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



Meddelelser

fra

Ole Rømers Venner

1-2005

MEDDELELSER FRA OLE RØMERS VENNER

13. ÅRGANG **1/2005**

Per Friedrichsen:
Til Ole Rømers Venner 4

Claus Clausen:
Jættestuer og måneformørkelser? 5

Flemming Kaul:
Solens evige rejse 15

John R. Christianson:
Tycho Brahe Changed the World 21

Carl Henrik Koch:
Rasmus Bartholin 24

Per Friedrichsen:
Rasmus Bartholins bibliotek – en foreløbig status 29

Per Ole Schovsbo:
Ole Rømer – og de store vejes opmåling 1691-98 37

Benny Lautrup:
Relativitetsteorien 47

Adam Bodanis:
c står for celeritas 53

Til Ole Rømers Venner!

Menneskets stræben efter at forstå sig selv og sin omverden får man i dette nummer af *Meddelelser fra Ole Rømers Venner* det mest varierede indtryk af ved at læse omtalen af Rasmus Bartholins 961 efterladte bøger [s. 29-36]. Gennem et langt liv anskaffede Bartholin sig bøger, der må siges at være polyhistorisk af omfang og bl.a. spænder over emner som medicin, astronomi, matematik, kemi, kosmologi, men først en yderligere og grundig analyse af titlerne vil kunne give et samlet overblik.

Bartholin nøjedes imidlertid ikke med at tilegne sig sine forgængeres overleverede viden, han bidrog selv med væsentlige landvindinger [s. 24-28] og inspirerede dermed næste generation. Hans fremmeste elev, Ole Rømer, fik med sin påvisning af lysets bevægelse og endelige hastighed langtrækkende konsekvenser, og den kom til at spille en afgørende rolle, da Einstein for hundrede år siden i 1905 formulerede sin relativitetsteori [s. 47-65].

Fra de tidligste tider har mennesket forsøgt at orientere sig i forhold til det omgivende univers. De to første artikler i dette nummer af *Meddelelser* giver fascinerende indblik i denne stræben [s. 5-20], og fra historisk tid giver sammenfatningen af Tycho Brahes epokegørende indsats en tilsvarende mulighed [s. 21-23].

Ole Rømer var metrolog. Han kvantificerede (dvs. talte, målte og vejede) – om ikke alt – så dog en hel del i himlen og på Jorden. Helst det første! Hans opmåling af de danske veje er velkendt, men ikke tidligere behandlet så indgående og perspektiverende som i dette nummer af *Meddelelser fra Rømers Venner* [s. 37-46].

God læselyst!

Per Friedrichsen

Per Friedrichsen

Redaktør

Jættestuer og måneformørkelser?

Claus Clausen

En undersøgelse af 90 jættestuers gangretning har vist, at der kan være en sammenhæng mellem gangens orientering og det punkt i horisonten, hvor fuldmånen står op før en måneformørkelse.

Indledning

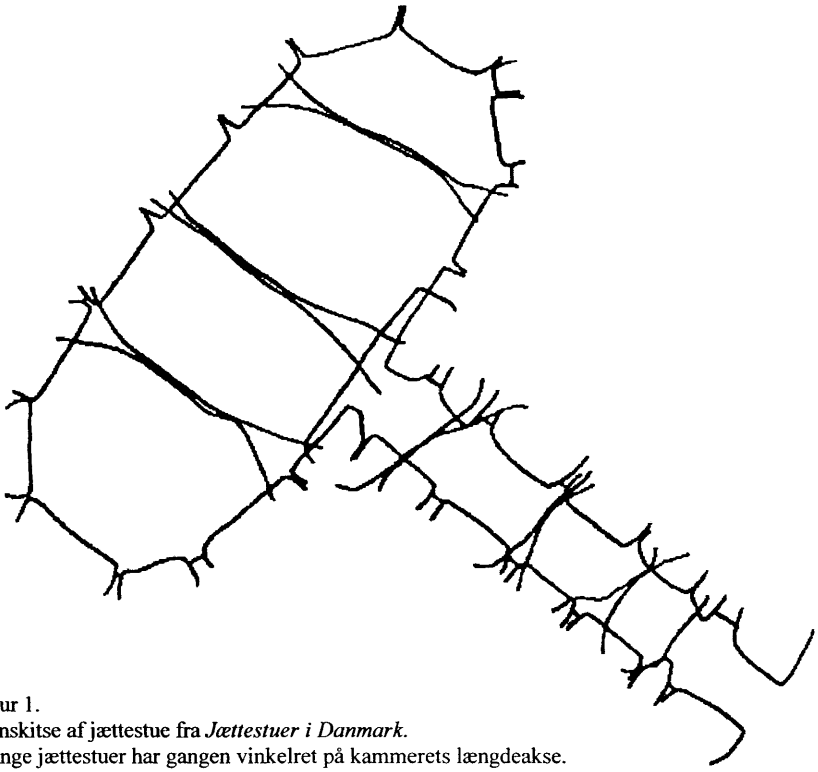
I 1996 foreslog Flemming Kaul fra Nationalmuseet, at det kunne være interessant at undersøge jættestuers gangretning.

Der findes p.t. ca. 500 registrerede jættestuer i Danmark. At antallet er så stort betyder, at der er et godt statistisk materiale at gå ud fra. Valget af jættestuer hænger også sammen med, at det er en type megalitgrave (storstensgrave), der er bygget inden for en relativt kort periode på måske kun 100 år for ca. 5300 år siden. Derfor kan der være grund til at tro, at der ligger de samme tanker bag konstruktionen af alle jættestuer i Danmark.

Således inspireret af Flemming Kaul fra Nationalmuseet gennemførtes i 2002 på Sjælland en opmåling af 70 jættestuers orientering. Antagelsen var, at gangens retning ikke var tilfældig, og at denne retning repræsenterer en sigteretning mod et punkt i horisonten.

En lignende undersøgelse blev i 1991 gennemført af den svenske astronom Curt Roslund, som undersøgte 43 jættestuer i Nordsjælland og Skåne. Han fandt, at gangenes retninger ikke kunne være tilfældig. Muligvis kunne der være en forbindelse til Månen.

Allerede i 1988 målte arkæolog Svend Hansen med magnetkompas gangretningen på 55 jættestuer i Nordsjælland. Svend Hansen har senere i bogen *Jættestuer i Danmark* offentliggjort 205 planskitser af jættestuer. Planskitserne er alle med angivelse af magnetisk nord, og det ses umiddelbart, at indgangene stort set peger i retninger, der er øst, syd/øst eller syd, men aldrig mod nord eller vest. Dette gælder i øvrigt alle jættestuelignende megalitgrave i hele Europa.

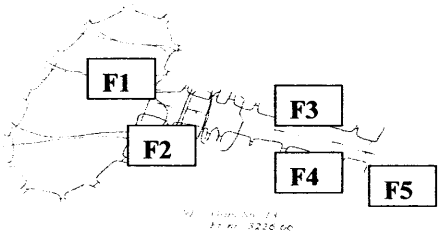


Figur 1.
Planskitse af jættestue fra *Jættestuer i Danmark.*
Mange jættestuer har gangen vinkelret på kammerets længdeakse.

Undersøgelsen

Af praktiske og tidsmæssige årsager er der kun lavet opmålinger på Sjælland af de 70 jættestuer, der findes i en smal bredde på ca. 0,5° omkring en linje mellem København og Kalundborg.

Til selve målingerne anvendtes en teodolit, et magnetkompas og en GPS til positions- og højdebestemmelse. Teodolitten er en slags kikkert, som kan bruges til retnings- og horisonthøjdebestemmelse. Magnetkompasset blev benyttet som supplement, hvis teodolitten ikke kunne bruges. Retning eller azimutvinkel måles altid i forhold til geografisk nord og med uret. Geografisk øst angives derfor som 90°. Retningen af gangen blev i alle tilfælde målt som den bedste rette linje vha. et antal fikspunkter.



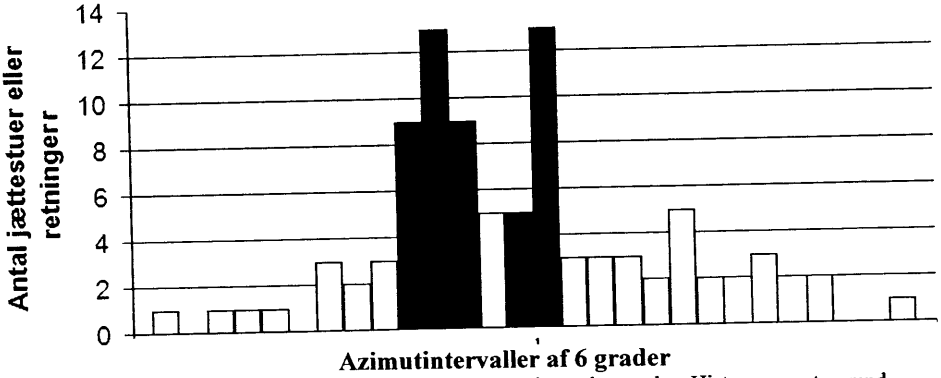
Figur 2.
Den bedst tænkelige rette linje bestemmes ud fra de fikspunkter, der er angivet på figuren (F1, F2, F3, F4 og F5). Delelinjen for hvert fikspunkt måles i bunden af gangen vha. lineal og tommestok. Middelværdien bestemmer retningen. (Fra: *Jættestuer i Danmark).*

De fleste af de undersøgte jættestuer er placeret højt i landskabet i forhold til det omgivende terræn, med god udsigt til horisonten hele vejen rundt. Den målte gennemsnitshøjde over havets overflade var godt 42 meter med ekstremerne 99 meter og 12 meter. Enkelte ligger i skov, hvor der i dag ikke er udsigt til horisonten. De fleste (sandsynligvis alle) ligger tæt på steder, hvor der er eller har været vand (åer, kyststrækninger mv.). Mange af jættestuerne ligger i klynger, hvor der ofte kun er få hundrede meter i mellem de enkelte enheder, og ofte er der et stort antal af andre typer af megalitgrave og gravhøje i nærheden.

Det antages, at megalitmennesket har brugt simple teknikker såsom stænger, sten og det menneskelige øje, ved etablering af sigtelinjer. Hvorvidt en sigtelinje, anlagt i forhistorisk tid, til et bestemt punkt i horisonten er reel eller ej, må bero på nøje undersøgelser af eventuelle stolpehuller og markeringer med sten. Dette kan ofte være problematisk. Et eksempel er *Kong Svends Høj* på Lolland. Denne jættestue udviser træk, der kan tolkes som, at indgangen er en forlængelse af eller en del af en sigtelinje. Bag selve kammeret er en række sten, som peger i samme retning som indgangen - og altså på samme linje.

Det viste sig, at kun 47 af de 70 mulige opmålinger var anvendelige til en egentlig undersøgelse. Derfor tillægges Roslunds undersøgelse 43 målinger, som er udført på

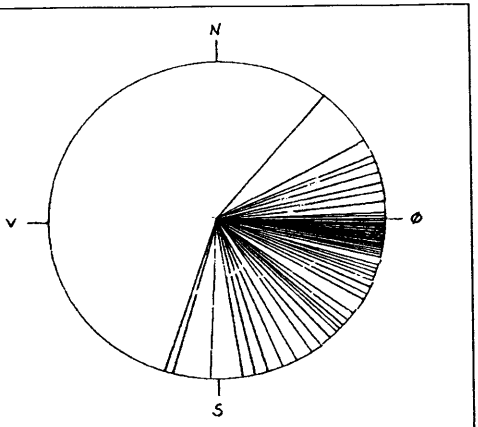
samme måde og groft set i samme område. At dette kan lade sig gøre skyldes, at det ifølge arkæologer var det samme folkeslag, der både i det sydlige Sverige og på Sjælland byggede jættestuer. De samlede 90 målinger vises i nedenstående histogram, hvor det fremgår, at der er to tydelige toppe. Den ene top dækker vinkelområdet fra omkring 90° til ca. 108°. Retningerne inden for dette område kaldes ofte for "skæv" øst. Den anden top dækker området fra omkring 114° til ca. 126°.



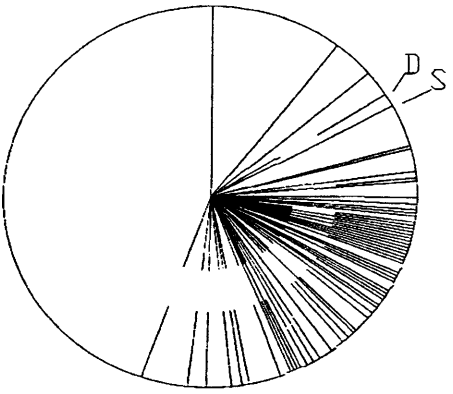
Figur 3. Det samlede datasæt fra den danske og svenske undersøgelse. Histogrammets grundlinje svarer til den observerede horisontlinje og dækker retninger (azimutvinkler) fra 36° til 204°. Inddelingen i 6 graders intervaller er bestemt af usikkerheden på målingerne. De med sort fremhævede dele af histogrammet giver de to hovedretninger omkring 100° og 122°.

I 1988 var den magnetiske misvisning i det nordøstlige Sjælland 0°. Derfor kan Svend Hansens målinger direkte sammenlignes med det dansk/svenske datasæt, fordi nordretningen i begge retningsdiagrammer (figur 4 og 5) refererer til geografisk nord. Af Svend Hansens 55 jættestuer er det kun 20 enheder, der er fælles med de jættestuer, der er præsenteret i det dansk/svenske datasæt. Syv målinger med nogenlunde samme nøjagtighed som Svend Hansens målinger tilføjes nu det dansk/svenske datasæt, så det i alt repræsenterer 97 målinger.

Det interessante er, at de to datasæt repræsenterer fordelinger, der ligner hinanden, selvom ikke alle målinger er foretaget med samme nøjagtighed. Det fremgår tydeligt af figur 4 og 5. Det ødelægger dog ikke det overordnede billede. I begge retningsdiagrammerne er den "skæve" østretning tydelig. I figur 4 (Svend Hansen) er den største koncentration mellem 90° og 105°, og i figur 5 er det mellem 95° og 108°.



Figur 4.
Magnetmålinger af jættestuer i Frederiksborg Amt (Hansen 88). Diagrammet repræsenterer 55 målinger.

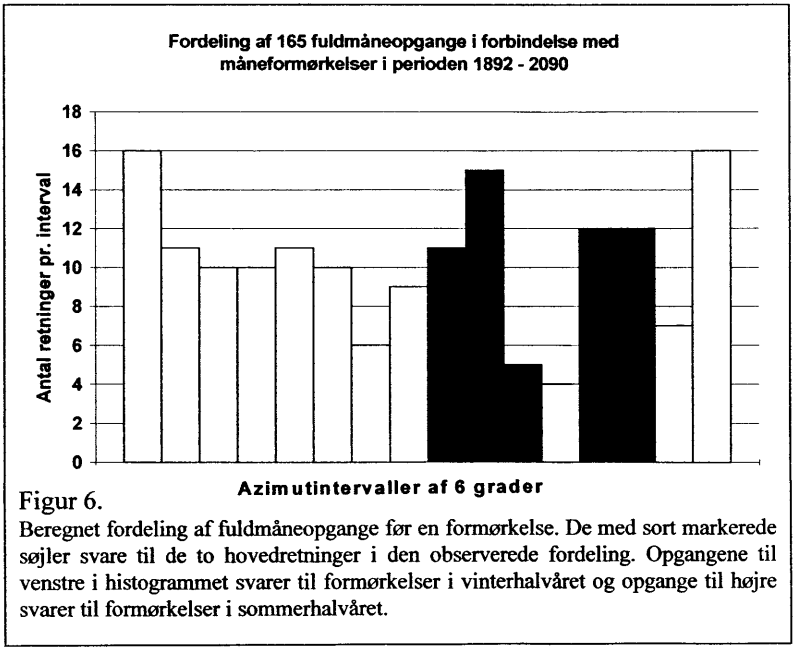


Figur 5.
Det samlede Dansk/Svenske datasæt hvor der er medtaget yderligere syv målinger af samme kvalitet som Svend Hansens. De brudte linier er fra den Danske undersøgelse og de fuldt optrukne linier er fra den Svenske undersøgelse (Roslund 91). Diagrammet repræsenterer 97 målinger. Geografisk nord er op.

Samlet repræsenterer de to datasæt 132 jættestuer. Desværre er dette samlede datasæt af en sådan kvalitet, at det ikke kan bruges i en egentlig statistisk undersøgelse. Det er kun de 90 enheder fra det dansk/svenske datasæt, der kan bruges i denne sammenhæng.

Afprøvning af hypoteser

Den observerede fordeling (fig. 3) er statistisk blevet testet mod fordelingen af retninger mod solopgange gennem et år - almindelige måneopgange og fuldmåne- opgange gennem en periode på 46 år. Stjerneopgange blev overvejet, men opgivet. Ingen af de gennemførte tests gav noget resultat. Som en sidste mulighed blev gennemregnet en periode på ca. 200 år fra år 1892 til år 2090 med fuldmåneopgange før en formørkelse. Grunden til, at der blev anvendt nutidsformørkelser, var, at regninger tilbage i tiden endnu ikke var løst på en tilfredsstillende måde. Antagelsen var derfor, at mønsteret for opgangene ikke var væsentlig anderledes for 5000 år siden. Figur 6 viser fordelingen af fuldmåneopgange før en formørkelse. Det bemærkelsesværdige ved denne fordeling er, at der er mange fuldmåneopgange i de to gradintervaller, hvor der er flest jættestue-gangretninger.

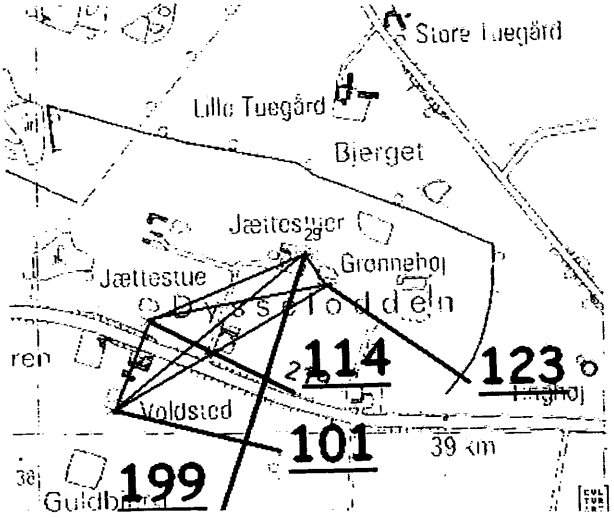


Figur 6.

Beregnet fordeling af fuldmåneopgange før en formørkelse. De med sort markerede søjler svare til de to hovedretninger i den observerede fordeling. Opgangene til venstre i histogrammet svarer til formørkelser i vinterhalvåret og opgange til højre svarer til formørkelser i sommerhalvåret.

få eksempler på sådanne anlæg fra det opmålte udvalg. Mange jættestuer, der ligger mere isoleret, har tilsyneladende ofte den "skæve" østretning. I flere tilfælde er der dog såkaldte jættestuetomter i nærheden.

Ifølge arkæologer har jættestuerne ligget i klynger på måske op til 10 til 15 jættestuer. Så det billede, vi ser nu, er kun brudstykker af den oprindelige struktur. Figur 7 er et eksempel på, at de to hovedretninger findes i en jættestueklynge.



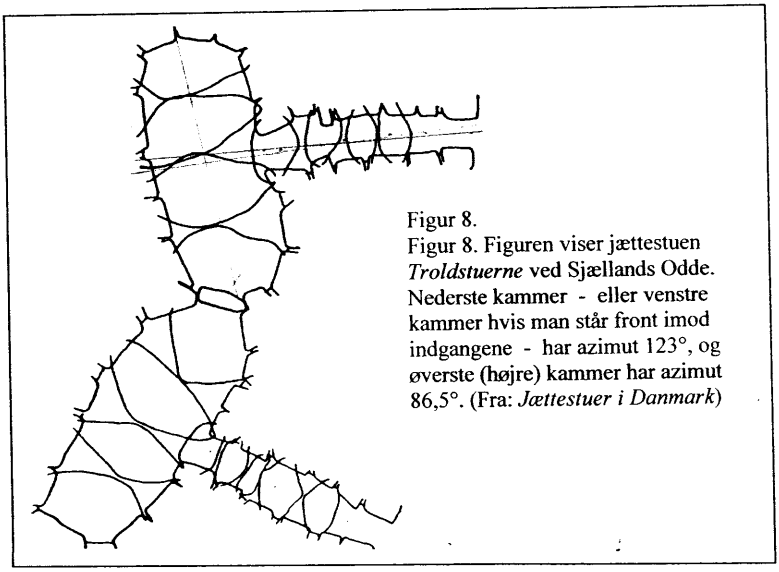
Figur 7. Fire jættestuer i nærheden af Ubby ikke langt fra Kalundborg. De to hovedretninger er præsenteret ved azimutvinkler på henholdsvis 101° og 123°. Den sydgående på 199° er atypisk, men optræder indimellem.

I mange tilfælde er en dobbelt jættestues venstre kammer det dominerende. Det er lavet af bedre materialer og er bedre konstrueret. Kan der være en sammenhæng mellem dette kammers retning i forhold til en af de to observerede hovedretninger? Det blev i første omgang ikke undersøgt nærmere, men jættestuen *Troldstuerne* (figur 8) har tilsyneladende dette træk. Det venstre kammer i denne sammenbyggede jættestue - mener arkæologer - er det dominerende. Begge kamre ser ret ens ud, men den sten, der skiller de to kamre, hælder mod det venstre kammer. Der er flere eksempler end det her nævnte, og det har efterfølgende vist sig, at 14 ud af 17 undersøgte dobbeltjættestuer udviser det nævnte træk, da venstre-kammerets gangretning enten peger mod ca. 100° eller ca. 122°.

Diskussion af formørkelseshypotesen

Ifølge arkæologer har "jættestuefolket" udført ritualer i og omkring jættestuerne. En måneformørkelse kan have været den begivenhed, der udløste denne adfærd.

Der er forskellige træk ved den 200-års formørkelsesperiode, der er gennemregnet, som det er værd at bemærke . Formørkelserne omkring den "skæve" østretning (ca. 100°) optræder i en slags "kaskader" med 2, 3 helt op til 4 formørkelser med få års mellemrum, enten omkring april eller september måned. Formørkelserne optræder i halve eller hele multiplaer af perioder på 18,61 år (Månens knudecyklus).



Figur 8.
Figur 8. Figuren viser jættestuen *Troldstuerne* ved Sjællands Odde. Nederste kammer - eller venstre kammer hvis man står front imod indgangene - har azimut 123°, og øverste (højre) kammer har azimut 86,5°. (Fra: *Jættestuer i Danmark*)

Systematikken omkring den anden hovedretning, ca. 122° (maj, august), er mindre udpræget. Det skyldes, at "formørkelsesserierne", som følger perioderne på halve eller hele multiplaer af 18,61 år, ligger forskudt for hinanden med flere års mellemrum. Eksempler på grupper: 1931 (90°), 1931 (97°), 1932 (97°) og 1996 (90°), 1996 (99°), 1997 (89°), 1997 (96°) eller 1970 (121°), 1971 (122°) og 2003 (121°), 2004 (126°). Lignende grupper kan også findes for de formørkelser, som finder sted om vinteren, eksempelvis: januar1898 (44°) og december 1898 (44°).

For at finde ud af det "mønster", der er i formørkelsesgrupperne, må man udvise stor stædighed og tålmodighed. Vore forfædre må have brugt mange kræfter og meget tid på deres forehavende, hvis tolkningen ellers er rigtig.

Mange måneformørkelser kan forudsiges ud fra nogle simple observationer. Står fuldmånen op samtidig med, at Solen går ned diametralt modsat (180°), kan der indtræffe en måneformørkelse om natten. Sandsynligheden for, at der indtræffer en synlig formørkelse, er knap 60%, dvs. 3 ud af 5 fuldmåneopgange tæt på solnedgang udløser en formørkelse. Denne statistik er baseret på synlige formørkelser set fra Sjælland gennem de sidste 100 år. Der er derfor ikke tale om avanceret astronomi, men en god iagttagelsesevne. Det er nemlig ikke så vigtigt, at gangen i jættestuen er præcist anlagt, man skal blot tage bestik af retningen.

Har vejret spillet nogen rolle? Sandsynligvis ikke. Ved egne observationer af 5 måneformørkelser i København de sidste 10 år, har vejret ikke givet de store problemer. Det har været lidt diset, og der har været enkelte skyer. Der vil selvfølgelig være tilfælde, hvor det er helt overskyet og umuligt at se formørkelsen, hvilket kan være tilfældet med vinterformørkelserne.

Konklusionen må være, at formørkelseshypotesen ikke kan afvises, men at det vil kræve yderligere undersøgelser at få underbygget hypotesen. Dvs. at der skal opmåles flere jættestuer. Desuden skal der også regnes på en hel del flere formørkelser, og endelig ville det være interessant, om det altid er det venstre kammer i en dobbeltjættestue, der peger mod formørkelsesretningen. Hvis hypotesen er rigtig, vil statistikken blive betydeligt forbedret.

Igangværende arbejde

Som fortsættelse af den nævnte undersøgelse har forfatteren gennem de sidste to år samarbejdet med astronomerne Per Kærgård Rasmussen og Ole Enicke fra *Niels Bohr Institutet*. Der er tilføjet materialet flere målinger, og det er lykkedes at finde en metode til at regne tilbage i tiden. Resultatet af dette arbejde bliver publiceret senere.

Litteratur:

Clausen, Claus: *En undersøgelse af danske jættestuers orientering på Sjælland mellem 55,5° og 56° nordlig bredde*. Speciale i arkæoastronomi, Københavns Universitet, Astronomisk Observatorium, august 2003.
Dehn, Torben & Svend Hansen & Flemming Kaul: *Kong Svends Høj. Restaurering og undersøgelser på Lolland 1991*, in: *Stenaldergrave i Danmark*, bind 1, Nationalmuseet 1995, Skov- og Naturstyrelsen, ISBN 87-601-4846-2.
Hansen, Svend: *Jættestuer i Danmark. Konstruktion og restaurering*, Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen 1993, ISBN 87-601-3386-4.
Roslund, Curt & Birgitta Hårdh: *Passage Graves and the Passage of the Moon, ACTA ARCHAEOLOGICAL LUNDESIA*, series in 8° N° 20, Lund 1991.

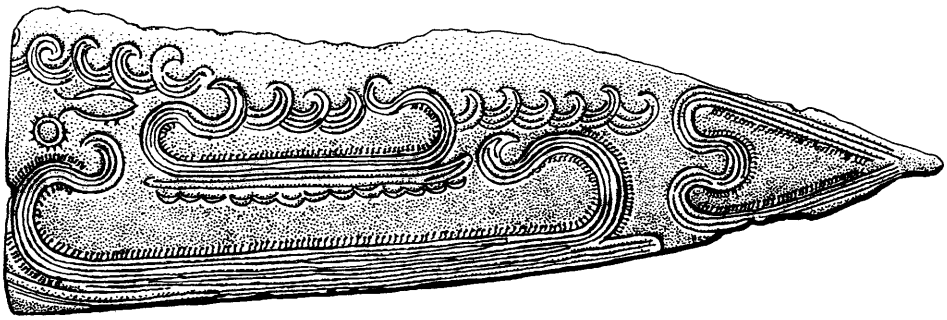
Claus Clausen er cand.scient.

Solens evige rejse

Flemming Kaul

I bronzealderen hørte sol og skib sammen. Især i yngre bronzealder ses skibe gengivet i stort tal – i helleristninger og på bronzegenstande. Men hvad betyder de mange skibsbilleder?

Der er i tusindvis af skibe på helleristninger fra Danmark, Sverige og Norge, flest i Norge og Sverige. I Danmark kendes 121 skibsbilleder, heraf en stor del på Bornholm. Det største antal skibsbilleder i Danmark er på bronzegenstande. Mere end 410 bronzegenstande fra yngre bronzealder (1100-500 f.Kr.) er dekoreret med skibsbilleder. Da der på den enkelte genstand ofte findes to eller flere skibe, kendes mere end 800 skibsbilleder. Skibe på bronzer kendes også fra Sverige, Norge og Nordtyskland. De findes på sværd, økser, halsringe, knive og pincetter, men det er først og fremmest på rageknivene, de mere komplicerede motiver optræder; motiver hvor skibene ses med andre figurer, ofte dyrefigurer. En nøje analyse af samspillet mellem skibene og de andre figurer har gjort det muligt at samle billederne til en samlet fortælling, det store epos om Solens evige færd over himlens bue om dagen og gennem underverdenens mørke om natten. Den enkelte ragekniv fortæller en del af denne myte - som en del af en tegneserie eller en side i en billedbibel.



Figur 1: Ragekniv fra Jylland, 900-700 f.Kr. Scenen på denne ragekniv gengiver solopgangen. En fisk trækker Solen fra stævnen af natskibet til morgenskibet ovenover. Natskibet sejler mod venstre, morgenskibet mod højre.

Rejsen begynder

Lad os begynde den store fortælling ved morgengry, ved solopgang, hvor Solen, livet og lyset genfødes. På en dansk ragekniv ses, hvorledes solopgangen kunne opfattes for 3000 år siden. Ved hjælp af skibenes let forhøjede kølforlængelse kan man se, hvilken vej de to skibe sejler. Natskibet nederst sejler mod venstre, mens dagskibet eller morgenskibet ovenover sejler mod højre. Man kan se, at natskibet fra sin stævn har overgivet Solen med strålekrans til en fisk, som trækker den opad og mod højre hen imod dagskibet.

Solhesten

Nu er Solen stået op, og fiskens rolle synes udspillet. Nogle rageknive viser, at fisken for en tid kunne sejle med på skibet, indtil den blev fortæret af en rovfugl. Herefter var det hestens tur til at komme på scenen. Dens rolle ses bedst på en ragekniv fra Neder Hvolris. Her trækker en smuk hest Solen bort fra skibet. Solhesten kendes fra



Figur 2:
Ragekniv fra Neder Hvolris.
Midtjylland 900 - 700 f.Kr.
Her trækker en hest, solhesten, Solen bort fra Skibsstævnen.

flere andre rageknive, men mest kendt er den nok fra Solvognen, hvor både hest og solskive har rester af en øsken, der viser, at de var forbundet med en line, ganske som ved solhesten på ragekniven fra Neder Hvolris. Solhestens fineste tid var formentlig ved middag. Men meget tyder på, at man forestillede sig, at den også havde en rolle om natten, måske på de dybeste steder i underverdenen, hvor Solen befandt sig ved midnat.

På en ragekniv fra Vandling ved Haderslev ser man en hest med bagbenene højt rejst, som om det var et fastfrosset øjebliksbillede i ridebanespring. Men da hesten lander på et skib, må det være solhesten i bronzealderens mytologiske fortælling, der

lander på solskibet på dets færd over himlens bue. Til venstre for et underligt vifteformet symbol ses Solen, så hesten har netop overdraget Solen til skibet.



Figur 3: Ragekniv fra Vandling, Sønderjylland, 1000-800 f.Kr. En hest lander på et skib. Til venstre for et himmelsymbol ses Solen. Dette billede gengiver øjeblikket, hvor solhesten overgiver Solen til eftermiddagsskibet.

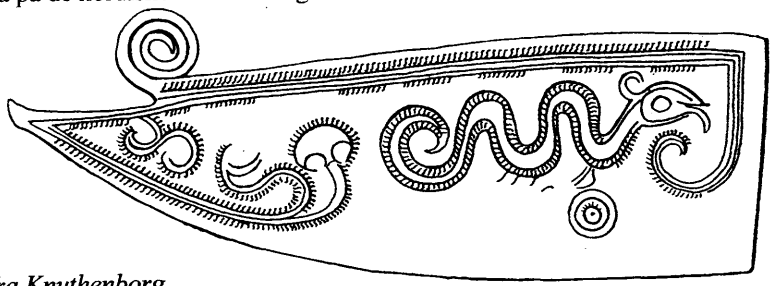
Solen i underverdenen

Endelig ved solnedgang overtager en slange Solen fra eftermiddagsskibet. Slangen skal næppe opfattes som noget negativt. Den kan forstås som en beskytter af den "slukkede" sol på den farefulde færd gennem underverdenens mørke. Natskibet har også hjulpet Solen videre gennem underverdenen. Enkelte rageknive angiver, at også fisken har fulgt natskibet. Så var fisken ved at være klar til sin vigtige rolle om morgenen ved solopgang. En ny dag kunne begynde i den store fortælling om Solens evige rejse rundt og rundt, op og ned. Det er ikke umuligt, at der har været forskellige versioner af denne grundmyte. For eksempel er det ikke utænkeligt, at også slangen kunne være med til at hjælpe Solen op om morgenen.

Fisk – hest – slange

Når man ser på denne mytologiske fortælling gengivet i billeder, bliver det klart, at skibet havde en overvældende betydning i bronzealderens religiøse forestillingsverden. Som i den virkelige verden på Jorden, havde skibet i den guddommelige verden en afgørende rolle som symbol på det at rejse, på bevægelse og som formidler. Billederne viser, at fisken ikke kunne overgive Solen direkte til hesten, og hesten ikke kunne overgive Solen direkte til slangen. Der skulle altid være et skib imellem. Uden skibet som formidler kunne Solens daglige og evige rejse ikke gennemføres. Skibet var sindbilledet på Solens evige bevægelse. Når først man har set og forstået

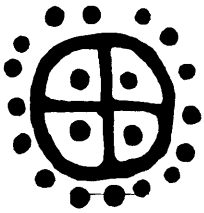
hele denne historie, er det let at forstå, hvorfor skibet var det mest almindelige figurmotiv – også på de nordiske helleristninger.



Figur 4:
Ragekniv fra Knuthenborg.
Lolland 900-700 f.Kr. Hen imod aften modtager en slange Solen fra eftermiddagsskibet. Slangen hjælper Solen på vej på dens natlige rejse gennem underverdenen.

Årstidernes gang

Fortællingen om Solens rejse igennem dagen og natten viser, hvor interesserede bronzealderens mennesker var i døgnets evige cyklus. Døgnets gang kan sammenlignes med årets gang, hvor morgenen svarer til foråret, middag til sommeren, eftermiddagen til efteråret og natten til vinteren. Især her på de nordlige breddegrader er det meget nærliggende, at tingene blev anskuet på denne måde. Om vinteren er der særdeles meget nat, og om sommeren er dagene lange og lyse. Et andet motiv fra bronzealderens billedverden, nemlig hjulkorset, der især forekommer på helleristninger, kan formodentlig opfattes som et symbol, der har sammenfattet flere træk omkring Solen, Solens gang og årstidernes gang.

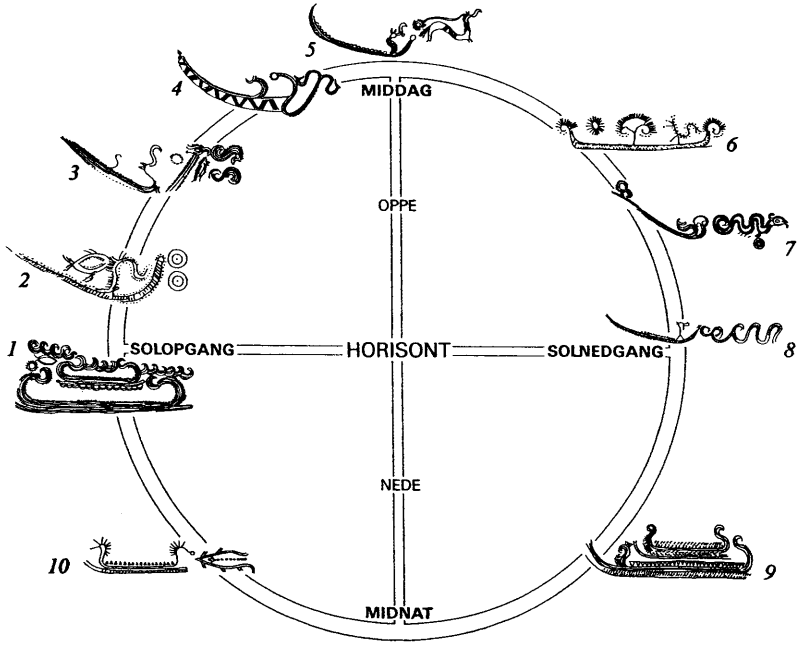


Figur 5: Hjulkors fra Madsebakke, Bornholm.

Hjulkorset kan opfattes som hjulet til en vogn. Det optræder også i situationer, hvor det må antages at være en gengivelse af Solen. Hjulkorset kan således både betyde sol og hjul. Der er intet mærkeligt i, at et symbol kan have flere sammenknyttede betydninger. Det er nærliggende at forestille sig, at når hjulkorset både kunne henvise til Solen som sådan og til hjulets bevægelse rundt og rundt, så kunne det videre henvise

til Solens færd rundt og rundt – både igennem døgnets faser og igennem årstidernes forløb.

Den samlede myte om Solens rejse er på figur 6 gengivet i grafisk form, hvor en række motiver fra danske rageknive er udtegnet:



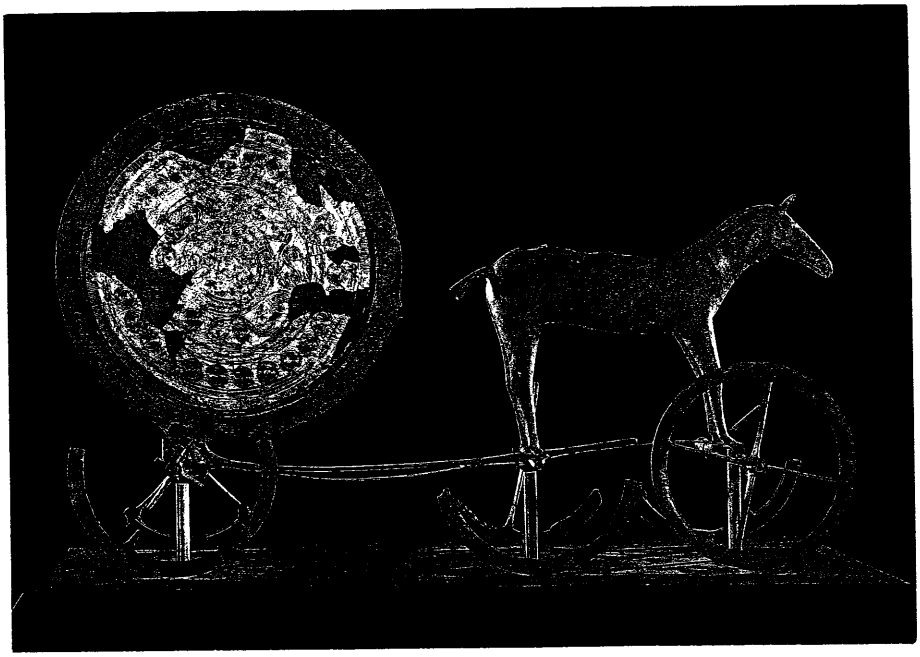
1. Solopgang. Fisken trækker skibet op fra natskibet.
2. For en tid får fisken lov til at sejle med på morgenskibet.
3. Fisken fortæres af en rovfugl. Stiliserede solheste (de S-formede figurer) er klar til at overtage Solen på dens videre færd.
4. To solheste er klar til at trække Solen bort fra skibet.
5. Ved middagstid trækker solhesten Solen væk fra skibet.
6. Om eftermiddagen lander solhesten med Solen på solskibet.
7. Nogle timer efter at solhesten er landet, bliver Solen hentet fra eftermiddagsskibet af slangen.
8. Ved solnedgang skjuler slangen Solen i sine spiralkrøller. Slangen vil lede Solen ned under horisonten.
9. To natskibe sejler mod venstre – Solens retning om natten. Solen ses ikke, den er slukket og mørk under rejsen gennem underverdenen.
10. Natskibet og fisken.

Supplerende læsning:

Jørgen Jensen: *Oldtiden i Danmark : Bronzealderen*, København 2001, 205 s.
Jørgen Jensen: *I begyndelsen : Fra de ældste tider til ca. år 200 f.Kr.*, København 2002, s. 394; 2. udgave af 1. bind i *Gyldendal & Politikens Danmarkshistorie* (red.: Olaf Olsen).
Jørgen Jensen: *Danmarks Oldtid : Bronzealder 2000 – 500 f.Kr.*, København 2002, 612 s.; 1. udgave, 1. oplag af bd. 2 i *Danmarks Oldtid* 1-4, København 2001-2004.
Flemming Kaul: *Bronzealderens ikonografi : studier af den nordiske bronzealders ikonografi*, København 2004, 425 s.
Harald Meller (red.): *Der geschmiedete Himmel : Die weite Welt im Herzen Europas vor 3600 Jahren*, Halle 2004, 207 s.

Flemming Kauls artikel stod første gang at læse i Nationalmuseets tidsskrift *nyt*, nr. 107, juni, juli, august 2005, s. 17-19. Den bringes med forfatterens venlige tilladelse. Flemming Kaul er museumsinspektør på Nationalmuseet, Afdelingen for Danmarks Oldtid.

NB: Nationalmuseets udstilling *Himmelskiven og Solvognen* slutter 23. oktober 2005.



Solvognen fra Trundholm ca. 1400 f.Kr.

Tycho Brahe changed the world

John R. Christianson

Your Royal Highness, Your Excellency, distinguished guests, ladies and gentlemen: What a marvelous day to be on this beautiful island! (1)

Tycho Brahe had great plans for this little island. He wanted to make it famous. He wanted to make it the center of the universe.

In his day, it was highly unusual for a member of a great noble family to become a scientist, and it was not regarded with favor. But Tycho Brahe was utterly determined to become an astronomer and chemist. In order to do so, he planned to leave his native country and move to Switzerland

.

When King Frederik II learned of these plans, he in turn was determined to keep Tycho at home, so that his accomplishments could benefit and bring fame to his native land. And so, on the 23rd of May in the year 1576 - exactly 428 years, 11 months, and 23 days ago - the king offered to grant Tycho Brahe lifetime possession of this island of Hven as a place where he could work and pursue his interests in peace and quiet.

The Öresund region was already a center of world trade. Ships were sailing in and out every day. People of many nations settled in the cities from Helsingør to Malmö. Why not make the Öresund region a center of world science, too? That was the idea in King Frederik's mind. And, Tycho Brahe shared the same dream.

Tycho Brahe was twenty-nine years of age when he first came to this island. The peace and quiet did not last very long.

Tycho Brahe wanted Uraniborg to be a *microcosm*, a model of the universe in miniature. Just as God had created a divine geometrical plan for the whole universe and set the stars to spin in perfect circles - just so, Tycho Brahe laid out the geometry of Uraniborg, the squares and circles of its surrounding gardens and ramparts as a dynamic, unified whole.

Uraniborg was not large as mansions go, but constructing it was a vast project that took five years, because Tycho Brahe's standards were so high. He brought artists and skilled artisans from Germany, the Netherlands, Italy, and Scandinavia. He directed them to embellish the building and grounds with paintings, statues, inscriptions, a fountain, and

many other works of art. He built a large library. He laid out gardens to reflect the four corners of the earth. He filled a large aviary with rare birds and surrounded the site with ponds teeming with fish. This house was to be a *microcosm* - a model of the universe in miniature.

Then he set out to fill his buildings with scientific equipment. Tycho Brahe needed precise instruments. He wanted to measure the movements of the heavens more accurately than ever before. He needed laboratory equipment to analyze the chemical substances of the earth. He needed printing presses, bookbinding and papermaking equipment, in order to send his writings to the courts of princes and centers of learning far and wide.

King Frederik charged him to bring fame to the kingdom, and Tycho Brahe was determined to do so. He would do it by accomplishing things in the realm of science that had never been done before.

When the instruments and clocks and chemical equipment were made, and the printing press was in operation, his work was not done. It had only begun. Now he needed assistants with other skills, scientists and mathematicians. The activities of Uraniborg and Stjerneborg were too many for one person, and the observational instruments were so large that Tycho could not use them alone, it took a team of observers to operate them. So Tycho Brahe brought to this place university students and other learned men and a few women from Denmark, Norway, Iceland, Germany, England, Scotland, the Netherlands to study, to learn his methods, and to join him in a large-scale scientific enterprise such as the world had never seen.

No scientist had ever worked like this before, but this was the way a great Renaissance nobleman took on the challenges of understanding the universe. And it was an approach that had tremendous implications for the future. Here on the island of Hven, Tycho Brahe built the foundations of modern exact science.

He wanted to know whether Copernicus was right when he said that the sun was at the center of our planetary system, but the available data was not accurate enough to see. So Tycho Brahe, over the course of many years, compiled the first new catalogue of the stars since the days of the ancient Greeks. In order to achieve unprecedented accuracy, he invented new methods of observing and processing data. He built improved theories of heavenly motion on the basis of his new data. Later, one of his assistants, Johann Kepler, used this data to establish three general laws of planetary motion. Less than a century after Tycho's death, Sir Isaac Newton used Tycho's data, Kepler's laws, and some of Galileo's ideas to build his own magnificent law of universal gravity. "If I can

see farther than others," said Newton, "it is because I stand on the shoulders of giants." In this pyramid of giants, Tycho Brahe, the giant of precise observation, was like an Atlas, carrying the modern world of science and technology on his shoulders.

At this very spot where we now stand, Tycho Brahe created the world's first institute for advanced studies and postgraduate research. At this very spot, Tycho Brahe developed some of the fundamental methods and assumptions of modern science. At this very spot, Tycho Brahe invented a large-scale team approach to research, with many scientists and technicians working together under the leadership of a dynamic, visionary chief.

Science on Tycho Brahe's island became a shared, collective endeavor, transmitted from generation to generation. It became part of a common culture and way of life. Over time, science and technology, working hand in hand, acquired the power to change the world, and to create the world in which we live.

Something happened on the island of Hven during the twenty-one years that Tycho Brahe lived here. No wonder visitors came to Uraniborg. Something happened that had never happened before. Kings and queens, princesses and princes, dukes and duchesses, ambassadors and diplomats of many lands, bishops and high officials, came to visit Tycho Brahe and see the marvels of this island. Many others heard about it, by means of Tycho Brahe's publications and his wide correspondence. The Emperor Rudolf II in Prague. Galileo in Italy. Francis Bacon in England. Perhaps even William Shakespeare.

Tycho Brahe had great plans for this little island. In the twenty-one years that he lived and worked here, a large part of those plans was fulfilled. He made this island the center of the universe of science in his day. He brought to his native land the fame that King Frederik knew would come.

Exactly 428 years, 11 months, and 23 days ago, a young man of genius, great vision, and inspiring leadership took charge of this little island. And in this place, at this very spot where we stand, the modern world of science and technology was born.

This is the story of Tycho Brahe and his associates on the island of Hven. We need to tell this story, and the whole world needs to hear it. That is why we are here today to dedicate a museum that will help to tell this important story.

Your Royal Highness, Your Excellency, distinguished guests, ladies and gentlemen - let us celebrate another great beginning on the island of Hven.

1. Tale holdt ved indvielsen af Tycho Brahe Museet på Hven 29. april 2005.

Rasmus Bartholin

Carl Henrik Koch

Rasmus Bartholin (1625-1698) var først og fremmest matematiker og naturforsker (1). Hans naturvidenskabelige hovedværk er hans afhandling om lysets dobbeltbrydning i islandsk kalkspat, og hans matematiske hovedværker er dels hans udgivelse fra 1651 med egne kommentarer af F. van Schootens forelæsninger over Descartes' geometri og dels en udgivelse af den franske matematiker F. de Beaunes efterladte papirer, som han fik overdraget efter dennes død i 1652. Han samarbejdede dem til en helhed, oversatte dem til latin og udgav dem1659. I 1683 blev de genudgivet som anden del af Descartes' geometri. Om det første arbejde, van Schootens forelæsninger, skrev han til Worm, at han af forskellige årsager havde valgt at "sætte Frans van Schootens Navn øverst; af ham har jeg nemlig lært alt dette, og jeg vil affinde mig med det, dersom det blot bliver modtaget ud fra den Hensigt, i hvilken jeg har ønsket disse Ting offentliggjort: For at tjene det fælles Formaal og ikke for at prale." (2)

Rasmus Bartholins cartesianske videnskabsfilosofi med dens matematisk inspirerede videnskabsideal kommer klart til udtryk i den lille samling af tretten akademiske taler, som han udgav i 1674 under titlen *De naturae mirabilibus. Qvaestiones academicae* (Om naturens vidundere. Akademiske spørgsmål), og hvoraf et fåtal var udgivet tidligere. (3) Disse taler er ikke tænkt som systematiske redegørelser; de er snarere retorisk udtænkte programerklæringer og propaganda for et cartesiansk videnskabssyn, ifølge hvilket matamatikken er den idealvidenskab, som andre videnskaber skal leve op til. Den mest kendte af talerne er Rasmus Bartholins programerklæring om brugen af det danske sprog til videnskabelige formål. (4)

Ramisterne havde peget på nationalsprogene som genstand for videnskabelige studier og på det ønskelige i, at de i hvert fald i et vist omfang erstattede latinen som viden-skabssprog. Når Rasmus Bartholin opfordrede til studiet og brugen af det danske sprog, var det imidlertid snarere inspireret af Descartes, hvis matematiske og



Rasmus Bartholin
(1625 – 1698)
Professor i medicin i København
Stik udført rent håndværksmæssigt i Nürnberg 1688
Kopi af et portrætstik fra 1654

natur-videnskabelige værker var udkommet på fransk. Allerede i 1650 havde han skrevet til Worm:

"Næsten alle Folkeslag har Euklid og anden Matematik oversat og udgivet på deres Eget Sprog, men vort Danmark har intet. Hvis jeg derfor finder en gunstig lejlighed, vil jeg måske kunne vise noget af det, Jeg for nogen Tid siden har oversat til det danske Sprog: Euklid, Archimedes og andre Skrifter, som tager Sigte paa selve Mathematikkens Grundbegreber, Thi det forekommer mig utaaleligt, at andre Folkeslag ad denne Genvej kan tilegne sig saadanne Ting, som i Krigs- og Fredstid er Grundlag for de menneskelige Handlinger, medens vore Landsmænd er enten helt uvidende derom, eller først faar det lært meget sent og ad mange Omveje." (5)

De nævnte oversættelser kendes ikke. I sin tale om det danske sprog fremhæver Rasmus Bartholin tilsvarende, at

"Modersmaalet [bør] dyrkes med Flid, saa at det, som er skabt og skikket til at fremme Haandværkernes Virksomhed, kan komme til at foreligge udgivet paa Modersmaalet. Jeg tænker her paa de matematiske Discipliner, som i sig indeholder Grundlaget for al Kunst og Videnskab, uden hvis Hjælp ingen nogensinde har udtænkt eller udrettet noget fortrinligt." (6)

Udtalelsen viser, at Rasmus Bartholin helt og fuldt og med brod mod tidens rådende aristotelisme havde tilsluttet sig Descartes' opfattelse af matematikkens grundlæggende betydning for udviklingen af naturerkendelsen.

Talerne indeholder også en række angreb på aristotelismen, der ikke kan forklare selv den simpleste viden, som det praktiske livs folk ligger inde med. (7) Fordi aristotelikerne bygger på principperne: form, materie og privation, er deres naturfilosofi uforståelig og uanvendelig. (8) Forgæves påberåber de sig former, evner og okkulte kvaliteter uden at indse, at de grundlæggende principper må hentes i matematikken og mekanikken; (9) og disse principper må være hævet over enhver tvivl, som Bartholin siger i talen *De physica Cartesiana* (Om den cartesianske fysik):

"Enhver viden om og erkendelse af tingene må uddrages af sikre og ubetvivlelige forudsætninger og af indlysende principper, det siger filosofferne med én mund; og

disse principper, som man må opstille, må være sådanne at der ikke kan rejses nogen strid om dem. (10)

Og ikke alene må der være tale om sikre og ubetvivlelige principper, men de bør som i matematikken også være de i logisk henseende første principper, hvoraf andre kan udledes, men som ikke selv kan udledes. Der må ydermere ikke inddrages principper, som ikke bygger på den pågældende videnskabs aksiomatiske grundlag. I modsat fald er sikker viden uopnåelig. "For at opbygge en sikker videnskab", anfører Bartholin således, "har matematikerne først af alt beflittet sig på at fastlægge de principper, som flyder af definitioner, postulater og aksiomer". (11) Og enhver videnskab skal bygge på grundsætninger eller hypoteser, som har samme klare og evidente karakter, som matematikkens aksiomer. Man må, siger han i talen *De hypothesibus physicis* (Om fysikkens hypoteser). "renoncere på enhver sandhed i filosofien, hvis ikke man efter matematikernes eksempel bygger på hypoteser, af hvilke den fysiske videnskab kan vokse frem, og som ved at give lægekunsten en viden om årsagerne kan føre os frem til sygdommens natur." (12) Ved 'hypotese' forstod Bartholin ikke formodninger om fx mulige sammenhænge imellem to eller flere fænomener, men netop fx de apriori, mekaniske lovmæssigheder i lighed med de love, som Descartes havde opstillet i sin matematiske fysik, dvs. antagelser, som byggede på den mekaniske naturopfattelse.

At videnskaben om naturen på samme måde som matematikken må bygge på klare begreber og indlysende sande principper, betød for Rasmus Bartholin lige så lidt som det gjorde for Descartes, at naturvidenskab kan undvære erfaring. Descartes' filosofiske rationalisme var ikke en lære om, at al virkelighedserkendelse suvereænt kan udvikles af fornuften selv. Fornuft og sansning må samarbejde. Kun igennem et sådant samarbejde kan der opnås viden om tingenes essens. (13) Rasmus Bartholin var også på dette punkt på linje med Descartes.

Noter:

1. Jf. Kirstine Meyer: *Erasmus Bartholin*, København 1933.
2. *Breve fra og til Ole Worm*. Oversat af H.D. Schepelern, bd. 3, København 1968, s.435.
3. *De naturae mirabilis* blev allerede i udgivelsesåret anmeldt i Royal Society's *Philosophical Transactions*, nr. 107, 26. okt. 1874, s. 159-162.
4. *De studio linguae danicae* blev allerede i udgivelsesåret anmeldt I Royal Society's *Philosophical Transactions*, nr. 107, 26. okt. 1674, s. 159-162.
5. *De studio linguae danicae*. Talen foreligger på dansk i C. Behrends oversættelse og med titlen *Tale om det danske Sprog*, (*Studier fra Sprog- og oldtidsforskning* 97), København 1914.
6. *Breve fra og til Ole Worm*, oversat af H.D. Schepelern, bd. 3, København 1968, s. 435.
7. R. Bartholin: *Tale om det danske Sprog*, oversat af C. Behrend, København 1914.
8. *Ibid.*, s. 23.
9. R. Bartholin: *De naturae mirabilibus*, København 1674, s. 71.
10. *Ibid.*, s. 35-36.
11. *Ibid.*, s. 70: "Omnem scientiam, rerumque, notitiam, ex praecognitis certis et indubitatis, atque principijs perspicuis, provenire, Philosophi uno ore persvadent. Principia autem illa, necesse est talia constitui, ut de illis nulla moveri possit controversia [...]."
12. *Ibid.*, s. 70-71: "Mathematici, ut solidam sibi construerent scientiam, nulli rei prius animum adjecerunt, quam principijs, ex definitionibus, posulatis, et axiomatibus jaciendis."
13. *Ibid.*, s. 103: "Desperanda est omnis veritas in Philosophicis, nisi exemplo Mathematicorum, Hypothesibus nitantur, qvibus adolescat Physica scientia, omnisque in Medicina causarum cognitio, ad morborum naturam nos perducat."
14. *Ibid.*, s. 101f.

Docent, dr.phil. Carl Henrik Koch er ansat på Institut for retorik på KU.
Portrættet af Rasmus Bartholin, som gengives med venlig tilladelse af forfatteren, er hentet fra Sten Jeppesen & Carl Henrik Koch: *Den danske filosofis historie. Dansk filosofi i renæssancen 1537-1700*, Gyldendal 2003, s. 301-305.

Rasmus Bartholins bibliotek – en foreløbig status

Per Friedrichsen

"Hvis jeg ikke følte en så stor indre tilbøjelighed for de matematiske videnskaber, og hvis jeg ikke havde brugt så megen tid på at opdyrke dem, så ville min broder for længst have overtalt mig helt til studiet af lægekunsten. Men jeg har ikke ganske kunnet løsrive mig fra de studier, som har skaffet mig så lang tids glæde, endskønt jeg sandt at sige må indrømme, at han har bibragt mig en utrolig kærlighed til lægekunsten, så at min hu næsten har stået til at anvende en større del af min tid på det medicinske studium end på det matematiske, dersom ikke min egen tilbøjelighed havde overtalt mig til at værdsætte dem ligeligt, navnlig da tid og sted frembyder en lige bekvem lejlighed til at opdyrke dem." (1)

Dette citat er et uddrag af et brev, som den 23-årige Rasmus Bartholin i 1648 skriver fra Leyden i Holland til sin onkel, Ole Worm, i København. Den bror, han omtaler, er hans storebror, Thomas Bartholin. Allerede på dette tidlige tidspunkt i sit liv synes Rasmus i lige høj grad at tiltrækkes af både matematikken og medicinen. Han tager den medicinske doktorgrad i Padua 1654, men hans første ansættelse ved Københavns Universitet er en stilling i matematik, og helt frem til 1694 kalder Bartholin sig selv 'professor i matematik og medicin'. Ser man på Bartholins litterære produktion, er det matematiske og fysiske emner, der er totalt dominerende (2). Et fund i Det Kongelige Bibliotek af et auktionskatalog synes at dokumentere Bartholins lige store interesse for matematik og medicin (3) . Ganske vist angiver titelsiden på auktionskataloget, at bøgerne udbydes til salg efter Johan Friedrich Bartholin , men alt tyder dog på, at det drejer sig om Rasmus Bartholins efterladte bogsamling, som sønnen Johan Friedrich arver efter faderen ved dennes død i 1698, og som siden bortauktioneres i 1708, da han selv dør. Johan Friedrich har kun efterladt sig ganske få spor. Han udnævnes til *Professor Mathematum* i 1688 (4), vikarierer for Rømer i perioder (5) og nævnes så i øvrigt fire gange i faderens testamente, dog ikke i forbindelse med faderens bibliotek (6). Han har efter alt at dømme ikke efterladt sig nogen litterær produktion (7).

Auktionskataloget

Bøgerne i auktionskataloget er inddelt i tre afsnit og efter tidens skik ordnet efter bøgernes format.

Første afsnit indeholder:

In Folio 151 bøger

In Qvarto 301 bøger

In Octavo 338 bøger

In Duodecimo 153 bøger

In Sedecimo 18 bøger

I alt 961 bøger

Hertil kommer et afsnit på 41 indførsler, indeholdende bl.a. glober, instrumenter, regnestokke og 16 geografiske kort.

Andet afsnit, som kaldes *Appendix*, indeholder:

In Folio 6 bøger

In Qvarto 23 bøger

In Octavo 58 bøger

In Duodecimo 34 bøger

In Sedecimo 1 bog

I alt 134 bøger

Tredje afsnit, som også kaldes *Appendix*, indeholder:

In Folio 2 bøger

In Qvarto 23 bøger

In Octavo 26 bøger

In Duodecimo 14 bøger

I alt 65 bøger

Desuden 3 'Mappæ Geographicæ'

Bøgerne i første afsnit

Der er anført trykkeår ved ca. 1/3 af de 961 bøger, og disse er trykt før 1698 –

Rasmus Bartholins dødsår – og fordeler sig efter en foreløbig og summarisk inddeling på flg. emner:

Emne / Antal bøger

Medicin 172

Matematik / Aritmetik 117

Astronomi 108

Kemi 23

Optik 10

Fysik 7

Mekanik 5

Logaritmer 5

Astrologi 5

Metrologi 3

Diverse 506

Se til sammenligning oversigten over Rømers efterladte fagbøger [Tillæg nr. 1].

Bøger på andre sprog end latin

Fransk 83

Tysk 24

Italiensk 23

Dansk 14

Hollandsk 12

Engelsk 11

Græsk 4

I alt 117 bøger

Afsnittene 2 og 3

Af de i alt 199 bøger i disse to afsnit er der 1 om matematik, 2 om medicin og derudover en hel del teologisk og skønlitterær litteratur. I afsnit 2 er der en halv snes bøger, som er trykt efter Rasmus Bartholins død. I det 3. afsnit er der ikke angivet trykkeår ved bøgerne. Der er usikkerhed om disse bøgers proveniens. Muligvis er det to sam-

linger, som er kommet med i kataloget, fordi der alligevel skulle holdes auktion over Johan Friedrichs bøger (de 961 bøger i 1. afsnit), og som altså – det er påstanden – må have tilhørt hans far, Rasmus Bartholin.

René Descartes

Den videnskabsmand, der er repræsenteret med flest værker i auktionskataloget, er René Descartes. Listen over disse bøger ser i kronologisk rækkefølge således ud, idet katalogets summariske indførsler er skrevet med kursiv. I kantet parentes er anført, hvor i kataloget bogen er indført: Q = In Qvarto; O = In Octavo; D = In Duodecimo. Bøgernes fulde titler er skrevet med antikva:

1637 *Cartesii Discursus* [Q 96]
Discours de la Méthode pour bien conduire sa raison, et chercher vérité dans les sciences; plus la Dioptrique, les Météores et la Géometrie, Leiden.
1644 *Liberii Modestini Specimen Philosoph: Cartesianæ* [Q 224 > 234]
Specimina philosophiæ, seu Dissertio de methodo recte regendæ rationis, Diotrice et Meteora ex gallico latine versa et ab autore emendata, Amsterdam.
1644 *Renati des Cartes Specimina Philosophiæ* [Q 136]
[som ovenfor: Q 234].
1644 *Renati des Cartes Principia Philosophiæ* [Q 167]
Principia philosophiæ, Amsterdam [også senere udgaver].
1647 ? *Renati des Cartes Meditationes Metaphysicæ* [Q 284]
Les Méditations métaphysiques touchant la première philosophie, ... Paris [eller Paris 1661 / 1673; findes også i en udg. in Duodecimo = D 109].
1649 *Renati des Cartes Geometria cum notis Florimondi de Braune.Lugd. 1649* [10]
Geometria a R. Des Cartes gallice edita, cum notis Florim. De Baune; latine Versa et commentariis illustrata a Franc. A. Schooten. Leiden.
1651 *Philosophia de Chartes. À Pariis. 1651* [Q 105]
Principes de philosophie, écrits en latin par R. Descartes, et trad. en François par un de ses amis. Paris.
1653 *Dan: Lipstorpii Specimina Philosop[h]iæ Cartesianæ. Lugd: Bat: 1653* [Q 243]
Daniel Lipstorp: Speciminae philosophiae Cartesianae. Quibus accedit ejusdem authoris Copernicus redivivus I-II, Leiden.
1656 *Renati de Cartes Opera Philosophica* [Q 60]
Opera Philosophica; editio tertia. Amsterdam [også 1644].
1659 *Renati des Cartes Geometria. Amstelod. 1659* [Q 8]
[2. udgaven i to bind af 'Géometrie' fra 1649].
1662 *Renatus des des Cartes de Homine, figures & lati[ni]tate donatus á Flor: Schuyl*: [Q 140]

Renatus Descartes de Homine, figuris et latinitate donatus a Florentio Schuyl. Leiden [også 1664].
1667 *Lettres des Cartes Tom: 3* [Q 77]
Lettres de René Descartes 1-3, Paris.

Øvrige bøger med tilknytning til Descartes:
1643 *Renati des Cartes Admiranda Methodus*. [Duodecimo15]
Martinus Schoock[ius]: Admiranda metodus novae philosophiae Cartesianae, Utrecht.
1654/1677 *Joh. de Raer Clavis Philosophiæ Naturalis* [Q 35]
Johannes de Raei: Clavis Philosophiae naturalis seu Introductio ad Naturae contemplationem Aristotelico – Cartesiana, Leiden.
1656 *P. Botelli Historiæ &Observationes cum Vita cartesii. Pariis 1656* [Q 94]
Pierre Borel: Vitae Renati Cartesii summi philosophi compendium, Paris.

Da det er velkendt, at Rasmus Bartholin hele sit liv var en dedikeret cartesianer (8), kan det næppe overraske nogen, at bøger af og om Descartes indtager en så fremtrædende plads i auktionskataloget over hans efterladte bøger. Men også andre forhold tyder på, at der må være tale om Rasmus Bartholins efterladte bøger. For det første passer de emner, som dominerer kataloget, umiskendeligt på de projekter, som Bartholin livet igennem koncentrerede sig om: matematik, aritmetik, astronomi, optik og medicin. Hertil kommer, at de geografiske kort [bl.a. i rejsetasker], som er medtaget i det sidste afsnit, er kort over netop de lande i Europa, som Bartholin berejste på sin store udlandsrejse: Tyskland, Belgien, Holland, Frankrig og England, hvortil skal føjes nogle guider over byer, som han opholdt sig længere tid i: Rom og Paris. Hvis dette ikke skulle være indicier nok, skal der her til sidst peges på en særlig gruppe bøger i kataloget, som ikke blot stærkt indicerer – men vel ligefrem må siges at bevise – at bøgerne har tilhørt Rasmus Bartholin.

Den engelske forbindelse

Omkring 30 bøger har det til fælles, at de er forfattet af medlemmer af *Royal Society*, hvilket i sig selv ikke kan siges at være påfaldende, men det kan dokumenteres, at dette netop ikke er nogen tilfældighed, men har sine gode grunde. Da hertugen af Richmond ankom til Danmark som Englands ambassadør i maj måned 1672, var den tidligere sekretær for *Royal Society*, Thomas Henshaw, i hans følge. Under sit ophold

i Danmark korresponderede han med sin efterfølger hjemme i London, Henry Oldenburg, og denne brevveksling kaster lys over proveniensen af adskillige bøger i auktionskataloget (9). Allerede i sit første brev af 6. juli 1672 til Oldenburg skriver Henshaw, at han har sendt dennes brev til Bartholin og desuden en bog, som er tilsendt af den engelske matematiker John Collins. I et andet brev af 4. februar 1673 kan Henshaw meddele Oldenburg, at han har foræret Bartholin to bøger af Robert Boyle på latin: *Nova Experimenta,* Oxford 1661, og *Excercitatio de Origine & Viribus Gemmarum*, London 1673 [Katalog: In Octavo 197 og In Duodecimo 18]. I det flg. brev af 9. august 1673 fortæller Henshaw, at han har afleveret de bøger, som Oldenburg har fremsendt til Bartholin, bl.a. Ralph Bohun: *A Discourse Concerning the Origin and Properties of Wind*, Oxford 1671 [Katalog: In Octavo 121]. Endnu et par oplysninger i dette brev kan muligvis belyse proveniensen af Boyles bøger i kataloget. Henshaw nævner, at han har sendt Boyles afhandlinger ['tracts'] til indbinding, og at han, når han har læst dem, vil aflevere dem til Bartholin. Der nævnes ingen titler, men i kataloget er der – ud over de allerede to omtalte – yderligere otte bøger af Boyle. Henshaw vil desuden låne en bog fra Bartholins bogsamling, nemlig Thomas Willis' *De Morbis Capitis* ['Om hovedets sygdomme']. Formodentlig drejer det sig om Willis' bog *Pathologia cerebri & de Scurbuto*, Amsterdam 1668 [Katalog: In Duodecimo 80].

I sit brev af 9.12.1673 til Oldenburg nævner Henshaw en bog af Nehemiah Grew: *Anatomy of Vegetables*, 1671, som han låner af Bartholin [Katalog: In Octavo 13]. Også Bartholins brevveksling med Oldenburg er bevaret, og han beder i sit brev af 11.1.1673 Oldenburg om at takke Collins for den tilsendte bog af Isaac Barrow. Bartholin omtaler den som 'prælectiones opticas', men dens officielle titel er *De ratione Opticorum Phænomenorum*, London 1669 [Katalog: In Qvarto 28]. Bartholin skriver 4.8.1672 til Oldenburg, at han har modtaget Henry Mores *Enchiridion metaphysicarum*, London 1671 [Katalog: In Qvarto 9], men stadig venter på at modtage to andre navngivne bøger, som han imidlertid må have modtaget på et senere tidspunkt, for de er begge optaget i kataloget. Det er Boyles *Origo formarum & qvalitatum*, Ox-

ford 1669, og Thomas Willis' *De anima Brutorum*, Oxford 1672 [Katalog: In Duodecimo 70 og In Octavo 31]. Bartholin beder desuden Oldenburg om at få tilsendt den latinske version af *Philosophical Transactions*, som hedder *Acta Philosophica*. I kataloget ses en sådan årgang fra 1669 [In Octavo 70].

Som det vil ses, er denne artikel så godt som udelukkende et forsøg på at sandsynliggøre, at bøgerne i auktionskataloget over Johan Friedrich Bartholins bøger i virkeligheden må være Rasmus Bartholins efterladte bibliotek. En senere artikel vil beskrive auktionskatalogets bøger nærmere mhp. at analysere det faglige indhold og dermed nuancere den hidtidige opfattelse af Rasmus Bartholin. I sidste ende kan dette – om end indirekte – vel også kaste lys over hans fremmeste elev: Ole Rømer.

Noter

1. *Breve til og fra Ole Worm*, oversat af H. D. Schepelern under Medvirken af Holger Friis Johansen I-III, København 1965-1968; bd. III (1968), s. 216.
2. H. Ehrencron-Müller: *Forfatterlexikon omfattende Danmark, Norge og Island indtil 1814* I-XII + Supplement, København 1924-1939; bd. I, s. 272-276.
3. Det Kongelige Bibliotek, Bogauktions-Kataloger: *Bibliotheca Danica*, bd. IV, sp. 573: Bartholin, Jo. Fr. 16.10.1708 [Hafn.] 4.
4. Rigsarkivet, Sjællandske Registre 1688, nr. 123, fol. 534v, 12. maj 1688.
5. Per Friedrichsen & Chr. Gorm Tortzen: *Ole Rømer : Korrespondance og afhandlinger samt et udvalg af dokumenter*, København 2001, s. 675.
6. Rigsarkivet, Sjællandske Registre 1698, nr. 188, 8.11.1698, fol. 198v-201v.
7. Niels Nielsen: *Matematiken i Danmark 1528-1800* I-II, København 1912; bd. II, s. 253, 255, 256, 258, 264, 300.
8. Carl Henrik Koch: "Rasmus Bartholin", in: Sten Ebbesen & Carl Henrik Koch: *Den Danske Filosofis Historie*: *Dansk filosofi i renæssancen 1537-1700*, København 2003, s. 301-305.
9. Hans H. Fussing & Mogens Pihl: "Breve fra Thomas Henshaw og Rasmus Bartholin til Royal Society i London 1672-75", in: *Danske Magazin*, 7. række, 6. bind, København 1954-1957, s. 82-106.

Tak til seniorforsker Harald Ilsøe, fordi han gjorde opmærksom på auktionskataloget, og til docent dr.phil. Carl Henrik Koch og lektor Chr. Gorm Tortzen for hjælp til det bibliografiske og latinen!

Tillæg nr. 1

Tillægget er hentet fra:

Helge Kragh: "Mellem tradition og modernitet : Ole Rømers bibliotek" in:

Per Friedrichsen m.fl.: *Ole Rømer – videnskabsmand og samfundstjener*,

København 2004, s. 290.

Rømers faglitteratur

Ikke alle Rømers titler kan klassificeres efter fag, men jeg vurderer, at ca. halvdelen af dem må betegnes som litteratur af en teknisk-faglig art, og at disse kan inddeles som følger:

Astronomi m.v.	58
Topografi, geografi, rejser	46
Matematik	37
Fysik, inkl. optik	26
Arkitektur, fortifikation	19
Ordbøger	15
Jura, statsforvaltning	13
Naturhistorie, geologi, anatomi	11
Teknologi, maskiner	10
Filosofi	6
Æstetik	5
Økonomi, regnskabsvæsen	5

Ole Rømer – og de store vejes opmåling 1691-98

Per Ole Schovsbo

Indledning

Der var ikke grænser for de veksler, som regeringen trak på astronomen Ole Rømers begavelse og imponerende organisationstalent. Han blev udnævnt til Københavns politimester og første borgmester og indtrådte i mange forskellige kommissioner. Den travle mand reformerede også landets mål og vægt i 1683, ligesom regeringen ønskede, at der blev udarbejdet en ny og mere retfærdig matrikel til beregning af landets skatter og afgifter. Rømer gennemførte derfor i årene frem til 1687 den første økonomiske landmåling i Danmark med den nye danske alen. 1691 kom så turen til opmåling af de store veje, som Rømer lod forsyne med milepæle. Dette lidt oversete projekt viser sig ved nærmere undersøgelse at indeholde overraskende perspektiver.

Ole Rømer

Ole Christensen Rømer (1644-1710) var tidligt optaget af at samle og udgive astronomen *Tycho Brahes* observationer. Projektet var finansieret af Frederik III, og efter kongens død i 1670 blev udgivelsesarbejdet videreført i Frankrig af astronomen *Picard*. Rømer fulgte med og deltog i flere metrologiske projekter på det nyoprettede observatorium i Paris. Her gav opdagelsen af *lysets tøven*, i forbindelse med observationerne af Jupiters måner, Rømer international berømmelse, og han tiltrådte et professorat i praktisk astronomi ved Københavns Universitet ved sin tilbagevenden i 1680. Kort tid herefter indledte Rømer sit virke som mathematicus for den enevældige kongemagt under Christian V, hvis centraladministration ønskede orden og ensartethed i rigerne og residensstaden. Den franske inspiration var tydelig nok, men også arven fra Tycho Brahes virksomhed på Hven satte sine spor.

De store veje

Opmålingen af de store veje var et resultat af den tidlige enevældes forsøg på at forbedre trafikforholdene i Danmark. Forhistorien er den, at regeringen i 1682 bad stiftsbefalingsmændene indlevere forslag til, hvorledes et hovedsvejnet "bedst,

kortest og med mindst bekostning" kunne indrettes i de danske landsdele, og man besluttede, at vejene på Sjælland skulle føre fra København til Helsingør, dernæst fra København over Roskilde til Kalundborg, fra Roskilde til Korsør og endelig fra København til Vordingborg. På Fyn skulle vejen fra Nyborg føre over Odense til Middelfart og fra Odense til Assens. I Jylland skulle vejen føre fra Snoghøj over Kolding til Ribe. Dernæst fra Ribe til Horsens, Århus, Ålborg og videre til Skagen. Der skulle også føre en vej fra Ribe til Viborg og fra Viborg til Århus.

Imidlertid krævede de anspændte udenrigspolitiske forhold efter Skånske Krig (1675-79), at Københavns befæstning blev bygget færdig, og da riget fattedes penge, måtte man vælge. Derfor overførtes i 1686 de ressourcer og ingeniørtropper, der var tiltænkt vejenes forbedring, til anlægsarbejderne på Christianhavns Vold, og to år senere opgav man simpelthen.

De store vejes måling

Mens de romerske projekter sædvanligvis er præget af logisk klarhed og konsekvens, efterlader opmålingen af vejene et andet indtryk. Det er vanskeligt at vurdere et projekt, der kun har efterladt sig få og tilfældige skriftlige kilder i centraladministrationens arkiver. Men resultatet af anstrengelserne er det skitseagtige kort over vejene, der oven i købet er dateret til 1697, mens arkivoplysningerne viser, at Rømers betroede assistent, *Niels Paulin*, først blev færdig med arbejdet i 1698.

Paulin målte de udvalgte vejstrækninger ved hjælp af en milevogn, forsynet med et såkaldt hodometer, hvis hjul havde en omkreds på 6 alen. Et tælleværk viste hjulets omdrejninger og markerede, når man havde nået kvarte, halve og hele mil. Ser man på måleresultaterne og sammenligner dem med afstande på moderne kort, er der påfaldende få afvigelser. Måske fulgte Paulin derfor ikke den slagne vej, men de rette linjer, man havde foreslået i 1682. Målingerne viser de næsten sande længder mellem de udvalgte købstæder og færger, mens faktiske veje og deres linjeføring fortoner sig. Man aner således mere en opmåling af landsdelene end af vejene., for at centraladministrationen kunne få et overblik over rigets virkelige udstrækning, fordi de landkort og søkort, man havde til rådighed, var for unøjagtige. Tycho Brahe havde 100 år

tidligere opmålt Hven og beskrevet sin metode, der minder om den triangulation, der blev taget i anvendelse ved Videnskabernes Selskabs kortopmålinger i midten af det 18. årh. Det kunne være et tilsvarende projekt for hele landet, som Rømer havde i tankerne, da han så sent som i 1689 arbejde for en forbedret såopmåling. *Jens Sørensen* (1666-1723) udførte arbejdet, og resultatet var så fremragende, at Sørensen kunne fremlægge et næsten moderne kort over Danmark omkring 1700, men på grund af interne stridigheder lå kortet hengemt i marinens arkiver indtil 1916, hvor *Johs. Knudsen* foranstaltede en udgivelse. Jens Sørensen opmålte kystlinjerne og en del landområder ved hjælp af vinkler og pejlinger, kombineret med en måling af de sande længder, med en milevogn af rømersk type, der i kopi findes i *De Vejhistoriske Samlinger.*

Grundkortet

Rømer ventede måske forgæves på Jens Sørensens søkort, der ville have været det bedst tænkelige grundkort for de omfattende vejopmålinger. I stedet måtte han ty til det et af de gamle, som ifølge kartografen N.E. Nørlund kan være den hollandske korttegner Johan Blaeu°s trykte Danmarkskort fra 1634, der er inspireret af den farverige kartograf *Hans Willumsen Lauremberg* (1590-1658), som fik til opgave af Christian IV at kortlægge Danmark med *matematisk kunst* i 1631. Lauremberg har imidlertid ikke efterladt sig et eneste egenhændigt Danmarkskort, så påstanden er lidt vanskelig at kontrollere. Man mener i øvrigt også, at det Danmarkskort, der blev tegnet af den senere danske kgl. kartograf, *Johannes Meyer* (1606-74), står i gæld til Laurembergs arbejder, så Rømer havde ikke så meget at vælge imellem i 1697.

Vejkortet fra 1697

Ole Rømers kort fra 1697 viser de store veje i kongeriget og hertugdømmerne. Vejene er tegnet som streger trukket efter lineal mellem et antal faste punkter som købstæder, broer og færgesteder. Strækningernes længde er angivet med mørke eller røde prikker eller små røde firkanter med en indbyrdes afstand på ofte ° mil, mens de hele mil er markeret med tal. Kigger man nærmere efter, er der en del lokaliteter, der egentlig ikke hører hjemme på et kort over større danske veje. På Sjælland er det

Gjorslev, Gisselfeldt, Ballerup og Slangerup nord for København. I Jylland er det fx Nystrup i Thy. Disse lokaliteter kan ikke have samme trafikmæssige betydning som en købstad eller et færgested. Det kræver også en forklaring, hvorfor en stor del af de dengang betydningsfulde købstæder slet ikke er anført på kortet, og at Bogense er tegnet et galt sted. Det er også uklart, hvilken betydning de veje har, der er tegnet som målelinjer med en tynd næsten usynlig streg uden markering af milene. Blev de nogensinde opmålt?

Det er tydeligt, at det grundkort, som Rømer valgte, ikke levede op til Paulins vejmålinger. En del veje er derfor blevet for lange, andre for korte, og da milenes antal skulle vises på kortet i overensstemmelse med opmålingerne, måtte man tegne de for korte vejes mil mindre end de for lange. Grundkortets kystlinjer er skyggeagtigt trukket op med blå farve, og på en del af kortet respekterer stednavnene de trukne vejlinier. I modsætning til det harmoniske indtryk af Sjælland står fx Lolland-Falster, hvor veje, tal og stednavne står oven i hinanden. Da det er samme hånd, der har skrevet tal og stednavne, med samme type blæk, må veje, stednavne og tal være påført i én og samme proces.

Ole Rømers vejkort er med andre ord en foreløbig skitse, udarbejdet inden projektets afslutning, til kongen og hans militære overkommando, der jo havde ansvaret for anlægget af de større veje. Flere af de nævnte mærkelige lokaliteter havde militær betydning (Nystrup i Thy og Hals i Vendsyssel, Ballerup på Sjælland), mens Gjorslev ejedes af Charlotte Amalie, Christian V's dronning. Således kan det også forklares, hvorfor kortet viser to kongeveje på Sjælland (København-Fredensborg og Fredensborg-Kronborg), der næppe har været offentligt tilgængelige i 1697. I samme retning taler også, at kortet kun kendes i ét eksemplar. Det har været opbevaret i Geheimearkivet indtil 1778 og findes nu i Det Kongelige Bibliotek.

Milesten

Når milevognen havde tilbagelagt en kvart mil, blev der slået en træpæl i vejsiden. Det følgende forår skulle pælen erstattes med en stenstøtte på en lille jordhøj, omgivet af en kreds af kampesten. Arbejdet med milehøjene påbegyndtes på Sjælland

efteråret 1691, mens man 1696 er i gang i Thy og arbejder endnu i maj måned 1698, formentlig et sted i hertugdømmerne. Kildernes udsagn er klare nok, men det er vanskeligt at vurdere, hvad der rent faktisk skete på de forskellige strækninger.

Jens Johansen har i 1996 redegjort for de mangeårige undersøgelser af milepæle i Danmark. Rømer-stenene er fra 35 til 100 cm høje med rektangulært tværsnit. Kvartmilestenene er mærket med skålformede fordybninger (1 for ¼, to for ° og tre for ¾ mil), mens helmilestenene som regel har indhugget et tal. Ved det tidligere *Danmarks Vejmuseum* på Farø står endnu et antal kvartmilesten med tal i stedet for fordybninger. Denne type er formentlig kun udbredt til Lolland-Falster.

Hvis der skulle være opbygget milehøje og rejst milepæle i den udstrækning som er vist på kortet fra 1697, skulle der være udført ca. 300 helmilepæle og ca. 900 kvartmilepæle med hver deres jordhøj med omgivende stenkrans, skriver Jens Johansen videre. I dag findes der kun ca. 50 Rømer-sten i Vestjylland og ca. 10 på Sjælland, hvoraf hovedparten er genanvendte. De få, der endnu står på deres oprindelige plads, er i sin tid opstillet på kongevejene i Nordsjælland. De vestjyske Rømer-sten er til gengæld rejst af amtmand C.F. Hansen, der tiltrådte sit embede i 1773. Det forklarer unægtelig, hvorfor Paulin ikke fik dem tegnet ind på kortet i 1697.

Vejenes linjeføring

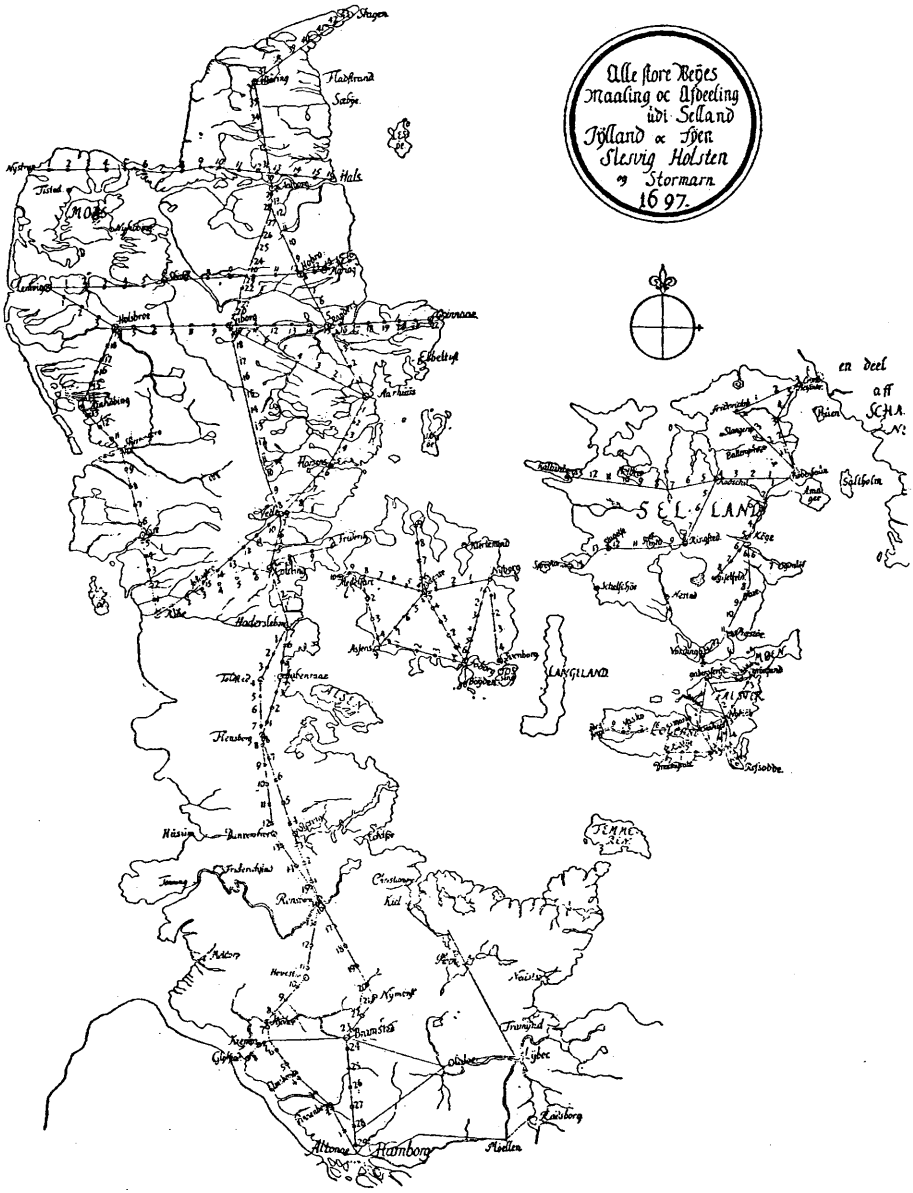
Kun kongvejene var på Rømers tid anlagte kunstveje med permanent linjeføring. De øvrige veje var som regel hjulspor, skabt af trafikken selv. Til trods for, at man samtidig med påbegyndelsen af vejopmålingen i 1691 havde fået indført en forbedret vedligeholdelsesordning baseret på bødernes tvangsarbejde (hoveri), fortsatte de mange klager over vejenes dårlige tilstand. Det er grunden til, at man i 1793 tager fat på at forbedre hele det danske hovednet efter en plan, der minder meget om stiftsbefalingsmændenes i 1682, og som slavisk blev fulgt af Rømers vejopmåler. De gamhovedvejes linjeføring lå med andre ord endnu ikke fast, og det kan forklare, hvorfor de rømerske milesten skulle markeres så kraftigt og kostbart i terrænet, som kilderne fortæller. Og man kan heller ikke se bort fra, at de mange milestensanlæg i virkeligheden skulle forsøge at fastholde de udrettede og reviderede linjeføringer, som Paulin

og hans mandskab havde fulgt i løbet af opmålingsarbejdet. Ingen af delene har været populært blandt den lokale befolkning, og derfor er det ikke så mærkeligt, at de fleste sten er forsvundet.

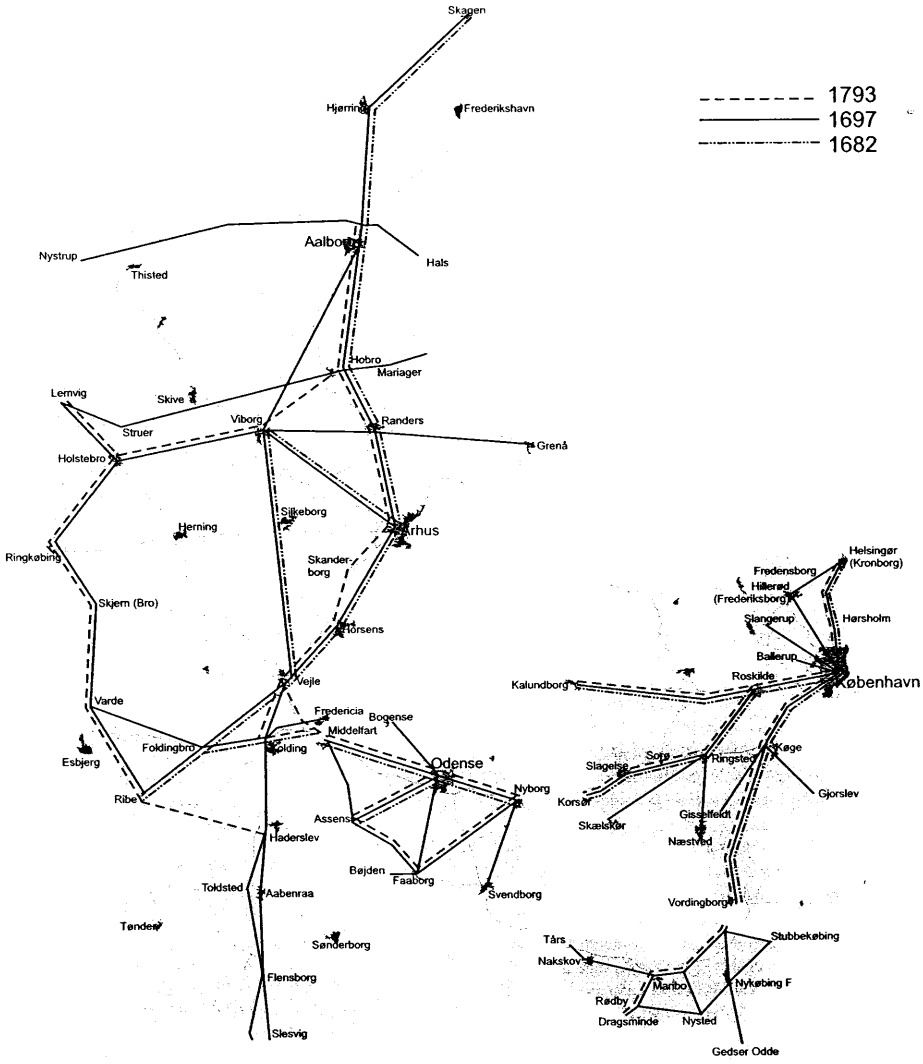
Vejtransport

En hesteforspændt vogn på Rømers tid har i gennemsnit næppe bevæget sig hurtigere end skridtgang, hvilket svarer til ca. 1 mil i timen. Kun på fastere og regulerede strækninger kan man køre i trav, som er rytters foretrukne gangart. Trav er næsten dobbelt så hurtig som skridt, og det vil sige, at man kan tilbagelægge den dobbelte strækning på den samme tid. Læser man derefter vejkortets afstande, kan man få et begreb om, hvor mange timer det ville tage at rejse fra fx København til Korsør. Rejsetiden kunne nedsættes, hvis vejen blev rettet ud, og afstanden dermed blev forkortet. Det forsøgte man som nævnt at gennemføre i 1682 for de almindelige hovedveje, der havde betydning for den regionale trafik og for postvæsenet, der var grundlagt under Christian IV. Næsten 100 år tidligere havde man anlagt de ældste kongeveje efter rette linjer og havde opnået den ønskede effekt til glæde for kongen, administrationen og hoffet.

Ét er imidlertid rejsetiden, noget andet er vognenes lasteevne, som i 1600-tallet har været den omtrent den samme som i højmiddelalderen. For at øge lasteevnen ud over et vist punkt er det ikke nok at styrke køretøjernes konstruktion og gøre hjulene bredere, fordi tunge køretøjer på en blød vej kører langsommere og ødelægger sporet for de efterfølgende. Broerne skulle jo også kunne holde til belastningen. Det danske klima og jordbundsforhold sætter faktisk meget snævre grænser. Derfor kunne man kun øge vejenes og broernes bæreevne ved at gennemføre en gennemgribende ombygning. Det tog man fat på i 1761 på Sjælland efter franske metoder, og hele landet kom med efter *Vejforordningen af 1793*. Resultatet var en så kraftig øgning af hastigheden og lasteevnen på de danske landeveje, at man kan tale om en fordobling af transportens kapacitet.



Kalke af kortet fra 1697 i Det Kgl. Bibliotek. En del af originalkortets tynde streger (veje af mindre betydning) er faldet ud. Afstandsmålene mangler især i hertugdømmerne, men Paulin har alligevel været i Altona med sin milevogn. Han har klogelig undgået Hamborg og områderne øst herfor. Situationen var tilspidset i de år, fordi slesvig-holstenerne ikke ville acceptere Christian V som konge, men foretrak hertugen af Gottorp, som blev støttet af den svenske konge Karl XII. Det var nær gået galt. Vejene gennem og uden om Slesvig by og Åbenrå er derfor ikke så tossede.



De forskellige ruter overført til et moderne kort med de nuværende hovedlandeveje angivet som baggrund. Strækningerne er vist med rette linjer uden hensyn til lokale forhold – ligesom på kortet fra 1697. Den politisk anspændte situation i slutningen af 1690'erne har naturligvis gjort tvær-ruterne i Jylland særlig interessante for hæren og flåden, og det kunne jo være, at den gamle Christian V overvejede at retirere bag Gjorslevs eller Gisselfeldts brede grave og tykke mure, hvis Karl XII kom fra nord gennem Sundet til København. Det er tankevækkende, at de vigtigste ruter næsten er de samme, som skitseres i 1936 i de tre ingeniørfirmaers forslag til et motorvejsnet i Danmark og nu 64 år senere er udbygget med motorveje og broer.

Kortets strækninger og længdeangivelser, der kan anvendes til udregning af rejsetider i Kongeriget og Slesvig:

Skridtgang: ca. 1 mil/time
Trav: ca. 2 mil/time
Galop: ca. 4 mil/time
1 mil: 12.000 danske alen / 7.538 m

Sjælland:

1.0: København-Helsingør		**5,5 mil**
2.0: København-Kronborg		**7,5 mil**
2.1: København-Frederiksborg	4,5 mil	
2.2: Frederiksborg-Kronborg	3,0 mil	
3.0: København-Ballerup (1)		**2,0 mil**
4.0: København-Slangerup		-
5.0: København-Kalundborg		**14,0 mil**
5.1: København-Roskilde	4,5 mil	
5.2: Roskilde-Kalundborg	9,5 mil	
6.0: København-Korsør		**15,0 mil**
6.1: København-Roskilde	4,5 mil	
6.2: Roskilde-Ringsted	3,5 mil	
6.3: Ringsted-Slagelse	4,5 mil	
6.4: Slagelse-Korsør	2,5 mil	
7.0: Ringsted-Skelskør		-
8.0: Ringsted-Næstved		-
9.0: København-Gisselfeldt		**9,0 mil**
9.1: København-Køge	5,0 mil	
9.2: Køge-Gisselfeldt (2)	4,0 mil	
10.0: København-Gjorslev		**7,5 mil**
10.1: København-Køge	5,0 mil	
10.2: Køge-Gjorslev (3)	2,5 mil	
11.0: København-Vordingborg		**13,0 mil**
11.1: København-Køge	5,0 mil	
11.2: Køge-Fakse	3,5 mil	
11.3: Fakse-Præstø	2,5 mil	
11.4: Præstø-Vordingborg	2,0 mil	

1. Nord for Ballerup By (på den nuværende Dommergårds Plads) lå et tinghus, hvor Københavns Amts Rytterdistrikts Birketing holdtes fra dets oprettelse i 1683 indtil 1803, hvor det lagdes til København (*Trap*, 4. udg., bd. 2, s. 323).
2. *Gisselfeldt* ejedes 1689-1699 af geheimeråd Adam Levin Knuth.
3. *Gjorslev* ejedes 1679-1714 af Christian V's Dronning Charlotte Amalie.

Lolland-Falster:

12.0: Gåbense Færge-Grønsund		**3,3 mil**
12.1: Gåbense Færge-Stubbekøbing	2,3 mil	
12.2: Stubbekøbing-Grønsund	1,0 mil	
13.0: Gåbense-Refsodde		**5,5 mil**
13.1: Gåbense Færge-Nykøbing	2,0 mil	
13.2: Nykøbing-Gedesby (1)	2,5 mil	
13.3: Gedesby-Refsodde (2)	1,0 mil	
14.0: Gåbense-Dragsminde		**8,0 mil**
14,1: Gåbense Færge-Sakskøbing	3,2 mil	
14,2: Sakskøbing-Maribo	1,5 mil	
14,3: Maribo-Rødby	1,8 mil	
14,4: Rødby-Dragsminde	1,5 mil	
15.0: Maribo-Tårs Færge		**5,2 mil**
15.1: Maribo-Nakskov	3,6 mil	
15.2: Nakskov-Tårs Færge	1,6 mil	
16.0: Nysted-Nykøbing		**2,3 mil**
17.0: Rødby-Nysted		**3,3 mil**
18.0: Nykøbing-Nysted		**4,3 mil**
18.1: Nykøbing-Sakskøbing	2,0 mil	
18.2: Sakskøbing-Nysted	2,3 mil	
19.0: Nykøbing-Grønsund		**3,5 mil**

1. *Giesby* er identificeret med *Gedesby*.

2. *Refsodde* er identificeret med *Gedser Odde*.

Fyn:

20.0: Nyborg-Assens		**8,6 mil**
20.1: Nyborg-Odense	3,6 mil	
20.2: Odense-Assens	5,0 mil	
21.0: Nyborg-Bojden		**7,9 mil**
21.1: Nyborg-Fåborg	6,6 mil	
21.2: Fåborg-Bojden	1,3 mil	
22.0: Nyborg-Svendborg		**5,0 mil**
23.0: Fåborg-Bogense		**9.0 mil**
23.1: Fåborg-Odense	5,0 mil	
23.2: Odense-Bogense (1)	4,0 mil	
24.0: Assens-Fåborg		**4,5 mil**
25.0: Odense-Middelfart		**6,3 mil**
26.0: Middelfart-Assens		**4,5 mil**

1. Identifikationen er usikker.

Jylland:

27.0: Århus-Ålborg		**14,0 mil**
27.1: Århus-Randers	4,5 mil	
27.2: Randers-Hobro	3,5 mil	
27.3: Hobro-Ålborg	6,0 mil	
28.0: Århus-Viborg		**8,0 mil**
29.0: Århus-Foldingbro		**15,5 mil**
29.1: Århus-Horsens	5,5 mil	
29.2: Horsens-Vejle	3,5 mil	
29.3: Vejle-Foldingbro	6,5 mil	
30.0: Ribe-Fredericia		**10,0 mil**
30.1: Ribe-Foldingbro	2,5 mil	
30.2: Foldingbro-Kolding	4,5 mil	
30.3: Kolding-Fredericia	3,0 mil	
31.0: Ribe-Holstebro		**18,6 mil**
31.1: Ribe-Varde	5,5 mil	
31.2: Varde-Skjern Bro	4,6 mil	
31.3: Skjern Bro-Ringkøbing	3,0 mil	
31.4: Ringkøbing-Holstebro	5,5 mil	
32.0: Lemvig-Grenå		**22,0 mil**
32.1: Lemvig-Holstebro	4,0 mil	
32.2: Holstebro-Viborg	6,0 mil	
32.3: Viborg-Randers	5,0 mil	
32.4: Randers-Grenå	7,0 mil	

33.0: Lemvig-Kattegat		**16,4 mil**
33.1: Lemvig-Struer	6,0 mil	
33.2: Struer-Hobro	6,0 mil	
33.3: Hobro-Mariager	1,6 mil	
33.4: Mariager-Kattegat (1)	2,8 mil	
34.0: Nystrup (2)-Hals		**16,0 mil**
35.0: Haderslev-Skagen		**43,6 mil**
35.1: Haderslev-Kolding	4,0 mil	
35.2: Kolding-Vejle	3,5 mil	
35.3: Vejle-Viborg	11,6 mil	
35.4: Viborg-Ålborg	10,5 mil	
35.5: Ålborg-Hjørring	7,0 mil	
35.6: Hjørring-Skagen	7,0 mil	

1. Usikker lokalitet ved kysten.
2. *Nystrup Hovedgård*, overtaget af Kronen 1687 og udlagt til ryttergods (*Trap*, 4. udg. bd. 5, s. 378).

Slesvig:

36.0: Haderslev-Rendsborg		**15,5 mil**
36.1: Haderslev-Toldsted (1)	4,0 mil	
36.2: Toldsted-Flensborg	3,5 mil	
36.3: Flensborg-Danverks Bro (1)	5,0 mil	
36.4: Danverks Bro-Rendsborg	3,0 mil	
37.0: Flensborg-Haderslev		**7,0 mil**
37.1: Flensborg-Åbenrå	4,0 mil	
37.2: Åbenrå-Haderslev	3,0 mil	
38.0: Rendsborg-Flensborg		**8,0 mil**
38.1: Rendsborg-Slesvig	3,5 mil	
38.2: Slesvig-Flensborg	4,5 mil	

1. Identifikationen er usikker.

Konklusion

Ser man derfor det rømerske vejkort på baggrund af tidens samlede trafikale muligheder, er resultatet, at vejtrafikken for menigmand under den tidlige enevælde var afhængig af den lokale administrations effektivitet, samtidig med at man fra centralmagtens side forgæves søgte at forbedre fjerntrafikkens vilkår ved at introducere udrettede hovedveje mellem landsdelene. Kongevejene var på det tidspunkt forældede, fordi København var blevet administrationens residens, og ud fra et militært synspunkt var kongevejenes kapacitet formentlig for ringe. Det rømerske kort udtrykker derfor centralmagtens visioner i forbindelse med den vejreform, der blev påbegyndt i 1682, men først gennemført i løbet af sidste halvdel af 1700- og langt ind i 1800-tallet. Men på Rømers tid kunne man endnu huske, hvorledes de tilfrosne veje lettede de svenske troppers fremrykning, så mon ikke den udbredte træghed i vejreformernes udførelse havde en årsag? Den samme, som medførte, at centraladministrationen ikke lod kort og vejopmålinger forlade Slotsholmen. Rigets sikkerhed stod på spil.

Anvendt litteratur:

Bramsen, Bo: *Gamle Danmarkskort*, København 1952.
Forordning om Vej-Væsenet i Danmark. København 13. December 1793 (genudgivet af Vejdirektoratet 1993)
Johansen, Jens: "Milepæle i Danmark", *Braut*, nr. 1, København 1996, s. 105-120.
Jørgensen, Steffen E.: *Fra chausée til motorvej* (udg. af Dansk Vejhistorisk Selskab år 2000)
Nørlund, N.E.: *Danmarks Kortlægning*, København 1942.
Nørlund, N.E.: *De gamle danske Længdeenheder*, København 1942.
Nørlund, N.E.: "Opmaaling af Danmarks veje", *Geografisk Tidsskrift*, København 1952-53, bd. 52, s. 232-241.
Topsøe-Jensen, Torben: *Ad hjulspor og landeveje*, København 1966.
Trap, J.P.: *Danmark* (4. udg.), København 1929-30.

Dr.phil. Per Ole Schovsbo er projektleder og forfatter til adskillige bøger og artikler om vejhistorie.

Relativitetsteorien

Benny Lautrup

Albert Einsteins navn er uløseligt knyttet til relativitetsteorien. I et kreativt *rush* på linje med de største kunstneres præstationer skabte han i begyndelsen af århundredet et intellektuelt bygningsværk, der for altid vil influere vore tanker om naturen. Relativitetsteorien har ikke megen direkte indflydelse på vor dagligdag, i modsætning til kvantemekanikken, der jo ligger bag en stor del af den moderne teknologi. Men dens forbløffende forudsigelser, der nu i stigende grad bekræftes af astrofysiske observationer, udvider næsten dagligt vort kendskab til det univers, vi bebor. Medens kvantemekanikken beskriver de mindste dele, hvoraf vi alle består, så beskriver relativitetsteorien et eksotisk og forunderligt univers på en skala, hvor vi blot er ubetydelige fnug.

Videnskabelig baggrund

Den naturvidenskabelige indsigt havde gjort enorme fremskridt i sidste halvdel af det 19. århundrede. Grundlaget var først og fremmest Newton's mekanik fra 1687 med alle dens efterfølgende anvendelser på astronomiske objekter, industrisamfundets maskiner og rigdommen af materialer. Men med den moderne formulering af termodynamikken i midten af århundredet var den eksakte videnskabs energibegreb blevet udvidet til også at omfatte varme, igen en indsigt med kolossal betydning for teknologien. I 1864 formulerede Maxwell de elektromagnetiske ligninger, der stadig bærer hans navn, og det blev hurtigt klart, at lyset måtte være sådanne elektromagnetiske bølger.

Et gennemgående tema i fysikkens historie er, at oprindeligt forskellige teorier bliver samlet til mere omfattende teorier. Selv Newton's mekanik med tyngdeloven kan ses som en forening af Galilei's jordiske kinematik og faldlov med Kopernikus' og Kepler's forståelse af planeternes bevægelser. Termodynamikken var en samlet teori for energi, varme og mekanisk arbejde, og Maxwell forenede elektricitet og

magnetisme, fænomener der ansås for adskilte før Ørsted og Ampere. I de sidste år af det 19. århundrede skabte Gibbs og Boltzmann den statistiske mekanik, som dannede forbindelse mellem termodynamikken og Newtons mekanik.

Man kan ikke fortænke datidens videnskabsmænd i at føle, at næsten alt var forstået og hang vældig godt sammen. Dog var der nogle skyer på horisonten.

Foruroligende problemer

Foreningen af termodynamik og elektromagnetisme så ud til at ligge lige for, men gjorde alligevel knuder. Energien i en lukket metallisk beholder med en fast vægtemperatur så teoretisk ud til at være uendelig, hvilket selvfølgelig stred mod både intuition og eksperiment. I år 1900 fremsatte Planck en formel, der passede med eksperimenterne, og som kunne udledes ved hjælp af en tilsyneladende *ad hoc*-hypotese, nemlig eksistensen af elektromagnetiske kvanter, en hypotese der senere viste sig at være starten på kvantemekanikken.

Den samlede teori for elektromagnetisme og mekanik, elektrodynamikken, så også besnærende ligetil ud, men der var dog nogle problemer med de elektromagnetiske egenskaber af legemer i bevægelse. Elektromagnetiske bølger var matematisk sammenlignelige med lydbølger, men et eksperiment udført af Michelson og Morley i 1887 syntes at antyde, at dette alligevel ikke var tilfældet. Lyset kunne tilsyneladende ikke ``blæses med af ætervinden" i analogi med den velkendte erfaring, at et råb rives med af stormen. Andre eksperimenter syntes også at stride mod analogien mellem lyd og lys. Det så faktisk ud til, at lysets hastighed hverken afhang af lyskilden eller modtagerens bevægelse. Hele ideen om, at der skulle findes en ``æter" som bærende medium for elektromagnetiske bølger, var vanskelig at forene med disse eksperimenter.

Entré Einstein

Det var denne atmosfære, Einstein trådte ind i som student ved den tekniske højskole i Zürich i årene 1896-1900. Da det efter afslutningen af studierne ikke lykkedes ham at skaffe sig et egentligt akademisk job, blev han i 1902 ansat som teknisk ekspert af

tredie klasse ved patentkontoret i Bern. I 1903 blev han gift med Mileva, og i 1904 fik de deres første barn.

Året 1905 blev et *annus mirabilis* for den unge mand -- og for resten af verden. I marts afslutter han den artikel om forklaringen på den fotoelektriske effekt på grundlag af Planck's kvantehypotese, et arbejde der senere skulle give ham Nobelprisen. I april indsender han en doktorafhandling til højskolen i Zürich om bestemmelsen af molekylers størrelse, og blot elleve dage senere indsender han en artikel om brownske bevægelser, der nogle få år senere skulle føre til Perrin's præcise bestemmelse af Avogadro's tal og dermed molekylers størrelse. I slutningen af juni indsender han sin første artikel om relativitetsteorien og i slutningen af september den anden.

Rum og tid relative

Titlen på den første artikel, *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*, vidner om, at den ikke stod isoleret, men var et indlæg i den løbende debat om foreningen af elektromagnetisme og mekanik. I stedet for at gå i rette med Maxwells nye elektromagnetiske teori, viste Einstein imidlertid, at det var fundamentet for for den Newton'ske mekanik, der stred imod elektromagnetismens ligninger.

Med overbevisende og enkel logik udvidede han det relativitetsprincip, der allerede var kendt i den Newton'ske mekanik til at omfatte alle fænomener, også de elektromagnetiske, og antog desuden, at lyshastigheden var den samme for alle iagttagere, hvorved æteren blev afskaffet fra begyndelsen. Om han kendte til Michelson-Morley eksperimentet debatteres stadig, men han kendte i hvert fald til andre eksperimenter, der støttede antagelsen om lyshastighedens konstans.

De fysiske og begrebsmæssige konsekvenser af Einsteins enkle analyse af rum og tid var enorme. Først og fremmest betød det, at lyshastigheden var den størst mulige hastighed, men desuden mistede begreber som samtidighed, længde og tidsrum deres absolutte indhold og kunne kun defineres relativt til den enkelte iagttager. I sin anden artikel fra september 1905 viste han, at energi og masse var ubrydeligt forbundne gennem fysikkens nok berømteste ligning: $E=mc^2$.

Denne teori fra 1905 kaldes den specielle relativitetsteori, fordi den ikke inkluderer tyngdekraften. Den blev allerede tidligt accepteret af den akademiske verden og efterprøvet eksperimentelt, og dens forudsigelser er blevet bekræftet igen og igen op gennem århundredet. Det er ikke hensigten her at forsøge at redegøre for detaljerne, bortset fra et enkelt tilfælde.

Tvillingeparadokset

I vores dagligdag ser vi som nævnt ikke mange umiddelbare teknologiske konsekvenser af relativitetsteorien, men i de store partikel-acceleratorer, for eksempel ved CERN i Geneve, produceres rutinemæssigt ekstremt relativistiske partikler. Acceleratorernes opbygning afhænger kritisk af gyldigheden af den specielle relativitetsteori, så blot det, at de overhovedet virker, vidner om, at den må være korrekt. En af de besynderligste konsekvenser af relativitetsteorien er, at ure, der oprindelig er synkroniseret med hinanden i et givet punkt af rummet, ikke i almindelighed vil bevare denne synkronisering, hvis de føres rundt i forskellige baner og vender tilbage til udgangspunktet. Hvis det ene ur ligger stille (eller rettere er i frit fald), så er den generelle regel, at det andet ur vil gå langsommere. Da ure er baseret på fysiske processer, må det også gælde for ethvert fysisk system, at det ældes forskelligt, afhængigt af dets bevægelse. For at få et målbart resultat, skal hastigheden selvfølgelig nærme sig lyshastigheden. En jetpilot, der flyver hele livet, er kun mikrosekunder yngre end mennesker med stillesiddende arbejde.

I midten af 70'erne blev dette ``tvillingeparadoks" eksplicit efterprøvet ved CERN som et biprodukt af et eksperiment med et helt andet formål. Et stort antal elektrisk ladede my-partikler, der er en slags tunge elektroner, blev bragt til at cirkulere i et magnetfelt med en hastighed så tæt på lyset, at deres tid burde gå cirka 30 gange langsommere end laboratoriets tid. Nu lever en my-partikel i hvile kun cirka et mikrosekund, og da man som spildprodukt af de målinger, man egentlig var interesseret i at foretage, kunne bestemme levetiden i flugt, var der mulighed for at sammenligne med teorien. Resultatet var igen, at teori og eksperiment stemte på den smukkeste måde.

Rummets indre geometri

I årene fra 1905 til 1915 beskæftigede Einstein sig indgående med spørgsmålet om tyngdekraftens forening med relativitetsteorien. Galilei's grundlæggende observation, at tyngdekraften accelererer alle legemer på den samme måde, blev vendt om og gjort til et postulat, *ækvivalensprincippet*, med det indhold, at det principielt ikke er muligt at skelne acceleration fra tyngdekraft inden for små områder af rum og tid. Dette princip muliggjorde foreningen af tyngdekraft og den specielle relativitetsteori i den almene eller generelle relativitetsteori. Medens hans første artikel om den specielle relativitetsteori var en ungdomsbedrift, er hans artikel *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie* fra 1916 et formidabelt manddomsværk, der stadig kan læses som en fin introduktion til den almene teori.

Konsekvensen af foreningen af tyngdekraften og den specielle relativitetsteori er, at tyngdekræfter nu kan opfattes som udslag af rummets indre geometri. Dér, hvor der findes varierende tyngdekræfter, er rum og tid ikke længere flade, men krummer i sig selv, og jo større variationen i tyngdekraften er, desto større er krumningen. Krumningen er en indre egenskab ved rum og tid, som derfor ikke behøver at krumme ind i noget som helst end sig selv.

Sorte huller

Den første eksperimentelle bekræftelse af den almene teori blev allerede foretaget af Einstein selv med beregningen af nogle bittesmå, men allerede dengang velkendte, forstyrrelser i planeten Merkur's bane. Den næste kom i 1919 med Eddington's observation, under en solformørkelse, af lysets afbøjning rundt om Solen, og førte nærmest til en helgenkåring af Einstein.

Gennem resten af det 20. århundrede fortsatte den eksperimentelle efterprøvning af den almene teori. Men teoriens største intellektuelle betydning har nok været de ekstraordinære og eksotiske fænomener, som den forudsiger. Ud over den nu veletablerede universelle ekspansion af universet, begyndende med *Big Bang*, forudsiges muligheden for eksistensen af sorte huller, for gravitationelle linser, der skyldes lysets afbøjning omkring fjerne galakser, og for at tyngdekraften kan udstråles som

bølger, gravitationsstråling. Indtil for nylig var disse fænomener mest betragtet som kuriøse, og mange betvivlede, at det nogensinde ville blive muligt at bekræfte deres eksistens.

I de senere år er der imidlertid gennem astronomiske observationer kommet stærkere evidens for eksistensen af sorte huller i galaksernes centre, og gravitationelle linser er blevet observeret mange steder i universet og bruges nu som galaktiske forstørrelsesglas. Gravitationsstrålingen er set indirekte i hurtigt roterende binære stjernesystemer, hvor mindst en af stjernerne er en pulsar (neutronstjerne).

Teorier om alting

Foreningen af den almene relativitetsteori og kvantemekanikken er endnu ikke sket, selv om teoretikerne i længere tid har gjort sig store anstrengelser i denne retning. Ikke desto mindre er der beregninger, som antyder, at det syn på vores verden, som denne forening vil give os, er endnu langt mere eksotisk, end vi tidligere havde forestillet os. Sorte huller, der langsomt fordamper, ormehuller som forbinder fjerne områder i rum og tid, og skumagtigt fluktuerende struktur på de mindste afstande. En samlet teori for alle kræfter er fysikkens drøm. Det kan endda være, at den allerede er konstrueret, uden at det er muligt at bekræfte den eksperimentelt. En teori for det hele vil formodentlig -- i lighed med relativitetsteorien -- være uden megen industriel betydning. Ikke desto mindre er den som relativitetsteorien værd at udforske af rent eksistentielle grunde.

Artiklen tryktes første gang i *Hovedområdet : Månedsblad for Det Naturvidenskabelige Fakultet under Københavns Universitet*, 10. september 1999, s. 10-11. Den bringes her med forfatterens venlige tilladelse.
Benny Lautrup er lektor, dr.scient. og underviser ved Niels Bohr Instituttet.

c står for celeritas

David Bodanis

"c" er forskelligt fra, hvad vi har set på indtil nu. "E" er energiens enorme felt, og "m" er det materielle stof i universet. Men "c" er slet og ret lysets hastighed. Når denne størrelse er blevet forsynet med dette overraskende bogstav, er det muligvis af veneration for perioden indtil midt i 1600-tallet, hvor naturvidenskaben havde sit hovedsæde i Italien, og latin var sproget. *Celeritas* er det latinske ord for "hurtighed".

I dette kapitel ser vi på, hvordan "c" kom til at spille en så fremtrædende rolle i $E = mc^2$, og hvordan denne bestemte hastighed – der kunne virke som et tilfældigt tal – faktisk kan styre forbindelsen mellem al masse og energi i universet.

Traditionelt er det blevet regnet for en umulig opgave at måle lysets hastighed. Næsten alle var overbevist om, at lyset bevægede sig uendelig hurtigt. Men hvis det var sådan, ville man aldrig kunne have brugt den i en egentlig ligning. Inden der kunne gøres mere – inden Einstein på nogen måde kunne have overvejet at bruge "c" – skulle nogen bekræfte, at lyset bevæger sig med endelig hastighed, men det var ingen simpel sag.

Galileo Galilei var den første, der gjorde sig klare forestillinger om, hvordan man kunne måle lysets hastighed, og det skete et godt stykke tid inden han på sine gamle dage, næsten blind, blev sat i husarrest. Da han offentliggjorde sine tanker, var han for gammel til at udføre eksperimentet selv, og inkvisitionen havde givet strenge ordrer om at kontrollere hans færden. Nogle år efter hans død hørte nogle af medlemmerne af et florentisk selskab for eksperimentelle undersøgelser om hans arbejde, og de bekendtgjorde, at de ville udføre de observationer, Galilei havde foreslået. Ideen var lige så simpel som alt andet af Galileis arbejde havde været. To hjælpere skulle stå med blændede lanterner på toppen af hver sin høj, hvorefter man tog tid på intervallet mellem det øjeblik, hvor den første mand åbnede sin lukker, og hvor den anden mand som svar på dette signal åbnede sin og sendte sin lysstråle tilbage til den første. Det var en god idé, men teknologien var en del for primitiv til at give et klart resultat.

Galilei havde ved tidligere forsøg brugt sit eget pulsslag som ur, og han fandt også ud af principperne for tidsmåling ved hjælp af et pendul. Men at måle mere end de medvirkendes reaktionstid i tilfældet med lysets udbredelse lod sig ikke gøre. Det kunne opfattes som en fiasko, og for de fleste var det kun endnu et bevis på, at lyset bevægede sig med uendelig hastighed. Men i Firenze ville man ikke bare acceptere, at Galileis formodning var forkert. I stedet konkluderede Akademiet, at man måtte overlade det til fremtidige generationer at finde en metode til at måle den store hastighed. I 1670, flere årtier efter Galileis død i 1642, Ankom Jean-Dominique Cassini til Paris for at overtage stillingen som direktør for byens nyoprettede observatorium. Der var en mængde byggeri at overvåge, og man kunne undertiden se ham på gaden i færd med dette – ikke langt fra skyggerne af Port Libre fængslet, hvor Lavoisier i næste århundrede skulle afvente sin henrettelse. Men hans vigtigste opgave var at puste liv i den franske naturvidenskab. Han havde også et personligt motiv til at give den nye institution vind i sejlene, for hans navn var faktisk ikke Jean-Dominique, men Giovanni Domenico. Og han var ikke fransk, men nys tilrejst fra Italien, og selvom kongen var på hans side, og finansieringen efter sigende var sikker, hvem vidste da, hvor længe det ville vare?

Cassini udsendte repræsentanter til det navnkundige observatorium Uraniborg på øen Hven i Øresund. Deres opgave var at bestemme stedets geografiske koordinater, hvilket ville være en hjælp ved afstandsopmåling til brug for søfart. Men de kunne måske også støde på duelige forskere, som kunne rekrutteres. Uraniborgs grundlægger, Tycho Brahe, havde udført de observationer, som Kepler og selveste Newton havde baseret deres arbejde på. Brahe havde opbygget en uset luksus – der var eksotiske træsorter, haver med kunstige kanaler og fiskedamme omkring hovedbygningen, et imponerende internt kommunikationssystem og drejende automater, som skræmte de lokale bønder. Der var endda rygter om et automatisk skyllende toilet

Cassinis håndgangne mand, Jean Picard, ankom til Uraniborg i 1671 med København som næstsidste stop. Han var spændt på omsider at skulle se det berømte videnskabelige center, men måtte konstatere, at der end ikke var en ruin tilbage.

De avancerede resultater, der havde imponeret Kepler, gik næsten et århundrede tilbage i tiden. Observatoriets grundlægger havde været en magtfuld personlighed, man da han forlod stedet, var der ingen til at føre det videre. Alt var ødelagt, fjernet eller forfaldent, da Picard ankom. Fiskedammene var fyldt op, kvadranter og himmelglober for længst borte. Kun nogle få sten fra grundmuren kunne stadig ses. Picard udførte imidlertid ikke alene sine målinger, men havde også held til at få en begavet ung dansker ved navn Ole Rømer med sig tilbage til Paris. Andre ville måske være benovede over at møde den store Cassini, for han var verdens førende specialist i planeten Jupiter, og navnlig i omløbsbanerne for planetens satellitter, de fire måner, som Galilei havde opdaget i 1610. men Rømer var ivrig efter at yde sit eget bidrag til sagen.

Det er uvist, i hvor høj grad Cassini frygtede konkurrence fra sin protegé. Det havde taget ham lang tid at indarbejde navneforandringen fra Giovanni Domenico til Jean-Dominique. Han havde indsamlet adskillige detaljerede observationer af Jupiters måner, og han havde så sandelig tænkt sig at bruge dem til at befæste sin internationale position. Men hvad nu, om Rømer brugte Cassinis resultater til at vise, at dennes konklusioner herudfra var helt ved siden af?

At der kunne være sådan en mulighed, skyldtes et problem med Jupiters inderste måne med navnet Io. Den burde bevæge sig en omgang omkring sin moderplanet på 42½ time. Men den holdt sig aldrig helt til sin køreplan. Undertiden var den lidt hurtigere, undertiden lidt langsommere. Der var ingen oplagt årsag til det.

For at kunne løse problemet udbad Cassini sig flere målinger og beregninger. Indsatsen ville kræve en del af observatoriedirektøren, og naturligvis ville det indebære en større stab og mere udstyr og flere penge. Og det ville igen medføre større offentlig bevågenhed, men hvis det skulle til, så skulle det til. Rømer tænkte imidlertid ikke så meget på den slags komplekse målinger, som kun midaldrende administratorer hældede til. Hvad der behøvedes, var den genialitet og inspiration, som en ung udenforstående kunne bidrage med.

Og det kunne Rømer. Alle – inklusive Cassini – formodede, at problemet lå i Io's bevægelse. Måske var den uregerlig og slingrede i sin bane, eller måske lå der skyer eller andre ting rundt om Jupiter, så lyset fra Io blev forstyrret. Rømer vendte problemet om. Cassini havde foretaget observationer af Io, og disse observationer viste, at noget ved dens bane ikke var jævnt. Men hvorfor skulle uregelmæssigheden være at finde i Jupiters nabolag? Spørgsmålet var ikke, hvordan Io bevægede sig, mente Rømer.

Det var, hvordan Jorden bevægede sig.

For Cassini kunne dette umuligt have noget med sagen at gøre. Selvom han måske nok havde overvejet en anden mulighed, var han som næsten alle andre overbevist om, at lyset udbredte sig som et øjeblikkeligt glimt. Sådan måtte det være. Og havde Galileis eget eksperiment ikke også vist, at intet tydede på det modsatte?

Rømer så bort fra alt dette. Lad os antage – bare antage – at lyset brugte en vis tid på at rejse den store afstand fra Jupiter. Hvad ville det betyde? Rømer forestillede sig, at han holdt øje med solsystemet udefra og lagde mærke til, hvornår Io's lys startede på sin rejse mod Jorden. Hvis nu Jorden er på det punkt i sin bane, hvor den er tættest ved Jupiter (og dens måner), får lyset en kortere rejse end et halvt år senere, hvor Jorden har bevæget sig over til det modsatte punkt af sin bane. (Vi ser bort fra, at Jupiter også har bevæget sig en smule på det halve år). I sidstnævnte situation ankommer billedet af Io altså "for sent" til os, og Io vil tilsyneladende være forsinket i forhold til køreplanen.

Rømer gennemgik Cassinis omfattende observationsmateriale, og ud på sommeren 1676 havde han fundet løsningen: ikke bare en formodning, men et nøjagtigt tal for, hvor mange ekstra minutter lyset var om at rejse den yderligere afstand, når Jorden var langt fra Jupiter.

Hvad gør man nu med sådan et resultat? Ifølge reglerne burde Rømer have ladet Cassini fremlægge det som sit eget arbejde og blot have nikket beskedent, måske, når mesteren gjorde et ophold for at bemærke, at han ikke kunne have gjort det uden hjælp fra denne unge mand, hvis fremtidige løbebane man nok burde holde øje med.

Rømer lod sig ikke nøje med det. I august udfordrede han i fuld offentlighed sin samtids astronomer. Astronomi er en eksakt videnskab, og selv det 17. århundredes hjælpemidler var gode nok til at fastslå, at månen Io ifølge planen skulle komme frem fra Jupiters skygge den 9. november på et tidspunkt sidst på eftermiddagen. Holdt man sig til Cassini, ville den kunne ses kl. 17.27 denne dag. Det var, hvad han havde ekstrapoleret sig frem til ud fra den sidste observation af satellitten i august.

Rømer erklærede, at Cassini ikke ville få ret. I august, forklarede han, havde Jorden været nær ved Jupiter. I november ville den være længere væk. Der ville intet kunne ses kl. 17.27 – lyset ville stadig være undervejs, eftersom det måtte bevæge sig det sidste stykke vej. Selv kl. 17.30 eller 17.35 ville det stadig ikke have passeret jordbanen. Først kl. 17.37 præcis ville man kunne få sit første kik på Io.

Der er mange måder at gøre en astronom glad på. En ny supernova er godt, en fornyet bevilling fra regeringen er godt, en fast stilling rigtig godt. Men en hanekamp mellem to af de ærede kolleger? Det er allerbedst. Rømer havde kastet sin handske på denne måde, fordi han vidste, at Cassini var meget mere politisk durkdreven end han selv. Rømer ville kunne høste æren, hvis hans forudsigelse var så entydig, at Cassini og hans følgesvende ikke kunne vride sig ud af det, hvis de tog fejl.

Forudsigelsen blev offentliggjort i august. Den 9. november havde observatorierne i Frankrig og andre steder i Europa deres teleskoper parat. 17.27 kom og gik. Ingen Io. Klokken blev 17.30. Stadig ingen Io.

17.35.

Og så dukkede den op, klokken 17.37,49.

Men Cassini erklærede, at han ikke havde taget fejl! Cassini havde mange tilhængere, og tilhænge, det gjorde de. Hvem havde nogensinde sagt, at Io blev forventet kl. 17.25? Det havde kun Rømer, erklærede de nu. Desuden var alle klar over, at Io's tilsynekomst ikke kunne forudses. Den var så langt borte, så vanskelig at se ordentligt, at det måske var skyerne i Jupiters øvre atmosfære, som brød lyset. Måske hældede banen så meget, at nøjagtige observationer var umulige. Hvem ved?

...

Den værdi, han [= Rømer] havde skønnet for lysets hastighed ... ligger under alle omstændigheder ikke langt fra den moderne angivelse på lige under 300.000 km i sekundet.

...

For at kunne indse, hvorfor Einstein valgte denne særlige værdi til sin ligning, må vi kikke nærmere på lysets indre egenskaber. Vor beretning må herefter tage afsked med Cassini og Rømers epoke og tage tråden op i slutningen af 1850'erne, hvor den aldrende Michael Faraday var begyndt at brevveksle med James Clerk Maxwell, en ung skotte sidst i tyverne

Det var en svær tid for Faraday. Hans hukommelse svigtede ham, og han kunne sjældent komme igennem en hel formiddag uden et digert sæt notater til at minde ham om, hvad man forventede af ham. Værre var det, at Faraday også vidste, at verdens store fysikere var høfligt overbærende over for ham. De accepterede hans praktiske laboratoriearbejde, men intet andet. For den almindelige fysiker var elektricitetens passage gennem en ledning i bund og grund som vands strøm gennem et rør. Når man først havde fundet frem til den grundlæggende matematik, ville den – troede man – ikke være alt for forskellig fra, hvad Newton og hans talrige matematisk velfunderede efterfølgere kunne gøre rede for.

Men Faraday fremturede med sine besynderlige cirkler og andre snørklede linjer med rødder i hans religiøse opdragelse. Området omkring et elektrisk fænomen, hævdede Faraday, var fyldt med et mystisk "felt", og de næste mekaniske spændinger heri frembragte det, der blev tolket som elektriske strømme og deslige. Han insisterede på, at man undertiden næsten kunne se deres eksistens, ligesom i de buede mønstre, som jernfilspåner danner, når de drysses ud nær en magnet. Men næsten ingen troede ham – måske lige med undtagelse af denne unge skotte ved navn Maxwell.

Ved første øjekast virkede de to mænd meget forskellige. I sine mange år med forskning havde Faraday samlet mere end tretusinde daterede forsøgsoptegnelser i sin notesbog, og hans eksperimenter var altid i gang tidligt om morgenen. Maxwell savnede derimod savnede enhver evne til at få en ordentlig start på dagen. Da han fik at



MICHAEL FARADAY
(1791 – 1867)

vide, at der var obligatorisk andagt kl. 6 om morgenen på Cambridge University, tog han ifølge historien en dyb indånding og sagde: "Jo, jeg tror, at jeg kan blive så længe oppe." Maxwell havde sikkert også den bedste hjerne blandt samtlige teoretiske fysikere fra det 19. århundrede, mens Faraday havde problemer med al konventionel matematik, der gik en smule videre end simpel addition og subtraktion.

Men på et dybere niveau var der nær kontakt. Selvom Maxwell var vokset op på et stort baroni i det landlige Skotland, havde kans slægtsnavn indtil for nylig blot været Clerk, og kun i kraft af hjælp fra mødrene side havde man kunnet påhæfte det fornemmere Maxwell. Da den unge James blev sendt på kostskole i Edingburgh, blev han mobbet af klassekammeraterne – storbybørn, kraftigere bygget og mere selvsikre – uge efter uge, år efter år. James udtrykte aldrig nogen vrede over det. Kun én gang sagde han stilfærdigt: "De forstod mig aldrig, men jeg forstod dem." Faraday slikkede også stadig sine sår efter sine oplevelser med Sir Humphry Davy i 1820'erne og plejede at falde tilbage i rolig, beskuende ensomhed næsten omgående, når han havde afsluttet en af sine aftener som den tilsyneladende sprudlende taler ved at af Royal Institutions offentlige foredrag.

Da den unge skotte og den ældre londoner korresponderede, og da de traf hinanden siden hen, kom de til at indgå i et fællesskab, de næsten ikke kunne del med nogen andre. For ud over de personlige berøringspunkter var Maxwell en så stor matematiker, at han var i stand til at se gennem den overfladiske enkelhed i Faradays skitser. De var ikke så barnagtige, som mindre begavede forskere anså dem for. ("Da jeg gik videre med studier af Faraday, indså jeg, at hans metode også var matematisk, om end ikke udtrykt i den konventionelle form af matematiske symboler.") Maxwell tog de grove skitser af usynlige kraftlinjer alvorligt. De to mænd var dybt religiøse og anerkendte begge muligheden af Guds tilstedeværelse i verden.

Allerede i sit gennembred i 1821 og i meget af sin efterfølgende forskning havde Faraday anvist måder, hvorpå elektricitet kan forvandles til magnetisme og omvendt. I slutningen af 1850'erne videreførte Maxwell denne idé til den første fulde forklaring af, hvad Galilei og Rømer aldrig havde forstået.

Hvad der skete inden i en lysstråle, begyndte Maxwell at indse, var blot en ny variation af dette skift frem og tilbage. Når en lysstråle begynder at bevæge sig, kan man tænke på, at der skabes en lille smule elektricitet, hvorefter denne elektricitet ved sin bevægelse fremad skaber en lille smule magnetisme. Når denne magnetisme følger trop, danner den ny elektricitet, og så fremdeles, ligesom et piskesmæld, der hvirvles af sted. Elektricitet og magnetisme fortsætter med at springe buk over hinanden i små, hurtige hop – en "gensidig omfavnelse" med Maxwells ord. Det lys, som Rømer havde set suse gennem solsystemet, og som Maxwell så blive reflekteret i Cambridges tårne, var kun en sekvens af disse hurtige bukkespring.

Det var et af højdepunkterne i det 19. århundredes videnskab. Maxwells ligninger, der opsummerer denne erkendelse, fik ry som et af de største teoretiske gennembrud nogensinde. Men Maxwell var aldrig helt tilfreds med det, han havde ydet. For hvordan kunne denne sært hoppende lysbølge sno sig vej fremad? Han vidste det ikke. Faraday vidste det ikke. Ingen kunne forklare det med sikkerhed.

Einsteins genistreg var at kikke nærmere på, hvad disse smuttende lysbølger betød, selvom han måtte gøre det stort set på egen hånd. Han havde selvsikkerheden hertil: Hans studentereksamen i Aarau havde været glimrende, og han var vokset op i en familie, hvor der var tradition for at betvivle autoriteterne. I 1890'erne, da Einstein var studerende, brugte man normalt Maxwells formler som grundlag for læren om elektromagnetisme. Men Einsteins hovedfagslærer på ETH i Zürich nægtede i sin afstandtagen til teoretisk fysik endda at undervise i Maxwells ligninger. Det var Einsteins skuffelse over at blive behandlet sådan, der fik ham til hånligt at tiltale denne professor som "Herr Weber" i stedet for det forventede "Herr Professor Weber" – en forsømmelse, som Weber hævnede ved at nægte at skrive en ordentlig anbefalingsskrivelse til Einstein, hvilket førte til hans år i isolation på patentkontoret. Når Einstein pjækkede for at gå på café i Zürich, var det tit med fremstillinger af Maxwells ligninger i hånden. Han begyndte at udforske de svingninger af lysbølgerne, som Maxwell havde opdaget. Hvis lyset var en bølge som enhver anden, spurgte Einstein, hvad sker der så, hvis man løber efter den? Kan man fange den?

Hvis man har prøvet at surfe, har man en vis forståelse af problemet. Når du først er kommet ud i vandet og prøver ikke at lade dem derinde på stranden se, hvor skrækslagen du er, bruser bølgerne forbi dig. Men når du så får taget dig sammen til at stå op på surfbrættet, kan du lade dig føre indad sammen med en mængde vand, der synes at stå stille omkring dig. Er du dristig - eller dumdristig – nok til at gøre det i den ekstreme surf ud for Hawaii, vil du se et ubrudt rør af vand, der synes at være i hvile omkring, over og ved siden af dig.

Først i 1905 dæmrede den fulde sammenhæng for Einstein. Lysbølger er anderledes end alt andet. En surfers vandbølge kan se ud til at stå helt stille, fordi alle delene i den indtager en bestemt, fast position i forhold til hinanden. Det er grunden til, at man kan se ud fra sit surfbræt og se et dække af vand over sig. Men sådan er lyset ikke. Lysbølger holder kun sig selv i gang derved, at en del bevæger sig fremad og derved fyrer op under den næste del. Den elektriske del af lysbølgen suser fremad, og det "presser" den magnetiske del ud. Men så skaber den nys frembragte magnetiske del et nyt brus af elektricitet, så det hele kan gentage sig selv. Så når man tror, at man farer så hurtigt af sted, at man er kørt op på siden af en lysstråle, skal man bare kikke ordentligt efter, for så vil man se, at uanset hvilken del man mente at være i nærheden af, er den ved at få skub i en ny del af lysstrålen, som så farer væk fra én.

At indhente en lysstråle og se den stå stille svarer til at sige: "Jeg vil gerne se et forrygende jonglørnummer, hvor boldene ikke bevæger sig." Det kan man ikke. Einstein konkluderede, at lys kun kan eksistere, når en lysbølge aktivt bevæger sig fremad. Det var en erkendelse, som havde ligget på lur i Maxwells værk i mere end fyrre år, men ingen havde tænkt på det.

Denne nye indsigt om lyset ændrede alt, for nu bliver lysets hastighed den fundamentale fartgrænse i vores univers; intet kan bevæge sig hurtigere.

Det er let at misforstå dette. Hvis man bevæger sig med 295.000 km/sek., kan man så ikke give ekstra gas og komme op på de 300.000 km/sek. Eller mere, så man overskrider lysets hastighed? Svaret er, at det kan man ikke, og det skyldes ikke en begrænsning ved den nuværende jordiske teknologi.

En god måde til at indse dette er at huske, at lys ikke bare er et tal, men en fysisk proces – og det er noget helt andet. Hvis jeg siger, at – 273 (minus 273) er det mindste eksisterende tal, kunne du med rette svare, at jeg tager fejl: at – 274 er mindre, og – 275 er endnu mindre, og det kan du fortsætte med i det uendelige. Men lad os nu antage, at det handler om temperaturer. Temperaturen af et stof er en aflæsning af, hvor meget dets smådele bevæger sig, og på et vist tidspunkt vil de helt holde op med at bevæge sig. Det sker ved omtrent – 273 grader Celsius, og det er grunden til, at – 273 grader kaldes det "absolutte nulpunkt", når man taler om temperatur. Rene tal kan måske nok få lavere værdier, men fysiske ting kan ikke: en mønt eller en snebold eller et bjerg kan ikke vibrere mindre end slet ikke at vibrere.

Sådan er det også med lys. De 300.000 km/sek., som Rømer målte for lyset på vej ned fra Jupiter, siger noget om, hvad lyset er. Det er en fysisk "ting". Lyset vil altid være en hurtig springen buk af elektricitet over magnetisme, og derpå af magnetisme over elektricitet, alt sammen bort fra eventuelle forfølgere, der prøver at komme op på siden af det. Det er grunden til, at dets fart er en øvre grænse.

Dette resultat er interessant nok, men en kyniker ville måske sige: Jamen, hvad så hvis der findes en definitiv fartgrænse? Hvordan vil det påvirke alle de faste legemer, som bevæger sig rundt inden for universet? Man kan naturligvis sætte skilte op overalt, men ligesom på motorvejen er dette jo ikke i sig selv nok til at sikre, at den pågældende maksimalhastighed ikke overskrides.

Eller er det? Det er på dette sted, at Einsteins argument omsider peger tilbage: Han viste, at lysets besynderlige egenskaber – at det ifølge sin egen natur snor sig væk fra én, så det sætter den definitive fartgrænse – giver anledning til en nær forbindelse mellem energi og masse.

\- - -

Når man skal sammenkæde to systemer, som har udviklet sig separat, vil der optræde en eller anden omsætningsfaktor. For at gå fra celsiusgrader til Fahrenheit ganger man celsiustallet med 9/5 og lægger 32 til. Går man fra centimeter til tommer, er der en anden regel: centimeter skal ganges med 0,3937.

Disse omregningsfaktorer er helt tilfældige, og det skyldes, at de skal forbinde målesystemer, som ingen forbindelse har. Tommerne stammer eksempelvis fra middelalderens England og var baseret på størrelsen af menneskets tommelfinger (deraf navnet). Tommelfingre er fortræffelige bærbare måleredskaber, eftersom selv de fattigste mennesker kunne forlade sig på at have dem med til marked. Metersystemet blev først indført flere hundrede år senere under Den franske Revolution, idet man her definerede en meter som en timilliontedel af afstanden fra ækvator til Nordpolen – målt via Paris. Det kan ikke indre, at de to systemer ikke passer sammen.

Gennem århundreder havde energi og masse også virket som helt separate ting. De udviklede sig uden kontakt. Energi blev opfattet som noget med hestekræfter eller kilowatt-timer. Masse blev målt i pund eller kilogram eller tons. Ingen tænkte på at sammenknytte enhederne. Ingen havde anet det samme som Einstein, nemlig at der kunne være en "naturlig" overførsel mellem energi og masse ... og at "c" fastlægger omregningsfaktoren mellem de to.

Einsteins arbejde ændrede de to separate visioner, som videnskaben havde overtaget fra det 19. århundredes bevarelseslove. Energi er ikke bevaret, og masse er ikke bevaret – men det betyder ikke, at der råder kaos. I stedet er der faktisk en dybere enhed, for der er et bindeled mellem, hvad der sker i energidomænet og i det heraf tilsyneladende uafhængige massedomæne. Den mængde masse, der vindes, vil altid blive opvejet af en dertil svarende tabt energimængde.

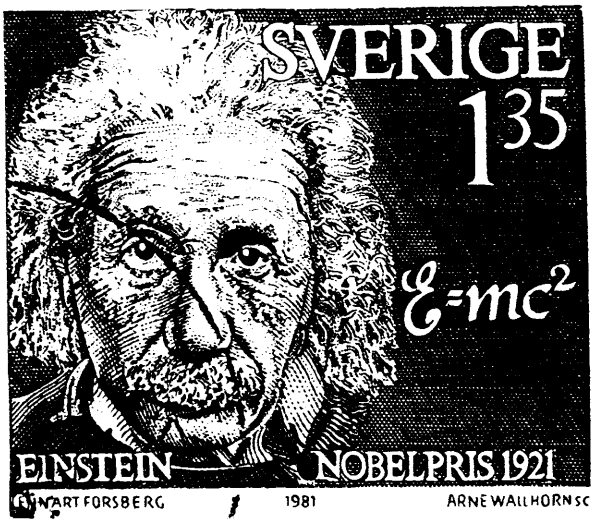
Lavoisier og Faraday havde kun set en del af sandheden. Energi står ikke alene, ej heller masse. Men summen af masse plus energi vil altid forblive konstant.

Her har vi omsider den endelige version af de separate bevarelseslove, som forskerne fra det 18. og 19. århundrede engang havde troet fuldstændige. Grunden til, at denne effekt var forblevet skjult i tiden før Einstein er, at lysets hastighed er så meget højere end dem, der optræder i de bevægelser, vi er vant til. Effekten er forsvindende ved gang eller løb, ja selv for lokomotiver eller jetfly, men den er der alligevel. Og

som vi skal se, er forbindelsen til stede overalt i vores normale verden: al energien ligger på spring inde i selv de mest almindelige stoffer.

At sammenknytte energi og masse via lysets hastighed var en fabelagtig bedrift, men der er endnu en detalje, vi må have klart for os. En berømt vittighedstegning viser Einstein ved en tavle, hvor han prøver den ene mulighed efter den anden: $E = mc¼$, $E = mc^2$, $E = mc^3$ ... Men det var nu ikke helt sådan, han bar sig ad, altså at han nåede frem til kvadreringen ved rent held.

Teksten bringes med tilladelse og stammer fra:
David Bodanis: *$E = mc^2$: En biografi om verdens mest berømte ligning*,
København 2003, 2. udgave, 1. oplag, s. 42-56.
På dansk ved Jan Teuber.



FORENINGEN

OLE RØMERS VENNER

HAR SOM FORMÅL

AT STØTTE UDFORSKNINGEN AF

OG KENDSKABET TIL

DANSK ASTRONOMIS HISTORIE

FORTRINSVIS

OLE RØMERS LIV OG GERNING

SOM MEDLEM KAN OPTAGES ENHVER INTERESSERET

HENVENDELSE TIL

FORENINGENS FORMAND

OLE HENNINGSEN

PRÆSTEHUSENE 67

2630 ALBERTSLUND

43 45 29 33

olehen@vejrmolle.dk

ISSN: 1604 - 9322