kemikermøder, af hvilke H. C. Ørsted mødet i København 1920 betragtedes som det første (Fig. 151).

På dette møde kom Biilmann med en meddelelse, som vakte betydelig opsigt, nemlig om quinhydronelektroden (se også Univ. Festskr. Nov. 1920: *Kinhydroners Brintning*). Quinon (Q) kan reversibelt reduceres til hydroquinon (H_2Q), idet $Q + 2\,H^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2Q$, således at der i en blanding af begge indstiller sig et potential, der er afhængigt af mængdeforholdet mellem Q og H_2Q samt af hydrogenionkoncentrationen. Nu kan quinon og hydroquinon imidlertid forene sig mol til mol til en meget veldefineret, tungtopløselig moleculforbindelse, kaldet quinhydron. Hvis man drysser lidt quinhydron i en vandig opløsning, er mængdeforholdet mellem Q og H_2Q altså fastlagt, og en neddyppet platinelektrode vil antage et veldefineret potential, som kun er afhængigt af pH. Denne metode var væsentlig bekvemmere til pH-bestemmelse end anvendelse af hydrogenelektroden, og fik snart betydning for lægevidenskab og landbrug. Quinhydronelektroden gik sin sejrsgang verden over, indtil den blev afløst af glaselektroden. Det er skæbnens ironi, at Biilmann kom til at angive den i mange år eneherskende metode til pH-bestemmelse, for han havde til at begynde med været temmelig hånlig over for *S. P. L. Sørensens* »opfindelse« og sarkastisk bemærket: »Tidligere stavede man kemi med ch, nu skal vi åbenbart til at stave det med ph«.

I 1920'erne fulgte en lang række arbejder om quinhydroner og analoge systemer (alloxan-alloxanthin) under medarbejde af *Lund, Veibel, Inger Krarup, Langseth, Klit* og *Berg* samt konferensstuderende og udenlandske gæster. Et arbejde af Biilmann og *J. Blom* om azo-hydrazo-systemet førte derimod ikke til det ønskede resultat, selv om de begge arbejdede til ud på natten med målingerne, formentlig fordi der her ikke foreligger en bevægelig ligevægt.

Fra begyndelsen af 1930'erne gik Biilmann over til at undersøge den basekatalyserede racemisering af optisk aktive propiobetainestere, $CH_3CH(\overset{+}{N}Me_3)COOEt$. Problemet fører tilbage til hans beskæftigelse med Walden-omlejringen, for racemiseringen kunne skyldes en fraspaltning og genoptagelse af den tertiære amin NMe_3. Han kom imidlertid til det resultat,

at racemiseringen skyldes en enolisering. De to første af disse undersøgelser blev udført sammen med *Berg*, de 4 sidste med *K. A. Jensen*, der inddrog analoge forbindelser med phosphor, arsen, svovl og selen i undersøgelsen.

I 1920'erne begyndte nogle af Biilmanns assistenter på selvstændigt arbejde. *Baggesgaard Rasmussen* disputerede på en afhandling om thioamidernes konstitution, et emne som Biilmann også havde skrevet om i 1907; men Baggesgaard Rasmussen kunne ved hjælp af UV-spektroskopi give en mere overbevisende løsning på problemet.

Hakon Lund kom under et studieophold hos professor *Gomberg* i Ann Arbor (Michigan) ind på et beskæftige sig med triphenylmethanderivater. Han beskæftigede sig i sin disputats og flere senere arbejder med triphenylmethanolernes halochromi, dvs. deres evne til at danne farvede salte, selv om de selv er farveløse. Lund var den mest præparativt indstillede af assistenterne og kom i 1932 med en vigtig metode til at indføre substituenter i malonsyreestere ved hjælp af alkylmagnesiumforbindelser. Efter at han i 1933 var blevet professor i Aarhus arbejdede han bl.a. med kondenserede aromatiske systemer (pyren, reten).

Veibel var som nævnt analytikeren, der til sin lærebog i stofidentifikation udarbejdede flere nye metoder. Her skal nævnes hans anvendelse af *p*-hydrazinobenzoesyre til identifikation af aldehyder og ketoner, hvis ækvivalentvægt kunne findes ved titrering af carboxylgruppen i de dannede derivater. Efter et studieophold hos biokemikeren *Carl Neuberg* i Berling arbejdede Veibel en række år med studier over enzymatisk hydrolyse af glucosider, men gik derefter igen over til rent organisk-kemiske arbejder, især over pyrazoloner, en stoftype, som han kom ind på under sine analytiske arbejder, da den kan opstå ved omdannelse af primært dannede hydrazoner.

I 1920'erne var man begyndt at anvende fysiske metoder til bestemmelse af organiske forbindelsers struktur. Röntgenstrukturanalyse begyndte at vinde indpas, men kunne endnu kun give eksakte oplysninger om ionkrystaller eller særlig symmetriske moleculer (hexamethylentetramin 1923). Inden for anvendelsen af dipolmomentmålinger var *Højendahls* disputats, udarbejdet under et vikariat på UKL, et pionerarbejde. Infrarødtspektroskopien var endnu, især af apparatmæssige grunde, ude af stand til at bidrage væsentligt til løsning af organisk-kemiske problemer. Men i 1928 lykkedes det *V. C. Raman* at påvise den teoretisk forudsagte effekt, der efter ham kaldes Raman-effekten. Den beror på, at et molecule, der bestråles med monochromatisk lys (fx fra en kviksølvlampe), kan hæves til en højere vibrationsanslået tilstand, så nogle af de spredte fotoner får lavere energi. Ved siden af den oprindelige spektrallinie vil der derfor optræde linier med lavere frekvens. Ramanspektrene udmærkede sig fremfor de diffuse infrararødtspektre ved at være

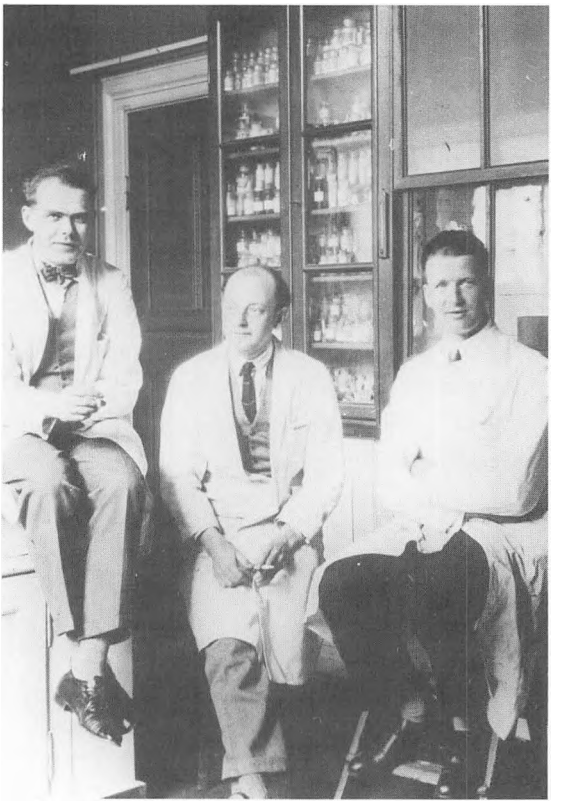


Fig. 152. Assistenter på UKL 1930. Fra venstre: Langseth, Niels Berg, Hakon Lund.

linieskarpe, og frekvensændringerne var egnede til at fastlægge et molecules normalsvingningsfrekvenser.

Langseth, der var på et studieophold hos spektroskopikeren *V. Henri* i Zürich, kastede sig straks over den nye metode. Efter sin hjemkomst lykkedes det ham ved anvendelse af et gammelt spektroskop at få bygget en Raman-spektrograf, som dengang var en af de bedste i verden. Da Raman-linier er meget lyssvage, var der dog betydelige eksperimentelle vanskeligheder, bl.a. kunne eksponeringen ved den fotografiske optagelse vare flere uger. Hans første arbejder, der nu hører til Raman-spektroskopiens klassikere, var en fastlæggelse af strukturen af små uorganiske molecuer (N_2O, ClO_2, N_3^-, NCS^- og NO_2^-).

I 1935 gik Langseth over til at angribe det klassiske problem i den organiske kemi, spørgsmålet om benzens struktur. Langseth havde i nogle tidligere arbejder vist, at man kan få væsentlige oplysninger ved at undersøge molecuer, der indeholder flere isotoper af samme grundstof. »Tungt vand«, deuteriumoxid (D_2O), var netop dengang blevet en handelsvare, og Langseth

satte sig derfor den opgave at fremstille og undersøge samtlige deuteriumsubstituerede benzener, CD_6, CD_5H, CDH_5, CD_4H_2, CD_2H_4, CD_3H_3, af hvilket de sidste 3 former hver svarer til 3 isomere, altså i alt 12 forbindelser. Til fremstilling af disse måtte der udvælges metoder, som sikkert udelukkende en udveksling af H og D (i regelen kunne Grignard-metoden anvendes), og da D_2O endnu var »dyre dråber« var fremstillingen af de rene deuteriobenzener ikke uden vanskeligheder. I det præparative arbejde deltog *A. Klit*, i det spektroskopiske en amerikansk gæst *R. C. Lord* (senere professor ved MIT). Resultatet af dette monumentale arbejde var fastlæggelsen af benzens struktur og grundsvingninger. Det viser definitivt, at benzen er et plant molecule, og at alle bindinger er identiske.

Langseth tog derefter fat på at studere cyclohexans struktur, men her kom han ind på et blindspor. Vigtig for den organiske kemi er derimod et arbejde fra 1950 (med *Knakkergaard Møller*). Det bevises heri bl.a. definitivt, at dicyan har konstitutionen NC-CN og ikke CN-NC.

Børge Bak blev indført i moleculspektroskopien af Langseth gennem nogle arbejder om hindret rotation, men gik snart sine egne veje, idet han kastede sig over den ny (1945-46) mikrobølgespektroskopi. I 1948 havde han fået bygget den første europæiske mikrobølgespektrograf.

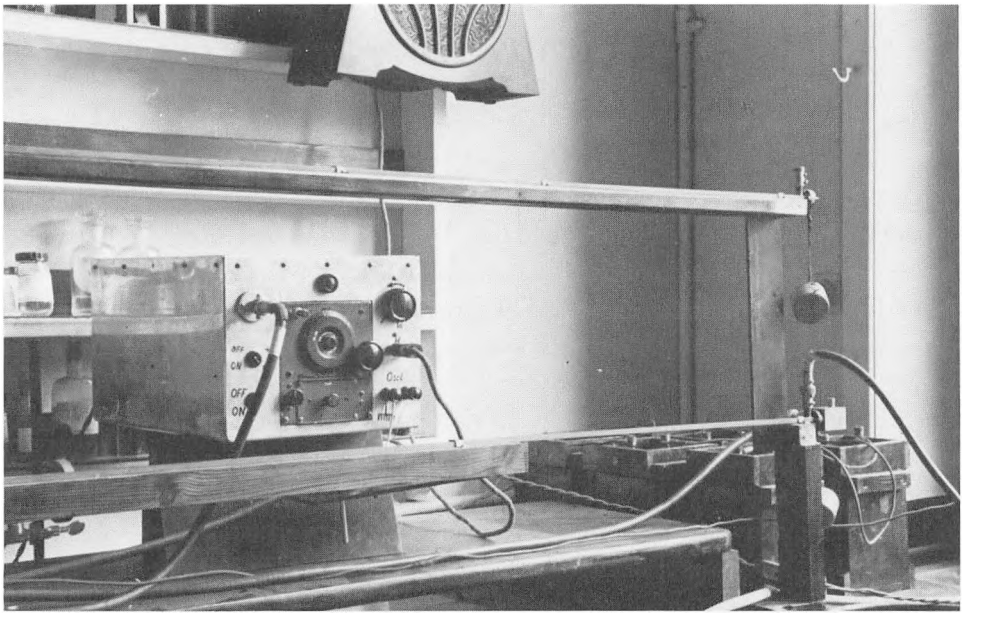


Fig. 153. Den første europæiske mikrobølgespektograf, Børge Bak, UKL 1948. »Modtageren« pillet ud af jager i Oakland, Cal. april 1947.

Et molecules mikrobølgespektrum giver oplysninger om dets rotationsenerginiveauer og dermed dets inertimomenter, og heraf kan man med større nøjagtighed end ved elektrondiffraktionsmetoden beregne amtomafstande, valensvinkler og bindingsstyrker. Bak og medarbejdere (*Rastrup-Andersen, J. Bruhn, D. Christensen, F. A. Andersen, L. Hansen-Nygaard, Brodersen* m.fl.) udsendte efter 1949 en lang række afhandlinger, som snart gav hans laboratorium en international position som det førende inden for den organisk-kemisk orienterede mikrobølgespektroskopi. Blandt resultaterne skal nævnes strukturbestemmelse af silylhalogenider og de heterocycliske forbindelser pyridin, pyrrol, furan og thiophen. Disse arbejder er også af stor betydning for den rent organiske kemi, idet fx elektronfordelingen i heterocycliske molecuIer giver en forklaring på deres kemiske reaktioner. For at gennemføre en komplet strukturbestemmelse (som det bl.a. blev gjort for pyridins vedkommende) er det nødvendigt at undersøge molecuIer, der er isotopsubstituerede, ikke blot med D, men også med ^{13}C og ^{15}N. Blandt arbejderne fra Baks laboratorium er der derfor også adskillige originale, rent organisk-kemiske arbejder om præparation af de isotopsubstituerede forbindelser.

K. A. Jensen anvendte dipolmomentmålinger til belysning af en række organisk-kemiske strukturproblemer. I et større arbejde blev det således vist, at de såkaldte endo-forbindelser, der hidtil var formuleret med en brobinding gennem en ring, på grund af deres meget store dipolmomenter måtte formuleres som dipolare molecuIer. Denne afhandling repræsenterer indførelsen af begrebet, om end ikke navnet, mesoioniske forbindelser.

Han havde endvidere i 1938 fattet interesse for medicinalkemi, fordi det havde vist sig, at der ved indførelse af en pyridingruppe i sulfanilamid kunne opnås en dramatisk virkning, så man i sulfapyridin for første gang havde fået et effektivt middel mod lungebetændelse. Ud fra den betragtning, at thiazol er isostert med pyridin fremstillede han sulfathiazol (der under krigen blev fremstillet fabriksmæssigt af A/S Ferrosan) og derefter en lang række heterocycliske sulfonamider. Ved semikvantitativ bestemmelse af disse og beslægtede forbindelsers bakteriostatiske virkning (sammen med dr.med. *Kai Schmith*) blev der fremskaffet et omfattende materiale til belysning af sammenhæng mellem kemisk konstitution og bakteriostatisk virkning af denne type forbindelser. På lignende måde blev sammenhæng mellem konstitution og virkning undersøgt for derivater af *p*-aminosalicylsyre (PAS) og thiohydrazider.

Andre undersøgelser over kemiske forbindelser med biologisk virkning omfatter fremstilling af mutagene stoffer (i samarbejde med genetikeren Mogens Westergaard), nye aldehyder med plantevækststofvirkning (under-

søgt af plantefysiologen Poul Larsen), insecticider, og stoffer med antithyroid virkning. Gennem det sidste arbejde blev han ført ind på forekomsten af sennepsolier i kålsorter. Da *Anders Kjær* udarbejdede en papirchromatografisk metode til adskillelse af forskellige sennepsolier, fik han overladt dette område, på hvilket hans omfattende undersøgelser snart gjorde ham internationalt kendt.

Ovennævnte arbejder byggede på et præparativt og analytisk arbejde af ved UKL hidtil ukendt omfang. Til udførelse af mikroanalyser bevilgede Carlsbergfondet i en årrække de fornødne midler. I 1954 blev der oprettet en fast stilling som mikroanalytiker, og på H. C. Ørsted Institutet blev der indrettet et større mikroanalytisk laboratorium. Selv om den organiske elementaranalyse nu ikke har den samme betydning som tidligere, var assistance til det analytiske arbejde en af de nødvendige forudsætninger for at den organiske kemi ved universitetet kunne hæves til et internationalt niveau.

Fysisk kemi og kemisk fysik

Fra slutningen af det 19. århundrede blev det almindeligt at betegne læren om kemisk ligevægt, kemisk reaktionshastighed, elektrolytisk dissociation, elektrokemi etc. som »fysisk kemi«. Det var især gennem arbejder af *Arrhenius, van't Hoff, Wilh. Ostwald* og *Walter Nernst,* at fysisk kemi blev etableret som et særligt fag; men der havde selvfølgelig også tidligere været forskere, som fx Julius Thomsen, der betragtede kemiske fænomener ud fra et fysisk synspunkt. En banebryder i så henseende var *J. Willard Gibbs,* hvis klassiske arbejder stammer fra 1873-78; men hans arbejder var vanskeligt tilgængelige (selv om Ostwald havde oversat dem til tysk) og var endnu omkring 1900 lidet kendte. *Brønsted* var en af de få, der tidligt indså deres betydning.

Man har diskuteret, om man kan betragte fysisk kemi som en særlig gren af kemien ved siden af uorganisk og organisk kemi. Hvis fysisk-kemiske metoder anvendes på løsning af konkrete opgaver, er der ingen grund til at gøre det; men studiet af almene kemiske love indtager dog en særstilling. Hvis dette studium bygger på den klassiske fysik, specielt termodynamik, vil man tale om klassisk fysisk kemi, hvis der indgår kvantebetragtninger derimod om kemisk fysik, herunder molecularfysik, moleculspektroskopi og kvantekemi. Repræsentanter for disse områder har lejlighedsvis hævdet, at de repræsenterer et »centralt« område inden for kemien; men det er mere træffende at betragte fysisk kemi og kemisk fysik som selvstændige videnskaber, der er hjælpevidenskaber for den egentlige kemi. Under indtryk af kvantemekanikkens sejrsgang var det en overgang en udbredt opfatelse, at kemien efterhånden ville blive opslugt af fysikken og ophøre med at eksistere som

selvstændig videnskab. Udviklingen har imidlertid vist, at jo mere kemien har anvendt spektroskopiske o.a. fysiske metoder, kvanteteori, computerberegninger m.m., desto klarere har dens særpræg manifesteret sig, idet den derved i stigende grad har været i stand til at løse kemiens klassiske opgaver: bestemmelse af individuelle stoffers og stofgruppers struktur og reaktionsmekanismer. Til gengæld er grænsen mellem uorganisk og organisk kemi blevet udvisket, så man kan hævde, at der kun er én kemi. Denne adskiller sig både i problemstillingerne og den strukturelle betragtningsmåde væsentligt fra fysikken. Ud fra denne klare og hensigtsmæssige afgrænsning er *Bjerrums* komplexkemiske arbejder ovenfor rubriceret som uorganisk kemi og en del af *Langseths* og *B. Baks* arbejder som organisk kemi.

Æren for at have introduceret »den nye fysiske kemi« i Danmark må tilskrives *Emil Petersen*. Gennem sine forelæsninger, artikler i Ingeniøren og et foredrag i Ingeniørforeningen i 1894 om den elektrolytiske dissociationsteori fremtrådte han som »fanebæreren med de nye ideer« (Bøgh 1907). Hans lærebog i teoretisk kemi var vel mindre og mere elementær end Brønsteds »lille grønne«, men den kom også 20 år tidligere. Flere af Emil Petersens videnskabelige arbejder må også betegnes som fysisk-kemiske (bibliografi: Veibel 1943). Man kan så spørge, om hans tidlige død var årsag til, at han ikke fik større indflydelse på den fysiske kemis udvikling her i landet. Svaret må nok blive benægtende, for han var fortrinsvis interesseret i at benytte fysisk-kemiske målinger til løsning af konkrete problemer. I et arbejde om hastigheden ved esterdannelse i methanolisk opløsning kommer han dog ind på det almene problem om syrekatalyse. Nogen direkte indflydelse på Bjerrum og Brønsted har han næppe haft, selv om de begge takker ham for hans velvilje under deres disputatsarbejde.

Brønsteds første fysisk-kemiske arbejder handler om affinitetsbestemmelser – affinitet forstået som det maximale arbejde en proces kan yde, når den forløber isotermt og reversibelt. Disse undersøgelser strakte sig over 15 år og har fællestitlen *Affinitetsstudier* (I-XIII). Det første handler om affiniteten ved omdannelse af monoklint til rhombisk svovl, og Brønsted beskæftigede sig indgående med affinitetens og varmeudviklingens forskellige temperaturafhængighed. *Nernst* benyttede hans målinger som støtte for sit i 1906 fremsatte varmeteorem (3. hovedsætning). De efterfølgende affinitetsstudier beskæftigede sig med de allotrope modifikationer af tin, dobbeltsalte m.m. Disse arbejder udmærker sig ved megen elegance, både i teoretisk og eksperimentel henseende. Brønsted var en genial eksperimentator, der konstruerede sine egne, ofte enkle, men meget nøjagtige apparater.

Omkring 1920 gik Brønsted over til at beskæftige sig med opløsninger af stærke elektrolyter, som ifl. Bjerrum skulle være fuldstændigt dissocierede.

Når man ved de gængse målemetoder finder dissociationsgrader, der er mindre end 1, beror det på interioniske kræfter, der nedsætter ionernes aktivitet. Dette kan der tages hensyn til ved at multiplicere koncentrationerne med såkaldte aktivitetskoefficienter. Medens *Bjerrum* o.a. havde forsøgt at beregne aktivitetskoefficienter ad teoretisk vej, stillede Brønsted sig den opgave at bestemme (middel) aktivitetskoefficienter med stor nøjagtighed ved opløselighedsmålinger. Brønsteds valg af forsøgsmateriale var meget originalt, men fører tilbage til hans studietid hos *S. M. Jørgensen*: han valgte at undersøge tungtopløselige komplexforbindelser. Sådanne salte frembyder betydelige fordele fremfor simplere salte, bl.a. ved at en koncentrationsbestemmelse let kan gennemføres ved en ammoniakbestemmelse. Hans medarbejder ved dette arbejde var amerikaneren *V. K. La Mer*. Før arbejdet afsluttedes, publicerede *Debye* og *Hückel* deres berømte grænselov, som gennem Brønsteds arbejde blev støttet eksperimentelt.

La Mer var Brønsteds første udenlandske medarbejder; i de følgende år kom der adskillige. Af hans assistenter optræder kun *Delbanco, Volquartz* og, i hans sidste år, *J. Koefoed* som medforfatter i hans videnskabelige arbejder. *Güntelberg* arbejdede selvstændigt med meget nøjagtige undersøgelser over elektrolyt-aktiviteter og høstede megen anerkendelse for sin disputats 1938. Enkelte danskere, der ikke var ansat ved laboratoriet (bl.a. *A. Tovborg Jensen*) deltog i Brønsteds undersøgelser.

Jævnsides med ovennævnte undersøgelser publicerede Brønsted sammen med *G. v. Hevesy* flere arbejder om adskillelse af isotoper. Ved kortvejsdestillation lykkedes det at adskille rent kviksølv i fraktioner med forskellig densitet. Dette var den første præparative påvisning af, at et grundstof kan være en blanding af isotoper.

I et betydningsfuldt arbejde fra 1922 undersøgte Brønsted indflydelsen af ionstyrken på ionreaktioners hastighedskonstanter. Han fandt, at de empirisk fundne værdier kun kunne forklares tilfredsstillende, hvis man også tillagde det kritiske komplex en aktivitetskoefficient, som er saltfølsom, hvis komplexet har en ladning. Denne afhandling gav anledning til en polemik med *Bjerrum,* som nok kunne godtage den af Brønsted opstillede formel, men mente, at den måtte begrundes på anden måde. Diskussionen (hvori også *J. A. Christiansen* deltog) resulterede i en præcisering af Brønsteds teori, som i alt væsentligt må anses for korrekt, bortset fra, at man nu vil basere den på begrebet transition state.

I forbindelse med denne undersøgelse studerede Brønsted sammen med *K. J. Pedersen* den basekatalyserede spaltning af nitramid, H_2NNO_2, til dinitrogenoxid og vand: $H_2NNO_2 \rightarrow N_2O + H_2O$. Det viste sig nu, at denne reaktion katalyseredes ikke blot af hydroxidioner, men også af acetationer og



Fig. 154. J.N. Brønsted (1879-1947). Professor i kemi ved Københavns Universitet 1908-47. Fra 1908 bestyrer af Polyteknisk Læreanstalts fysisk-kemiske Institut, fra 1930 af Universitetets fysisk-kemiske Institut på Blegdamsvej. Laurberg og Gad fot.

andre anioner. Brønsted førtes herigennem til en ny basedefinition, hvorefter en base er et molecule (ladet eller uladet), der kan optage en proton, H^+. Denne definition blev i begyndelsen kritiseret, fordi navnet base blev benyttet i en ny betydning; men definitionen er så åbenlyst hensigtsmæssig, at den snart vandt indpas, selv i den elementære undervisning. Desuden kunne Brønsted på grundlag af sin syre-base-definition give en omfattende teori for syre- og basekatalyse (oversigt i Univ. Festskr. Sept. 1926). I en række afhandlinger undersøgte Brønsted konsekvenserne af sit syre-base-begreb, og Bjerrum gav i en oversigtsartikel en vurdering af det og supplerede det med betegnelserne lyat- og lyoniumion for ioner dannet af opløsningsmidlet.

Fra ca. 1930 begyndte Brønsted at interessere sig for højmoleculare stoffer. Han studerede sammenhængen mellem moleculstørrelse og fasefordeling og gav i nogle interessante arbejder om opløselighed og kvældning af højmoleculare stoffer eksempler på disses abnorme opløselighedsforhold. Disse undersøgelser blev ikke afsluttet; en stor og vægtig afhandling med *J. Koefoed* som medforfatter: *The Thermodynamic Properties of Paraffin Mixtures, I.* blev Brønsteds sidste kemiske arbejde. Den påbegyndte fortsættelse (med J. Koefoed og A. E. Lansner) er aldrig blevet færdiggjort; men *Helmer Kofod,* der arbejdede som gæst på laboratoriet i Brønsteds sidste år, har publiceret målinger af

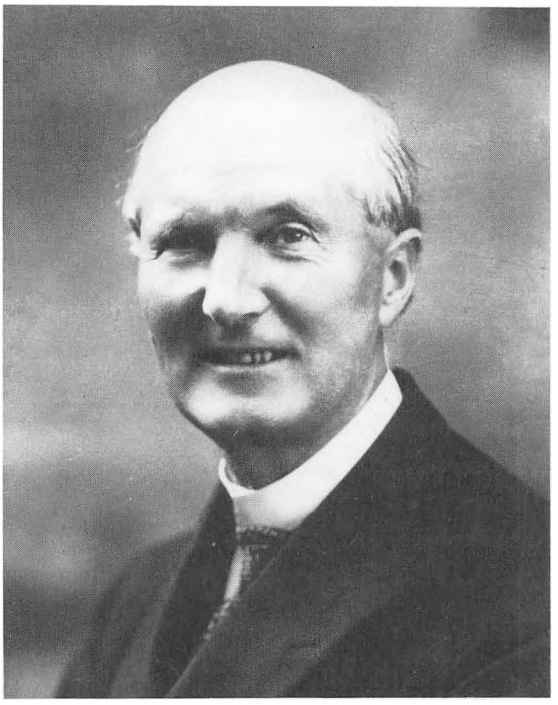


Fig. 155. Niels Bjerrum (1879-1958). Docent i kemi ved Københavns Universitet 1912-14. Professor ved Landbohøjskolen 1914-49. Direktør for Landbohøjskolen 1939-46. Fotografi 1932.

kvældning af polymethylener, udført med et af Brønsted og Lansner konstrueret apparat.

Da Brønsted i begyndelsen af 30'erne var begyndt på en større lærebog i fysisk kemi (i modsætning til den lille bog fra 1912 baseret på Gibbs' termodynamik), fandt han, at den klassiske fremstilling af termodynamikken var ulogisk. Dette førte Brønsted til en gennemgribende omformulering af termodynamikken, eller som han foretrak at kalde den, energetiken. Hans omformulering repræsenterer i hvert fald en kolossal intellektuel præstation; men den vandt ikke almindelig anerkendelse. Igen provokerede Brønsted ved at anvende hævdvundne betegnelser i en ny betydning, så han fx kunne udtale, at »varme kan ikke omdannes til arbejde«. Med en – som Güntelberg siger – »forbløffende hensynsløshed« indførte Brønsted *sin* formulering i undervisningen, selv om de studerende i fysikundervisningen lærte en anden.

En sammenfattende fremstilling af sine synspunkter har Brønsted givet i *Principper og Problemer i Energetiken,* Univ. Festskr. Nov. 1946. Spørgsmålet er ikke, om Brønsteds formulering er rigtigere end den klassiske, men om den er mere generel og hensigtsmæssig. Nogle forskere har ment, at den er fordelagtig i pædagogisk henseende og mere hensigtsmæssig ved behandling af biokemiske problemer, men herom er meningerne delte. I hvert fald synes

det sikkert, at den er mindre generel end den klassiske. Det er lidt af et paradox, at den store eksperimentalkemiker Brønsted kunne lægge en sådan vægt på en apriorisk formalisme, at kampen for hans system fremstod som kampen om »sandheden«. Måske hænger det sammen med, at Brønsted stod ret fremmed overfor den nyere kvantemekanik og statistisk termodynamik.

(En oversigt over Brønsteds videnskabelige indsats er givet af Güntelberg 1950. Se også Christiansen 1949, Bell 1950, Bak 1974, 1981, samt J. N. Brønsted Memorial Issue).

Niels Bjerrums videnskabelige arbejde havde i 1920'erne mange berøringspunkter med Brønsteds, som allerede antydet ovenfor. Da Bjerrum havde forladt universitetet, skal der her kun nævnes endnu et par af hans arbejder (hans fysiske arbejder fra 1911-14 omtales nedenfor). I et vigtigt arbejde fra 1926 om ionassociation viste han, at kationer og anioner kan danne stabile ionpar, hvis summen af ionradierne er under en vis grænse. I stedet for at betragte de stærke elektrolyter som fuldstændigt dissocierede, er det derfor mere korrekt at betegne dem som fuldstændigt ioniserede.

I et berømt arbejde fra 1923 viste Bjerrum, at aminosyrer må formuleres som dipolare ioner. Dette arbejde (som ifølge den her anvendte definition er et organisk-kemisk arbejde) fik vidtgående konsekvenser for proteinkemien og biokemien i det hele taget.

Bjerrums sidste store arbejder, om isens struktur (1950) og om calciumphosphater (1958), demonstrerer, hvor vidtspændende hans videnskabelige indsats var.

J. A. Christiansens første arbejde på UKL drejede sig om fremstilling af methanol ud fra carbonmonoxid og hydrogen. Han blev derigennem ført ind på reaktionskinetiske studier. I sin disputats undersøgte han dannelsen af hydrogenbromid ved reaktionen $H_2 + Br_2 \rightarrow 2\ HBr$, samt carbonylchlorids termiske dissociation. Den første reaktion viser, som det allerede var kendt (Bodenstein & Lind 1907), en afvigelse fra bimolecular reaktionskinetik, og Christiansen viste, at hastighedsudtrykket kunne bringes i overensstemmelse med antagelsen af en kædereaktion, begyndende med en dissociation af Br_2 til 2 Br. Navnet kædereaktion optræder her for første gang i litteraturen, og Christiansen uddybede dette begreb i samarbejde med den hollandske fysiker *H. A. Kramers* der dengang arbejdede på Niels Bohr Institutet. *Chr. Winther* havde dog i 1912 vist, at fotokemiske processer kan forløbe med et kvanteudbytte væsentligt større end 1 og derfor må forløbe som en kædereaktion (Christiansen 1943, 1969). I disputatsen gav Christiansen også en forklaring på unimoleculare reaktioners eksistens.

Christiansens arbejder på KLA var rent fysisk-kemiske. Eksperimentelt studerede han de såkaldte Liesegang-ringe, et rytmisk fældningsfænomen, og

udarbejdede gasanalytiske metoder til brug ved reaktionskinetiske studier (med *I. Wulff*). Han studerede endvidere hastigheden ved den termiske sønderdeling af ammoniak (med *Knuth-Winterfeldt*) og undersøgte reaktionen mellem carbonmonoxid og methanol (med *J. C. Gjaldbæk*). Hans hovedindsats i disse år var dog en række teoretiske arbejder, hvori han dels behandler en kemisk reaktion som en diffusionsproces, dels udvikler en teori for en quasi-stationær reaktionskinetik (publiceret i en stor artikel i Handbuch der Katalyse 1941).

Christiansen var næsten 60 år, da han flyttede til Fysisk-kemisk Institut, men hans år her blev nogle af hans mest aktive. Det store antal konferensstuderende i biokemi gav ham en kærkommen lejlighed til at docere sin quasistationære kinetiks anvendelse på enzymreaktioner, og nogle af de studerende deltog i publikationer herom fra laboratoriet. Det stigende antal studerende medførte også, at der blev ansat flere assistenter. Den tidligt afdøde *C. E. Jensen* var allerede som student begyndt at arbejde med et højmoleculart stof, hyaluronsyre, og erhvervede i 1957 doktorgraden på en afhandling *Studier over Hyaluronsyre*. Dette for levende væsener vigtige stof vakte også Christiansens og *Koefoeds* interesse, og der udgik fra laboratoriet adskillige afhandlinger om det. Christiansen konstruerede sammen med C. E. Jensen en et nyt mikroosmometer til måling af hyaluronsyre moleculvægt. Koefoed og C. E. Jensen påviste i samarbejde med otologen *Th. Vilstrup*. at der ved forskydning af den elastiske opløsning af kaliumhyaluronat i et glasrør opstår potentialdifferenser, forskydningspotentialer, og dette fænomen blev studeret teoretisk af Christiansen. Det menes at være af betydning for hørelsens mekanisme. Christiansens artikel *Ligevægtssans, Hørelse og Hyaluronsyre* i Dansk Kemi 1960 (s. 49-54) viser, hvor grundigt og idérigt han angreb dette for ham helt nye område.

En række af Christiansens arbejder, lige fra hans arbejder om Liesegangringe til hans seneste arbejder om fysiologiske mekanismer, afspejler hans interesse for periodisk forløbende eller oscillerende kemiske reaktioner. Sådanne er i hvert fald sjældne i homogent medium, men Christiansen mente, at enzymreaktioner regelmæssigt viser oscillationer. Eksperimentelle undersøgelser af dette spørgsmål møder store vanskeligheder, og det har været vanskeligt at give et teoretisk bevis for, at sådanne reaktioner overhovedet skulle være mulige. Christiansen har dog givet et sådant bevis, og *Thor A. Bak* har underkastet dette spørgsmål en dyberegående matematisk behandling. Bak, der har studeret hos *I. Prigogine,* har beskæftiget sig med irreversible processers kinetik, og i disputatsen (*Contributions to the Theory of Chemical Kinetics,* 1959) bl.a. med forudberegning af hastighedskonstanter ud fra kendskabet til de reagerende moleculers og mediets egenskaber.

Af J. Koefoeds arbejder skal, foruden de allerede omtalte, nævnes nogle teoretiske arbejder om isens struktur, et arbejde om måling af overfladespænding, samt et betydningsfuldt reaktionskinetisk bidrag om omtydning af mekanismen ved den Fe^{3+}-katalyserede sønderdeling af H_2O_2 på grundlag af *V. Sten Andersens* eksperimentelle arbejde (udført hos Christiansen på KLA).

En af Christiansens assistenter på KLA, *Hakon Nord*, var også påvirket af hans reaktionskinetiske betragtningsmåde, men i øvrigt meget selvstændig. Han har givet en teori for den såkaldte Pasteur-effekt, og beskæftiget sig med væksthastighed i bakteriekulturer (efter studieophold hos *C. N. Hinshelwood*), autoxidationsprocesser og korrosion.

Sammen med *A. E. Nielsen* udførte Christiansen undersøgelser over krystalkimdannelsens kinetik ved udfældning af tungtopløselige forbindelser. Nielsen uddybede i væsentlig grad dette emne i sin disputats (*Bariumsulfats Fældningskinetik*, 1964).

Christiansens oversigt *De kemiske reaktioner og deres hastigheder* (Univ. Festskr. Nov. 1958) giver et overbevisende indtryk af hans reaktionskinetiske studiers dybde og spændvidde.

Niels Bjerrum var en pioner inden for den kemiske fysik. Under et studieophold hos *W. Nernst* i 1911 målte han gassers varmekapacitet og kom derigennem ind på studiet af gassers infrarødtspektre. Han tydede to linier i hydrogenchlorids infrarødtspektrum som hidrørende fra henholdsvis vibration og rotation af moleculet og forudsagde, at vibrationsbåndet måtte have finstruktur på grund af kobling af vibrations- og rotationsenergi; dette blev kort efter bekræftet. Bjerrum diskuterede i 1914 også infrarødtspektre af vanddamp og carbondioxid og indførte i sine beregninger det vigtige valenskraftsystem. Resultaterne var imidlertid ikke så éntydige som for HCl, og han slutter afhandlingen med at sige, at dette måske tyder på, at vi for at forklare molecul spektrene må gribe til lignende revolutionære anskuelser som Bohr har indført for atomspektrenes vedkommende.

Bjerrum forlod derefter molecul spektroskopien og anfører selv som en af grundene til, at han ikke gik videre, at tiden endnu ikke var moden dertil. Det blev den først ca. 25 år senere for infrarødtspektroskopiens vedkommende, men allerede i 1928 betød dog opdagelsen af Raman-effekten i en vis forstand en genvej til infrarødtspektrene. *Langseths* Raman-spektroskopiske arbejder betød derfor, at molecul spektroskopien blev fortsat her i landet allerede fra ca. 1930. Langseth arbejdede også med infrarødtspektroskopi, især efter 2. Verdenskrig, da store, registrerende spektrografer var blevet kommercielt tilgængelige og blev bevilget ved midler fra Marshall-hjælpen. Langseths vigtige anvendelser af Raman-spektroskopi til løsning af organisk-kemiske strukturproblemer er omtalt under Organisk Kemi. Han var den første, der

systematisk udnyttede oplysninger fra isotopieffekter i moleculspektroskopien, lige fra han i et af sine første arbejder forklarede forekomsten af 3 Ramanlinier i spektret af CCl_4 ved, at naturligt chlor er en blanding af ^{35}Cl og ^{37}Cl, og at almindelig CCl_4 derfor er en blanding af »isotope« moleculer. Efter krigen undersøgte han, sammen med S. Brodersen, indgående regler for sammenhæng mellem svingningsfrekvenser af »isotope« moleculer. Han genoptog også studiet af benzenproblemet og publicerede sammen med Brodersen flere omfattende arbejder om infrarødtspektre af de deutererede benzener i gasform.

Med *Børge Baks* udnævnelse til professor er moleculspektroskopi blevet et fast fag ved universitetet. Baks indførelse af mikrobølgespektroskopien og dennes betydning for organisk-kemiske strukturproblemer er omtalt under Organisk Kemi. Laboratoriets forskning dækker også IR-, Raman- og NMR-spektrometri.

I sin disputats og i flere senere arbejder har Bak beskæftiget sig med beregning af valenskræfternes størrelse og retning på bredere basis end efter valenskraft- og centralkraftmodellerne og med beregning af det intramoleculare potentials variation under konformationsændringer.

KEMI PÅ H. C. ØRSTED INSTITUTET

Laboratorierne

I januar 1957 fremsatte universitetets professorer i matematik, fysik og kemi et forslag om at samle universitetets matematiske, fysiske og kemiske laboratorier (undtagen Niels Bohr Institutet) i ét enkelt institut, som man foreslog blev kaldt H. C. Ørsted Institutet. Samme år tiltrådte folketingets finansudvalg, at der blev stillet en bevilling til rådighed til projektering og gav i 1958 tilslutning til, at byggeriet blev begyndt. Indflytningen begyndte i januar 1962 og var afsluttet i 1964.

Indførelsen af naturvidenskabelig embedseksamen (Kgl. anordning af 6. august 1960, se Årbog 1958-63, s. 360-75) var ikke uden betydning for de kemiske laboratoriers indretning, idet der blev oprettet en kemi linie, hvorpå kravene var af lignende omfang, som til de hidtidige hovedfagsstudier i kemi (skoleembedseksamen med kemi som hovedfag og konferens). Da disse hidtil havde været henvist til at følge undervisningen i uorganisk kemi for kemiingeniører, måtte der indrettes et universitetslaboratorium for uorganisk kemi. Det fik betegnelsen Kemisk Laboratorium I. Fra UKL, Østervoldgade 5, overflyttedes organisk kemi til Kemisk Laboratorium II, moleculspektro-

skopi til Kemisk Laboratorium V og kemi for lægestuderende til Kemisk Laboratorium III. Fysisk-kemisk Institut overflyttedes som Kemisk Laboratorium IV. De 5 laboratorier, der placeredes i to blokke af H. C. Ørsted Institutet, disponerede over 10.800 m^2 (af H. C. Ørsted Institutets ca. 33.000 m^2 bruttoareal), hvortil kom et fællesbibliotek for kemi og fælles auditorier, klasseværelser, værksted, indkøbscentral m.m. Laboratorierne er i det følgende betegnet KL I, KL II osv.

De to forladte laboratorier havde et bruttoareal på 4070 m^2, så der var tale om en meget betydelig udvidelse. Tilgangen af studerende oversteg imidlertid langt det forudsete, og det havde især uheldige konsekvenser for laboratorierne II og III. Ved overflytningen var kemiundervisningen af lægestuderende blevet definitivt adskilt fra den øvrige propædeutiske kemiundervisning, og det blev overdraget KL II at varetage sidstnævnte. Dette laboratorium fik derfor betegnelsen laboratoriet for almen og organisk kemi. Laboratorium III fik efter Thor A. Baks udnævnelse til professor betegnelsen laboratoriet for almen og teoretisk kemi. På KL II var der kun regnet med ca. 20 naturhistoriestuderende, men den voldsomme tilgang til biologisk orienterede studier bragte snart tallet op på over 200. Dette medførte også en udvidelse af lærerstaben og dermed en inddragelse af flere og flere rum, der var planlagt til specielle formål. Man har klaret sig ved at flytte nogle af øvelserne til KL I og ved at inddrage personale fra de øvrige laboratorier i undervisningen; men pladsforholdene på KL II er i dag ikke meget bedre end på det gamle UKL.

Tilgangen af lægestuderende steg i løbet af få år fra 400 til over 700, så det i 1968 blev nødvendigt at oprette et særligt laboratorium for »medicinsk kemi« (i Rådmandsgade-komplekset) med et dertil knyttet professorat.

Allerede i 1964 indgav professorerne i de matematisk-fysiske fag et andragende om at fremskynde projekteringen af den planlagte udvidelse af H. C. Ørsted Institutet. Ingen af de mange diskuterede planer har imidlertid nydt fremme, og den planlagte overtagelse af Medicinsk-anatomisk Institut ser ikke ud til at ville medføre nogen væsentlig udvidelse af laboratoriearealet.

I anledning af indretningen af de nye laboratorier blev der anskaffet mange nye apparater. Flere store apparater, bevilget af Statens naturvidenskabelige Forskningsråd, er fulgt efter, så de kemiske laboratorier må betragtes som velforsynede med apparater, også efter international standard.

Af pladsmæssige grunde må der afstås fra en mere detailleret beskrivelse af de enkelte laboratorier. Fra 1970 samarbejder de som Kemisk Centralinstitut (KCI).

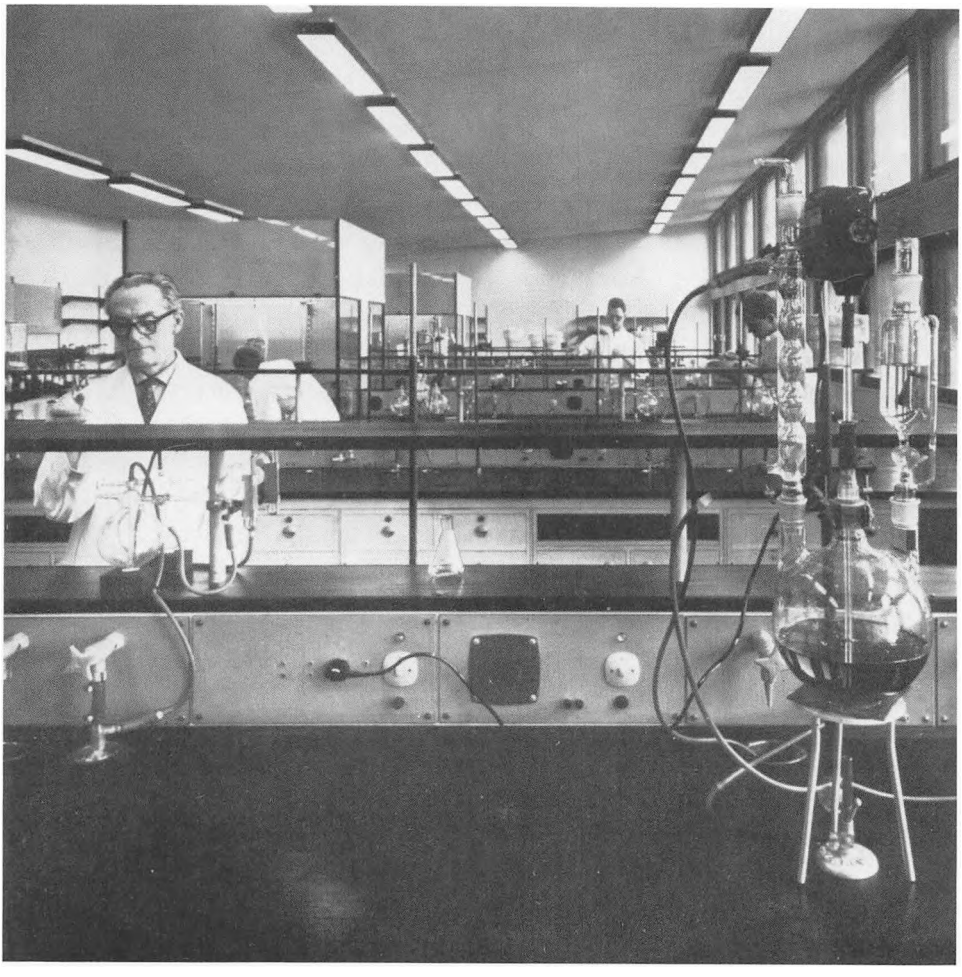


Fig. 156. På de nye kemiske laboratorier på H. C. Ørsted Institutet var der god plads – til at begynde med. Fra en folder om H. C. Ørsted Institutet 1964.

Lærerne

I forbindelse med indførelsen af naturvidenskabelig embedseksamen og oprettelsen af H.C. Ørsted Institutet, HCØ, blev lærerstaben (afdelingsledere og amanuenser) og det tekniske personale udvidet meget betydeligt. Siden da er der sket en yderligere forøgelse med ca. 50%, så der i 1977-78 er 64 adjunkt/lektor stillinger og 65 TAP stillinger. Her skal kun siges et par ord om professoraterne.

J. Bjerrum og *K. A. Jensen,* der blev bestyrere af de kemiske laboratorier I og II, er nu fratrådt på grund af alder. Professoratet i uoganisk kemi (KL I) er fra 1. marts 1982 besat med *Claus Erik Schäffer*. Til det andet professorat (KL

II) indstilledes en australsk kemiker, *Alan Sargeson,* men denne trak sig tilbage. Dette professorat er derfor endnu i 1982 ubesat. Professor *Langseth* nåede ikke at flytte ind på KL III, og hans professorat blev opslået ledigt. Der meldte sig 4 ansøgere, af hvilke dr.phil. *Thor A. Bak* og professor, dr.phil. *Anders Kjær* indtog en særstilling, idet der tidligere var blevet søgt om ekstraordinære professorater til dem begge.

Et flertal af bedømmelsesudvalget (*B. Bak* og *C. J. Ballhausen*) indstillede Thor Bak, medens *K. A. Jensen* fandt, at Thor Baks og Kjærs kvalifikationer lå på så forskellige områder, at de ikke var direkte sammenlignelige. I et fakultetsmøde opnåede flertalsindstillingen ikke det fornødne stemmeflertal. Bedømmelsesudvalget blev derfor udvidet til 7 medlemmer med *J. Bjerrum, R. W. Asmussen* og to norske professorer (*O. Hassel* og *N. A. Sørensen*). Kjær indsendte en skarp kritik (som vandt tilslutning fra N. A. Sørensen) af flertalsindstillingen. Da diskussionen trak i langdrag, tilbagekaldte Kjær sin ansøgning – »i betragtning af sagens hele udvikling«. Kjær var to gange, første gang allerede i 1958, indstillet til et ekstraordinært professorat, som alene var blevet udskudt på grund af mangel på laboratorieplads. Han mente, at man derfor burde have tildelt ham professoratet, nu da der var blevet plads.

Efter Kjærs tilbagetræden blev Thor Bak enstemmigt indstillet og udnævnt til professor fra 1. september 1963 (Årbog 1958-63, s. 246-62). Sagens forløb er imidlertid et memento om, at opslag ikke bør formuleres så alment, at man tvinges til at sammenligne inkommensurable kvalifikationer. Da Langseth i nogen grad havde været organisk kemiker, svækkede denne besættelse den organiske kemi. Dette blev der kun delvis rådet bod på ved oprettelse af et professorat i organisk kemi i 1973 – for der fulgte ikke noget laboratorium med.

På finansloven 1972/73 blev der af Kemisk Centralinstitut søgt et nyt professorat i kemi, tilknyttet KL II, med den begrundelse, at dette laboratoriun nu varetog henved halvdelen af al skemalagt undervisning ved KCI, og at den moderne organiske kemi nu dækkede så store områder, at den ikke kunne dækkes af en enkelt professor. Der meldte sig 5 ansøgere, af hvilke bedømmelsesudvalget enstemmigt indstillede docent, dr.phil. *Ole Buchardt.* Denne blev herefter udnævnt til professor i kemi fra 1. januar 1974 (Årbog 1973-74, s. 99).

Af de to nye professorers curricula vitae:

Thor A. Bak (f. 1929), K 1953, Ph.D. 1956 (Columbia University), dr.phil. 1959 (*Contributions to the Theory of Chemical Kinetics*). Hans disputats er kommet i 2. oplag i 1964. Har også publiceret *Mathematics for Scientists* (med Jonas Lichtenberg, 1966), *Kemi, en indledning til de fysisk-kemiske principper* (1966) og

flere hefter og noter til undervisningsbrug. Ophold i USA som visiting scientist (1960 og 1961), gæsteprofessor ved University of Minnesota 1969. Medlem af Videnskabernes Selskab 1965. Universitetets rektor 1972-76.

Ole Buchardt (f. 1936), m.sc. (biokemi) 1960, dr.phil. 1970 (*The Photochemistry of Heteroaromatic Amine N-Oxides and Nitrones*). Studieophold ved Rice University, Houston, 1961-62, visiting scientist ved University of California, Riverside, 1969-70.

Undervisning

Indførelsen af naturvidenskabelig embedseksamen (fra 1978: kandidateksamen) betød en radikal udvidelse af universitetets kemiundervisning. Idet der henvises til den udførlige redegørelse i Årbog 1958-63, s. 360-75, skal her kun nævnes, at kemiundervisningen til 1. del blev inddelt i 5 moduler, kemi 1-5, og at der desuden indførtes kurser i kemi som støttefag for fysik, biologi og geologi-georgrafi (kemi A, B og C).

Fagområderne kemi 1-5 skulle indgå i 3 linier: Kemi Linien, Fysik-kemi Linien og Biokemi Linien. Ved en i 1968 foretaget ændring af bekendtgørelsen (Årbog 1967-68, s. 296-299) blev betegnelsen fysik-kemi linien ændret til kemi-fysik linien, og der blev indført endnu et kemisk modul, kemi 6.

De 6 kemiske fagområder er defineret på følgende måde: *Kemi 1:* Hovedtræk af kemien. *Kemi 2:* Fysisk kemi. *Kemi 3:* Kemisk fysik. *Kemi 4:* Uorganisk kemi. *Kemi 5:* Organisk kemi. *Kemi 6:* Teoretisk kemi.

Det fagområde, der er betegnet som »kemisk fysik«, er i realiteten moleculspektroskopi og burde være betegnet således. Betegnelsen »teoretisk kemi« er endvidere uheldig, fordi fagets indhold ikke er en teoretisk behandling af konkrete *kemiske* problemer, men det fysiske og matematiske grundlag for en sådan.

På kemi linien kræves kemi 1 samt 4 af de 5 resterende kemifag, på kemi-fysik linien kemi 1 samt 2 af de resterende kemifag, på biokemi linien kemi 1, 2 og 5. Kemi som hovedfag kan studeres efter 1. del på de 3 anførte linier. Studiet omfatter foruden deltagelse i 2. dels kurser og seminarer udførelse af en specialeopgave, i regelen indenfor det valgte laboratoriums forskningsområde. Kandidateksamen på kemi linien svarer i det store og hele til magisterkonferens i kemi og har efterhånden erstattet denne. Nærmere enkeltheder kan findes i de nævnte bekendtgørelser samt i Studiehåndbog for den matematisk-fysiske faggruppe ved Københavns Universitet.

Undervisningen efter de nye studieplaner begyndte allerede før indflytningen på HCØ. Forelæsninger i fagområderne 2, 3, 4 og 5 blev holdt af

professorerne *Ballhausen, B. Bak, Bjerrum* og *K. A. Jensen.* Forelæsninger i kemi 1, der dækkedes af K. A. Jensens *Almen Kemi* I-III, blev holdt af dertil ansatte lektorer; det samme gælder støttefagene kemi A, B og C. Til afholdelse af specialeforelæsninger til 2. del blev der ligeledes ansat en række lektorer. Professor *Thor A. Bak* holdt i 1963-65 forelæsninger for lægestuderende; men denne undervisning blev i 1966 overført til Det lægevidenskabelige Fakultet og foregik fra 1968 på Medicinsk-Kemisk Institut. Thor A. Bak holdt også forelæsninger over dele af den fysiske kemi (kaldt kemi 2a), der senere indgik i kemi 6.

Da alle amanuenser efter styrelsesloven (1970) er blevet lektorer, er undervisningsbyrden blevet mere ligeligt fordelt på det videnskabelige personale, og det er nu en undtagelse, at de obligatoriske forelæsninger til 1. del holdes af professorerne. Der er nu også et meget stort og alsidigt tilbud af kurser og forelæsninger til 2. del. Når man betænker, at en konferensstuderende tidligere var henvist til at deltage i kemiingeniørernes øvelser og i øvrigt stort set måtte klare sig ved selvstudium, har udklingen været fantastisk.

KL II havde fra begyndelsen fået tildelt hele den indledende kemiundervisning ved Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet, dvs. kemi 1, A, B og C (dog var øvelser i kemi for studerende på kemi linien henlagt til KL I). I efterårssemestret 1969 var antallet af deltagere i laboratorieøvelserne steget til 407; endnu nogle øvelser blev flyttet til KL I og lærere fra de øvrige laboratorier blev inddraget i eksaminatorieundervisningen. Nu administreres kemi 1, A, B og C af KCI og er fordelt på alle 5 laboratorier.

Laboratorieøvelserne til 1. del omfatter som tidligere kvalitativ og kvantitativ analyse, organisk stofidentifikation, uorganisk og organisk syntese og øvelser i fysisk kemi og molecul spektroskopi, men på alle områder ført à jour. Til 2. del varetager KL III kursus i kemiske undervisningsforsøg og har i en årrække haft kurser i anvendelse af datamater og elektronik i kemien.

Den hastige udvikling af kemien i dag har medført, at man i stor udstrækning anvender engelske lærebøger, selv i den alementære undervisning. Det kan få den uheldige virkning, at man om nogle år ikke mere kan diskutere kemi uden at ty til engelske udtryk.

Forskning

Tiden efter 1962 er karakteriseret ved en eksplosiv forøgelse af antallet af videnskabelige publikationer. Fra de kemiske laboratorier på H. C. Ørsted Institutet er der siden 1962 udsendt ca. 1500 afhandlinger, dvs. skønsmæssigt lige så mange, som universitetets og Polyteknisk Læreanstalts kemiske laboratorier udsendte i hele den forudgående periode fra ca. 1820 til 1962. Da

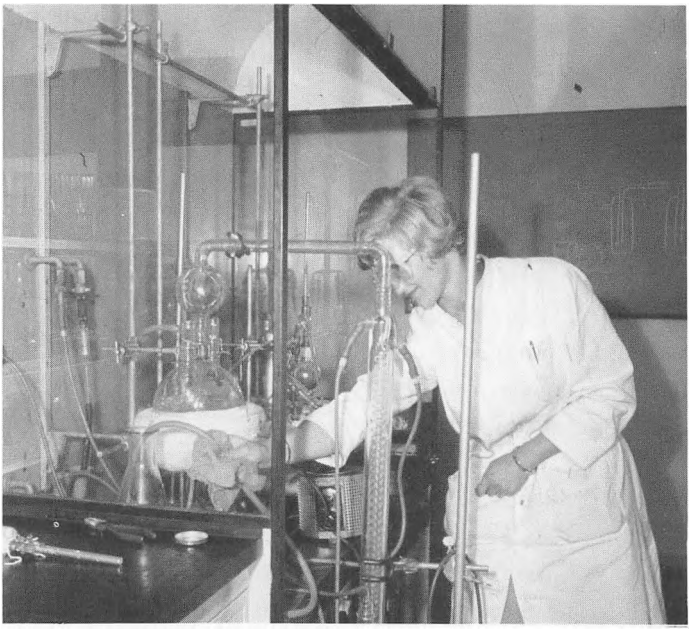


Fig. 157. Fra undervisningen i organisk syntese (KL II).

det er karakteristisk for nutiden, at der udsendes mange korte meddelelser, når disse publikationer dog langt fra op på samme sideantal som de ældre; men udviklingen er alligevel bemærkelsesværdig.

Den hænger i første række sammen med den store forøgelse af den videnskabelige stab og nedsættelsen af undervisningsbyrden ved pligt til at drive forskning; men andre forhold gør sig også gældende, således indførelsen af licentiatgraden og kandidatstipendier, ansættelse af laboranter til assistance – noget der tidligere var næsten ukendt på de kemiske laboratorier – og anskaffelse af moderne, selvregistrerende instrumenter. Hertil kommer det internationale samarbejde, som i så høj grad har præget efterkrigstiden. De fleste på laboratorierne ansatte kemikere har været på længere studieophold i udlandet og deltager regelmæssigt i møder i udlandet. Derved knyttes der kontakter, som kan føre til et samarbejde bestående i, at en del af arbejdet udføres i København, en anden del på et udenlandsk laboratorium. På mange publikationer optræder derfor navne på forskere, der ikke har arbejdet i København. Til gengæld har en række udenlandske gæsteprofessorer og stipendiater udført deres arbejde på laboratorierne i København. Disse har også været flittigt besøgt af udenlandske forskere på et kortere visit, der har givet incitamenter til forskningen.

Det er endvidere karakteristisk for forskningen på de kemiske laboratorier, at laboratoriebetegnelserne uorganisk kemi, organisk kemi osv. hovedsagelig

gælder undervisningen, medens forskningen indenfor de enkelte laboratorier ikke er begrænset tilsvarende, og at der i ret høj grad finder et samarbejde sted mellem de kemiske laboratorier – og også mellem disse og de fysiske laboratorier eller med kemiske laboratorier uden for HCØ, (DTH, Risø, Odense og Aarhus Universitet).

Titlerne på alle publikationer fra de kemiske laboratorier og oversigter over igangværende arbejder er anført i universitetets årbøger fra 1963. Da en vurdering af disse arbejder endvidere i det væsentlige må overlades til fremtiden, skal det her kun gennem følgende korte oversigt forsøges at give et vist indtryk af den kemiske forskning ved universitetet i de sidste 17 år af dettes 500-årige eksistens. For oversigtens skyld er der anvendt samme inddeling som i forrige afsnit.

Uorganisk kemi. KL I har fulgt den komplex-kemiske linie, som under *J. Bjerrum* blev anlagt på KLA. Man har studeret ligevægte og hastigheder ved dannelse af komplexforbindelser i opløsning og komplexforbindelsers spektre, krystalstruktur og magnetiske egenskaber. Man har især studeret komplexforbindelser af 1. overgangsgruppe, men også komplexforbindelser af guld (*Bjerrum*), thallium og platin (*G. Nord*). Bjerrum har især interesseret sig for coordination i »ydre sfære« og for komplexdannelse med phosphor- og arsenforbindelser.

En række arbejder beskæftiger sig med fremstilling og adskillelse af stereoisomere chrom- og rhodiumforbindelser samt bestemmelse af disses absolutte konfiguration (*P. Andersen, F. Galsbøl, S. E. Harnung, E. Pedersen, C. E. Schäffer*). *K. Michelsen* har analogt undersøgt cobaltkomplexer af 1-(2-pyridylethyl)amin.

Hydrolysehastigheden af chrom(III)amminer er undersøgt af *L.* og *O. Mønsted. E. Petersen* og *J. Glerup* har undersøgt komplex-forbindelsers magnetiske egenskaber.

Erik Larsen har også beskæftiget sig med Cotton:effekt og bestemmelse af absolut konfiguration, og undersøgt nikkel(II)-komplexer af dioximer og thiocethydrazid. Der er foretaget krystalstruktur bestemmelser på sidstnævnte og flere lignende nikkelforbindelser i samarbejde med Kemisk Laboratorium IV.

Eva Bang har gennemført krystalstrukturbestemmelser af flere af S. M. Jørgensens komplexforbindelser; af særlig interesse er strukturopklaringen af S. M. Jørgensens »rhodosochlorid«, der i én ion indeholder 4 chromatomer knyttet sammen med 6 HO-broer.

Fra *KL II* foreligger også nogle bidrag til den uorganiske kemi. *K. A. Jensen, B. Nygaard, C. Th. Pedersen, O. Dahl, B. M. Dahl, P. H. Nielsen, V.*



Fig. 158. Laboratorium for specialestuderende i organisk kemi (KL II).

Krishnan og *K. Bechgaard* har isoleret nye komplexforbindelser og studeret deres fysiske egenskaber (dipolmoment, magnetisme, infrarødtspektre o.a.). Der er blevet fremstillet phosphinkomplexer med pentacoordineret nikkel eller cobalt, chelate forbindelser af 8-aminoquinolinderivater, komplexforbindelser med selenholdige ligander m.fl. Stereokemiske forhold ved nikkelforbindelser af dioximer og optisk aktive thiosemicarbazider har været genstand for undersøgelser. Ved oxidation af thiosemicarbazidkomplexer fremstilledes forbindelser, der kan opfattes som komplexforbindelser af azothioformamider. Denne type komplexer er undersøgt mere indgående af *Bechgaard*. Normalsvingninger i komplexforbindelser af nikkel og rhodium er blevet bestemt ved infrarødtspektroskopi (*P. H. Nielsen* m. fl.).

På *KL IV* har *Ballhausen* og medarbejdere endvidere publiceret en lang række teoretiske og eksperimentelle undersøgelser over komplexforbindelser og andre uorganiske forbindelser. Ifølge den her anvendte definition kan disse arbejder hensigtsmæssigt rubriceres under den uorganiske kemi; i hvert fald er de af fundamental betydning for denne. Eksperimentelt undersøges absorptions- og emissionsspektre, også af enkrystaller ved flydende heliums temperatur, i et stærkt magnetfelt eller under højt tryk.

Blandt disse undersøgelser skal nævnes en række kvantekemiske beregninger og spektroskopiske undersøgelser over tetraedriske moleculer og ioner: $TiCl_4$, VCl_4, MnO_4^-, TcO_4^-, ReO_4^-, CrO_4^{2-}, $CrClO_3^-$, OsO_3N^-, $NiCl_4^{2-}$ o.a.

tetrahaloioner. Den plane ion $Ni(CN)_4^{2-}$ har været genstand for flere undersøgelser (*Ballhausen* et al.; *J. P. Dahl* et al.) og krystalstrukturen er $CdNi(CN)_4 \cdot 5\ H_2O$ er blevet bestemt (*E. M. Holt* og *J. T. Watson*).

Yderligere kan nævnes: undersøgelser over luminescensspektre af rutheniu-m(II)forbindelser (*R. A. Krause* og *C. J. Ballhausen*), og absorptionsspektre af visse chromkomplexer i exciteret tilstand (*R. A. Krause, I. Trabjerg* og *C. J. Ballhausen*), undersøgelser over de interessante hexaurinstofkomplexer af Chrom(III) og vanadium(III), over absorptionsspektre af mangan(III) komplexer (*R. Dingle*) og over absorption af cirkularpolariseret lys i Cr^{3+} holdigt Al_2O_3 (rubin) i stærke magnetfelter (*I. Trabjerg*).

Der er gennemført en beregning af elektronstrukturen af Zeises salt (*J. W. More*). Strukturen af nikkelkomplexer med svovlholdige ligander, jern(III) komplexer af aminosyrer m.fl. komplexforbindelser er blevet bestemt ved Röntgen-diffraktionsundersøgelser, (*J. T. Watson* et al., *Sine Larsen* et al.).

Organisk kemi. I fortsættelse af påbegyndte projekter på UKL var arbejder på *KL II* i de første år især koncentreret om undersøgelser over heterocycliske forbindelser (thiatriazoler, tetrazoler, thiazoloner) og organiske svovl- og selenforbindelser. De hidtil kun lidt undersøgte organiske selenforbindelser har været genstand for indgående præparative og spektroskopiske undersøgelser (*K. A. Jensen, Ulla Svanholm, L. Henriksen, U. Anthoni*) og viste sig også nyttige ved tydning af analoge svovlforbindelsers infrarødtspektre. Undersøgelser over organiske svovl- og selenforbindelser har også indtaget en fremtrædende plads i senere arbejder fra laboratoriet. *Arne Holm* har således påvist dannelsen af kortlevende nitrilsulfider og thiaziriner som intermediater ved den fotokemiske spaltning thiatriazoler ved lav temperatur (disputats 1978; *På sporet af nitrilsulfider, thioacylnitrener og thiaziriner*). Sammen med KL V har han endvidere undersøgt dannelsen af den interessante forbindelse selenoketen.

Ved termisk sønderdeling af alkoxythiatriazoler lykkedes det at fremstille alkylcyanater, en stoftype som man hidtil forgæves havde forsøgt at fremstille og derfor havde betragtet som »ikke eksisterende«. I en lang række arbejder blev disse forbindelsers fremstilling, reaktioner og massespektrometriske fragmentering etc. undersøgt (*K. A. Jensen, A. Holm, C. Wentrup* m.fl.). Der opdagedes også en anden ny type forbindelser i de meget reaktive isothiocyanatoaminer, hvis mangeartede reaktioner og omdannelser blev genstand for indgående undersøgelser (*U. Anthoni, Ch. Larsen* og *P. H. Nielsen*).

Andre undersøgelser over organiske svovlforbindelser omfatter vibrationsanalyse af thio- og selenoamider (*U. Anthoni, P. H. Nielsen, G. Borch* og *P. Klæboe*), undersøgelser over reaktionskekanismer (*J. Snyder* et al.), undersøgel-

ser over det heterocycliske system 1,2-dithiol (*C. Th. Pedersen*) og massespektrometriske undersøgelser (*G. Schroll, S. Hammerum, P. Wolkoff*).

Organisk phosphorkemi er studeret af *O. Dahl* og medarbejdere. *R. Boe Jensen* studerede de stereokemiske aspekter ved reaktionen mellem chloral og alkoholer (disputats 1975), og har senere studeret struktur og konformation af cycliske ethere dannet af formaldehyd og polyhydroxyforbindelser (med *G. Schroll*, o.a.).

I 1963 påbegyndte *O. Buchardt* studier over omlejringer af organiske forbindelser under påvirkning af lys. Ved bestråling af opløsninger af heteroaromatiske forbindelser finder der komplicerede omlejringer sted, bl.a. ringudvidelse af 6-leddede til 7-leddede ringe, og dermed til hidtil ukendte stoftyper, hvis struktur er blevet opklaret bl.a. ved krystalstrukturanalyse. En oversigt over Buchardts første arbejder, som hurtigt skaffede ham et internationalt kendt navn på dette område, er givet i hans disputats 1970. Han har (med talrige medarbejdere) fortsat sine fotokemiske studier med forfinet metodik og også angrebet fotokemiske aspekter af biologiske problemer og absolut asymmetrisk syntese ved bestråling af helicener med circularpolariseret lys.

Med udvidelsen af staben er også andre emner blevet taget op. *P. M. Boll*, der i 1969 blev professor i kemi ved Odense Universitet, studerede plantestoffer og blev i 1966 dr.phil. på en afhandling om solanumsteroidalkaloider. *M. G. Ettlinger* har også studeret plantestoffers, især cyanogene glucosider og sennepsoliegucosiders kemi. *C. Christophersen* og *U. Anthoni* har ligeledes i de senere år arbejdet med naturstoffer, især fra marine organismer.

Med ansættelse af *Vernon D. Parker* (1976 professor i Trondheim) blev studiet af organisk elektrokemi (der var påbegyndt med polarografiske undersøgelser af *N. Moe*) udvidet væsentligt, og der fulgte en strøm af afhandlinger om elektrokemisk oxidation og reduktion af organiske forbindelser, påvisning af cationradikaler og forklaring af visse omlejringer ved radikalmekanismer (*V. D. Parker, N. Moe, O. Hammerich, U. Svanholm, K. Bechgaard, C. Th. Pedersen, B. Svensmark*). Efter Parkers forflytning, fortsættes de elektrokemiske undersøgelser især af Hammerich og Svensmark, medens *Bechgaard* i et meget internationalt samarbejde studerer organiske forbindelser med metallisk ledningsevne, såkaldte »organiske metaller«, især en selenforbindelse med betegnelsen »TMTSF-TCNQ«.

Fra *KL III* foreligger en interesant organisk-kemisk undersøgelse af *Thor A. Bak et al.* over mekanismen over Schmidt-reaktionen, en fortsættelse af Baks tidligere arbejder om reaktioner med hydrogenazid.

Betydningsfulde bidrag til den organiske kemi er også leveret af *KL V*, hvor man har fortsat mikrobølgeundersøgelserne af heterocycliske forbindel-

ser. Disse undersøgelser, der som nævnt også involverer et betydeligt præparativt arbejde med fremstilling af isotopsubstituerede forbindelser, gør det muligt at bestemme bindingslængder, valensvinkler og dipolmomenter for de heterocycliske ringsystemer. Undersøgelserne omfatter strukturbestemmelse af furan, thiazol, pyrrol, 1,3,4-thiadiazol og 1,3,4-oxadiazol (*B. Bak* et al.), samt pyrazol (*L. Nygaard* et al.). Endvidere er mikrobølgespektroskopi blevet benyttet til at undersøge strukturen af monosubstituerede benzener (benzonitril, phenylisocyanid, nitrobenzen, anilin), af methylketen, cyclobuten, azodicarbonitril m.fl. stoffer.

B. Bak har endvidere i de senere år anvendt mikrobølgespektroskopi til identifikation af de små og evt. ustabile moleculer, der dannes ved pyrolyse af større, idet reaktionsprodukterne straks efter deres dannelse undersøges i en fortyndet gasstrøm.

Flere af de heterocycliske forbindelser er også undersøgt ved IR- og Raman-spektroskopi (*D. H. Christensen, O. Faurskov Nielsen, J. Thormod Nielsen*). D. H. Christensen har endvidere i samarbejde med forskere i Oslo og Trondheim undersøgt vibrationsspektre af mange organiske halogenforbindelser og sammen med en gruppe ved University of Utah benyttet Raman- og Rayleigh-lysspredning til at undersøge moleculbevægelser i væsker.

Kernemagnetisk resonansspektroskopi (NMR) er på KL V benyttet til undersøgelse af insulin (B. Bak), bestemmelse af potentialbarrierer m.m. ^{19}F NMR er benyttet til undersøgelse af organiske fluorforbindelser (*K. Schaumburg*) og ^{13}C NMR bl.a. til undersøgelse af komplexdannelse mellem aminosyrer og metalioner (*J. J. Led*).

Fysisk kemi og kemisk fysik. På *KL III* har *T. A. Bak* fortsat sine teoretiske arbejder om kemisk reaktionskinetik, og bl.a. for den unimoleculare reaktion givet en detailleret teori, der stemmer godt med eksperimentelle resultater fra dissociation af toatomige moleculer i en ædelgas. Han har endvidere udførligt diskuteret opfattelsen af en kemisk reaktion som en diffusionsproces i faserummet. Andre teoretiske arbejder fra KL III omfatter bl.a. statistisk-mekanisk teori fra faseomdannelser, væskestruktur (*O. J. Heilmann, E. Præstgaard*), gittermodeller for systemer med hydrogenbinding og polymere konformationer (O. J. Heilman) m.m. Heilmann blev i 1974 dr.phil. (*Phaseovergang i Repulsive Gittergasser*).

Nogle af laboratoriets teoretiske arbejder vedrører imidlertid rent fysiske problemer uden indlysende kemisk relevans.

Det eksperimentelle arbejde på KL III har bl.a. været præget af, at T. A. Bak indførte målinger af ultralydabsorption som et middel til at undersøge relaxationsfænomener. I det første arbejde (T. A. Bak og J. Rassing)

benyttedes denne metode til at bestemme hastigheder for association af substituerede benzoesyrer og for dissociation af de dimere associater. I følgende arbejder har *Rassing* studeret hydrogenbindings-associater af henholdsvis *N*-methylacetamid og alkoholer (disputats 1971: *Hydrogenbindingskinetik og relaxationsspektrometri*). Relaxationsfænomener optræder også i opløsninger af polymere, der ikke kan danne hydrogenbindinger (fx polyvinylpyrrolidon) og må her tilskrives konformationsændringer.

Polymere stoffers form og bevægelse er også studeret ved flere andre metoder, således er proteiner studeret ved H/D udveksling (*Aase Hvidt*) og syntetiske elastomere ved måling af viscoelastiske egenskaber (*O. Kramer*). Aase Hvidt har også studeret volumeneffekter af vandige opløsninger af ikke-elektrolytter og diskuteret strukturen af vand selv.

Oscillerende reaktioner er undersøgt af *P. G. Sørensen.*

KL IV har ligeledes arbejdet indenfor flere forskellige områder. Kvantekemien har dels været genstand for flere arbejder af mere almen natur (*Ballhausen, J.P. Dahl, J.S. Avery, Aage E. Hansen* o.a.), dels været anvendt på elektronstrukturproblemer vedrørende konkrete uorganiske forbindelser, som omtalt under Uorganisk Kemi, hvor afdelingens bidrag til krystalstrukturbestemmelse ligeledes er omtalt.

J. P. Dahl har uddybet det kvantemekaniske grundlag for sine arbejder i en disputats (*The Independent Particle Model,* 1972) og er fra 1972 professor i kemisk fysik ved DTH.

Aage E. Hansen har især studeret teoretiske problemer vedrørende optisk aktivitet (disputats 1977: *Molekylære elektronintensiteter med henblik specielt på molekylær optisk aktivitet*).

Et andet arbejdsområde er overfladekemi, omfattende undersøgelse af overfladestrukturer på enkrystaller af metaller og legeringer og af dannelsen af overfladelag ved oxidation og adsorption (*F. Grønlund, P. E. Højlund Jensen, P. J. Møller*).

Endelig har man studeret enzymkemi, bl.a. kinetik af enzymkinetiske reaktioner i opløsning under højt tryk og enzymreaktioner af betydning for proteinreaktioner i det humane fibrinolytiske system (*Bjørn Andersen, Ulla Christensen*).

De fleste af arbejderne fra *KL V* har bidraget til kendskabet til organiske forbindelsers moleculstruktur og et udvalg er derfor anført under Organisk Kemi. Men de har selvfølgelig også i mange tilfælde det videre sigte at bidrage til moleculspektroskopiens metodik og teori, og en række arbejder fra laboratoriet behandler udelukkende sådanne mere almene aspekter, bl.a. *ab initio* beregninger (*B. Bak*), NMR teori (*Schaumburg* et al.), og kvantekemiske og moleculdynamiske problemer (*G. O. Sørensen, T. Pedersen, F. Jørgensen*).

Under kemisk fysik må endelig henregnes en række bidrag til ligandfeltteori fra *KL I* (*C. E. Schäffer, S. E. Harnung*).

Tilbageblik og fremblik

Dansk kemi har fra begyndelsen af dette århundrede været domineret af den fysiske kemi. Dette hænger bl.a. sammen med, at vi har haft flere fremragende fysisk-kemikere, der har haft stor indflydelse; men et rent praktisk forhold kan også have gjort sig gældende: Uorganisk og organisk kemisk arbejde kræver en stor præparativ og analytisk indsats, som lettere kunne gennemføres i store lande, hvor man havde en stor kemisk industri samt mange doktorander til assistance. Fysisk-kemiske undersøgelser kunne i begyndelsen gennemføres med enkle hjælpemidler, og betydningsfulde resultater kunne ofte opnås med et beskedent manuelt arbejde.

På grund af landets mangel på ressourcer var det sikkert hensigtsmæssigt, at vi koncentrerede os om dette område. Men det bevirkede, at dansk kemi i lang tid forblev uberørt af udviklingen indenfor to væsentlige områder af kemien, den uorganiske strukturkemi og den organiske naturstofkemi.

Naturstofkemien er af betydning for løsning af helt fundamentale biologiske problemer. I mellemkrigsårene opklaredes konstitutionen af en række vitaminer, hormoner m.fl., men ganske vist gennem en helt fabriksmæssig indsats for at få tilstrækkelige mængder af disse stoffer til en konstitutionsbestemmelse, og selv en sådan var ofte utilstrækkelig. I dag kan man med moderne hjælpemidler, især kombineret gaschromatografi-massespektrometri, adskille og identificere organiske naturstoffer, selv om de forekommer i umådelig ringe mængde. Man kan derfor forvente, at naturstofkemien, som dyrkes på KL II, vil komme til at indtage en større plads i laboratoriernes forskning.

Et andet område, der har gennemgået en rivende udvikling efter 2. verdenskrig, men kun med sporadiske danske bidrag, er den organometalliske kemi. Der er grund til at tro, at denne gren af kemien i fremtiden vil komme til at indtage en større plads i forskningen på HCØ.

Flere nye områder blev inddraget i forskningen efter udflytningen til H. C. Ørsted Institutet: polymerkemi dyrkes ivrigt på KL III, overflade- og faststofkemi på KL IV, og nu også på KL II (»organiske metaller«).

Præparativt arbejde, der kan resultere i opdagelsen af nye og uventede strukturtyper, vil utvivlsomt blive fortsat på KL I og KL II. Til strukturbestemmelse af krystallinske stoffer (syntetiske såvel som naturstoffer) er Röntgen-krystallografien et uovertruffent hjælpemiddel; men gennemførelse af en strukturbestemmelse har tidligere repræsenteret en flaskehals i labora-

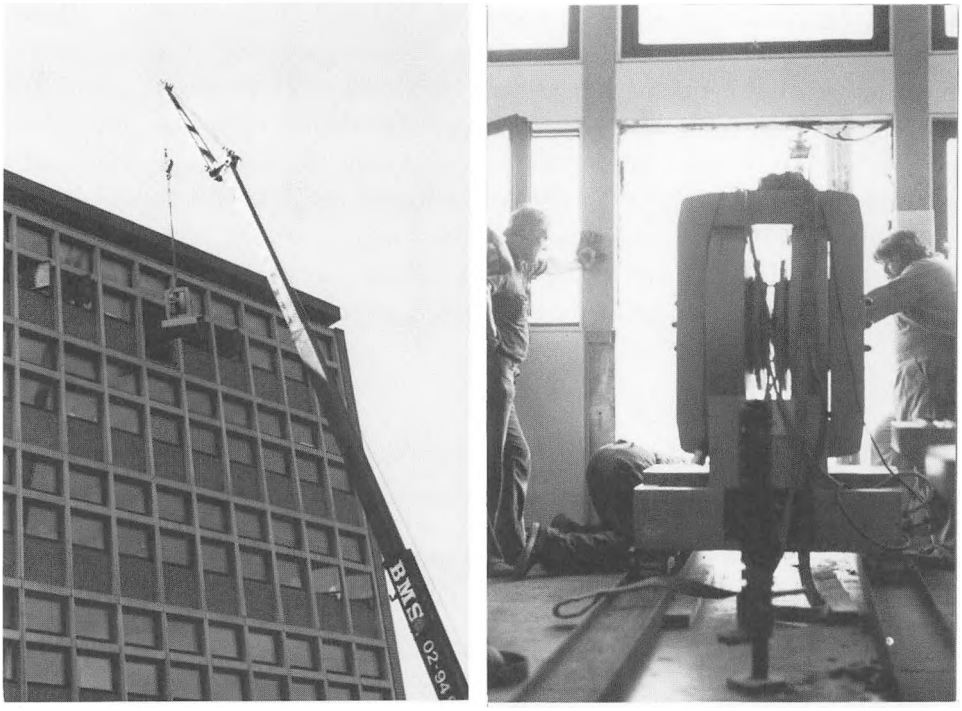


Fig. 159. Kemisk forskning kan ikke længere klare sig med kolber og reagensglas: Magneten til et NMR-spektrometer hejses op til 5. sal på H. C. Ørsted Institutet og bringes ind på KL II.

toriernes forskning. Det er derfor vigtigt, at opretholdelsen af denne service prioriteres højt.

Til konstitutionsbestemmelse af kemiske forbindelser råder laboratorierne over et arsenal af spektroskopiske o.a. metoder, og KL IV og KL V kan forventes fortsat at studere de mere fundamentale spørgsmål vedrørende elektron- og moleculstruktur.

Mekanismen ved uorganisk- og organisk-kemiske reaktioner er studeret ivrigt, især af KL I og KL II, medens det teoretiske grundlag for reaktionskinetikken dyrkes på KL III.

Takket være det store antal forskere er kemien dækket meget alsidigt på HCØ, og de forskellige discipliner støtter på mange måder hinanden. Til trods for de øjeblikkelige økonomiske vanskeligheder er der grund til at tro, at der er et sådant skub i forskningen på HCØ, at man fortrøstningsfuldt kan se den nærmeste fremtid i møde.

Ud over den grundvidenskabelige forskning på H. C. Ørsted Institutet har laboratorierne også bidraget til løsning af forskellige praktiske problemr. Det er klart, at hvor et laboratorium kan bidrage til løsning af sådanne problemer,

stiller det gerne sin ekspertise til rådighed. Det skal imidlertid understreges, at hvad der i denne sammenhæng kaldes »forskning« sjældent har noget med egentligt videnskabeligt arbejde at gøre, da der ikke fremskaffes ny grundlæggende viden. Det er derfor vigtigt, at grundforskning stadig kommer til at udgøre hovedstammen i laboratoriernes forskning, og at der ikke gribes ind i en lærers frihed til selv at vælge det grundvidenskabelige problem, han ønsker at studere. På længere sigt har grundforskningen – rent bortset fra dens kulturelle værdi – ofte vist sig at være særdeles »samfundsrelevant«. Det er der i tidligere afsnit af denne oversigt givet adskillige eksempler på.

LITTERATUR

Genealogiske o.l. oplysninger er kun undtagelsesvis medtaget. De kan findes i Dansk Biografisk Leksikon, Kraks Blå Bog, Magister-, Farmaceut- og Civilingeniør-Staten, doktorers selvbiografier i Universitetets festskrifter samt i nekrologer (som er anført i litteraturfortegnelsen).

Publikationer af de omtalte kemikere er kun anført i teksten, med mindre der er tale om litteratur af egentlig historisk relevans.

Forsøg på at supplere trykt materiale ved arkivstudier har stort set været negative, da meget få danske kemikere har afleveret korrespondance o.lign. til arkiverne. For hjælp ved fremskaffelsen af arkivmateriale takker jeg lic.scient. Nils Hjelm-Hansen.

Abrahams, N. C. L.: *Meddelelser af mit Liv,* 1876.

Baden, Jac.: *Kjøbenhavns Universitets-Journal* III, 1795.

Bak, B.: *Alex Langseth,* Univ. Festskr. Nov. 1962, s. 140-47.

Bak, Thor A.: *In memoriam J. A. Christiansen,* Dansk Kemi *50,* 1969, s. 142-43.

– *The History of Physical Chemistry in Denmark,* Annual Reviews of Physical Chemistry *25,* 1974, s. 1-10.

– *Niels Bjerrum og J. N. Brønsted: To danske kemikere,* Fys. Tidsskr. *79,* 1981, s. 49-63.

Bartholin, Thomas: *Cista Medica Hafniensis,* 1662.

Bastholm, E.: *Petrus Severinus og hans Idea Medicinae Philosophicae,* oversat af Hans Skov med indledning og kommentarer ved E. Bastholm, Acta Hist. Scient. Nat. et Med. Vol. 32, Odense 1979.

Baumann, E. & Fromm, E.: *Ueber Thioderivate der Ketone,* Ber. dtsch. chem. Ges. *22,* 1889, s. 2592-99.

Bell, R. P.: *The Brönsted Memorial Lecture,* J. Chem. Soc. 1950, s. 409-19.

Bergsøe, Paul: *De tre Vinduer,* 1945.

– *Jeg husker ...,* 1964.

Biilmann, Einar: *Om den danske Kemiker William Christopher Zeise og hans Arbejders videnskabelige og tekniske Betydning,* Fys. Tidsskr. *14,* 1916, 149-59.

– *Oluff Borck,* Tilskueren 1926 I, s. 365-81.

– *Kemisk Forening og Kemien i Danmark i de sidste 50 år,* Kem. Maanedsbl. *10,* 1929, s. 141-47.

Bjerge, T.: *Professor Dr.phil. E. Buch Andersen,* Fys. Tidsskr. *35,* 1937, s. 149-53.

Bjerrum, Niels: *Julius Thomsen,* Ber. dtsch. chem. Ges. *42,* 1909, s. 4971-88.

– *Die Entdeckung des Aluminiums,* Z. angew. Chem. *39,* 1926, s. 316-17.

– *Søren Peter Lauritz Sørensen,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1939, s. 51-87.
– *Professor Dr. Einar Biilmann fylder 70,* Kem. Maanedsbl. *24,* 1943, s. 73-76.
– *Selected Papers,* 1949.
– *Introductory Lecture, i: Proceedings of the Symposium on Coordination Chemistry, Copenhagen, August 9-13, 1953,* 1954, s. 12-16.
Blunck, Richard: *Justus von Liebig,* 3. Aufl., Berlin 1942.
Brønsted, J. N.: *Tale ved Mindefest for Julius Thomsen i Kemisk Forening 2. Marts 1909,* Fys. Tidsskr. *7,* 1908-09, s. 132-41.
– *Julius Christian Petersen,* Univ. Festskr. Nov. 1931, s. 125-27.
– *Julius Thomsen,* i: *Prominent Danish Scientists,* ed. by V. Meisen, 1932.
Brønsted Memorial Issue, Acta Chem. Scand. Vol. 3, No. 10, 1949.
Bugge, G.: *Das Buch der grossen Chemiker* I-II, Verlag Chemie 1955.
Bærentzen, Kurt: *De uorganisk-kemiske monografier i Pharmacopoea Danica 1772,* Theriaca nr. *15,* 1970.
– og Gaunø Jensen, V.: *Om den unge H. C. Ørsted,* Theriaca nr. *18,* 1977, s. 11-20.
Bøgh, V.: *Emil Petersen,* Ingeniøren *16,* 1907, s. 199.
Calvari, Decio: *Francesco Giuseppe Borri, un filosofo ermetico del secolo XVII,* Milano 1907.
Carrière, J.: *Berzelius und Liebig. Ihre Briefe von 1838-1845,* München und Leipzig, 1893.
Carøe, K.: *Medicinalordningens Historie,* 1917.
Chenevix, R.: *Remarque sur un ouvrage intitulé: Materialien zu einer Chemie des neunzehnten Jahrhunderts, etc.,* Ann. Chim. *50,* An XII = 1804, s. 173-99. (På tysk med bemærkninger af Gilbert i Ann. d. Physik *20,* 1805, s. 422-54).
Christensen, Carl: *Ole Borch som botaniker,* i: *Mindeskrift for Oluf Borch,* ved Vilhelm Maar, 1926, s. 27-36.
Christensen, Tagea Egede: *Bibliographia Borrichiana,* i: *Mindeskrift for Oluf Borch,* ved Vilhelm Maar, 1926, s. 37-64.
Christiansen, J. A.: *Professor Dr. Christian Winther 70 Aar,* Kem. Maanedsbl. *24,* 1943, s. 113-14.
– *Professor, Dr.phil. J. N. Brønsted,* Kem. Maanedsbl. *28,* 1947, s. 129-30.
– *J. N. Brønsted,* Univ. Festskr. Nov. 1948, s. 109-14.
– *J. N. Brønsted,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1948-49, 1949, s. 57-59 (engl. oversættelse i: *Brønsted Memorial Issue*).
– *Niels Bjerrums Liv og Virksomhed,* Kem. Maanedsbl. *40,* 1959, s. 13-18.
– *Niels Bjerrum,* Fys. Tidsskr. *57,* 1959, s. 24-36.
– *Professor Dr.phil. Alex Langseth,* Kem. Maanedsbl. *42,* 1961, s. 87-88.
– *A. W. Langseth,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1961-62, 1962, s. 135-46.
– *Dr.phil. Jakob Blom,* Dansk Kemi *46,* 1965, s. 173-75.
– *Julius Petersen, Einar Biilmann og J. N. Brønsted,* Kapitel 4 i *Kemien i Danmark* III, *Danske Kemikere,* under redaktion af Bodil Jerslev, 1968.
– *S. P. L. Sørensen 1868-1968,* Dansk Kemi *49,* 1968, s. 17-20.
– *Professor Stig Veibel fylder 70 år,* Dansk Kemi *49,* 1968, s. 33-34.
– *Ordet »kædereaktion«,* Dansk Kemi *50,* 1969, s. 14-15.
Clausade, A.: *Voyage à Stockholm,* Paris 1845.
Clément, Ad.: *Breve til og fra J. G. Forchhammer (Forchhammer og Berzelius 1834-1845),* 1920.
– *W. C. Zeise og J. Jac. Berzelius, Breve 1823-1847,* 1921.
– *Breve fra og til Gregers Wad,* 1928.
Cohen, P. S.: *Effect of the Fixity of Ideas on the Werner-Jørgensen Controversy,* Werner Centennial, Advances in Chemistry Series *62,* 1967, s. 8-40.

Dam, E.: *Examensvidnesbyrd for fire bekjendte Farmaceuter,* Personalhistorisk Tidsskr. [4] *1,* 1898, s. 193-95.

– og Schæffer, Aa.: *De danske Apotekers Historie,* I, 1925, II, 1928, III, 1933, IV, 1947, Suppl. 1966.

Den polytekniske Læreanstalt, Danmarks Tekniske Højskole fylder 125 år, 1954.

Diergart, Paul: *Zur Geschichte des Zeiseschen Merkaptans und seines Namens,* J. prakt. Chem. *99,* 1919, s. 281-92.

DTH. Festskrift ved 150-års jubilæet, 1979.

Erichsen, C. L.: *Gottfried Becker,* Arch. Pharm. 1845, s. 617-22.

Erslew, Th. H.: *Supplement til Almindeligt Forfatter-Lexicon I-III,* 1858-68.

Fischer, Albert: *Professor Dr.phil. E. Buch Andersen,* Kem. Maanedsbl. *18,* 1937, s. 156-57.

Fjelstrup, Aug.: *Guldmagere i Danmark i det XVII Aarhundrede,* 1906.

– *Dr. Peter Paynk, Kong Kristian IV's Hofkemiker,* 1911.

Fogh, I. (a): *Über die Entdeckung des Aluminiums durch Oersted im Jahre 1825,* Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk. III, *14,* 1921, s. 1-17.

– (b): *Zur Kenntnis des Aluminiumamalgams,* Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk. III, *15,* 1921, s. 1-7.

Fortgesetzte Nachrichten von dem Zustande der Wissenschaften und Künste in den Königl. Dänischen Reichen und Ländern, Zweyten Bandes Viertes Stück, København og Leipzig 1762.

Gammeltoft, S. A.: *Den farmakologiske Undervisnings Historie ved Københavns Universitet,* 1952.

Garboe, Axel: *Geologiens Historie i Danmark,* I, 1959.

– *Farmaceuten, kemikeren, naturforskeren B. Levy (Lewy),* Theriaca nr. *11,* 1966.

Gaunø Jensen, V. & Schæffer, Aa.: *The History of Pharmacy in Denmark, A. Survey,* Theriaca nr. *6,* 1960.

Gaunø Jensen, V.: *Nicolay Tychsens forfatterskab i Kongsberg-perioden,* Arch. Pharm. Chemi *71,* 1964, s. 899-912.

Gleditsch, Ellen: *Henri Sainte-Claire Deville 1818-1881,* Fra Fysikkens Verden (Oslo) *16,* 1954, s. 145-58.

– *Hans Christian Ørsteds kjemiske arbejder og forbindelse med Wöhler,* Fra Fysikkens Verden (Oslo) *17,* 1955, s. 111-29.

Gmelin, Johan Friedrich: *Geschichte der Chemie* I-III, Göttingen 1797-99.

Goldschmidt, K.: *La découverte de l'aluminium,* Chimie et Industrie *14,* 1925, s. 368-70; *15,* 1926, 702-03.

– *Die Entdeckung des Aluminiums,* Z. angew. Chem. *38,* 1925, s. 1057-58; *39,* 1926, s. 375-76.

Gosch, C. C. A.: *Bemærkninger til Professor Panums »Bidrag til Kendskab om vort medicinske Fakultets Historie«,* 1881.

Gregers Hansen, P.: *Paul Bergsøes arbejder med luminiscerende materialer,* Dansk Kemi *45,* 1964, s. 28-29.

Güntelberg, E.: J. N. Brønsteds videnskabelige indsats, Kem. Maanedsbl. *31,* 1950, s. 77-88.

Haas, M.: *Hans Christian Oersted, ein Wegbereiter des Aluminiums,* Aluminium *21,* 1939, s. 681-87, 810-23.

Harding, M. C.: *Correspondence de H. C. Örsted avec divers savants* I-II, publié par M. C. Harding, 1920.

Herholdt, J. D.: *Arkiv for Lægevidenskabens Historie i Danmark,* 1823.

– og Mansa, F. V.: *Samlinger til den danske Medicinal-Historie,* 1835.

Hiortdahl, Th.: *Bidrag til kemiens historie i Norge,* Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Christiania, *43,* 1905, s. 339-66.

– *Fremstilling af kemiens historie,* Skrifter udgivne af Videnskabs-Selskabet i Christiania I-III, 1905-07.

Hjelt, Edv.: *Geschichte der organischen Chemie,* Braunschweig 1916.

Hofman-Bang, Niels: *Civilingeniør dr.phil. Knud Estrup in memoriam,* Dansk Kemi *59,* 1978, s. 224.

Hofmann, A. W.: *Justus Liebigs und Friedrich Wöhlers Briefwechsel* I-II, herausgegeben von A. W. Hofmann, Braunschweig 1888.

Holmes, H. N.: *The Story of Aluminium,* J. Chem. Educ. *7,* 1930, s. 233-44.

Ihde, A. J.: *The Development of Modern Chemistry,* New York 1964.

Ingerslev, V.: *Danmarks Læger og Lægevæsen* I-II, 1873.

Jacobsen, C. F.: *In memoriam Thomas Rosenberg,* Dansk Kemi *44,* 1963, s. 126-27.

Jagnaux, Raoul: *Histoire de la chimie* I-II, Paris 1891.

Jensen, K. A.: *In memoriam Andreas Klit,* Dansk Kemi *48,* 1967, s. 63-64.

– *Almen Kemi* I, 6. opl., 1974.

– *Kemisk nomenclatur – en oversigt over dansk og internationalt reformarbejde gennem 40 år,* Fys. Tidsskr. *77,* 1979, s. 145-59.

– *Hakon Lund im memoriam,* Dansk Kemi *61,* 1980, s. 10-11.

– *Hakon Lund,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1979-80, 1980, s. 90-99.

Jerslev, B.: *Professor, dr.phil. Hans Baggesgaard Rasmussen,* Farm. Tidende *70,* 1960, s. 858-60.

Jørgensen, Holger: *25 Aar pH,* Kem. Maanedsbl. *15,* 1934, s. 145-52.

Jørgensen, S. M.: *En dansk Kemikers Indtryk i Paris 1818-19, Et udtog af Zeise's Dagbøger,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1903, s. 47-64.

– *Om Iltens Opdagelse,* Dan. Vid. Selsk. Nat. Mat. Afd. [7], IV *3,* s. 203-46.

– *Zur Geschichte des Kryoliths under der Kryolithindustrie,* Beiträge aus der Geschichte der Chemie, herausg. von Paul Diergart, s. 500-508, Leipzig u. Wien 1909.

– *Mindeord om Julius Thomsen,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1909, s. 27-31.

Kauffman, George B.: *Sophus Mads Jorgensen (1837-1914), A chapter in coordination chemistry history,* J. Chem. Educ. *36,* 1959, s. 521-27.

– *Sophus Mads Jørgensen and the Werner Jørgensen controversy,* Chymia VI, 1960, s. 180-204.

– *Alfred Werner Founder of Coordination Chemistry,* Springer Verlag 1966.

– *Christian Wilhelm Blomstrand and Sophus Mads Jørgensen, Their Correspondence from 1870 to 1897,* Centaurus *21,* 1977, s. 44-63.

Kersaint, Georges: *Antoine François de Fourcroy, sa vie et son oeuvre,* Paris 1966.

Kjær, Anders: *Stig Veibel in memoriam,* Dansk Kemi *57,* 1976, s. 280.

Kjølsen, Hans H.: *Fra Skidenstræde til H. C. Ørsted Institutet,* 1965.

Koch, E. F.: *Oluf Borch, en litterær-historisk biografisk skildring,* 1866.

Koefoed, Emil: *Emil Koefoeds Erindringer,* udgivet med noter og bilag af Dansk Farmacihistorisk Selskab, Theriaca nr. *17,* 1974.

Koefoed, J.: *In memoriam E. Güntelberg,* Dansk Kemi *43,* 1962, s. 108.

Kofod, Helmer: *Guldmageren på Hammershus,* Bornholmske Samlinger II, 1. bind, s. 27-41.

Kolbe, Hermann: *Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie,* Braunschweig 1854.

Kopp, H.: *Geschichte der Chemie* I-IV, Braunschweig 1843-47.

Kratzenstein, C. G.: *De transmutatione aquæ in terram Commentatio,* Acta Literaria Universitatis Hafniensis 1778, s. 197-217.

Kristensen, M.: *H. C. Ørsted og det danske sprog,* Danske Studier 1904, s. 49-64.

Ladenburg, A.: *Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie,* 4. Aufl., Braunschweig 1907.

Langer, E. W.: *E. Knuth-Winterfeldt in memoriam,* Dansk Kemi *59,* 1978, s. 224.

Langseth, A.: *Einar Biilmann,* Univ. Festskr. Nov. 1946, s. 153-60.

Langseth, A.: *Professor dr. Einar Biilmann 10. Maj 1873 - 9. August 1946,* Kem. Maanedsbl. *27,* 1946, s. 100.

– *Einar Biilmann,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1946-47, 1947, s. 61-68.

Linde, A. C. P.: *Meddelelser angaaende Kjøbenhavns Universitet etc. for Aarene 1857-63,* 1867.

Linderstrøm-Lang, K.: *S. P. L. Sørensen 1868-1939,* Compt. Rend. Trav. Lab. Carlsberg, Ser. chim. *23,* 1941, s. I-XXI.

– *Professor Dr.phil. Niels Bjerrum fylder 70 år,* Kem. Maanedsbl. *30,* 1949, s. 13-14.

Lund, Hakon: *En kemiker ser tilbage,* Dansk Kemi *49,* 1968, s. 161-65.

– *Stig Erik Veibel,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1976-77, 1977, s. 107-12.

Lundbye, J. T.: *Den Polytekniske Læreanstalt 1829-1929,* 1929.

Maar, Vilhelm: *Holger Jacobæus' Rejsebog,* udgivet efter originalhåndskriftet, 1910.

– *Om oprindelsen til navnet Collegium Mediceum,* i: *Mindeskrift for Oluf Borch,* ved Vilhelm Maar, 1926, s. 65-96.

– (udg.): *Mindeskrift for Oluf Borch paa 300-Aarsdagen for hans Fødsel,* 1926.

Maarse, H. & ten Noever de Brauw, M. C.: *Kattepiesgeur als luchtverontreiniging,* Chemisch Weekblad, 11. febr. 1972, s. 11-13.

Matignon, C. & Faurholt, C.: *La découverte de l'aluminium par Oersted en 1825,* Chimie et Industrie *13,* 1925, s. 9-10.

Matignon, C.: *La découverte de l'aluminium,* Chimie et Industrie *14,* 1925, s. 370.

Meisen, V.: *Prominent Danish Scientists Through the Ages,* 1932.

Meyer, E. v.: *Geschichte der Chemie,* 4. Aufl., Leipzig 1914.

Mitscherlich: *Gesammelte Schriften von Eilhard Mitscherlich,* herausgegeben von A. Mitscherlich, Berlin 1896.

Mondrup, G.: *Borchs Kollegiums Historie 1825-1912,* 1943.

Møller, K. Max: *Johan Kjeldahl, S. P. L. Sørensen og K. U. Linderstrøm-Lang,* Kapitel 6 i *Kemien i Danmark* III, *Danske Kemikere,* under redaktion af Bodil Jerslev, 1968.

Norrie, Gordon: *Af Medicinsk Facultets Historie* II *(1750-1800),* 1937.

– *Af Medicinsk Facultets Historie* III *(1800-1841),* 1939.

– *Kirurgisk Akademis Historie 1785-1803 og 1803-1841,* 1923.

Norvin, William: *Københavns Universitet i Middelalderen,* 1929.

– *Københavns Universitet i Reformationens og Orthodoxiens Tidsalder* II, 1940.

Oesper, R. E. & Lemay, P.: *Henri Sainte-Claire Deville 1818-1881,* Chymia *3,* 1950, s. 205-21.

Officerskoler i Tidsrummet 1691-1918, udgivet i Anledning af Hærens Officersskoles 50 Aars Jubilæum, 1918.

Ohmann, Otto: *Geschichtliches zur Jahrhundertfeier Wöhlerscher Entdeckungen,* Chemiker Ztg. *52,* 1928, s. 877-78.

Olrik, Hans: *Borchs Kollegiums Historie 1689-1728,* 1889.

Ostwald, Wilhelm: *Grosse Männer,* 5. Aufl., Leipzig 1919.

Panum, P. L.: *Vort medicinske Fakultets Oprindelse og Barndom,* i: *Festskrifter udgivne af det lægevidenskabelige Fakultet i Anledning af Universitetets Firehundredeaarsfest, Juni 1879.*

– *Bidrag til Kundskab om vort medicinske Fakultets Historie med Hensyn til dets Betydning for Naturvidenskabernes og Lægevidenskabens Udvikling i Danmark fra Frederik den 3dies Tronbestigelse indtil Frederik den 5tes Død (1648-1766),* Indbydelsesskrift til Kjøbenhavns Universitets Aarsfest til Erindring om Kirkens Reformation, 1880.

Partington, J. R.: *A History of Chemistry* III-IV, London 1962 og 1964.

Patterson, R. L. S.: *Catty odours in food: confirmation of the identity of 4-mercapto-4-methylpentan-2-one by GC-MS,* Chem. Ind. 1969, s. 48-49.

Pedersen, Johannes: *Borchs Kollegiums Historie 1728-1823,* 1916.

Pedersen, P. O.: *Livsskildringer,* 1941.

Pelletier, J.: *Examen chimique du poivre (Piper nigrum),* Ann. de chim. et de physique *16,* 1821, s. 337-51.

– *Untersuchungen über die elementare Zusammensetzung mehrerer näheren Bestandtheile der Vegetabilien,* Liebigs Ann. *6,* 1833, s. 21-34 (piperin s. 33).

Petersen, Jul.: *Bartholinerne og Kredsen omkring dem,* 1898.

Petersen, Julius Chr.: *Sophus Mads Jørgensen,* Univ. Festskr. Nov. 1914, s. 127-30.

Pilgrim, E.: *Entdeckung der Elemente,* Stuttgart 1950.

Quartalsberetninger fra Industriforeningen i Kjøbenhavn, Sextende Aargang, 1856.

Rancke-Madsen, E.: *In memoriam Hans Christian Winther,* Dansk Kemi *49,* 1968, s. 95-96.

– *H. C. Ørsted og den kemiske nomenclatur,* Dansk Kemi *57,* 1976, s. 15-18.

– *Kemisk Forening gennem 100 år,* Dansk Kemi *61,* 1980, s. 26-28, 122-27 og 168-70.

Remy, H.: *Treatise on Inorganic Chemistry,* Vol. I, Elsevier, Amsterdam etc. 1956.

Rheinboldt, H.: *Hundert Jahre Aluminium,* Metallwirtschaft *6,* 1927, s. 2-6.

– *Hundert Jahre Aluminium, Entdeckung des Aluminiums,* Sitzungsber. d. naturw. Abt. d. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde in Bonn, 1927, s. 1-20.

Richards, J. W.: *Aluminium: Its History, Occurrence, Properties, Metallurgy and Applications,* Philadelphia, 2nd ed. 1890, 3rd ed. 1896.

Rosenfeld, L.: *L'évolution des conceptions scientifiques d'Ørsted,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1970-71, 1971, s. 138-54.

Rørdam, Holger: *Apothekervæsenets Oprindelse og Udvikling særlig i Danmark, 1899.*

Rørdam, Holger Fr.: *Kjøbenhavns Universitets Historie fra 1537 til 1621,* I (1537-58), 1869; II (1559-88), 1872; III (1588-1621), 1877; IV (Tillæg: Aktstykker og Breve), 1868-74.

Scharling, E. A.: *Bidrag til at oplyse de forhold, under hvilke Chemien har været dyrket i Danmark,* Indbydelsesskrift til Kjøbenhavns Universitets Aarsfest til Erindring om Kirkens Reformation, 1857.

Schou, S. A.: *Apotekeren, kemikeren og legatstifteren Joachim Dietrich Cappel (1717-1784),* Arch. Pharm. Chemi *75,* 1968, s. 781-813.

Schæffer, Aa.: *Et Kapitel af den farmaceutiske Uddannelses Historie i Danmark, Professorerne H. C. Ørsted og W. C. Zeises Reformforslag,* Dansk Tidsskr. Farmaci *16,* 1942, s. 219-68.

– *Om H. C. Ørsteds Uddannelse og farmaceutiske Eksamen,* Arch. Pharm. Chemi *54,* 1947, s. 577-90.

– *Studier til dansk Apotekervæsens Historie, Hofkemikere i Danmark ca. 1540-1660,* Theriaca nr. *8,* 1963.

Selmer, H. P.: *Nekrologiske Samlinger,* bd. 1, 1848-49.

Smith, Lennart: *Kemiska relationer Köpenhamn-Lund genom tiderna,* Kem. Maanedsbl. *32,* 1951, s. 95-102.

Snorrason, E.: *Kratzenstein, en flittig dansk professor fra det 18. århundrede,* 1969.

– *C. G. Kratzenstein and his Studies on Electricity during the Eighteenth Century,* 1974.

Spärck, R.: *Undervisningen i Zoologi ved Københavns Universitet, et tilbageblik over 300 år,* Univ. Festskr. Nov. 1962.

Stauffer, Robert C.: *Speculation and Experiment in the Background of Oersted's Discovery of Elektromagnetism,* Isis *48,* 1957, s. 33-50.

Steen, Adolph: *Den polytekniske Læreanstalts første halvhundrede Aar 1829-1879,* 1879.

Sylvest, Søren Bynger: *Bidrag til Zeises biografi etc.* Specialearbejde ved Institut for de eksakte naturvidenskabers historie, Aarhus Universitet 1972.

Sørensen, S. P. L.: *Mindeord om S. M. Jørgensen,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1914, s. 46-49.

Sørensen, S. P. L.: *S. M. Jørgensen, Mindetale ved Kemisk Forenings Møde 21. April 1914,* Fys. Tidsskr. *12,* 1914, s. 217-41.

Thoms, Johannes: *Adolph Hannover (1814-94),* 1978.

Thorpe, E.: *Julius Thomsen Memorial Lecture,* J. Chem. Soc. *97,* 1910, s. 161-72.

Tosterud, M. & Edwards, J. D.: *The Discovery of Aluminium,* Trans. Amer. Electrochem. Soc. *51,* 1927, s. 125-28.

Tovborg Jensen, A.: *Niels Bjerrum,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1958-59, 1959, s. 99-113.

– *C. T. Barfoed, O. T. Christensen og Niels Bjerrum,* Kapitel 5 i *Kemien i Danmark* III, *Danske Kemikere,* under redaktion af Bodil Jerslev, 1968.

Trier, S. M.: *Anmeldelse af Scharlings Bidrag* etc., Arch. Pharm. tekn. Chemie *12* (= Arch. Pharm. *15*), 1858, s. 50-72, 288-302.

Udsigt over Undervisningen ved de specielle Corpser før 1830 og Den kongelige militære Høiskoles Virksomhed fra dens Oprettelse til 1855, 1855.

Valentin, Johannes: *Friedrich Wöhler,* Stuttgart 1949.

Veibel, Stig: *Kemien i Danmark,* I, *Kemiens Historie i Danmark,* 1939.

– *Kemien i Danmark,* II, *Dansk kemisk bibliografi 1800-1935,* 1943.

– *Organisk kemi ved Polyteknisk Læreanstalt,* Dansk Kemi *44,* 1963, s. 49-51.

– *Danske kemikere indtil 1800,* Kapitel 1 i *Kemien i Danmark* III, *Danske Kemikere,* under redaktion af Bodil Jerslev, 1968.

– *H. C. Ørsted, W. C. Zeise og E. A. Scharling,* Kapitel 2 i *Kemien i Danmark* III, *Danske Kemikere,* under redaktion af Bodil Jerslev, 1968.

– *Julius Thomsen og S. M. Jørgensen,* Kapitel 3 i *Kemien i Danmark* III, *Danske Kemikere,* under redaktion af Bodil Jerslev, 1968.

– *Organisk analyse fra Lavoisier til massespektrometri,* Dansk Kemi *49,* 1968, s. 145-50.

– *Hakon Lund fylder 70 år,* Dansk Kemi *49,* 1968, s. 1-2.

– *Jens Anton Christiansen,* Overs. Dan. Vid. Selsk. 1969-70, 1970, s. 107-17.

Viborg, E.: *Beretning om de af Candidatus Pharmaciæ H. J. Jacobsen anstillede Forsøg med Andronia,* Nyt Bibl. f. Physik, Medicin og Oeconomie *9,* 1806, s. 67-82.

Volhard, J.: *Justus Liebig* I-II, Leipzig 1909.

Walden, P.: *Optische Umkehrerscheinungen,* Braunschweig 1919.

Wallach, O.: *Briefwechsel zwischen J. Berzelius und F. Wöhler* I-II, herausgegeben von O. Wallach, Leipzig 1901.

Weeks, M. E.: *Discovery of the Elements,* 6th ed., Easton Pa. 1960.

Wentzel, Astrid: *O. H. Mynster – En Biografi,* 1928.

Werlauff, E. C.: *Efterretninger om Italieneren J. F. Borros Ophold ved det danske Hof i Aarene 1667-1670,* i: J. D. Herholdt og F. V. Mansa: *Samlinger til den danske Medicinal-Historie,* 1835, s. 152-190.

– *Kjøbenhavns Universitet fra dets Stiftelse indtil Reformationen,* Indbydelsesskrift til Universitetets Fest i Anledning af Hans Majestæt Kongens Fødselsdag den 6te October 1850.

Werner, A.: *S. M. Jørgensen,* Chemiker Ztg. *38,* 1914, s. 557-59.

Westergaard, P. B. C.: *Portræter af Ole Borch,* i: *Mindeskrift for Oluf Borch,* ved Vilhelm Maar, 1926, s. 121-46.

Wiegleb, J. C.: *Geschichte des Wachsthums und der Erfindungen in der Chemie in der neueren Zeit* I-II, Berlin u. Stettin 1790-91.

Winther, Christian: *Spredte minder fra et langt liv,* Kem. Maanedsbl. *35,* 1954, s. 59-64.

– *En kemikers erindringer,* Dansk Kemi *43,* 1962, s. 102-07.

– *In memoriam Max Møller,* Dansk Kemi *45,* 1964, s. 14-15.

Wöhler, F.: *Ueber das Aluminium,* Poggendorffs Annalen d. Physik u. Chemie *11,* 1827, s. 146-61. Også i Ann. de chimie et de physique *37,* 1828, s. 66-80.

– *Zur Kenntniss des Aluminiums,* J. prakt. Chem. *34,* 1845, s. 354-57 (Samme afhandl. Liebigs Ann. *53,* s. 422-26).

– *Jugend-Erinnerungen eines Chemikers,* Ber. dtsch. chem. Ges. *8,* 1875, s. 838-52.

Wohl, A.: *Zur Hundertjahrfeier von Wöhlers Harnstoffsynthese,* Z. angew. Chem. *41,* 1928, s. 897-902.

Zeise, W. C.: *Om det hos os oprettede offentlige chemiske Övelseslaboratorium,* Tidsskr. f. Naturvidenskaben *1,* 1822, s. 56-63.

Ørsted, H. C. : *Naturvidenskabelige Skrifter,* ved Kirstine Meyer, bd. I-III, 1920.

Aarhus Universitet 1928-1978, red. Gustav Albeck, Århus 1978.

Personregister

Kursivering af sidetal angiver afbildning.

Abel, Niels Henrik 162.
Abildgaard, P. C. 36, 452.
Abrahams, N. C. L. 466.
Adams, H. C. 318.
Adler, Hanna 392.
Adolphus, Iver Pedersen 268.
Afzelius, Johan 441.
Agardh, C. A. *75.*
Ahl, Johan 306, 308, 310.
Ahlberg, R. *543.*
Airy, G. 327f.
d'Alembert, Jean le Rond 301.
Alfvén, H. 398.
Al Ma'mūn 249.
Al Sūfi, Abd-al-Rahmān 329.
Ambrosen, J. 403, 412.
Ampère, A. M. 376.
Anchersen, H. P. 8f.
Andersen, A. F. 184, 185.
– Bjørn 569.
– E. Buch *543.*
– Einar 239, 241, *241*, 242, 243, 244, 245, 246, 312, 313.
– Erik Sparre 194, 234.
– Erling B. 225.
– F. A. 521, 548.
– H. Bjørn 522, *522*, 529, 534, *543.*
– H. C. (digter) 163.
– H. C. (kemiker) *543.*
– Karl O. 402.
– Nils *207.*
– Palle 523, 564.
– Ruben 340.
– V. Sten 523, 556.
Andræ, C. G. 214, 238, 240.
Anthoni, U. 566, 567.
Appel, Jacob 384, 390.
Arbo, Nicolaus 438.
Archimedes 133.
Arentz, F. C. H. 143, 162.
Arfvedson, Johan August 501.
Argand, J.-R. 156.
Aristoteles 248, 249, 428, 431, 435.
Arley, N. 223.
d'Arrest, Heinrich Louis 312, 318, 319, 320, *320*, 321-28, 329, 330, 334, 345.
Arrhenius, Svante 502, 509, *543*, 549.
Ascanius, Peter 7, 16-19, 20f., 21, 24, 25, 30, 439.
Aslaksen, Kort 269.
Asmussen, R. W. 523, 534, 535, 560.
Auzout, Adrien 284.
Avery, J. S. 569.
Avicenna 429.

Bacon, Francis 2.
Baeyer, A. von 494, 513.
– J. J. 243.
Bagger, V. *543.*
Bahnson, J. J. 453.
Bak, Børge 504, 510, 517, 521, 547f., 550, 557, 560, 562, 568, 569.
– Thor A. 511, 524, 555, 558, 560f., 562, 567, 568.
Ballhausen, C. J. 511, 517f., 523, 536, 560, 562, 565, 566, 569.
Bang, Eva (f. Møller) 521, 564.
– Oluf Lundt *75*, 449.
– Thøger 191, 193.
Barfoed, C. T. 453, 467, 480, 482, 485, 489, 502, 534.
Bartholin, Caspar (den ældre) 130, 269, 432.
– Caspar (den yngre) 371.
– Rasmus 7, 128, 129, 130-33, *131*, 134, 272, 278, 279, 281, 282, 366, 367, 432.
– Thomas 7, 282, 431, 432, 433, 434.
Bauman, E. 474.
Bayes, Thomas 214.
Bech, Niels Ivar *241.*
Bech-Larsen, R. *543.*
Bechgaard, K. 565, 567.

Becker, Gottfried 38f., 39, 40, 41, 445, 449, 465.
Bendz, C. L. 166, 167, 168.
– Vilhelm *167*.
Benedicht, Laurens 256.
Berg, Christian 195.
– Kaj *107*.
– Niels 521, 525, *526*, 544, 545, *546*.
Berger, C. J. 28.
Bergman, Torbern 441, 460.
Bergsøe, J. F. 444.
– Poul 519, 533, *543*.
Berlin, N. J. 501.
Bernoulli, Johann 129.
Bernstorff, J. H. E. 5, 7, 8, 464.
Berthelot, Marcellin 490, 491, 493.
Berthollet, C. L. 441, 456.
Berzelius, J. J. *75*, 460, 462, 466, 467, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 501.
Bessel, F. W. 214, 215, 314, 316, 317, 318, 329.
Bethe, H. A. 343.
Bier, August 516.
Biesbroeck, G. van 305.
Biilmann, Einar *101*, 433, 453, 471, 484, 504, 506, 508f.; *509*, 510, *512*, 513f., 516, 522, 525, 528, 531, 532, 533, 539, 540-42, *540*, *543*, 544-45.
Bille, Sten 270.
Bing, F. 214.
Bjerge, T. 414, 417, 422.
Bjerrum, Jannik *107*, 508, 510, 516, 521, 535, 536, 537, 538f., 559, 560, 562, 564.
– Johanne (g. Bentzon) 520, *540*, 541.
– Niels 462, 507, *507*, 508, 509, 514, 515, 519, 525, 531, 533, 534, 536-38, *543*, 550, 551, 552, *553*, 554, 556.
Bjørnbo, A. A. 175.
Black, Joseph 441.
Blichfeldt, H. F. 159f., 160.
Bloch, Felix *407*.
– S. N. J. 59f.
Blom, Jakob 521, 544.
Blomstrand, C. W. 485, 497, 499, 501, 542.
Bode, J. E. 310.
Bodenstein, M. 516.
Bodman, G. *543*.
Boë, Franz de la 433.
Boerhave, Hermann 368, 437, 438.
Bohr, Christian 404.
– Ellen (f. Adler) 404.
– Harald *101*, 179, *179*, 180, 181, 183f., 184, 185, *185*, 186, 188, 189, 190, 404, 408.
– Margrethe (f. Nørlund) 408.
– Niels *107*, 181, 185, 342, 344, 387, 399, 400, 401, 403, 404-09, *405*, *407*, *409*, 410, 411, 412, 414, 415, 418, 419, 420, 496, 534, 556.
– Aage 420, *421*.
Bolin, I. *543*.
Boll, P. M. 567.
Bondorff, K. A. 223.
Bonnesen, E. P. 182.
– Tommy *179*, 182, 186, 188.
Borch, G. 566.
– Martin 406.
– N. S. 522.
– Ole 4, 428, 431, 432-37, *435*, 438, 442, 464.
Borel, Emile 186.
Bornemann, M. H. 68, 69.
Borri, F. G. 427, 433, 436.
Bose, H. E. 519.
– Margrete (f. Heiberg) 519.
Bostrup, Ole 365.
Boullay, P. 470.
Boulliau, Ismael 267.
Boussingault, Jean Baptiste 477f.
Bowen, I. 324.
Boyle, Robert 433f., 437, 438.
Bradley, James 292f., 315.
Brahe, Tycho (Tyge) 133, 150, 237, 247, 249-51, *250*, 253, 255, 256f., 257-67, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 286, 299, 310, 321, 329, 345, 366, 367, 370, 427.
Brandes, Rudolph 458.
Brandt, Georg 441.
– Paul 523.
Bredsdorff, J. Hornemann 41, 46, 51.
Bremer, H. C. 521.
Bretteville, A. *543*.
Briggs, Henry 117.
Brochmand, Christian 278.
Brockmeyer, E. 221.

Brodersen, Svend 521, 548, 557.
Brostrøm, K. J. 414.
Bruff, Chr. *543.*
Bruhn, J. 548.
Brumundt, D. S. 141, 142.
Bruns, Ernst Heinrich 330.
Bruun, R. E. 449.
Brünnich, Morten Trane 14, 22, 24, 25f., 32, 36, 37, 432, 439f., 440, 442, 444, 445, 464.
Brøndsted, H. V. *106.*
Brøns, H. 224, 225.
Brønsted, J. N. *101,* 483, 492, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 513, 514f., *515,* 516, 519, 531, 532, 533, 534, 537, *543,* 549, 550-54, *552.*
– Louise *543.*
Braae, Johs. 340, 341, *341.*
Buch, K. Rander 223.
Buch-Andersen, E. 412, 415f., 510, 523, 529, 534.
Buchardt, O. 521, 560, 561, 567.
Buchwald, Balthazar Johan de 438.
Buchwaldt, Frants Andreas 238, 239, 241.
Bugge, Thomas 44, 139f., 152, 161, 162, 237, 247, 306, 307f., 309, *309,* 310, 311.
Bunsen, Robert Wilhelm 462, 473.
Buntzen, Thomas 376f.
Burrau, Carl 220, 231, 330, 337, 339.
Busk, Th. 224, 233.
Bäkström, H. *543.*
Böcher, T. W. *106.*
Bøggild, Jørgen 420.

Cappel, J. D. 440, 444, 452.
Cassini, G. D. 267, 282, 302, 368.
Cauchy, A. L. 120.
Cavendish, Henry 441.
Caventou, J. B. 459.
Ceulen, L. van 126, 142.
Chadderton, L. T. 420.
Chaptal, Jean Antoine 441.
Charles, J. A. C. 455.
Charlier, C. V. L. 215, 220.
Chasles, Michel 174.
Chenevix, R. 455.
Chevreul, M. E. 466.
Christensen, A. *543.*
– D H. 521, 548, 568.
– H. *543.*
– Odin T. 488, 489, 490, 498, 506, 508, 512, 533.
– S. A. 156, 175.
– Ulla 569.
Christian den Anden 428, 430.
Christian den Tredje 1, 150.
Christian den Fjerde 4, 87, 113, 115, 150-52, 257, 267, 427, 432.
Christian den Femte 128, 134, 280, 294, 369.
Christian den Syvende 21, 22, 26, 27.
Christian den Ottende 162.
Christian (udvalgt prins) 268.
Christiansen, C. *101,* 380, 383, 387-89, *388,* 391, 393, 394, 395, 400, 401, 404, *405,* 417, 420.
– J. A. *107,* 510, 511, 515f., *517,* 520, 531, 532, 533, 534f., 535, 536, *540,* 542, *543,* 551, 554f., 556.
Christophersen, C. 567.
Clairault, A. C. 301.
Clausen, H. N. 67, *75.*
– Thomas *158,* 159.
Clément, Ad. *543.*
Cleve, P. T. 501.
Colbert, Jean Baptiste 128.
Colby, Walter *407.*
Colding, L. A. 376, 378f., 385, 490.
Collin, Jonas 60.
Collins, John 134, 136.
Conradi, A. C. *75.*
Coopmans, G. 444f.
Copernicus, Nicolaus 124, 249, 252, 253, 254, 255, 259, 260, 264, 266, 269, 272, 273, 274, 280, 283, 286, 288, 293, 299.
Cornish, E. A. 217.
Coster, Dirk 406, 534.
Cour, Dan la 387, 401f., 402.
– Poul la 175, 373, 383, 384, 385f., 387, 389-91, 402.
Cramér, C. H. 190.
Cramer, Christian 142f.
Crone, Christian 172, *179,* 183.
Cronstedt, A. F. 441.
Cuvier, Georges 511.
Cæsar, Julius 294.

Dahl, B. M. 564.
– J. P. 566, 569.
– O. 564, 567.
Dalton, John 441, 455, 476.
Dansgaard, Willy 421.
Davy, Humphrey 460, 476.
Debeaune, Florimond 130, 131, 132.
Debye, Peter 551.
Degen, C. F. 162, 163, 164, 166.
Dehn, Max 159.
Delaunay, C. E. 318.
Delbanco, Agnes (f. Petersen) 524, 551.
Desargues, G. 121.
Descartes, René 2, 118f., 121, 126, 130, 132, 133, 139, 173, 279, 280, 299, 302, 365, 366, 368, 373.
Detlefsen, C. P. 488.
Deville, H. Sainte-Claire 462, 463, 478.
Didrichsen, D. F. *79.*
Dingle, R. 566.
Dippel, J. K. 427.
Dons, R. *543.*
Dreyer, J. L. E. 259, 322, 326, 331, 345.
Drude, P. 417.
Due, N. V. 526.
Dulong, P. L. 466.
Dumas, J. B. 460, 468, 470, 473, 477.
Dybvad, Christoffer 123, 126.
– Jørgen Christoffersen 123, 124, 254f., 255, 256, 268.

Ehrenfest, Tanja *407.*
Eibe, Thyra 175, 367.
Eigtved, Nikolai 17.
Eilersen, Jørgen 123, 278, 279.
Ekeberg, A. G. 441.
Elbek, Bent 421.
Eliasen, Erik 421.
Ellinger, H. O. G. 373, 383f., 386.
Engelund, Anker 224.
Eriksen, J. K. *418,* 419.
Erlang, A. K. 220f., 222, 224.
Esricht, D. F. 60, *75.*
Estrup, Knud 522, *522,* 529, *530,* 531, 534, *543.*
Ettlinger, M. G. 567.
Euklid 117, 122, 123, 129, 133, 136, 139, 173, 174, 175, 428.
Euler, H. von *543.*
– Leonhard 120f., 121, 142, 143, 146, 150, 159, 301, 373.

Fabricius, J. C. 7, 16, 22, 24, 25f., 31, 464.
Fabricius-Bjerre, F. G. 188, 189.
Fahrenheit, D. G. 368.
Fallesen, L. S. 165f., 168.
Farsøe, V. 467, 519, 522, *522,* 527.
Faurholt, Carl 514, *543.*
Favard, J. 184.
Faye, F. C. *75.*
Fechner, Gustav 330.
Feilberg, C. G. *106.*
Fenchel, Werner 186, 189, 190, 191, 193, 194, *195.*
Fenger, C. E. *75.*
Fermat, Pierre 118, 368.
Fichte, J. G. 455.
Fincke, Jacob 269.
– Thomas 115, 122, *122,* 124, 125, 130, 133, 255, 256, 270.
Fischer, Albert 534.
– Emil 513, 542.
Fischer-Petersen, J. 340.
Fisher, Arne 220.
– R. A. 217, 223.
Fjørtoft, R. *107,* 421.
Flamsteed, John 267, 292, 293, 301.
Flemløse, Peder Jacobsen 255f., 257.
Fleury, L. C. A. 487.
Fog, David 181, 188, 189.
Fogh, J. 462, *543.*
Forchhammer, J. G. 41, 46, 47, 51, *71, 75,* 446, 450, 451, 452, 453, 459, 460, 461, 475-77, *477,* 478, 481, 482, 486.
Fourcroy, A. F. de 441, 445, 456.
Fowler, R. H. 344.
Franck, James 534.
Frandsen, Hans 430.
Franz, Rudolph 383.
Frederik den Anden 257, 430, 431.
Frederik den Tredje 127, 281, 427, 432, 433.
Frederik den Fjerde 295, 296, 427, 438.
Frederik den Femte 5, 17, 20, 21, 152.

Frederik den Sjette 33, 39, 40, 51, 62, 64, 237, 311, 371.
Frederik den Syvende 462.
Frederik (arveprins) 162.
Frederik Christian (hertug af Augustenborg) 37, 40, 448.
Fries, E. M. *75.*
Friis, Christen Lodberg 438.
– J. J. 144.
From, Jørgen 277f.
Fromm, E. 474.
Fuglede, Bent 194.
Furtwängler, Ph. 242.
Følner, Erling 191f.

Gadolin, Johan 441.
Gahn, J. G. 441.
Galenos 428, 429, 430.
Galilei, Galileo 2, 118, 272, 277, 280, 284, 365.
Galle, J. G. 318.
Galsbøl, F. 564.
Galton, Francis 330.
Gamow, G. 344, *407.*
Gascoigne, William 284.
Gauss, Carl F. 145, 156, 159, 162, 213f., 214, 216, 222, 243, 316, 317, 318.
Gay-Lussac, J. L. 449, 466.
Geelmuyden, K. *543.*
Geoffroy, E. F. 438, 441.
Gersdorff, Joachim 433.
Geuss, J. M. 138.
Gibbs, J. Willard 549, 553.
Gjaldbæk, J. C. 523, 555.
– J. K. *543.*
Gjerulff, J. P. *543.*
Glauber, J. R. 438.
Gleditsch, Ellen *543.*
Glerup, J. 564.
Gomberg, Moses 545.
Gosch, C. C. A. 464.
Gottlieb, E. *543.*
Gram, Jørgen Pedersen 172, 178, 214, 215, 216, *218*, 230, 231.
Gray, H. B. 518.
Green, Ulrik 372f., 373.
Gregor den Trettende 294.
Gregory, David 302.
Gren, O. *543.*
Grosbøl, Preben 205.
Groth, S. C. S. 479f.
Groving, Niels 521.
Grundtvig, N. F. S. *75.*
Grønlund, F. 569.
Graae, J. 524.
Guldberg, C. M. 494, 502.
Gunnerus, J. E. 28–31, *29*, 33.
Gyldenkerne, K. *357.*
Gyldenløve, Ulrik Fr. 433.
Güntelberg, E. 510, 522, 524, 530, 532, *543*, 551, 553.

Hagemann, G. A. 507, 508, 532.
– O. 519.
Hagen, S. Kühnel 523, 529.
Hagman, S. *543.*
Hak, Mads 254.
Hald, A. 218, 223, 224, 225.
Hales, Stephen 434.
Haller, Albrecht von 8.
Halstrøm, H. L. 221.
Halvard, H. C. 524.
Hamilton, R. W. 156.
Hammerich, O. 567.
Hammerum, S. 567.
Hannover, Adolph 479.
Hans (prins) 257.
Hansen, A. J. *407.*
– Albert *543.*
– Christian 320.
– Chr. D. A. 487f., 502.
– Emanuel *107.*
– H. M. *107*, 181, 224, 387, *398*, 399f., 402, 412, 415, 417, 418f., 420.
– Julie Vinter 340, 341, 342, *343*, 347.
– K. G. 419.
– L. N. *543.*
– Ole 420.
– P. A. 314, 317, 318, 319.
– P. C. V. 174, 181.
– Aage E. 569.
Hansen-Nygaard, L. 548.
Hansteen, Christopher *75*, 502.
Harding, M. C. 519, *520.*

Hardy, Claude 130.
Harnung, S. E. 564, 570.
Harpestreng, Henrik 429.
Harriot, Thomas 284.
Harsaae, E. 224, 225.
Hartmann, Julius 387, *397*, 397-99, 401, 417, 422.
Hassel, O. 560.
Hauch, A. W. 371, 385, 455, 465.
Hee, Christen 152, 153, 307.
Heegaard, Poul *101*, 159, 180, *180*, 182, 405.
Heiberg, J. L. (digter) 466.
– J. L. (filolog) 174, 175.
– P. A. 466.
Heilmann, O. J. 568.
Hein, Piet *407*.
Heisenberg, Werner *407*, 408, 417.
Heitler, Walter H. *407*.
Heldvad, Niels Hansen 267f., 268.
Hell, Maximilian 307, 310.
Helmert, F. R. 222.
Helmholtz, H. 388.
Helmont, J. B. van 438.
Hendriksen, H. S. *543*.
Henningsen, Erik 74.
Henri, V. 516, 546.
Henriksen, L. 566.
Henry, M. P. 333.
– P. P. 333.
Henshaw, Thomas 279, 282.
Herapath, W. B. 496.
Herbach, Caspar 427.
Hermbstädt, S. F. 441, 455.
Herschel, John 322.
– William 322, 345.
Hertz, Gustav 414.
Hertzsprung, E. 345f., *347*.
Hesselbo, A. *543*.
Hevesy, G. von 406, 408, 418, 534, *543*, 551.
Higgins, William 441.
Hilarius, Georgius se Jørgen Eilersen.
Hilbert, David 186.
Hinshelwood, C. N. 556.
Hipparchos 248.
Hippokrates 159, 428, 429, 430.
Hirsch, P. 140.
Hisinger, Wilhelm 441.
Hjelm, Peter Jakob 441.
Hjelm-Hansen, Nils 572.
Hjelmslev, Johannes (tidl. Petersen) 133, 178, *179*, 180, 182, *183*, 185, 186, 188, 189.
Hoem, Jan Michael 235.
Hoff, Agnes 519, *540*, 541.
– Jacobus Hendricus van't 549.
Hoffmann, F. 438.
– J. C. 453.
Hoffmeyer, Niels H. C. 385, 386.
Hofgaard, K. 524.
Hofman-Bang, N. 505, 523, 535.
Hohlenberg, M. H. 67, 68, 73.
Holberg, Ludvig 2, 296, 299, 372.
Holm, Arne 566.
– Georg Tycho (Jørgen Tyge) 7, 16, 24, 439.
Holmberg, Bror 542, *543*, 544.
Holst, M. C. *543*.
Holstein, J. L. 8, 11.
Holt, E. M. 566.
Holten, C. V. 78, *79*, 172, 379f., 380, 383, 384, 385, 386, 389, 417, 420.
Hornemann, Jens Wilken 37, 41, 50, 51, 59.
Horrebow, Christian Pedersen 139, 302, 305, 306, 307.
– Peder Nielsen 115, 139, 146, 276, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 295, 296-305, *298*, 371.
– Peder Pedersen 139, 144, 302, 306, 307.
Horrocks, Jeremiah 267.
Hortensius, Martin 275, 277, 278.
Hounsfield, G. N. 205.
Howitz, F. G. 449.
– J. C. G. 483.
Hoyle, F. 344.
Huber, Robert 500.
Huggins, W. 323, 324, 325, 327.
Humius, Jacobus 277.
Huus, Torben 420.
Huygens, Christiaan 128, 130, 131, 132, 280, 282, 286, 365, 366, 367, 368, 369.
Hvidt, Aase 569.
Hübner, Martin 24.
Hückel, E. 551.
Hylleraas, E. 344.
Høegh-Guldberg, Ove 27.
Høffding, Harald 404.

Højendahl, Kristian 521, 545.
Høst-Madsen, E. 521, 542, *543*.
Høysgaard, Jens P. 143.

Irminger, J. O. V. 391.
Iversen, Lars 221, 231, 232.

Jacobsen, C. *543*.
– C. L. 538.
– J. C. *107*, *411*, 412, 413, 420.
– J. P. 395, 396, 403.
Jacobæus, Holger 436.
Jansen, S. *543*.
Jensen, A. Tovborg 524, 551.
– Arne 221, 224.
– Bernhard 487.
– C. E. 524, 555.
– Chr. U. 194.
– E. Lykke 224.
– H. Højgaard 414, 420, 422.
– Henry 421.
– J. L. W. V. 172f., 178, *179*.
– K. A. *107*, 471, 504, 510, 516f., 521, 523, 529, 531, 535, 539, 545, 548f., 559, 560, 562, 564, 566.
– P. Boysen 105.
– P. E. Højlund 569.
– R. Boe 521, 567.
Jepsen, P. *543*.
Jerlov, N. G. 421.
Jessen, Børge *107*, 188, 189, 193, *194*, 195.
– Knud *106*.
Jessen-Hansen, H. *543*.
Johannsen, W. *101*, 220.
Johansen, E. S. 387, 396f., 400, 401, 417, 422.
– Paul 233, 234.
Johansson, N. H. *543*.
Johnstrup, J. F. *75*, *79*, 97, 476, 484, 502.
Jordan, Marcus 150.
Joule, J. P. 490.
Juel, C. 156, 177, 178, 179, *179*, 183.
Juliane Marie (dronning) 27.
Jungersen, H. F. E. *101*.
Jürgensen, Chr. 157, 165f., 166, *167*, 168, 170, 171, 172, 173.
Jørgensen, B. Søborg 452.
– C. Klixbüll 523, 536.
– C. V. *543*.
– F. 569.
– Gunner *543*.
– Niels R. 220, 231.
– Niels Therkel 300, 302, 305.
– S. M. *79*, 434, 471, 483, 484-86, *485*, 489, 496-501, 501, 504, 506, 507, 508, 509, 511, 513, *522*, 525, 531, 533, 534, 535, 537, 538, 540, 541, 564.

Kalckar, Fritz 410.
– Jørgen 411, 414.
Kane, R. J. 471.
Kant, Immanuel 149, 454.
Karsten, W. J. G. 161.
Kauffman, Niklaus 128, 267, 279.
Kaufmann, Hermann 378, 379.
Keckerman, Bartholomew 277.
Keiding, N. 226.
Kejlsø, Elvin 240, 242.
Kellner, L. S. 168, 171.
Kepler, Johann 2, 118, 259, 267, 273, 279, 280, 281, 297, 299, 300, 306.
Keyser, J. J. se J. J. Krum.
Kierul, Peder Berthelsen 275.
Kinghorn, Alexander 430.
Kirschner, Aage *507*, 519, *520*, 536, 538, *540*.
Kirwan, R. 441.
Kjeldahl, Johan 468, 506.
Kjær, Anders 521, 549, 560.
Kjøge, Anders Pedersen 254.
Kjølsen, Hans H. 72, 377, 442, 444, 460, 461f., 462, 464.
Klaproth, Martin Heinrich 441.
Klason, P. 501.
Klein, Oscar *407*, 408, 417.
Klit, Andreas 521, 541, 544, 547.
Klæboe, P. 566.
Knudsen, Martin *101*, 387, 389, 391, 393-95, *394*, 396, 399, 401, 403, 405, 411, 412, 417, 420.
Knuth-Winterfeldt, E. 523, 555.
Kobberø, K. 526.
Koch, Jørgen 414f., 420.

Koefoed, Emil 488, 489, 490, 498, 509, 533.
– J. 524, 532, 551, 552, 555, 556.
– Peder 151, 152.
– R. *543*.
Koës, Friedrich 146.
Kofod, Helmer 454, 524, 552.
Kolling, Fr. A. V. 171.
Komppa, G. *543*.
Kopp, H. 456.
Koppel, E. 91.
– N. 91.
Kraft, Jens 142, 143, 147f., *148*, 149, 163, 299, 373.
Krag, Anders 431f.
Kramer, O. 569.
Kramers, H. A. *407*, 408, 410, 417, 554.
Krarup, Inger (g. Sønderhousen) 521, 544.
Kratzenstein, C. G. 9-11, *10*, 12, 14, 16, 20, 31, 32f., 38, 370f., 372, 378, 432, 440f., 442, 444, 464.
Krause, R. A. 566.
Krebs, H. J. 140, 161.
Krejdal, August 163f.
Krenchel, J. H. 488, 489, 518.
Krishnan, V. 565.
Kristensen, J. A. 340.
– Poul 419.
Kristina (dronning af Sverige) 127.
Krogh, Aug. *101*, 384.
Kroman, K. 214.
Krum, J. J. (tidl. Keyser) 457, 502.
Krøyer, H. N. *75*.
Kullenberg, Gunnar 421.
Kundt, A. 388.
Kühl, J. F. 520.
Kästner, A. G. 161.
– F. 336f.
Köster, Schack Lüneborg 452, 462.

Lacaille, N. L. de 317.
Lacroix, Silvestre François 168.
La Hire, Philippe de 302.
Lalande, Joseph 307, 329.
La Mer, V. K. 551.
Landau, Lew *407*.
Lang, K. Linderstrøm *543*.
Lange, Villum 128, 278f.
Langlet, A. 496, *543*.
Langseth, A. W. *106*, 504, 510, 516, *518*, 521, *528*, 531, 538, 544, *546*, 546f., 550, 556f., 560.
Lansberg, Philip 275, 277.
Lansner, A. E. 524, 552, 553.
Laplace, Pierre Simon 213, 216, 317, 318, 511.
Larris, F. 398.
Larsen, Absalon 387.
– Ch. 566.
– Erik 564.
– J. *526*.
– Poul 549.
– Sine 566.
– V. Ahrend *543*.
Lassen, N. O. 420.
Laub, G. 523.
Lauremberg, Hans W. 123f., 151f.
Lauridsen, Jørgen 532.
Lavoisier, Antoine Laurent 46, 427, 438, 441, 445, 455, 457, 501, 511.
Led, J. J. 568.
Leibniz, G. W. 119, 120, 134, 136, 143, 144, 282, 283, 291, 367.
Lemery, N. 437.
Lerche, Cornelius 295.
Leverrier, Urbain 314, 318.
Levi, Baruch 477f.
Levinsen, G. M. R. *101*.
Lichtenberg, Jonas 560.
Lie, Sophus 156.
Liebig, Justus von 456, 468, 470, 471, 473, 479, 542.
Liebman, F. M. 53, 78.
Linderup, Hans Chr. 161.
Lindhard, Jens 419.
Linné, Carl von 6, 7, 11, 16, 21, 439.
Ljungberg, J. M. 159, 162.
Ljunggreen, G. *543*.
Longomontanus, Christen Sørensen (Lomborg) 125-27, 160, 253, 259, 267, 268, 269, 270-77, *270*, 278, 279, 282.
Lord, R. C. 547.
Lorentz, H. A. 382.
Lorenz, L. 214.
– L. V. 374, 379, 380-83, *381*, 387, 392.

Lous, C. C. 161.
Lovén, J. M 501.
Lublin, J. *543.*
– Mogens 233.
Ludvig den Fjortende 283.
Ludvigsen, E. H. *543.*
Lummer, Otto 389.
Lund, Hakon 520, 526, 527, 531, *543*, 544, 545, *546.*
Lundbeck, W. *101.*
Lunding, C. M. 449.

MacCullagh, James 381.
Mackintosh, A. R. 421.
Madsen, V. H. O. 178, 238, 241.
Madvig, J. N. 67, 71, 169.
Maeyama, Y. 259, 267.
Manfredi, Eustachio 292.
Mangor, Chr. Elovius (stadsfysikus) 445.
– Chr. Elovius (lektor) 37, 41, 445.
– Christopher Heerforth 445.
Manthey, J. G. L. 445, 452, 454, 455.
Mantzius, K. 182.
Maquer, P. J. 441.
Marggraf, Andreas Sigismund 441.
Marke, A. W. 413.
Martini, Ferdinand 28.
Mascheroni, L. 133, 137.
Maskelyne, Nevil 315.
Matthiasen, Johannes 278.
Matthiessen, P. C. 225.
Maxwell, J. C. 381, 382.
Mayer, Robert 379, 490.
– Tobias 291, 294, 301.
Meibom, Marcus 127f.
Meier, Albert 254.
Mejer, Johannes 152.
Melanchton, Philipp 430.
Mendeleev, D. 496.
Mercator, Nicolaus se Niklaus Kauffman.
Merckel, D. 145.
Meyer, Betzy *543.*
– Kirstine 367, 368, 369, 374, 375, 387, 392f., *393.*
Michelsen, Kirsten 523, 564.
Milne, E. A. 344.
Mitscherlich, Eilhard 476.
Mittag-Leffler, Magnus Gustaf 178.
Moe, N. 567.
Mohr, Georg 128, 129, 133-37, 159.
Mohrenthal, Peter Georg 134, 136.
Molbech, Chr. 466.
Mollerup, Johannes *179*, 180, 181, 183, 184, 185.
Moltke, A. G. 15, 16, 18, 19, *20*, 21, 464.
– J. G. 38, *39.*
Monge, Gaspard 168, 441.
Monrad, D. G. 70, 71.
More, J. W. 566.
Morin, Jean-Baptiste 277.
Morsing, Christiern Torkelsen 122, 430.
– Elias Olsen 257.
Mortensen, C. *526.*
Morveau, Guyton de 441, 456.
Morville, Niels 143, 145, 146f., 152, 162.
Mosander, Carl Gustaf 501.
Mottelson, B. R. 420, *421.*
Mundt, C. E. 166, *167.*
Müller, Detlev *106.*
Mynster, J. P. 59f.
– O. H. 448f.
Möhl, N. C. 449.
Møller, C. *107*, *407*, 414, 415, *416*, 417, 420.
– Chr. Knakkergaard 521, 547.
– J. P. 340, 342.
– Knud *418.*
– Max 453, 510, 523, 529, 535.
– P. J. 569.
Møllerhøj, Bent 532.
Mønsted, L. 564.
– O. 564.

Nannes, G. *543.*
Napier, John (Neper) 117, 272.
Napoleon 163.
Nathan, Ove 421.
Nattergal, Peder se Petrus de Dacia.
Naur, Peter 202, 204, 209.
Neovius, Edvard Rudolf 178.
Nernst, Walter 549, 550, 556.
Neuberg, Carl 545.
Neugebauer, Otto 186.
Neuhaus, V. C. 488, 518.
Newcomb, Simon 306, 307.

Newton, Isaac 2, 119, 120, 143, 144, 147, 259, 267, 280, 298, 299, 300, 301f., 314, 365, 373.
Nielsen, Arne E. 524, 556.
– Axel V. 306, 307, 340, 347.
– Bjarner Svejgaard 201.
– J. N. 403.
– J. Rud 410.
– J. Thormod 568.
– Jacob *106*, 159, 183, 184, 190, 191, *191*.
– Niels (matematiker) *101*, 177, *179*, 179f., 180, 181, 184, 254.
– Niels (geograf) *107*.
– O. Faurskov 568.
– Oskar *241*.
– P. H. 564, 565, 566.
– Rasmus 172.
– Torben 523.
Nilson, L. F. 501.
Nilsson, Sven *75*.
Noe-Nygaard, A. *106*.
Nord, G. 564.
– Hakon 523, 556.
Nybølle, Hans Cl. 219, 220, 222, 232f.
Nyerup, Rasmus 7, 28.
Nygaard, Børge 521, 539, 564.
– L. 568.
Nylén, P. *543*.
Nørlund, Niels Erik *106*, 179, 181, 182, 185, 186, 189, 191, 238, 239, *239*, 241, 242, 243, 244, 245, 330, 337.

Ohlsson, E. *543*.
Olsen, C. *543*.
– Malte 419.
Olufsen, Christian Friis Rottbøl *71*, 164, 312, 313-18, *316*, 319, 329.
Oppermann, Ludvig H. F. 173, 214, *215*, 216, 230.
Orla-Jensen, Anna *543*.
– S. 506, *543*.
Ostwald, W. 490, 511, 534, 549.
Otto, Carl 449.

Pál, Julius 186, 190.
Palitzsch, S. *543*.
Palmær, W. *543*.
Panum, P. L. 464, 486.
Paracelsus, Theophrastus Bombastus von Hohenheim 429f., 430, 431.
Parker, Vernon D. 567.
Pauli, Wolfgang *407*.
Paulli, Simon 433, 464.
Paulsen, Adam 383, 386, 401.
Payngk, Peter 267, 427.
Pearson, Karl 222.
Pechüle, C. F. 326, 331, 332, *332*, 334, 335, 336, 337, 340.
Pedersen, C. Th. 564, 567.
– E. 564.
– E. Egelund 521.
– Gert Kjærgård 195.
– H. A. 171.
– Kai J. 524, *543*, 551.
– P. 340.
– P. O. 387, 404, 489.
– Peter 313, 385.
– T. 569.
– Thorvald 521.
Peierls, Ronald F. *407*.
Péligot, E. M. 473.
Pell, John 126.
Pelletier, J. 459.
Pelouze, T. J. 480.
Petersen, Agnes *543*.
– E. 564.
– Emil 488, 489, 492, 498, 500, *505*, 506, 507, 508, 511f., 531, 533, 536, 550.
– Helge 387, 402.
– Johannes se Johannes Hjelmslev.
– Johs. Boye *106*.
– Julius (matematiker) 171, 172, 174, 175f., *176*, 177, 178, 179.
– Julius (kemiker) *101*, 489, 498, 505, 506, 509, *510*, 512f., 515, 522, *522*, 529, 531, 533f., *543*.
– Richard 181, 184, 185.
– Aage 411.
Petri, Chr. F. 519, *520*.
Petrus de Dacia (Peder Nattergal) 252.
Peurbach, Georg 252.
Pfaff, C. H. 475.
Picard, Jean 282, 284, 287, 367, 368.
Pihl, Mogens 283, *407*, 419, 420.

– Ole Stochfleth 14, 16.
Pihlblad, N. *543.*
Pingel, J. 46, 446.
Planck, Max 389.
Platon 182.
Poder, Knud 240.
Poincaré, H. 180.
Pontoppidan, Erik 12.
Porsdal, Einar *543.*
– V. E. *543.*
Poulsen, Chr. *106.*
– Ingeborg 523.
– J. Heegaard *543.*
– K. G. 523.
Pratensis, Johannes se Hans Philipsen de Prato.
Prato, Hans Philipsen de 255, 430.
Priestley, Joseph 434, 438, 441.
Prigogine, I. 555.
Pringsheim, E. 389.
Proust, J. L. 441.
Prout, William 441, 495.
Prytz, P. K. *101*, 369, 383, 387, 389, *390*, 391f., 396, 397, 399, 417.
Præstgaard, E. 568.
Ptolemaios 248, 249, 255, 272, 273.
Pupin, M. I. 383.

Rainwater, J. 421.
Raman, V. C. 545.
Ramberg, L. *543.*
Ramée, Pierre de la 118, 122, 431.
Ramsay, William 496.
Ramus, Christian *71*, 157, 165, 166, 167, 168, *169*, 170, 171.
– J. F. 138, 166.
– Petrus se Pierre de la Ramée.
Rancke-Madsen, E. 523, 529, 535.
Randulf, Enevold Nielsen 268.
Rantzau, Henrik 255.
Rasch, G. 223, 225.
– Jørgen 295, 296.
Raschig, F. 535.
Rasmussen, Ebbe *413*, 413f., 415, 420, 422.
– H. Baggesgaard 520, 527, *527*, *528*, *543*, 545.
– R. E. H. 401, 422.
– S. E. 523.
Rassing, J. 568f.
Rastrup-Andersen, J. 521, 548.
Rathke, Jens 38, 41, 43.
Raunkiær, C. *101.*
Ravn, J. P. G. *101.*
Rayleigh, J. W. 382, 383.
Reddelien, C. H. N. 488, 489.
Regiomontanus, Johan 117, 122, 252.
Rehberg, P. Brandt *106.*
Reimer, N. T. 144.
Reinhardt, J. C. H. 38, 41, 43, 449.
– J. Th. 79.
Reinhold, Erasmus 255.
Reiz, Anders 312, *357.*
Repsold, Joh. A. 335.
Retzius, A. A. *75.*
Rey, Jean 437.
Riber, Christen Hansen 150, 270.
Riccioli, G. B. 267.
Rice, Oscar *407.*
Richardt, Chr. 174.
Richter, J. B. 441, 455.
Riesz, M. 190.
Ritter, J. W. 455.
Robertson, P. 405.
Rohdius, Georgius 268.
Rosenberg, Thomas 524.
Rosenfeld, L. 408, 410.
Rosenkrantz, A. *106.*
– Holger 270.
Rosenvinge, L. Kolderup *101.*
Rosse, W. P. 345.
Rossing, A. L. 299.
Rottbøll, C. Friis 8, 14, 18, 22.
Rozental, Stefan 410f.
Russel, H. N. 344.
Rutherford, E. 404, 405.
Ryder, C. H. 401.
Rüdinger, Erik 410, 411.
Rømer, Ole 7, 237, 247, 267, 271, 278, 280-94, *281*, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 302, 303, 305, 306, 310, 316, 318, 321, 366, 367-70, 371, 392, 393.
Rørdam, H. N. K. 453, 519, 524, *540*, 542.
– Kristian 489.
Raaschou, P. E. 506, *543.*

Sacrobosco, Johannes de 252.
Saha, M. H. 344.
Sahlbom, Naima *543.*
Saint Vincent, Gregorius 128.
Sak, S. 524.
Samuelsson, E. *543.*
Sandqvist, H. *543.*
Sargeson, Alan 560.
Scharff, Morten 419.
Scharling, E. A. 52, 61, *71, 75,* 427, 442, 446, 449, 451, 452, 453, 461f., 467, *478,* 478f., 480, 481f., 482, 484.
Schaumburg, K. 568, 569.
Scheel, A. W. 69.
Scheele, C. W. 434, 438, 441, 476.
Schelling, F. W. J. 456.
Scherk, H. F. 159.
Schickard, Wilhelm 277.
Schiellerup, P. T. H. 487.
Schimmelmann, H. E. 43, 62, 159, 445, 448, 449, 450.
Schiødte, J. C. *75,* 78, *79.*
Schjellerup, H. C. F. C. 170, 313, 328f., *328,* 330, 331, 337.
Schlegel, A. W. von 455.
– Friedrich von 455.
Schlesinger, F. 337.
Schmidt (hofråd fra Jena) 440.
– Mogens 523.
– Olaf 193f.
Schmidt-Nielsen, S. *543.*
Schmidten, Henrik Gerner von 161, 163, 164, 165, 166, 170.
Schmith, Kai 548.
Schooten,, Frans van 130.
Schou, Axel *107.*
– C. V. 494, 519.
– E. 160.
– H. A. Thaulov 488.
Schousboe, Astrid *543.*
Schouw, J. F. 41, 46, 50, 51, 59, *59,* 60, 67, *71, 75,* 78, 384f., 385, 449.
Schreiner, E. *543.*
Schroll, G. 567.
Schumacher, Heinrich Christian 46, 62, 63, 158, 159, 162, 164, 166, 237, 238, 243, 311, 312f., *313,* 314, 315, 316.
Schwarzschield, Martin 344.
Schäffer, C. E. 523, 559, 564, 570.
Sebelien, J. *543.*
Secchi, Angelo 325, 326, 337.
Sefström, Niels Gabriel 501.
Sehested, Hannibal 433.
Seidelin, C. J. L. 168, 171, 174, 178.
Selmer, H. P. 468.
Sertürner, Friedrich 458.
Sestoft, Ingolf 384, 401.
Sevel, H. J. 12.
Severinus, Petrus se Peder Sørensen.
Sharma, P. V. 421.
Sibbern, F. C. *75.*
Sigbrit (Villumsdatter) 430.
Simonsen, W. *107,* 223, 233f., *234.*
Sinding-Larsen, A. *543.*
Sivers, J. 313.
Sjøberg, K. *543.*
Skavbo, Claus Lauridsen 255.
Skive, Laurits Thomsen 295.
Skovgaard, H. 196.
Smed, Jens 403.
Smith, Henrik 420.
– Kirstine 220.
– L. *543.*
Snellius, Willebrord 278.
Snyder, J. 566.
Sophie (dronning) 431.
Spang-Hanssen, Ebbe 371, 372.
Sperling, Otto 126.
Spärck, R. *107.*
Stahl, G. E. 438.
Stamm, R. H. *101.*
Stampe, Henrik 18.
Starcke, Ulla 519, *540,* 541.
Stauning, Th. 185.
Steen, Adolph *79,* 166, 170-72, 173, 214.
Steenberg, N. G. 488.
Steenbuch, Christen 278.
– E. C. W. 488, 489, 492.
Steensby, H. P. *101.*
Steensen, Niels (Steno) 7, 129, 282, 433.
Steenstrup, Jap. *71, 75, 79.*
Steffensen, J. F. 160, 220, 221f., 223, 232f., *232.*
Stein, S. A. V. *75.*

Sterzel, S. E. *543.*
Stevin, Simon 123.
Stohmann, F. 493.
Strand, K. A. *357.*
Strecker, A. F. L. 502.
Streete, Thomas 267.
Stromeyer, Friedrich 449, 466.
Struensee, J. F. 8, 25, 26, *27,* 28, 29, 30, 31, 76, 439, 442.
Strömgren, Bengt *106,* 312, *357, 416.*
– Elis *101,* 178, 312, 337, 338-40, *338,* 346f., 347.
Stub, Iver 256, 270.
Störmer, Carl 190.
Svanberg, Lars 501.
– O. *543.*
Svanholm, Ulla 566, 567.
Svedberg, The 534.
Svensmark, B. 567.
Swensson, T. *543.*
Sylvius, Franciscus se Franz de la Boë.
Söderbäck, E. 538.
Sørensen, G. O. 569.
– Jens 237.
– N. A. 560.
– P. G. 569.
– Peder 430, 431.
– S. P. L. 498, 506, 515, 522, 533, 537, *543,* 544.

Talcott, Andrew 305.
Tauber, J. H. 28, 29.
Teller, Edward *407.*
Tetens, J. N. 142, 147, *149,* 149f., 154, 156, 159, 162, 230.
Thābit ibn Qurra 249.
Thal, R. S. 452.
Thaulow, Julius 502.
– Karin 520, *526,* 541.
Thenard, L. J. 449, 455, 466.
Thiele, T. N. *79,* 172, 173, 174, 178, 214, 215, 216-18, *217,* 220, 221, 222, 230, 231, 242, 312, 326, 329, 330, *331,* 332-37, 339, 340, 507.
Thomander, J. H. *75.*
Thomsen, C. A. 488.
– J. J. 404.
– Julius *79,* 452, 453, 476, 480, 481, *482,* 482f., 484, 485f., 487, 488, 489, 490-96, *491, 495,* 498, 501, 502, 504, 506, 507, 511, 512, 531, 533, 536, 540, 549.
– Th. Sv. *543.*
– Thomas G. 488, 490.
– Vilhelm 404.
Thomson, Thomas 441, 442.
Thoren, V. E. 259.
Thorlacius (Gísli Thorláksson) 278.
Thorn, Niels A. 454.
Thorsen, V. 419.
Thott, Otto 7, 18.
Thune, E. F. G. 46, 162f., 164, 166.
Thøgersen, Mogens 35.
Tiberghien, Alb. 305.
Tobiesen, L. H. 144.
Tode, J. C. 447f., 448.
Toft, Jens 521.
Topsøe, Haldor 453, 487, 490, 533.
Torm, Erik Olufsen 277.
Tornehave, Hans 191, 193, *241.*
Trabjerg, I. 566.
Trier, Salomon Meyer 450.
– Seligman Meyer *75.*
Trolle, Birgit 400.
– Dyre 454.
Tschirnhaus, E. W. 134f.
Tvede, L. L. 487.
Tychsen, Camillo 170.
– Nicolay 444, 452, 465.
– V. E. 329.

Ulrik (prins) 257.
Unsöld, A. 344.
Urbain, Georges 538.
Ursin, G. F. K. 46, 54, 164, 450.
– Georg 256.
Ussing, H. H. *106.*
– N. V. *101.*

Wackenroder, H.W.K. 475.
Wad, Gregers 37, 41, 46, 440, 445.
Wagner, S. 521.
Vahl, Martin 37, 41, 43.
Valentiner, Herman 172, 178.
Waller, Ivar *407.*

Wallis, John 131.
Warberg, Ole 38.
Warming, E. 523.
– Eugen 97, *101*.
Watson, J. T. 566.
Vauquelin, L. N. 441, 455, 456, 466.
Weber, Sophus 387, 395f.
Veibel, Stig 427, 433, 440, 444, 467, 520, *525*, 527f., 529, 531, *543*, 544, 545.
Wendelin, Gottfried 267.
Wentrup, C. 566.
Werner, Alfred 485, 499-501, 536, 537, 539.
– Sven 400, 412f., 414, 417, 422, *543*.
Wesche, A. *543*.
Wesley, W. G. 251.
Wessel, Caspar 121, 153-56, 159, 175, 238.
– Johan Herman 154.
– Ola 152, 153.
West, R. *357*.
Vesterberg, K. A. *543*.
Westergaard, Harald L. 218-20, *219*, 222.
– Mogens *106*, 548.
Westerholt, J. 145.
Westgren, A. *543*.
Weyse, Nicolaj 256.
Viborg, Erik Nissen 37, 38, 40, 41.
Widmark, E. M. P. *543*.
Wiedemann, G. H. 383.
Wiegleb, J. C. 441.
Viète, F. 118.
Wildt, R. 344.
Vilstrup, Th. 555.
Wiman, Anders 186.
Vind, K. 224.
Wing, Vincent 267.
Wingstrand, K. G. *107*.
Winterl, J. J. 455. 456.
Winther, Chr. 489, 506, 507, 519, *520*, 523, 524f., 531f., 532, 534, 535, *540*, *543*, 554.
Vinther, E. Heikel 520, *527*.
Winther, Aage 419, 421.
Wintner, A. *407*.
Witich, Paul 272.
Witt, Johannes 519, 523, 541.
Vogt, H. C. 391.
Voigt, W. 400.
Woldbye, Flemming 523.
Wolf, Christian 29.
– Jacob Andreas 46, 161, 162.
Wolkoff, P. 567.
Wollaston, W. H. 441, 476.
Vollquartz, Kirsten 524, 551.
Worm, Ole 7, 130, 133, 268, 269, 433.
Wren, Christopher 142.
Wulff, Inger 522, 555.
Wunsch, A. P. B. 488, 518.
Väisälä, Yrjö 239.
Wöhler, Friedrich 460, 461, 462, 463, 467, 468, 470, 473, 474, 479, 501.
Wöhlk, A. 513, 521, 540, *543*.
Wøldike, Jeremias 161, 162.
Waage, Peter 494, 502.

Zachariae, G. 214, 238, 239f., 243.
Zeise, William Christoffer 41, 46, 52, 66, 164, 377, 428, 446, 450, 451, 452, 453, 457, 460, 461, 464, 465-75, *465*, 477, 478, 479, 533, 539, 541, 542, 566.
Zeuthen, Hieronymus Georg *79*, 171, 172, 173, 174f., *175*, 177, 178, 179, 180, 192.
Zoëga, Georg 162.
– Johan 7.

Oeder, Georg Christian 7-9, *8*, 15, 16-19, 20f., 21, 22, 24, 25, 28, 29, 30, 464.
Ørsted, A. N. 479f.
– A. S. 450, 453.
– H. C. 39, 41, 42f., 43, 44, 45f., 47, 54, 55f., 57, 60, 62, 64, *65*, 66, 68, *71*, 72, *75*, 78, 163, 164, 166, 173, 181, 329, 373, 374-76, *374*, 377, 378, 379, 380, 384, 385, 386, 392, 393, 409, 417, 420, 428, 440, 441, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 452, 453-64, *454*, 465, 466, 467, 468, 475, 476, 477, 479, 480, 483, 502, 519.
– Søren Christian 453.

Ångström, A. J. 328.
Aasheim, Arnt Nicolai 38, 41, 44, 441, 448.

RETTELSER TIL BIND XIII

Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet, 2. del, 1979.

Side, linie 4,17: 1930rne → 1630rne
– 29,09: en fjern slægtning af J. C. Fabricius *udgår*
– 30,03: 468 → 473
– 80,33: (1919) → (1910)
– 97,35: mindre *udgår*
– 113,02: 1908 → 1910
– 117,37: to store afhandlinger → en stor afhandling
– 118,02: (1913 og 1933-36) → (1913)
– 120,19: *6. Thai-danske Ekspedition* → *5. Thai-danske Ekspedition*
– 126,14: (1880-1958) → (1890-1958)
– 168, fig. 56,09: *det bevarede* → *et bevaret*
– 170,07: *hos* → *hoc*
– 181,04: Forskålea → Forsskaolea
– 182,31: han har → har han
– 209, fig. 70,08: *Knud Larsen 1915. Carlsbergfondets biologiske Institut.* → *Knud Larsen 1916. Carlsberg Laboratoriet.*
– 258,30: *Acitivity* → *Activity*
– 316,25: 43 → 48
– 322, fig. 109,02: *Rosenkantz* → *Rosenkrantz*
– 324,32: Rosenkantz → Rosenkrantz
– 378,25: (1056) → (1102)
– 394,17: rørte sig → fremkom
– 410,07: (1902-76) → (1902-77)
– 411, fig. 133,01: *(1902-71)* → *(1902-77)*
– 472, fig. 151,04;
519, fig. 164,14;
522, fig. 165,13: *Vidensk. Selsk. billedarkiv.* → *Carlsbergfondets billedarkiv.*
– 540, sp. 2,30: *tilføj* Hannover, Adolph 57-58.