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

POPULÆR ASTRONOMI

AF

POUL HEEGAARD
DR. PHIL.



DET NORDISKE FORLAG
BOGFORLAGET: ERNST BOJESEN

ASTRONOMIENS OPRINDELSE OG VÆKST.



Sol- og Stjernedyrkelse. Retningerne af Ægyptens Templer. Ægypternes og Kaldæernes astronomiske Kundskaber. Astrologi. Opfattelsen af Verdensrummet gennem Tiderne,

Fra den mørke Nattehimmels Dybder sender Maanen og de funklende Stjerner deres Lys ned over Jorden. Hvilken Skønhed rummer ikke Nattens blege Maane, Stjernernes Vrimmel og Mælkevejens brede Stribe. Til Held for Menneskeslægten er Fiksstjernehimlens Pragt dog ikke det eneste Skue, som Himmelhvælvingen frembyder. Thi en evig Nat vilde hurtig brede Dødens Liglagen over Jorden. Til vor og hele Naturens Lykke bringer Morgenrøden Bud om, at Solen snart skal sprede Nattens Mørke og sende sine varmende Straaler ned over Jorden. Og hvilken Befrielse føler ikke hele Naturen, naar Solen selv til sidst viser sig!

Men gør Nattens Stjerner og Dagens Sol Indtrvk paa os moderne Nutidsmennesker, hvor meget større Indtryk maa de da ikke have gjort paa de fjerne Tiders Naturfolk. Hos disse blev Indtrykket saa stærkt, at det gav sig Udslag i Tilbedelse af de nævnte Himmellegemer, og særlig Soldyrkelsen havde stor Udbredelse.

Fig. 1 er en Gengivelse af et gammelt Kobberstik, der viser, hvorledes Indianerne i Florida i sin Tid fejrede Solgudens Fest. Disse Indianere troede, at det var Solen, der ved sin Magt holdt

alle Naturens Kræfter indenfor de rette Grænser. Men — saaledes fortalte deres Præster — engang var Solen blevet forsinket i sin Vandring og stod ikke op i rette Tid. Dette benyttede Havet sig af, steg over alle Bredder og oversvømmede hele Jorden. Kun Toppen af Solens hellige Bjærg, det vi ser gengivet paa Billedet, turde Havet ikke skylle hen over. Da Solen endelig naaede frem, tvang den atter Havet tilbage, og alt kom snart igen i den vante Orden. Men siden den Tid fejredes Solgudens Fest 4 Gange aarlig i den Hule, Naturen havde dannet øverst oppe i Bjærgets Top. I Loftet var der en stor Aabning, som var indfattet af en Murkrans, der kronede Bjærgets Top. Naar paa Festens Dag Solen ved Mid-

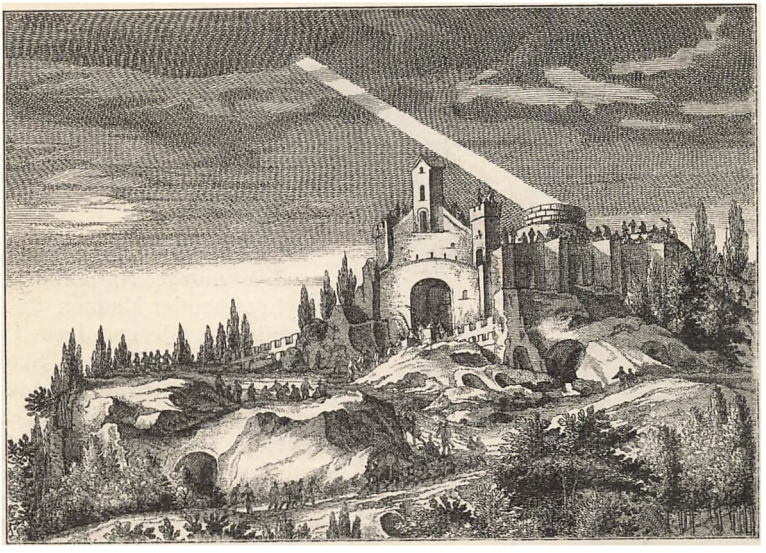


Fig. 1. Soldyrkelse i Florida.

dagstid kom saa højt paa Himlen, at dens Straaler kunde naa over Murkransen og ramme Altret i Hulens Indre, da brændte Præsterne derinde saa store Mængder Røgelse, at en tæt Sky steg op gennem Aabningen, og badet i Solens Straaler viste denne sig for det forsamlede Folk som en Glorie om Bjærgets Top. —

Overalt i de hedenske Kulturfolks ældste Historie ser vi Sporene af deres Sol- og Stjernedyrkelse.

Vi ser dem i den ældste indiske Litteratur fra det andet Aartusinde før Kristi Fødsel i Hymnerne til Solens Pris. Vi ser dem i Kinesernes hellige Bøger, der viser, hvorledes Astronomerne hos Kejseren, »Himlens Søn«, for Aartusinder siden fulgte Stjernernes Gang over Himlen. Og i Arkæologiens Vidunderlande, Ægypten og

Kaldæa, har de sidste Aars Forskning fremdraget Spor, der viser endnu længere tilbage end de før nævnte. Netop disse sidstnævnte Spor har særlig Interesse for vor Undersøgelse, da den moderne Astronomi kan føre sit Stamtræ helt tilbage til de Iagttagelser af Himmellegemerne, som i Embeds Medfør blev anstillet af kaldæiske og ægyptiske Præster i Tidernes Morgen.

Ægyptens imponerende Ruiner vidner paa mange Maader om de astronomiske Kundskaber, som deres Bygmestre for Aartusinder siden var i Besiddelse af.

De mægtige Pyramider i Nærheden af Oldtidsbyen Memfis i Nedreægypten ligger saaledes, at deres Sideflader nøjagtig vender mod de fire Verdenshjørner, Nord, Syd, Øst og Vest, og den store Sfinks stirrer mod det Sted i Synskredsen, i hvilket Solen gaar ned paa den Tid af Aaret, da Nat og Dag har nøjagtig samme Længde.

I Midten af det andet Aartusinde før Kristi Fødsel blev Teben i Øvreægypten Rigets Hovedstad, og den blev Midtpunktet for Solguden Amen-Ra's Dyrkelse. Talrige Tempelruiner fra den Tid viser, hvor dybt Tilbedelsen af Himmellegemerne var trængt ind i det religiøse Liv. I Byen Karnak ligger de mægtige Ruiner af de gamle Ægypteres vigtigste og største Tempel, som breder sig over et Fladerum, der er omtrent 3 Gange saa stort som det, paa hvilket den bekendte Køllnerdomkirke hviler. Det var helliget Solguden, og den vigtigste Højtidelighed, som Templets Præster fejrede, faldt paa den Dag, da Solens Magt var størst, og den ved Middagstid var højere paa Himlen end nogen Sinde ellers i Aarets Løb. Paa denne Dag i



Fig. 2. Ruiner af Soltemplet i Karnak i Øvreægypten med Udsigt til det Sted, hvor Solen paa Aarets længste Dag gaar ned.

Aaret gik Solen altid ned i det samme Punkt af Horisonten, og mod det var Templets Indgang rettet. Fig. 2 viser en Gengivelse af et Fotografi taget oppe fra Altrets Plads.

Naar de gamle ægyptiske Præster paa den store Festdag ved Solnedgang var forsamlede om Altret, kunde de se det første Glimt af Solen fra den lille Del af Horisonten, vi kan faa Øje paa mellem Indgangsdørens Piller. Indskrifterne paa Væggene i Templets Ruiner fortæller os, hvorledes Dagens sidste Sollys vældede ind gennem hele Templets Længde, frem mellem Søjlerækkerne, ind gennem Dørene, for til sidst i det allerhelligstes mystiske Dunkelhed at ramme Solgudens Statue og ligesom indgyde den Liv.

Man træffer ogsaa Templer, der er rettede mod de Steder i Horisonten, fra hvilke særlig mærkelige Stjerner staar op. Mange Indskrifter paa Tempelvæggene fortæller om, hvorledes »Tovspænderne« afsatte et nyt Tempels Grundplan. To Pæle blev rammet ned i Jorden i en saadan Stilling, at hvis man sigtede langs begge Pælene, da saa man netop ud mod det Punkt af Horisonten, fra hvilket Templets hellige Stjerne hævede sig. Mellem disse to Pæle blev der bag efter udspændt et Tov, og hele Grundplanen blev nu afmærket, saa at Tovet nøjagtig dannede dens Midterlinie. Snart lyder Indskriften saaledes: »Jeg fatter om Træpælen og Køllens Skaft, jeg udspænder Tovet sammen med Gudinden Safech, og mit Blik følger Stjernernes Løb«, snart fortæller den, hvorledes Tovspænderen »vender sit Blik mod den opgaaende Stjerne«.

I Vinteraftenerne ser vi her i Norden en klar, funklende Stjerne, der kaldes *Sirius*; den staar temmelig lavt over den sydlige Horisont. Denne Stjerne spillede i mange Aarhundreder en stor Rolle for de gamle Ægyptere. I Foraarstiden kunde de ikke se den paa Himlen paa nogen som helst Tid af Natten, men netop paa den Tid af Aaret, da den store Solfest, som før nævnt, skulde fejres, kunde den for første Gang ses paa Morgenhimlen kort før Solens Opgang. Sirius blev opfattet som Budbringeren for Solens Komme paa Festens Dag, og der blev bygget Templer, som var rettet nøjagtig mod det Punkt, i hvilket man første Gang kunde faa Øje paa den. Hathortemplet i Dendera ved Nilen lidt Nord for Theben var f. Eks. bygget paa denne Maade. En Indskrift derfra beskriver det højtidsfulde Øjeblik, da Sirius' Straaler første Gang i Aaret trængte op gennem Templet og kastede et svagt Lysskær over Billedstøtten paa Altret: »Himlens Herskerinde har betraadt sin Bolig og har forenet sig med sit guddommelige Billede. Fryderaab høres fra Edfu, under Jublen gaar Dansen i Dendera, og Lovsange stiger mod Himlen fra Portene i Memfis«.

Vest for Nilen, lige overfor Karnak, ligger Medinet-Habu. Den bekendte engelske Astronom *Lockyer* har henledet Opmærksomheden paa de mærkelige Retninger, som de tre Tempelruiner paa dette Sted har. Alle tre Templer peger omtrent mod Sydost, men ingen af dem nøjagtig i samme Retning. Det ældste peger mest mod Syd,

det yngste mest mod Øst. Det tredje Tempel, som altsaa er det mellemste baade i Alder og Retning, er bygget af Ramses den tredie omtrent Aar 1200 før Kristi Fødsel, og efter Lockyers Udregninger var det rettet mod Opgangsstedet for den klareste Stjerne i »Duen«, et Stjernebillede, der er usynligt i Norden. Men hvad er da Aarsagen til, at det ældre og yngre Tempel ikke har nøjagtig samme Retning? For at forstaa det maa man vide, at Stjernernes Op- og Nedgangssteder ganske langsomt forandrer sig i Aarhundredernes Løb. Dette Fænomen skal vi senere omtale indgaaende. Den første, der blev klar over dets sande Natur, var Oldtidens største Astronom, *Hipparк*, der levede i det andet Aarhundrede før Kristi Fødsel. Men mange Aarhundreder forinden har de ægyptiske Tempelbyggere kendt det. Det ældste Tempel var i den graa. Oldtid blevet bygget med Retning mod det Sted i Horisonten, fra hvilket »Duens« klareste Stjerne hævede sig; men paa Ramses den tredies Tid var Stjernens Opgangssted rykket saa langt til Siden, at det oprindelige Tempel ikke længere opfyldte sin Bestemmelse. Det blev da erstattet med et nyt, hvis Retning var ændret paa rette Maade, og et halvt Aartusinde senere maatte dette igen erstattes med et tredie Tempel.

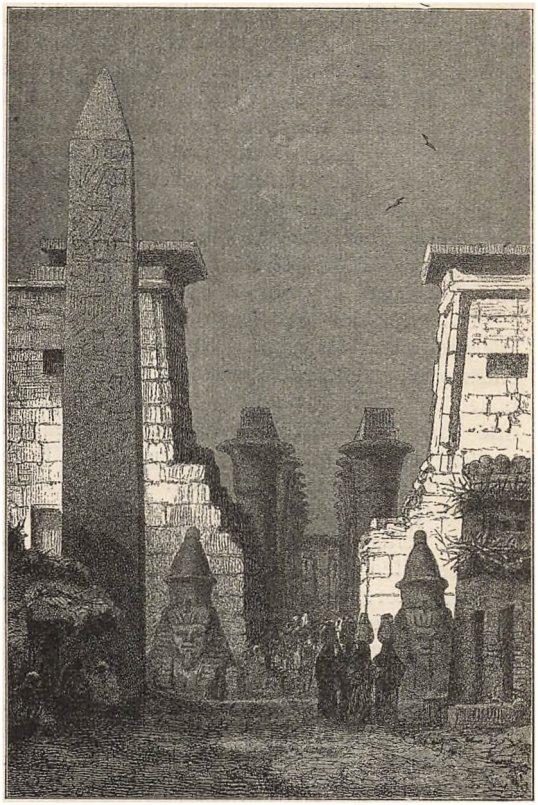


Fig. 3. Ruiner af Templet i Luxor Syd for Karnak. Indgangsportalen ligger skævt for Templets Søjlerække; om Betydningen heraf se Teksten.

Men ikke alle Vegne var Pladsen saa god, at et nyt Tempel kunde rejses ved Siden af det gamle. Lockyer fremdrager, hvorledes Længdeaksen i Templet i Luxor, Sydvest for Karnak, har 3 »Knæk«. Efterhaanden som Templet blev udvidet, gjort længere,

lagde man de ny Dele af Bygningen lidt til Siden for den oprindelige Længdeakse for at følge med Stjernens Opgangssted. Den Indgangsbygning, som man ser paa Fig. 3, danner det første Knæk, idet den ligger skævt for den Søjlerække, gennem hvilken man ser op til Altrets Plads, og det næste Knæk er ved Indgangen til den Forgaard, fra hvilken vort Billede er taget.

Saaledes blev de ægyptiske Præster ledede til at iagttage Stjernerne med større og større Opmærksomhed. Men det var ikke alene ved Nilen, at de religiøse Forestillinger var knyttede til Himmellegemerne. Ogsaa mod Nordost hos de beslægtede Folk i Kaldæa ved Eufrat og Tigris udviklede der sig af Religionen en begyndende Astronomi. Desværre blev de kaldæiske Templer byggede af Tegl, saa at de ikke har kunnet modstaa Tidens Tand saa godt som de ægyptiske. Men vi ved dog, at de bestod af firkantede Bygninger, der var stablede ovenpaa hinanden til pyramideformede Bjærge, der ragede højt op mod Himlen, og at Præsterne fra disse Bygningers Terrasser fulgte de funklende Stjerners Gang.

Hvilken Kundskabsmasse har nu den grundlæggende Stjernelære omfattet, som Ægypterne og Kaldæerne efterhaanden erhvervede sig?

Den har for det første omfattet et grundigt Kendskab til *Fiksstjernehimlens Udseende.* Stjernerne blev samlede i Grupper, *Stjernebilleder*, der dannede ejendommelige geometriske Figurer, og i Fantasien forestillede man sig disse som Genstande eller levende Væsener, ofte med Tankeforbindelser, der pegede hen paa Sammenhængen mellem Stjernehimlen og de religiøse Forestillinger. Som et Eksempel kan vi nævne, at det bekendte Stjernebillede, som i vore Dage kaldes »*Karlsvognen*«, af Ægypterne blev opfattet som Benet af den hellige Tyr. »Firkanten« dannede Benets tykke Del og »Vognstangen« den tynde Del.

Endvidere har denne Stjernelære omfattet en hel Del Kendskab til, hvad der angaar *Maanen*, *Solen* og *Planeterne*, til disse Himmellegemers *Bevægelser*, til Tidens Inddeling i *Maaneder* og *Aar*, og til *Sol- og Maaneformørkelser.*

De stjernekyndige Præster har lagt Mærke til, hvorledes *Maanen* først viser sig tæt ved Solen som *en smal Segl* og derpaa Døgn efter Døgn fjerner sig mere og mere fra den. Samtidig tiltager Maaneseglen i Bredde. Lysets Magter vinder mere og mere Sejr over Mørkets, og efter omtrent fjorten Døgns Forløb har Maaneskiven naaet sin fulde Størrelse, den viser sig *kredsrund.* Men nu vinder Mørket atter Sejr. Mere og mere æder det væk af Maanen, kortere og kortere bliver den Tid, som Maanen faar Lov at skinne i Nattens sidste Del, og naar de næste fjorten Døgn er gaaet, forsvinder Maanen helt. Mørkets Magter har dræbt den, men om et Par Døgn vil den atter genfødt vise sin smalle Segl paa Aftenhimlen kort efter Solnedgang.

Den Regelmæssighed, med hvilken Nymaane følger Nymaane, gjorde, at man snart valgte Tiden mellem to paa hinanden følgende

Nymaaner, det vil sige *Maaneden*, til Enhed for Maaling af længere Tidsrum.

Maaneskiven viste sig snart i et, snart i et andet Stjernebillede. Til sidst opdagede man, *at det altid er den samme Kreds af Stjernebilleder, Maanen gennemvandrer.* Stjernebillederne i denne Kreds fik til en Begyndelse andre Navne, end de nu har, men allerede adskillige Aarhundreder før Kristi Fødsel træffer vi den samme Inddeling, som i vore Dage, nemlig:

Vædderen, Tyren, Tvillingerne, Krebsen, Løven, Jomfruen, Vægten, Skorpionen, Skytten, Stenbukken, Vandmanden og Fiskene.

Denne Række Stjernebilleder fører det noget uheldige Navn »*Dyrekredsen*«. Fig. 4 viser en Afbildning af Dyrekredsen fra Templet i Dendera. Da den blev funden, vakte den stor Opsigt, eftersom man troede, at den var 12—16000 Aar gammel. Senere har det dog vist sig, at den ikke er ældre end omtrent fra Kleopatras Tid.

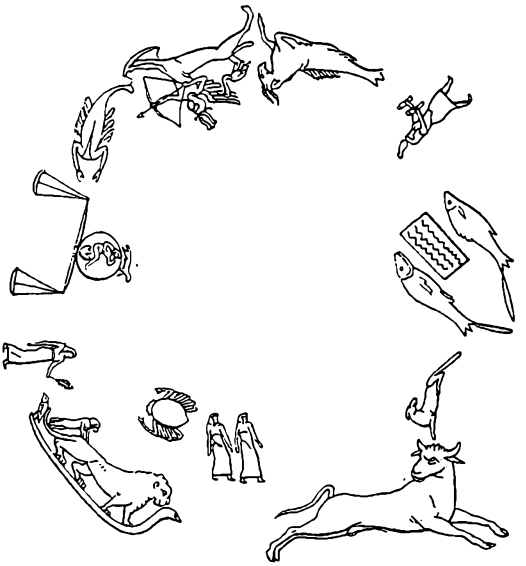


Fig. 4. Dyrekreds fra Templet i Dendera i Øvre-ægypten.

Præsterne har særlig haft Opmærksomheden henvendt paa alt, hvad der havde Sammenhæng med *Solens* Opgang og Nedgang. Thi Solgudens Fødsel og Død var for dem Døgnets vigtigste Begivenheder. De Stjerner, der stod op fra den østlige Horisont kort før Solen, og som skinnende i Morgenrøden varslede Solgudens snarlige Komme, fik en særlig religiøs Betydning. Men de fik ogsaa astronomisk Betydning, thi de gav Stødet til Kalenderens Ordning. Til en Begyndelse havde *Aaret* kun været bestemt ganske vagt ved Aarstidernes Veksel og ved alt, hvad der hang sammen dermed — Flodernes Stigen, Markernes Tilsaaning og Afgrødens Indhøstning; men nogen nøjagtig Bestemmelse af Aarets Længde kunde ikke faas paa denne Maade, thi snart indtraf disse forskellige Begivenheder lidt før, snart lidt senere. Men nu lagde Præsterne Mærke til, at *den opgaaende Sols Varselsstjerner skiftede med Aarstiderne.* Paa den Tid af Aaret, da f. Eks. Nilen begyndte at stige, var det Sirius, der i Morgenrøden varslede Solopgang, men

en Maaned senere stod Sirius ved Morgengry langt højere paa Himlen, og ny Stjerner var vokset frem fra den østlige Horisont. Maaned efter Maaned voksede ny Varselsstjerner frem, men til sidst, naar Aaret var omme, var Stjernebilledernes Række udtømt. Saa kunde man atter en Morgenstund før Solopgang faa Øje paa Sirius i Morgenrøden, og Aarets Kredsløb var begyndt paa ny.

Aar efter Aar voksede Stjernebilledernes Række frem fra Horisonten, og fra ethvert Stjernetempels Alter vogtede Præster paa det Tidspunkt, da Templets Stjerne første Gang i Aarets Løb viste sig i Morgenrøden. Og af de Optegnelser, der først blev gjort, blev den Slutning draget, *at Aaret indeholdt omtrent 365 Døgn.* Senere bestemte Ægypterne Aarets Længde til med større Nøjagtighed at være $365^1/_4$ Døgn, men da var det ægyptiske Kalendervæsen allerede ordnet med et Aar paa 365 Døgn, og med den stædige Vedhængen ved gamle Former, som var egen for Ægypterne, holdt de fast ved denne Ordning, saa længe deres Kultur bestod. Følgen heraf var, at den ægyptiske Kalender blev færdig med sit Kredsløb hurtigere, end Aarstiderne blev det med deres. Kalenderen blev som et Ur, der gik for stærkt. Men lad os erindre, at selv om et Ur gaar saa meget for stærkt, at det vinder 1 Time i hvert Døgn, saa vil der dog engang, hvert 12te Døgn, komme et Øjeblik, hvor Uret viser rigtigt. Paa samme Maade gik det med det ægyptiske Aar. Efter 1460 Aars Forløb faldt f. Eks. Solfesten for Aarets længste Dag igen paa den oprindelige Dato, men i de mellemliggende Aar gennemvandrede den alle Aarets øvrige Datoer.

Ægypterne kunde have raadet Bod paa den Forvirring, som et Aar paa 365 Døgn saaledes frembragte ved at indføje Skuddøgn paa passende Maade. Saaledes ordnede flere af de omboende Folkeslag allerede i Oldtiden deres Kalender. Men dette vilde Ægypterne ikke indlade sig paa. Hver ny Farao maatte højtidelig inden sin Regeringstiltrædelse tilsværge Præsterne, at han ikke vilde ændre noget i den fra Fortiden nedarvede Kalenderordning.

Denne Ordning gjorde det imidlertid vanskeligt for Folket at holde Rede paa Aarstidernes Beliggenhed i Kalenderaaret. Men Præstestandens Anseelse voksede ved den; thi for Præsterne, der fra deres Templer vogtede paa Stjernernes Gang, var det let at bestemme Aarstiden. —

Vi har allerede før omtalt den Række Stjernebilleder, som Maanen gennemvandrer. Denne Række, Dyrekredsen, vandt i Interesse ved de fortsatte astronomiske Opdagelser. Det viste sig nemlig, at det var denne samme Række Stjernebilleder, som i Aarets Løb voksede frem paa Morgenhimlen fra det Sted i Horisonten, fra hvilket Solen selv kort efter steg op. Og hvis man en Aften saa et af disse Stjernebilleder paa den vestlige Aftenhimmel efter Solnedgang, saa vilde man de følgende Aftner se det nærmere og nærmere det Sted, hvor Solen var gaaet ned, indtil Stjernebilledet til sidst helt forsvandt i Solens Straaler. *Saaledes opslugte Solen Aaret igennem alle Dyre-*

kredsens tolv Stjernebilleder; omtrent en Maaned holdt det hvert enkelt Billede skjult, men saa blev det atter synligt paa Morgenhimlen. —

Endnu fem mærkelige Himmellegemer kendte Ægypternes og Kaldæernes begyndende Stjernelære, nemlig *de fem Planeter.* De Navne, som disse har endnu den Dag i Dag — *Merkur, Venus, Mars, Jupiter og Saturn* — viser tilbage over den romerske Mytologi til Astronomiens religiøse Oprindelse.

For et flygtigt Øjekast ser Planeterne ud som almindelige klare Fiksstjerner, men iagttager man dem Nat efter Nat, ser man, at de hvileløse vandrer frem og tilbage mellem Fiksstjernerne. Ligesom Maanen, staar de altid i Dyrekredsens Stjernebilleder, men medens Maanens Bevægelser mellem Stjernerne altid foregaar i samme Ret-



Fig. 5. En Formørkelse efter gamle kinesiske Forestillinger.

ning, er Planeternes Bevægelse tilsyneladende meget lunefuld; snart flytter de sig i den ene, snart i den anden Retning.

Allerede Ægypterne og Kaldæerne søgte at faa Klarhed over *disse mærkelige Bevægelsesforhold hos Planeterne.* Men Opgaven oversteg langt deres Kræfter. Og siden har i flere Aartusinder denne Opgaves Løsning været det Maal, som Astronomien væsentlig sigtede mod. Lige til vor Tid har Undersøgelsen af Planetbevægelserne været den røde Traad, der gik gennem al Astronomi. Videnskaben gik i Arv fra Folk til Folk, fra Ægypterne og Kaldæerne til Grækerne, fra dem til Araberne og saa i Middelalderens sidste Del fra Araberne til Europas Lærde. Alle har de givet deres Bidrag til den endelige Sejr. Til sidst kronedes Anstrengelserne med Held, og Udbyttet svarede til den anvendte Flid. Thi Forstaaelsen af Pla-

neternes Bevægelse gav endelig den rette Opfattelse af Himmelbygningens Sammenhæng. —

Hvilken Rædsel maa ikke have grebet de fjerne Tiders Folkeslag, naar pludselig, uanet en mørk Skygge gled hen over Solens eller Maanens Skive og udslukte dens Lys?

Vilde det aldrig komme til at skinne mere? Havde Mørket for evige Tider vundet Sejr? Var det Begyndelsen til, at hele Himmelhvælvingen skulde styrte ned over Jorden? Kæmpende Hære lammedes af Skræk eller splittedes i vild Flugt. Men Gang efter Gang brød Solens og Maanens Lys atter frem, og Sindene beroligedes. Dog blev Erindringen om de rædselsfulde Øjeblikke tilbage.

Efter en almindelig udbredt Tro opstod Formørkelserne ved at et Uhyre, som opholdt sig i Himmelrummet, skjulte Solen eller Maanen. Fig. 5 viser, hvorledes Kineserne tænkte sig, at dette Uhyre saa ud. Paa ældgamle kaldæiske Stjernekort ses et slangelignende Uhyre, hvis Hoved og Hale er paa de to Steder af Himlen, hvor Formørkelserne plejede at indtræffe.

Ved første Øjekast syntes Formørkelserne at indtræde ganske lunefuldt og uberegneligt. Det var netop det mest skrækindjagende ved dem, at de kunde komme, naar man mindst var forberedt derpaa. Men allerede langt tilbage i Tiden havde de ægyptiske og kaldæiske Præster opdaget, at der trods denne tilsyneladende Lunefuldhed alligevel herskede en vis Regelmæssighed. Lange Rækker af optegnede Iagttagelser viste, at efter omtrent atten Aars Forløb eller nøjagtig efter at Maanens Ny var blevet tændt 223 Gange, saa gentog Maaneformørkelserne sig igen i samme Rækkefølge. For Solformørkelsernes Vedkommende var Forholdene ikke fuldt saa simple. Men ved Sammenligning mellem Solformørkelserne i mange paa hinanden følgende Perioder paa atten Aar blev der dog udfundet bestemte Tider, paa hvilke der var *Mulighed* for, at en Solformørkelse kunde indtræde.

Den samme Opdagelse var forøvrigt ogsaa blevet gjort i Kina for Aartusinder siden, og den er i Virkeligheden den ældste Astronomis største Triumf. Den gav de kyndige Evnen til at forudsige, naar der var Mulighed for, at Formørkelserne kunde indtræde. —

Saaledes var i Hovedsagen den Stofmasse, som de gamle Ægypteres og Kaldæeres Astronomi omfattede. Som sagt — de kendte Stjernebillederne og deres vekslende Stilling til Solen, Maanen og Planeterne, de kendte Maaneskivens regelmæssige Voksen og Aftagen og Formørkelsernes periodiske Tilbagevenden.

Den her beskrevne Astronomis Udspring var Stjernedyrkning, men efterhaanden som de astronomiske Kundskaber voksede, fik den et andet Præg. Den blev til *Stjernetydning* eller, som den senere kaldtes, *Astrologi*. Hos næsten alle de gamle Folkeslag, som Oldtidshistorien omtaler, har der paa en mærkelig ensartet Maade udviklet sig overtroiske Forestillinger om en mystisk Kraft, der skulde udgaa fra Himmellegemerne og give disse Indflydelse paa Menneskelivets Forløb.

I vore Dage er enhver næsten født med at vide, at al Spaadomskunst hviler paa Overtro, hvad enten Fremtiden læses i Haandens Furer, Himlens Stjerner, Drømmenes Varsler eller i Spillekort og Kaffegrums. Det vil derfor ikke være overflødigt at forklare, hvorledes Stjernetydningen i sin Tid har kunnet vinde saa stærk Udbredelse, at den lige fra Oldtiden til Begyndelsen af det syttende Aarhundrede har udgjort en betydningsfuld Del af Menneskets aandelige Eje.

Til en Begyndelse maa vi erindre, at *Solen* har en iøjnefaldende Indflydelse paa Jorden. Oldtidsfolkene saa, at i samme Følgeorden som Solen i Aarets Løb opslugte Dyrekredsens tolv Stjernebilleder eller Himmeltegn, i samme Følgeorden kommer de 12 Maaneder, hver med sit Særpræg i Overensstemmelse med Aarstidernes Veksel. Solens Indflydelse havde en ganske bestemt Karakter for hvert bestemt Himmeltegn, den skjulte i sine Straaler. Var det f. Eks. *Krebsens* Stjernebillede, som var skjult, saa vidste Ægypterne, at Nilens Oversvømmelse var ved at begynde, og ved Middagstid sendte Solen fra Himmelhvælvingens største Højder sin glødende Sommervarme ned over Jorden. Men naar et halvt Aar senere *Stenbukkens* Tegn var skjult, da var Solens Kraft svækket. Selv ved Middagstid stod den temmelig lavt paa Himlen og formaaede ikke at bekæmpe Vinterkulden. Solens Forening med visse Himmeltegn gav stormfuldt Vejr. Dens Forening med andre Himmeltegn gav Planteverdenen Liv. Frem af Jorden skød Frøkornets Spirer; Planter og Træer skød Knopper. Og efterhaanden som Himmeltegnene paa den beskrevne Maade det ene efter det andet forsvandt i Solens Straaler, udfoldedes

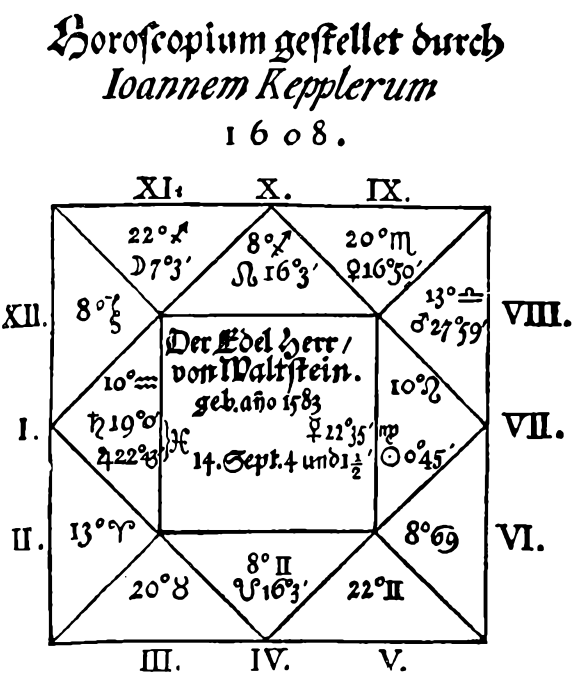


Fig. 6. Wallensteins Horoskop stillet af Johannes Keppler 1608.

i tilsvarende Rækkefølge Spirer og Knopper, Blomsterne satte Frugt, og alt modnedes til Høst.

Ogsaa *Maanen* havde en tydelig Indflydelse paa Jorden. Det var den, der frembragte Ebbe og Flod, Verdenshavenes mægtige Stigen og Falden.

Med disse Kendsgerninger som Udgangspunkter arbejdede Fantasien nu videre. Den astronomiske Viden var tilstrækkelig stor til at give Indbildningskraften Stof at arbejde med, men paa den anden Side altfor lille til at holde den indenfor de rette Grænser. Vi Nutidsmennesker bør dog ingenlunde se ned paa hin fjerne Tids astronomiske Fejlsyn. Den, der først kender det aandelige Arbejde, Menneskeheden maatte udføre, inden den kunde frigøre sig for det umiddelbare Sanseindtryks Bedrag, vil indse, at der maatte hengaa Aartusinder, inden Tanken formaaede at trænge til Bunds i Himmelhvælvingens Fænomener og forstaa, hvad der laa bag ved dem, kort sagt: inden Verdensrummets Gaade kunde løses. Forhaabentlig vil den senere følgende Fremstilling af denne Tankens Frigørelseskamp bibringe Læseren Agtelse for det Arbejde, Astronomien har udført gennem Tiderne, inden den naaede sin nuværende Kundskab.

Som sagt, Fortidens begrænsede Viden paa Astronomiens Omraade afgav en frugtbar Jordbund for fantastiske Forestillingers Vækst. Det syntes at være den Omstændighed, at *Solen* og *Maanen* var knyttet til Dyrekredsens Stjernebilleder, der gjorde, at de havde Indflydelse paa Jorden. Men *de fem Planeter* var ogsaa knyttet til Dyrekredsen; saa maatte de vel ligeledes have Indflydelse, selv om den ikke var saa iøjnefaldende som Solens og Maanens. Og hvorfor skulde Himmellegemernes Indflydelse kun strække sig til den døde Natur og Planteverdenen? Den naaede sikkert ogsaa Dyrenes og Menneskenes Legemer, ja selve Menneskenes Sjæleliv! Videre og videre spandt Tanken sin Traad. For at kunne aabne Fremtidens lukkede Bog gjaldt det blot om at faa to Hovedopgaver løst. For det første maatte man kunne *forudberegne Himmellegemernes Gang*, og for det andet maatte man udfinde, *hvilken Indflydelse Solen, Maanen og de fem Planeter havde, naar de indtog bestemte Pladser i Forhold til hverandre og til Dyrekredsens Himmellegn.* Hvis disse to Punkter kunde bringes i Orden, vilde man paa fuldstændig sikker og videnskabelig Maade kunne forudsige Himmellegemernes Indflydelse til et hvilket som helst Tidspunkt i Fremtiden.

Det vilde ikke være uden Interesse at følge, hvorledes Astrologien udviklede sig gennem Aarhundrederne, blandet med de mest forskelligartede Rester af østerlandsk Magi og tilpassende sig efter de forskellige Tidsalderes Tankegange. En saadan Astrologiens Historie vilde have sin store kulturhistoriske Interesse, den vilde vise, hvorledes Mennesketanken i sin Udvikling angribes af en Sygdom, og hvorledes den til sidst helbredes igen. Men desværre — denne Historie er ikke skrevet. Stoffet til den findes, men det ligger godt begravet i gamle Manuskripter spredt rundt omkring i Europas Bi-

blioteker. Her er ikke Stedet til at følge denne Udvikling i Enkelthederne. Vi skal ikke opholde os ved det Væv af Slutninger, forøvrigt vekslende med Tiderne, ved hvilket Astrologerne søgte at løse den sidstnævnte af de to Opgaver, den, at udfinde de syv Himmellegemers Indflydelse efter deres forskellige Stilling paa Himlen. Vi vil blot nævne et Par Ting, der kan tjene til at give en Forstaaelse af, hvorledes Stjernetydningen kunde blive af saa stor Betydning for Astronomiens Vækst i mere end to Tusind Aar.

Himmelhvælvingen blev delt i tolv lige store Dele, »Huse«, ved tolv Cirkelbuer, der løb fra Hvælvingens højeste Punkt ned til tolv Punkter, der var ligelig fordelt hele Horisonten rundt. Naar et Menneskes Fremtidsskæbne skulde bestemmes, da gjaldt det om at beregne, *hvorledes Solen, Maanen, Planeterne og Dyrekredsens Himmeltegn var fordelte i disse »Huse« i det paagældende Menneskes Fødselsøjeblik.* Fig. 6 viser, hvorledes Resultatet af Beregningerne blev indført paa det saakaldte *Horoskop.* Midterfeltet er omkranset af tolv Trekanter, der svarer til de tolv Huse. I det Horoskop, Tegningen gengiver, hentyder Tallene og Tegnene til Himmellegemernes Stilling i den tyske Feltherre Wallensteins Fødselsøjeblik. Romertallet I staar udenfor den Trekant, som svarer til Himmelhvælvingens østlige Hus. Den øverste Linie, der er skrevet inden i denne Trekant, indeholder det Tegn, som betyder Vandmanden, og Tallet foran giver Underretning om Himmeltegnets Stilling. De to næste Linier viser, at Planeterne Saturn og Jupiter begge staar i det østlige Hus. De følgende Huse indeholder de Tegn, der fremstiller Dyrekredsens andre Stjernebilleder. I det fjerde Hus, det nordligste, staar f. Eks. Tvillingernes Tegn, og i det tiende, det sydligste, Skyttens. I det syvende og det ellevte Hus staar Solens og Maanens Tegn. Af den Maade, paa hvilken Tegnene var fordelt i de forskellige Huse, sluttede Astrologerne saa efter bestemte Regler, hvad Fremtiden vilde bringe.

Som Regel blev Horoskopet først stillet længe efter Fødslen. Astrologerne maatte derfor nødvendigvis kunne regne ud, hvilken Stilling Himmellegemerne havde haft i ethvert opgivet Øjeblik. *Heri ligger Astrologiens store Betydning for Astronomiens Udvikling.* Som en Spore drev denne Trang til at kende Himmellegemernes Gang Stjernetyderne til at iagttage Himlens Fænomener med større og større Nøjagtighed, indtil den astronomiske Indsigt til sidst blev saa stor, at Astrologiens Uholdbarhed blev indlysende. Det skete sent, først i det syttende Aarhundrede, og da var den rene, videnskabelige Astronomis Betydning bleven saa stor, at den ikke længere behøvede Støtte af Fyrster, der vilde lære deres Fremtidsskæbne at kende.

Det Spørgsmaal paatrænger sig ganske naturlig, hvorledes en Lære, der i den Grad svæver i Luften som den astrologiske, har kunnet holde sig og nyde almindelig Tiltro gennem flere Aartusinder. Astrologien hviler paa den Forudsætning, at Stjernerne har Indflydelse paa jordiske Forhold. Er denne Forudsætning **gal,**

maa da ikke Lærens Uholdbarhed straks komme for Dagen derved, at Astrologernes Spaadomme som Regel ikke gaar i Opfyldelse? Og, omvendt: Naar Slægt efter Slægt giver Stjernetydningen sin Tiltro, maa den da ikke indeholde i alt Fald nogen Sandhed?

Ved første Øjekast ser det virkelig ud, som om Astrologiens høje Alder maatte tale til Gunst for dens Troværdighed. Men man maa huske, at det ikke lader sig gøre at overføre vor Tids Forhold paa Fortidens. Den almindelige Oplysning var ringe, og det samme gjaldt om Evnen til med Kritik at optage noget, der blev fremsat med Traditionens Vægt. Spaadommen var ofte holdt i vage Udtryk, og naar vi tager Hensyn til den faste Tro, med hvilken Folk afventede Spaadommenes Opfyldelse, er det let at forstaa, at Udtrykkene blev vendt og drejet, saa at de kom til at stemme saa godt som muligt med, hvad der virkelig skete. De ærlige blandt Astrologerne indrømmede, at de muligvis endnu ikke selv havde lært at læse Stjernernes Skrift med Sikkerhed, og Bedragerne, for hvem Stjernetydningen var god Forretning, slap fra deres forskellige Uheld med samme Behændighed som deres Kaldsfæller blandt Nutidens Aandemanere. Glippede alle andre Midler til at forklare, hvorfor en Spaadom ikke gik i Opfyldelse, saa henviste man til, at der var højere Kræfter, som kunde modvirke Stjernerne, hvis det var deres Vilje. Alt dette udviskede Sammenhængen mellem Spaadommen og dens Opfyldelse. De enkelte Spaadomme, som *tilfældigvis* slog til, fik et Ry, der bredte sig over Landene, mens de mange Hundreder eller Tusinder af mislykkede Spaadomme sank i Forglemmelse. Paa Aleksander den stores Tid, i det fjerde Aarhundrede før Kristi Fødsel, vakte Opfyldelsen af en af Kaldæeren Berosus' Spaadomme ifølge Sagnet saa stor Begejstring hos Grækerne, at Atenienserne oprejste ham en Statue med en gylden Tunge. Den Spaadom, Tyge Brahe udledede af den »ny Stjernes« Fremkomst i 1572, vakte Opsigt i det syttende Aarhundrede, fordi man bagefter mente, at den kunde passe til Gustav Adolfs Skæbne. Og endnu i Slutningen af det attende Aarhundrede blev det meget omtalt, at Kardinal Pierre d'Ailly midt i det fjortende Aarhundrede havde læst i Stjernerne, at der i Aaret 1789 vilde finde en blodig Kamp Sted mellem forskellige Religionspartier.

Saadanne Sammentræf virkede stærkt paa Indbildningskraften og bidrog til at fæstne og vedligeholde Overtroen. Først omkring Aaret 1600 begyndte Grunden at give efter. Mere og mere svandt Troen paa Stjernetydning, men endnu i Slutningen af det attende Aarhundrede maatte dog en fransk Forfatter skrive: »Skønt Astrologien er blevet grundig modbevist, lever den endnu, særlig i Italien.«

Tager man Hensyn til de dybe Rødder, som Astrologien havde slaaet, kan man næsten undre sig over, at den allerede i vore Dage praktisk talt er udryddet.

Hvad er det da, der i saa kort Tid har kunnet gøre det af med denne Arv fra den graa Oldtid? Astronomiens Historie giver Svaret

kort og klart. Det er: *Opdagelsen af Verdensbygningens sande Natur.*

Lad os i korte Træk gennemløbe den Række Forestillinger om Verdensbygningen, af hvilken vor Forestilling er fremgaaet.

ÆGYPTERNE.

Efter de gamle Ægypteres Mening var Verden en mægtig Sal, hvis Gulv dannedes af Jorden med sine Fastlande og Have. Naar Ægypterne mente, at Nilens Løb netop var i Jordens Midterlinie, besjæledes de af en lignende naiv Følelse, som den, der griber Kineseren, naar han kalder sit Land »Riget i Midten«. Efter de mytologiske Forestillinger havde Jorden, *Sibu*, og Himlen, *Nuit* eller *Nu-t*, oprindelig hvilet ved hinandens Side. Men Luftens eller Sollysets Guddom, *Shu*, havde løftet Nu, saa at hun bøjet over Jorden dannede Himmelhvælvingen. Det er denne billedlige Forestilling om Verdensbygningen, der har givet sig Udslag i den gamle Tegning, der er gengivet i Fig. 7.



Fig. 7. Den ægyptiske Mytologis symbolske Fremstilling af Verdensbygningen.

Tanken udvikledes nu videre. Himlen, der dannede Loftet i den mægtige Verdenssal, var af Staal. Snart tænkte man sig den flad, snart hvælvet. I de fire Hjørner hvilede den paa fire mægtige Piller, billedlig tænkte som Nuits Arme og Ben. Søjlerne var forbundne med hinanden ved uafbrudte Kæder af Bjærge. Ned fra Loftet hang talrige Lamper i mægtige Tove. Om Dagen, naar Solguden i sin Baad sejlede gennem Rummet, var Lamperne usynlige, men om Natten tændtes de i Mørket. Efter nogles Mening var det uendelige Rum opfyldt af en Vædske, af hvilken vor Verden var skabt. Himlen skærmede det Rum, vi levede i, for den overliggende uendelige Vædske — den dannede Skel mellem Vandene foroven og Vandene forneden.

KALDÆERNE.

Den Tanke at sammenligne Verden med en mægtig Sal, hvis Gulv er Jorden, og hvis Loft er Himlen, ligger saa nær, at det ikke er mærkeligt, at vi træffer den overalt, hvor Astronomien er paa sit Begyndelsestrin.

Efter den kaldæiske Opfattelse var Verden et lukket Værelse, der svævede i Ligevægt i de uendelige Vandes Skød. Jorden var af Form som en omvendt, mægtig Baad — som en af de runde, ballic-

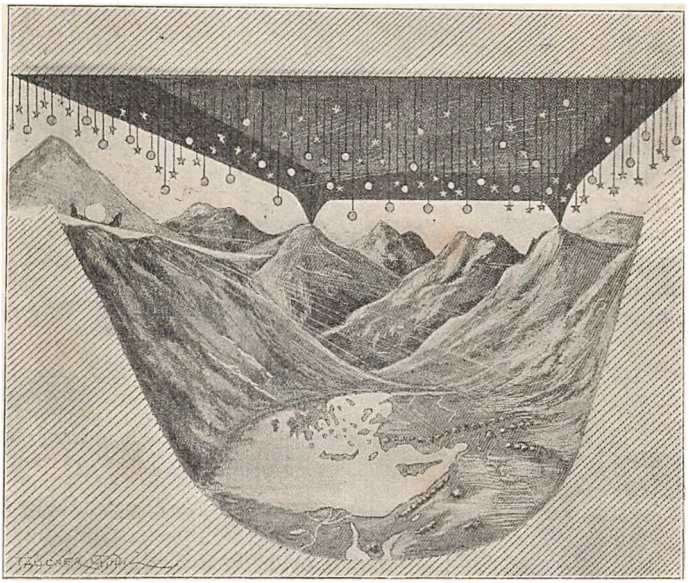


Fig. 8. Ægyptisk Forestilling om Verdensbygningen (efter Maspero).

formede Baade, der endnu den Dag i Dag ses paa Eufrat. Jordens opadvendte Side dannede et mægtigt Bjærg, der var delt i *syv* Terrasser, saa at det hele i Form mindede om de store kaldæiske Templer. I Syvtallet ser vi et af de ældste Spor af den Talmystik, der senere gennem Tiderne spillede en saa stor Rolle.

Fra Bjærgets øverste, snebedækkede Flade løb Eufrats Vande ned til Mesopotamiens Slette paa den lavere Terrasse.

Forneden krummede Jorden overalt udad og derpaa opad, saa at der fremkom et kredsrundt Bassin om Verdensbjærgets Fod. Ud i dette Bassin gød Floderne deres Vande. Det kredsformede Ocean, der opstod derved, var Menneskeverdenens Grænse. Over det kom intet levende Menneske uden højere Magters Tilladelse.

Udad til begrænsedes Oceanet af en tyk Ringmur, og paa den

hvilede Himmelkuplen i en dristig Bue. Mod Syd var Muren massiv, men mod Nord var der udhulet en Tunnel, der forbandt en Port i Muren mod Vest med en Port mod Øst. Om Morgenen gled en Baad med Solens glødende Ildskive ud af den østlige Port. Midt paa Dagen naaede Baaden op under Himmelkuplens største Højder, og derpaa dalede den atter ned, hen mod den vestlige Port, bag hvilken den forsvandt om Aftenen. I Nattens Løb gled Baaden saa gennem Tunnelen, saa at den atter næste Morgen kunde vise sig i Øst

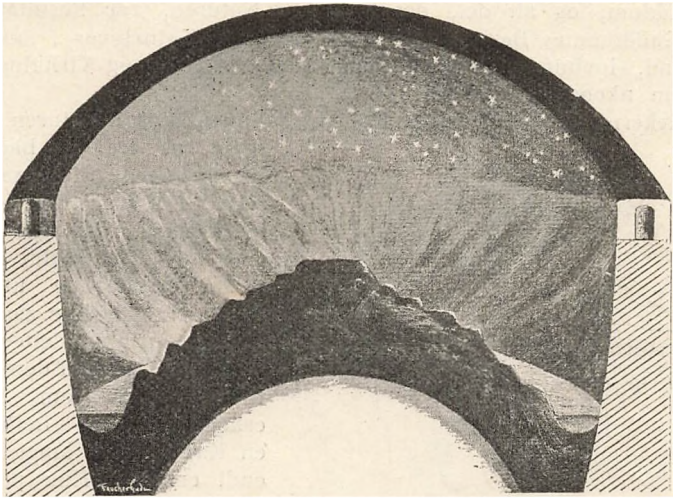


Fig. 9. Kaldæisk Forestilling om Verdensbygningen (efter Maspero).

GRÆKERNE.

Ved græske Lejetroppers Hjælp samlede *Psammetik* fra Sais i det syvende Aarhundrede før Kristi Fødsel Ægypten, der for en Tid havde været splittet i flere Kongeriger. Derved blev Ægypten aabnet for de driftige Grækere, der snart satte sig fast baade paa Kysten og inde i Landet. Gennem denne Berøring lærte Grækerne Ægypternes Naturbetragtning at kende. Mens den astronomiske Viden før havde været sluttet inde mellem Templernes Mure forbeholdt Præsternes Kaste, blev den nu alle tænkende Grækeres Fælleseje.

Ogsaa fra Babylon kom der Paavirkninger. Herodot, »Historieskrivningens Fader«, fortæller f. Eks., at baade Solskiverne og Timeinddeling var af kaldæisk Oprindelse.

Under disse Paavirkninger begyndte der at udfolde sig en stærk Interesse for Naturiagttagelse hos Grækerne, i Begyndelsen især i

de joniske Kolonier paa Lilleasiens Vestkyst, senere i »Storgrækenland«, det vil sige Syditalien, og saa i Athen i Grækenland selv.

Det varede ikke længe før Grækerne naaede langt videre end deres Læremestre. Ægypterne og Kaldæerne havde i deres Bevidsthed optaget et Billede af Naturen og dens Fænomener, saaledes som den umiddelbart viste sig for deres Sanser, men de havde ikke haft aandelig Kraft til at trænge frem mod en Forstaaelse af, hvad de saa. De blev staaende ved det overfladiske Indtryk, som de iklædte mytologisk Billedform. Hvert Naturfænomen fik en særlig Guddom, og alt det, der foregik i Naturen, var Resultatet af disse Guddommes Beslutninger eller Luner. »Naturlove« i moderne Forstand, lovbunden Sammenhæng mellem Aarsag og Virkning, var for dem ukendte Begreber.

Grækerne derimod søgte Enhed, Sammenhæng i Naturen. De søgte at trænge bag om Fænomenerne til Aarsagerne selv. Det var ikke nogen let Opgave, de her stod over for. Det gjaldt om at sammenknytte de utallige, enkelte Iagttagelser saaledes, at Naturens almindelige Love kunde uddrages af dem. Det var Kampen om Naturerkendelsen, de indledede, en Kamp, som langt fra er endt endnu. Kun paa enkelte Punkter af Kamplinien har vor Tidsalder kunnet udfægte de sidste Skærmydsler.

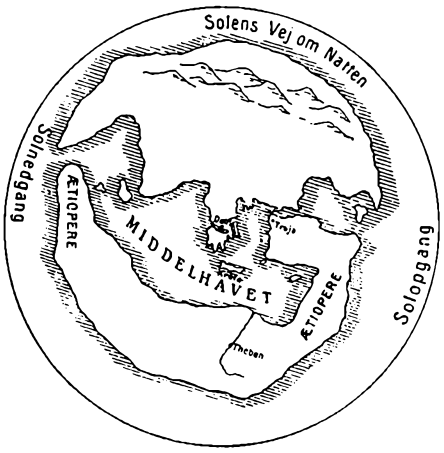


Fig. 10. Gammel græsk Forestilling om Jordskiven.

Vi, der har de mellemliggende to Aartusinders Erfaring at støtte os til, har forholdsvis let ved at se, at de første Naturfilosoffer ofte var paa Vildspor i Naturforskningens Urskov. Men vi kan ikke andet end beundre det friske Ungdomsmod, med hvilket den begyndende Naturfilosofi tog fat paa sin vanskelige Opgave,

Den første græske Forestilling om Verdensbygningen, saaledes som vi f. Eks. træffer den i de homeriske Digte, afviger i det væsentlige kun lidt fra den kaldæiske. Det er atter Forestillingen om det lukkede Væreise, vi har for os. *Geminus*, en astronomisk Forfatter omtrent fra vor Tidsregnings Begyndelse, skriver: »*Homer* og næsten alle de gamle Digtere forestiller sig Jorden som en *flad Skive*. Verdenshavet løber i en Ring uden om Landene og danner Synskredsen; Stjernerne dukker snart op af dette Verdenshav, og

snart atter ned i det. Deraf den Tro, at de mørke »Æthiopere«, som boede enten i Nærheden af Solens Opgangssted eller i Nærheden af dens Nedgangssted, fik deres Hud brændt«. Skivens Centrum, mente man, laa i Grækenland paa det Sted, hvor det berømte delfiske Orakel havde sit Tempel. Fig. 10 skal søge at anskueliggøre dette. I Midten ses Grækenland. Havet, der strækker sig hen over Skiven fra Vest mod Øst, er Middelhavet; de to Halvøer, der Vest for Grækenland strækker sig mod Syd, hentyder til et taaget Kendskab til Italien og Spanien. Øst for Grækenland ses Lilleasien og Nord derfor en Del af Sortehavet. Men saa kommer der et Punkt, hvor disse gamle Grækeres Geografi bliver højst mangelfuld. Thi helt mod Øst ser vi Sortehavet aabent, i Forbindelse med det ringformede Verdenshav ligesom Middelhavet mod Vest.

Man troede, at Solen efter at være gaaet ned i Vest i Løbet af Natten rejste norden om Landene tilbage til sit østlige Opgangssted og at mægtige Bjærge mod Nord skjulte dens Lys.

I Løbet af det sjette Aarhundrede før Kristi Fødsel undergik dette Billede væsentlige Ændringer.

For det første blev Himmelkuplen erstattet med en *Himmelkugle: Til Randen af Himlens synlige Halvkugle, der hvælver sig over vore Hoveder, føjedes i Tankerne en usynlig Halvkugle*, der som en mægtig Skaal hænger under Jorden. Den første, hos hvem Troen paa en saadan Himmelkugle tydelig kan paavises, er den joniske Filosof *Anaximander*, der (født omkring Aar 600 f. Kr.) levede i den betydelige Havnestad Milet paa Lilleasiens Vestkyst. Jorden tænkte han sig som en temmelig tyk, tamburinformet Skive, der svævede i Himmelkuglens Midte. Den faldt ikke til nogen af Siderne, »da der ikke var mere Grund til, at den skulde falde i en Retning end i en anden, eftersom Afstanden til Himmelkuglen var den samme i enhver Retning«.

Nu tænkte man sig, at Stjernerne sad fast paa Indersiden af denne Kugleskal, i hvis Midte Jorden svævede. Kugleskallen drejede sig uafbrudt rundt fra Øst mod Vest. Stadig ny Stjerner hævedes derved op fra den østlige Horisont, og uden at forstyrre de Figurer eller Stjernebilleder, som Stjernerne dannede indbyrdes, førte Himmelkuglen dem efterhaanden over mod den vestlige Horisont, ned bag denne og i en mægtig Bue under Jorden over til den østlige Horisont. Et simpelt Middel var fundet til at forstaa Stjernernes Bevægelse i Løbet af Natten.

Det næste væsentlige Fremskridt var, at Jorden blev opfattet som *en rund Kugle, der svæver frit i Rummet.* Denne Opdagelse er en af de vigtigste, som Astronomerne har gjort, og at den hører til en af de vanskeligste Opdagelser, ser vi bedst deraf, at mange Mennesker endnu den Dag i Dag i deres Hjertes Inderste tvivler om dens Rigtighed. De lærer ganske vist i Skolen, at Jorden har Kugleform, og for Husfredens Skyld tier de foreløbig stille, men Tvivlen bliver siddende. Vi betragter det som en af de vigtigste

Opgaver, der stilles en »populær Astronomi«, at fjerne denne Tvivl, men paa dette Sted tør vi ikke begynde derpaa, da denne Indledning ellers vilde svulme op til at indeholde en væsentlig Del af selve Astronomien. Her saavel som i den følgende Del af Indledningen maa vi indskrænke os til uden nærmere Begrundelse at fremstille de Hovedsynspunkter, der har været betegnende for de forskellige Udviklingstrin.

Hvem der egentlig først er faldet paa at tro, at Jorden har Kugleform, vides ikke med Sikkerhed. Sagnet fortæller, at Tanken skulde skrive sig fra selve *Pythagoras*, der i det sjette Aarhundrede før Kristi Fødsel havde grundet et religiøst politisk Samfund i Syditalien. For øvrigt havde Tanken i Begyndelsen kun til Støtte en Betragtning, der videnskabelig set var ganske værdiløs. Kuglefladen, hvis Runding overalt er den samme, var efter Pythagoræernes Mening den skønneste, mest fuldkomne af alle Flader, og derfor mente de, at Jorden sikkert maatte have Kugleform.

Saaledes havde Tanken faaet Liv. Havde den været usand, vilde den i Tidens Løb, som saa mange andre af Fantasiens vilde Skud, igen være blevet snittet bort, men da den rummede om ikke hele Sandheden saa dog en stor Del af den, styrkedes den kun i Kritikens Ildprøve. —

I de følgende to Aarhundreder blev *Athen* Brændpunktet for Grækernes aandelige Liv. En af de første Naturforskere, der ledede Kundskabsstrømmen dertil fra de græske Kolonier, var *Anaxagoras* fra Klazomene. Han kom til Athen, som ved Perikles kloge Politik netop dengang var i Færd med at naa sit Højdepunkt af Magt og aandelig Udvikling. I Athen færdedes Anaxagoras mellem Tidens ypperste Mænd og udbredte sine naturvidenskabelige Kundskaber. Han paaviste, at Maanen er en rund Klode, der i sig selv er mørk, men som tilbagekaster det Lys, som Solen sender gennem Verdensrummet mod dens Overflade. Han forklarede, hvorledes Maaneskivens Voksen og Aftagen ganske naturlig fremkommer derved, at Maanekloden paa Grund af sin foranderlige Stilling snart vender en større, snart en mindre Del af sin solbelyste Overflade mod Jorden. Og han forklarede, hvorledes Maaneformørkelserne fremkommer ved, at Maanen kommer ind i den mægtige Skygge, Jorden kaster ud i Verdensrummet, og hvorledes Solformørkelserne opstaar, ved at den mørke Maane som en uigennemsigtig Skærm glider hen mellem Jorden og Solen.

Disse Eksempler viser, hvilken Forskel der var mellem Grækernes til Bunden trængende Betragtning af Naturen og Kaldæernes eller Ægypternes overfladiske Syn.

Vi har tidligere omtalt den Rædsel, som Sol- og Maaneformørkelserne fremkaldte. De stod for Bevidstheden som synlige Tegn paa Gudernes Mishag, som Varsler om kommende Ulykker. Men Rædslen forsvandt, da man saa, at det hele var lige saa naturligt, som at det blev mørkt i et Værelse, naar Døre og Vinduer lukkedes

for Sollyset. Plutark fortæller i sin Beskrivelse af Perikles' Liv, hvorledes denne forstod at drage Nytte af den Kundskab, Anaxagoras havde givet ham. I Begyndelseu af den peloponnesiske Krig var Perikles engang i Færd med at indskibe sin Hær. Da begyndte Solen at formørkes. Som naturligt var, blev de atheniensiske Tropper grebne af bange Anelser, men det lykkedes virkelig Perikles at berolige dem ved blot at holde en Flig af sin Kappe hen foran Ansigtet af en af Søfolkene og forklare, at Formørkelsen ikke var

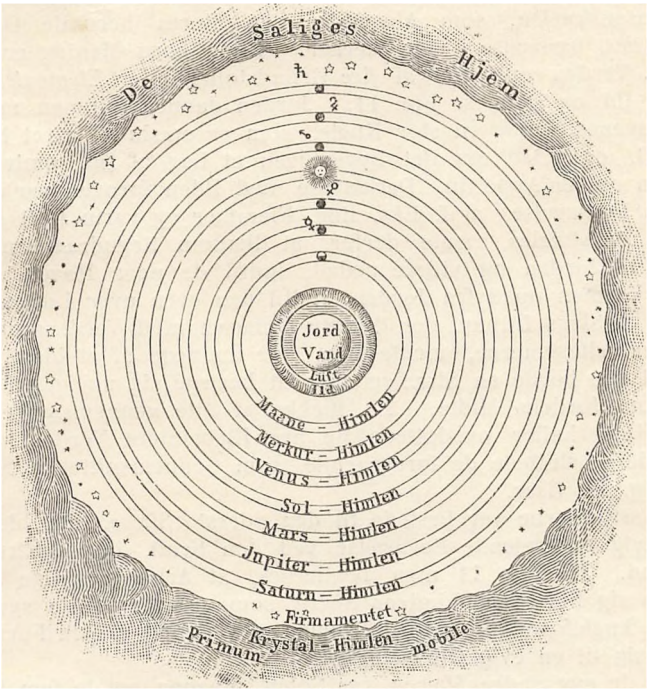


Fig. 11. Gennemsnit af den skolastiske Tids Billede af Verdensbygning, i det væsentlige stemmende med Aristoteles'.

mere Varsel om Ulykker end Kappen, der forhindrede Sømanden i at se.

Hele den radikale Forandring af Synsmaaden, som Anaxagoras kæmpede for, var for øvrigt i saa høj Grad i Strid med de nedarvede Forestillinger, at den ikke kunde andet end vække Modstand og Forargelse. Perikles' politiske Modstandere beskyldte Anaxagoras for at hylde Meninger, der maatte støde Folkets religiøse Følelser. Anaxagoras vilde bortforklare Varsler. Han mente, at Solen var en glødende Stenmasse, som var større end hele den peloponnesiske Halvø, en Forestilling, der ikke kunde passe sammen med Folkets

Tro paa, at Solen var en Gud, der i sin Vogn kørte over Himlen fra Øst til Vest. Endelig vilde Anaxagoras forklare Naturens Fænomener som en Følge af mekanisk virkende Naturkræfter i Stedet for at tro, at de fremkommer ved Gudernes stadige Indgriben. Anaxagoras blev den videnskabelige Sandhedssøgens første Martyr. Han blev kastet i Fængsel og undgik kun ved Perikles' Beskyttelse den Skæbne, som Fanatismen en Menneskealder senere beredte Sokrates: Døden ved Giftbægeret.

Den atheniensiske Naturfilosofi fik sin foreløbige Afslutning i den Verdensanskuelse, som Alexander den Stores berømte Opdrager, *Aristoteles*, fremsatte i sine Værker. Efter hans Mening er Menneskenes Verden opbygget af *fire* Grundstoffer eller *Elementer*, Jord, Vand, Ild og Luft, se Fig. 11. Jorden danner sammen med Verdenshavenes Vande en stor Kugle, som er omsluttet af et højt Lag af Luft, og uden om det ligger igen et Lag af Ild, omtrent som Skallen om en Appelsin. Denne Ide med Ilden foroven var opstaaet af den Iagttagelse, at f. Eks. Røg, Flammer og varm Luft søger til Vejrs. Aristoteles mente derfor, at ligesom Regndraaberne søger nedad til Jorden og videre nedad, indtil de naar Havet, saaledes stiger Varmen opad fra Jorden, indtil den oven over Luften samler sig til et Slags Ildhav, der danner Grænsen mod Verdensrummet.

Himmellegemerne, mente han, var dannede af et idealt Stof, i hvilket der bode en Stræben efter at bevæge sig nøjagtig i Cirkler uden om Jordens Midte. En Række af otte gennemsigtige *Sfærer* eller Kugleskaller omsluttede de fire Elementers Verden. Enhver følgende omsluttede de foregaaende, som Gennemsnittet af Sfærerne paa Fig. 11 viser.

Fiksstjernerne var fæstede til den yderste Sfære, der blev holdt i en evig omdrejende Bevægelse ved den Kraft, der udstrømmede fra Gud. Til Fig. 11 maa bemærkes, at Aristoteles lige saa vel tænkte sig Fiksstjernehimlens Sfære som enhver af de syv andre Sfærer kugleformig — »fordi Kuglen paa Grund af sin Form bedst egner sig til en evig Omdrejning«.

Til de syv andre Sfærer var Solen, Maanen og de fem Planeter fæstede, men den Rækkefølge, i hvilken Aristoteles tænkte sig dem ordnede, er lidt forskellig fra den, Fig. 11 viser. Inderst tænkte han sig ganske vist Maanen, men Solens og Merkurs Pladser var ombyttede. Den Orden, Billedet viser, skriver sig fra Kaldæerne og blev senere i lange Tider eneherskende.

Til hvilken Viden støttede man sig overhovedet, *naar man ordnede de syv omtalte Himmellegemer i en bestemt Rækkefølge*, hvad enten man nu valgte den ene eller den anden?

Var det Kendskab til Himmellegemernes virkelige Afstande? Ingenlunde! Den Opgave at maale disse Afstande laa langt over Tidens Kræfter. Man støttede sig til den Kendsgerning, at Solen, Maanen og de fem Planeter gennemløber Dyrekredsens Stjernebilleder med forskellig Fart, og man gik saa uden videre ud fra, at jo lang-

sommere Fart en Vandrestjerne havde, desto længere borte fra Jorden var den. Helt urimelig er en saadan Forudsætning ikke, men til et videnskabeligt sikkert Resultat kan den aldrig føre.

Saturn, saa man, var hele 30 Aar om at komme Himlen rundt langs Dyrekredsens Stjernebilleder, mens Maanen tilendebragte samme Vandring i lidt over 27 Døgn. Jupiter brugte 12 Aar og Mars omtrent 2 Aar. Solen skjulte, som vi før har omtalt, ethvert af de tolv Himmeltegn en Maaned ad Gangen. En Maaned stod den i et Tegn, den næste Maaned i det næste, og saaledes vandrer ogsaa den gennem Dyrekredsen. Vandringen fuldendes i et Aar, og samme Tid bruger ogsaa Merkur og Venus i Gennemsnit. Resultatet blev da, at man tænkte sig Saturn fjernest, saa Jupiter og derpaa Mars. Med Hensyn til Ordenen af Merkur, Venus og Solen kunde man være i Tvivl, men Maanen maatte man tænke sig nærmest ved Jorden. Naar vi senere i Fremstillingen lærer de virkelige Forhold at kende, vil vi se, hvorledes disse Meninger paa flere Punkter var rigtige, paa andre helt fejlagtige. —

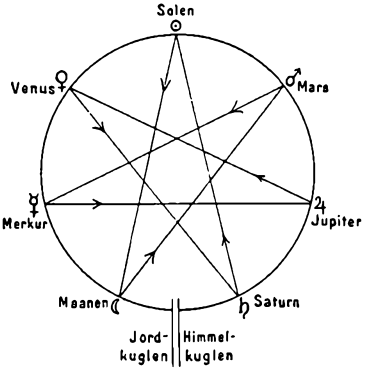


Fig. 12. Til Forstaaelse af den Oprindelse, Ugedagenes Navne har.

Den Orden, i hvilken Kaldæerne troede, at Planeterne fulgte efter hverandre, var altsaa (se Fig. 12), idet vi begynder med den yderste:

Saturn, Jupiter, Mars, Solen, Merkur, Venus, Maanen.

Denne Rækkefølge har sat Spor, som har holdt sig lige til vore Dage — nemlig i *Ugedagenes Navne.* En af Oldtidens Historieskrivere, Dio Cassius, fortæller, hvorledes de stjernekyndige benyttede de syv Vandrestjerners Navne til at opkalde Dagene. For at forstaa deres Fremgangsmaade behøver vi blot at betragte Fig. 12. Syv Punkter er fordelt ligelig rundt langs Cirklen. Ved Punktet nederst til højre staar det Mærke, som tilhører Planeten Saturn, den fjerneste Planet. Hvis vi nu følger Cirklen i modsat Retning af den, i hvilken Viserne paa et Ur gaar, saa træffer vi ved de øvrige Punkter de andre Vandrestjerners Tegn netop i den Orden, i hvilken Kaldæerne, som ovenfor nævnt, troede at de kom. Nu mente Astrologerne, at enhver af Døgnets Timer var under Indflydelse af sin særlige Vandrestjerne. De mente, at naar Saturns Time var udløbet, kom Jupiter til Magten, efter den Mars, og saa fremdeles Kredsen rundt; efter Maanen atter Saturn o. s. v. Den Skik blev saa indført, *at hvert Døgn fik Navn efter den Stjerne, der herskede i Døgnets første Time.* Lad os ved Hjælp af Fig. 12 prøve at udfinde, *hvilket Døgn, der følger Solens Døgn.* Naar Solen

hersker i den første Time, saa viser Figuren os, at Venus hersker i den anden, Merkur i den tredie, og ved stadig at tælle efter paa Tegningen ser vi, at Solen atter hersker i den ottende, femtende og toogtyvende Time. I den treogtyvende hersker altsaa Venus, og i Døgnets fireogtyvende eller sidste Time Merkur. *I det næste Døgns første Time hersker altsaa Maanen*, og da Solens Døgn saaledes efterfølges af Maanens, har vi paa Fig. 12 forbundet Solens og Maanens Tegn med en ret Linie, paa hvilken en Pil viser fra Sol til Maane. Paa samme Maade finder vi, at Maanens Døgn efterfølges af Mars' Døgn, og saa fremdeles. Rækkefølgen faar vi ved at følge Pilene paa de Linier, som danner den regelmæssige Syvstjerne, der ses i Cirklen paa Fig. 12. Skriver vi Navnene op i den Orden, i hvilken vi møder dem, faar vi følgende Liste:

Solen, Maanen, Mars, Merkur, Jupiter, Venus, Saturn.

Grækerne benyttede ikke Ugeinddelingen. Fra Jøderne kom den med Kristendommen til Romerriget og blev indført i det borgerlige Liv under Konstantin den Store. Paa Latin blev Dagenes Navne: *dies Solis, dies Lunæ, dies Martis, dies Mercurii, dies Jovis, dies Veneris og dies Saturni. dies* betyder Dag, og de Ord, der følger efter, er de latinske Betegnelser for Planeterne. En meget stor Del af de nuværende evropæiske Sprog sender Rødder tilbage til Latinen, saa at det ikke er mærkeligt, at vi rundt omkring i disse Sprog træffer Rester af Planetbetegnelserne. *Søndag* f. Eks. kommer af det oldnordiske sunnudagr, der igen er afledet af det oldnordiske Ord for Sol, sunna. Paa lignende Maade er den tyske Betegnelse *Sonntag* og den engelske *sunday* opstaaede af Betegnelserne for »Solens Dag«. Paa Fransk har derimod en senere Tids Tankegang faaet Bugt med den gamle kaldæiske; Søndag hedder nemlig *dimanche*, hvilket kommer af dies dominica, det vil sige Herrens Dag. Lad os engang forsøge at sammenligne de øvrige Ugedages Navne med den kaldæiske Række. *Mandag* kommer af oldnordisk mánadagr, Maanens Dag. *Tirsdag* kommer af týsdagr eller týrsdagr; Planeten Mars er opkaldt efter den romerske Kampgud, og de gamle germanske Folk har derfor erstattet hans Navn med Navnet paa deres egen Kampgud. Her i Norden var det Týr. Mange Stednavne skriver sig for øvrigt fra samme Kilde, f. Eks. Tissø og Tisvilde (sandsynligvis Tyrsvæld). *Onsdag* betyder, ligesom det engelske *wednesday*, Odinsdag; Tyskerne kalder Dagen *Mittwoch*, det vil sige Ugens Midte. Da Mytologierne som Regel fortæller, at Odin er den øverste af Guderne, og i det hele sidestiller ham med Romernes øverste Gud, Jupiter, ser det til en Begyndelse mærkeligt ud, at Onsdag svarer til Merkursdag. Forklaringen ligger sandsynligvis i, at Tordenguden Thor i Virkeligheden har haft en større Betydning, end man en Tid har troet, saa at de gamle Germaner har sidestillet Thor med Jupiter og »Sjælehenteren« Odin med Gudernes Sendebud Merkur. I hvert Fald svarer Onsdag til »Merkurs Dag« og *Torsdag* til »Jupiters Dag«. *Fredag* kommer af Frejas Dag; her

sidestilles Freja med Kærlighedens Gudinde Venus. *Lørdag* er en Sammentrækning af løghærdagh, hvor løgh er det oldnordiske laug, det vil sige Bad, Vask. Her er altsaa ingen Forbindelse med Saturn. Det praktiske Liv har krævet sin Ret; Lørdag er »Vaskedag«. Baade det tyske *Samstag* og det franske *samedie* er afledet af Ordet Sabbat, Jødernes Hviledag.

Det var for øvrigt ikke alene mod Vest til Rom og derfra til det moderne Europa, at Ugedagenes Navne vandrede. De fandt ogsaa Vej til Indernes gamle Sprog Sanskrit og derfra til de moderne indiske Sprog. Paa Sanskrit hedder f. Eks. Søndag ravi-vāra, det vil sige Solens Dag, Mandag soma-vāra, Maanens Dag, o. s. v.

Saaledes har Kældæernes gamle Planetrække, iført de skiftende Mytologiers Klædebon, bredt sig over en stor Del af Jorden og holdt sig lige til vore Dage som et Minde om den ældste Astronomi. —

Vi vender tilbage til det aristoteliske Verdenssystem. Vi har set, hvorledes man søgte at gætte, i hvilken Orden Vandrestjernernes Sfærer fulgte hverandre. Som et Eksempel paa, hvor let Tanken yderligere kom paa Vildspor i hine Tider, da Naturvidenskaben endnu var i sin Barndom, skal vi nævne Pythagoræernes Tro paa en »*Sfærernes Harmoni*«. De pythagoræiske Filosoffer var saa overvældede af den Regelmæssighed og lovbundne Orden, som deres Blik opdagede i Verdensbygningen, at de til sidst fattede en overdreven Tro paa dennes ideale Fuldkommenhed. Vi har allerede omtalt, hvorledes de mente, at Jorden maatte være en *fuldkommen* Kugle. I *Tonelæren* opdagede de mærkelige, regelmæssige Tallove. Naar en udspændt Streng giver en Tone, vil f. Eks. en Streng med samme Spænding og nøjagtig den halve Længde klinge med *Oktaven* til den første Strengs Tone. Og de Længder, som Strengen skulde have for at give andre Toner, der klang godt sammen med den oprindelige, stod ogsaa i ganske simple Forhold til den første Længde. Med et dristigt Tankespring sluttede Pythagoræerne nu, at Himmellegemerne ved deres Omdrejning frembragte Toner, og at disse Toner stod i harmonisk velklingende Forhold til hverandre. Naar vi Mennesker ikke hørte denne Himmelsfærernes Akkord, var det fordi Tonerne havde lydt for vore Øren lige fra Fødslen, saa at vor Opfattelsesevne til sidst var blevet sløvet for den.

Denne »Sfærernes Harmoni« fristede imidlertid en Del Astronomer til Spekulationer, der svævede fuldstændig i Luften. De søgte nemlig at sætte Vandrestjernernes Afstande, altsaa Himmelsfærernes Størrelsesforhold, i Forbindelse med Længderne af de Strenge, som gav Toner i musikalsk Rækkefølge. —

Vi ser, hvilket Vildnis Tanken har maattet arbejde sig ud af, før den sande Astronomi kunde se Dagens Lys. Allerede Grækernes Tanke havde dog Kraft nok til at frigøre sig og arbejde hen mod en rigtig Forstaaelse af Himlens Fænomener. Alexander den Stores

mægtige Krigstog havde udvidet Grækernes aandelige Synskreds, havde beriget deres Erfaringer og faaet deres Tænkning til at indgaa en nøjere Forbindelse med den gamle østerlandske Kultur. Den aandelige Gæring, der var en Følge heraf, blev yderligere støttet af den Interesse, forskellige Fyrstehoffer i den følgende Tid nærede for Videnskaben og dens Dyrkere. Af særlig Betydning blev den alexandrinske Videnskabelighed, der blomstrede frem ved Ptolemæernes Hof i det nyanlagte *Alexandria*. Til den Bolig, der var indrettet for Videnskabsmændene, var knyttet et mægtigt Bibliotek, store videnskabelige Samlinger og et Observatorium, udrustet med alle Datidens astronomiske Instrumenter. Her i Alexandria kom Astronomiens Udvikling i det gunstigste Spor.

De sidste Aarhundreder før Kristi Fødsel naaede Oldtidsastronomien sit Højdepunkt, og det er interessant at se, hvorledes de overtroiske Forestillinger viger for den stigende Forstaaelse. Den tidligere nævnte Forfatter *Geminus* helliger et helt Kapitel af sin Astronomi til Gendrivelse af de kaldæiske Vejrspaamænds Lære. Han begynder med at tage Afstand fra den Tro, at Kraften, der styrer Aarstidernes Veksel, udgaar fra Dyrekredsens Stjernebilleder eller fra enkelte Fiksstjerner. Han skriver: »Hvad Læren om Vejrspaadomme angaar, hersker der hos Lægfolk den fuldstændig forkastelige Overtro, at Forandringerne i Luften skyldes, at bestemte Fiksstjerner staar i Horisonten samtidig med Solen«. Han forklarer, hvorledes denne falske Tro er opstaaet paa en Tid, da Astronomerne endnu ingen regelmæssig Kalender havde at henvise til. Naar de vilde optegne deres Iagttagelser af Vejrligets Karakter paa de forskellige Tider af Aaret eller noget, der for øvrigt hang sammen med Aarstidernes Veksel, havde de ingen Dato at henføre Iagttagelserne til, men i Stedet derfor optegnede de, hvilken Stjerne, de om Morgenen havde set varsle Solopgang fra Horisonten. Ægyptiske Præster havde f. Eks. optegnet, at Sommerens største Varme begyndte at føles, naar Sirius viste sig over Horisonten kort før Solopgang. Den gamle græske Digter Hesiod, der levede i det niende Aarhundrede før Kristus, kender ikke noget til at angive Tiden i Aaret ved Maaneder, men raader Bonden til at høste sit Korn, naar Stjernebilledet Plejaderne, »Syvstjernen«, viser sig paa Morgenhimlen, og at pløje, naar det er lige ved at forsvinde fra Aftenhimlen. Stjernen Arkturus, siger han, varsler fra Morgenhimlen Foraarets Komme. Efterhaanden misforstod man Sammenhængen og troede, at det var *selve de opgaaende eller nedgaaende Stjerner*, der var Aarsag til Vejrligets Ændringer, Sirius f. Eks. til den stærke Sommervarme. Geminus sammenligner træffende denne Fejltagelse med den, som et Menneske vilde gøre sig skyldig i, naar han troede, at Krigsbavnerne, hvis flammende Luer samlede Soldaterne, var selve Aarsagen til Krigen.

Trods vor Tids videnskabelige Meteorologi trives endnu i vore Dage Vejrprofetiernes sidste Aflæggere. Tilhængerne af de fra Avi-

serne saa godt kendte Falbske Vejrspaadomme burde blandt andet indprente sig følgende næsten to Tusind Aar gamle Ytring af Geminus: »Den samme Vejrkalender kan ikke gælde lige godt for Rom, Pontos, Rhodos og Alexandria«. —

MIDDELALDEREN.

Der vil senere blive Lejlighed til i Enkelthederne at komme tilbage til de astronomiske Opdagelser, der skriver sig fra Astronomiens alexandrinske Tidsalder. Paa dette Sted maa vor Fremstilling ile videre og kun berøre det mærkelige Fænomen i

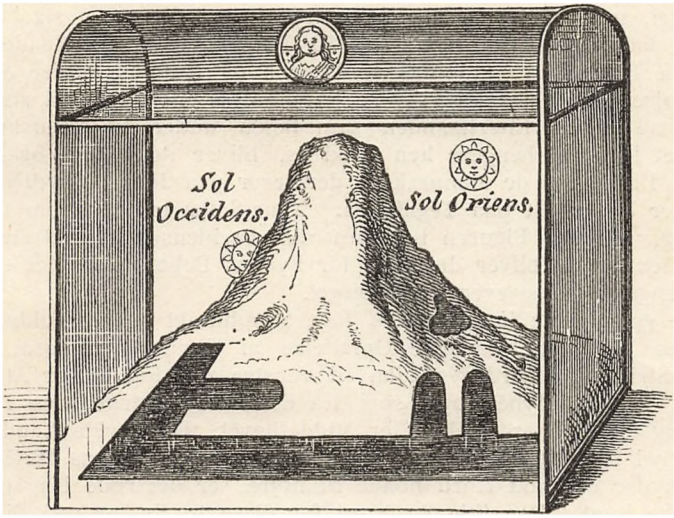


Fig 13. Kosmas' Forestilling om Verdensbygningen (efter Montfaucon).

Videnskabernes Udviklingshistorie, som det følgende halvandet Aartusinde frembyder.

Lidt før vor Tidsregnings Begyndelse, da Romerriget tilkæmpede sig sin Magtstilling, sporer man en tydelig Formindskelse af Tankens Kraft, og de følgende Aarhundreder viser en stadig stærkere og stærkere Tilbagegang. Til sidst gik i Europa al Videnskabelighed til Grunde i Folkevandringens Bølge, men heldigvis fandt den et Hjemsted hos Araberne, der bevarede den fra fuldstændig Tilintetgørelse. Først efter mange Aarhundreders Forløb begyndte Kundskabsstrømmen atter at løbe tilbage til Europa, og lidt efter lidt fik Videnskaben da igen fast Fodfæste her.

Lad os engang erindre, at den alexandrinske Videnskab var naaet frem til Erkendelse af, at Jorden er en Kugle, der svæver

frit i Rummet, og at den kunde forklare alle de astronomiske Fænomener ved at tænke sig, at Himmellegemerne kredsede uden om Jorden i mægtige Baner. Vi vil da kunne maale Dybden af Videnskabens paafølgende Fald, naar vi betragter Fig. 13 og Fig. 14.

Fig. 13 er en Tegning, der illustrerer de Forestillinger om Verdensbygningen, som man finder hos en alexandrinsk Købmand, *Kosmas*, der levede i det sjette Aarhundrede efter Kristi Fødsel og skrev en »kristelig Topografi« i tolv Bøger. Efter hans Mening førte Engle Stjernerne rundt i deres Kredsløb; de sørgede for Dagens og Nattens Veksel samt for Sol- og Maaneformørkelsernes Indtræden. Jorden, mente han, var en firkantet Flade fra hvilken et mægtigt Bjærg hævede sig, og hele Menneskeboligen var tæt tillukket med Himlens Krystal. Jorden var atter blevet det lukkede Fængsel, som Ægypterne og Kaldæerne havde forestillet sig.

Vi kan yderligere paa Fig. 13 se den barnlige Maade, paa hvilken Kosmas tænkte sig, at Dagens og Nattens Veksel opstod. Til højre for Verdensbjærget ser vi »Sol oriens«, det vil sige den opgaaende Sol. Efterhaanden som Solen under sit Kredsløb om Bjærget kommer længere hen imod os, bliver det højere og højere op ad Dagen for de Mennesker, der lever paa Jordens sydlige Del, den der er forrest paa Tegningen. Naar Solen er naaet om til den Stilling, der paa Figuren betegnes »Sol occidens«, det vil sige den nedgaaende Sol, bliver det Aften for Sydens Beboere, og det er Nat, saa længe Solen svæver bag Bjærget.

De geografiske Kundskabers lave Standpunkt svarer fuldstændig til den beskrevne barnlige Opfattelse af Verdensbygningen. Den sorte Stribe paa Jordoverfladen til venstre paa Fig. 13 er Atlanterhavet, og den dybe Bugt, som fra dette Hav trænger hen i østlig Retning foran Bjærgets Fod, er Middelhavet. Den hvide Landstrækning Syd for Middelhavet er altsaa Afrika, og de to ens Havbugter, der skyder op mod Nord henne til højre, er det røde Hav og den persiske Bugt. Den lille Sø Nord for disse to Bugter ved Bjærgets Fod er det kaspiske Hav. Sammenligner vi dette »Verdenskort« med et af vore egne, vil vi bedst kunne bedømme hvor lavt det Standpunkt var, paa hvilket Kosmas stod.

Vi træffer altsaa hos Kosmas den Tro, at Jorden er firkantet. Denne Tro blev bygget paa den Formodning, at Moses paa symbolsk Maade havde hentydet til Jordens Form, da han bestemte Tabernaklets Grundplan For øvrigt opdukkede ogsaa den gamle græske Forestilling, efter hvilken Jorden var en cirkelrund Skive, langs hvis Rand Oceanet flød. Fig. 14 viser et af de berygtede Verdenskort, der ledsagede den tidlige Middelalders Jordbeskrivelser. Paa Grund af disse Korts Lighed med et Hjul kaldes de ofte »Hjulkort«. Den geografiske Kundskab kunde ikke godt være sunket dybere. De to Floder *Tanais*, det vil sige Don i Rusland, og *Nilus*, det vil sige Nilen i Ægypten (sammenlign med et Europaskort), deler efter hine Tiders Mening Jorden i to Halvdele. Den

østlige er Asien; den vestlige deles atter af Mare magnum, »det store Hav«, det vil sige Middelhavet, i to Halvdele, af hvilke den nordligste er Europa, den sydligste Afrika. Derfor kunde Geograferne sige, at Jordens Overflade havde Udseende af »et T i et O«.

I Jordskivens Midtpunkt ligger Jerusalem og i den østlige Del af Asien Paradiset. De milde Vindpust, der herfra strøg hen over Indiens Land, fremkaldte dettes vidunderlige Plantevækst. Helt oppe mod Nord boede Gog og Magog, de Folkeslag, der ifølge Johannes Aabenbaring (20de Kapitel) mod Slutningen af det tusindaarige Rige skal samle sig mod den hellige Stad. —

At udrede *Aarsagerne* til hele dette mærkelige Tilbagefald er ikke let. Ja! Historikerne kan vel ikke engang siges at have behandlet denne Ting udtømmende. Som mange andre aandelige Strømninger blev den fremkaldt ved mange Aarsagers Samvirken. Bevægelsen blev indledet ved Romerrigets Overtagelse af den politiske Førerstilling. Romerne var »praktiske« Folk, der hovedsagelig kun brød sig om *Resultaterne* af Videnskaben og mente, at naar man blot havde dem, saa kunde de Spekulationer, ved hvilke de var fundne, være ligegyldige. Videnskaben blev opfattet som noget færdigt, afsluttet; Udviklingen standsede, og den manglende Kritik tillod den ene Fejltagelse efter den anden at snige sig ind. Men Erfaringen viser, at naar »*Praksis*«, det vil sige Resultaterne, som skal anvendes, ikke underbygges af »*Teori*«, det vil sige Forstaaelse af de Veje, ad hvilke Resultaterne er fundet, og af de Betingelser, under hvilke Resultaterne er rigtige, — ja, saa gaar der ikke mange Slægtled, før den skønne Bygning af færdige Resultater falder sammen. Verden bliver ikke staaende uforandret, Betingelserne bliver ikke ved at være de samme; men de ændrede Betingelser fordrer *forstaaende* Ændring af Resultaterne.

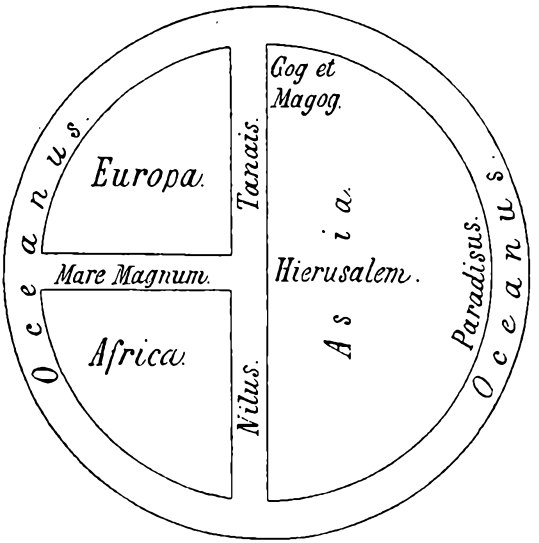


Fig. 14. »Hjulkort« fra den tidlige Middelalder.

Det var denne Ting, Romerne oversaa. Alene den Maade, paa hvilken de romerske Landmaalere mishandlede Grækernes fint

udtænkte Geometri, er betegnende for hele Omslaget i Tankegang. Astronomerne blev nu kun Stjernetydere, Fysikerne praktiske Ingeniører, eller blot Taskenspillere, der benyttede Fortidens Kundskaber til Gøgl.

Senere afledede mange andre Kræfter Interessen fra Studiet af Naturen. Kristendommen optog Sindene, og de politiske Forhold blev mere og mere forvirrede. Som allerede nævnt, skyldes det Araberne, at vor Kulturbølge ikke maatte begynde paa bar Bund.

KOPERNIKUS.

Lidt efter lidt fremvoksede der i Europa under Paavirkningen fra Araberne atter nogen Videnskabelighed. Denne, der i Almindelighed betegnes som den *skolastiske*, byggede ligesom den arabiske paa de aristoteliske Skrifter. Stilstand virker som Tilbagegang! Aristoteles Syn paa Tilværelsen, der i Oldtiden havde betegnet et stort Fremskridt, knugede nu, mere end Tusinde Aar efter sin Fremkomst, al selvstændig Forskning til Jorden. Paa Astronomiens Omraade var de aristoteliske Tanker allerede i det andet Aarhundrede efter Kristi Fødsel blevet udformet af den alexandrinske Astronom *Ptolemæus*. Hans Verdenssystem var en Forbedring af det aristoteliske (se Fig. 11). For at faa sin Teori til at stemme med Planeternes indviklede Bevægelsesforhold søgte han paa en meget kunstig og indviklet Maade at tænke sig Planeternes Bevægelser sammensat af en hel Mængde Kredsbevægelser. Araberne kunde ikke sætte noget bedre i Stedet for det ptolemæiske System, og saaledes gik det til, at den skolastiske Videnskab lærte Oldtidens Astronomi at kende gennem den arabiske Oversættelse af Ptolemæus' store Værk, hvis oprindelige, græske Titel af Araberne var blevet fordrejet til »*Almagest*«.

Verdenshistoriske Begivenheder forberedte den aandelige Bevægelse, der har faaet Navnet *Renæssancen*, det vil sige »Genfødelsen«, Genopstandelsen af Videnskaben og Kunsten fra den græske Oldtids Glansperiode. Den Mand, der for Astronomiens Vedkommende staar som Banebryderen for den ny Tid, er *Kopernikus*, en Polak, der var født 1473 og døde som Kannik i Frauenburg 1543 efter et Liv helliget et roligt Studium af Astronomien. Som mange samtidige følte Kopernikus sig kun lidet tilfredsstillet af det kunstige ptolemæiske System. Ved sit Studium af Oldtidsskrifterne var han stødt paa dristige Tanker, som var blevet fremsat af Oldtidens mest geniale Astronomer — *Aristark* fra Samos og andre. Paa Grundlag af disse Tanker fremsatte han da en ny Hypotese, efter hvilken Verdensbygningen var en ganske anden, end den, Ptolemæus havde drømt om. Fig. 15 skal forsøge at anskueliggøre denne kopernikanske Hypotese. Efter den er det *Solen — ikke Jorden, — som hviler i Himmelkuglens Midte. Selve Himmelkuglen er ube-*

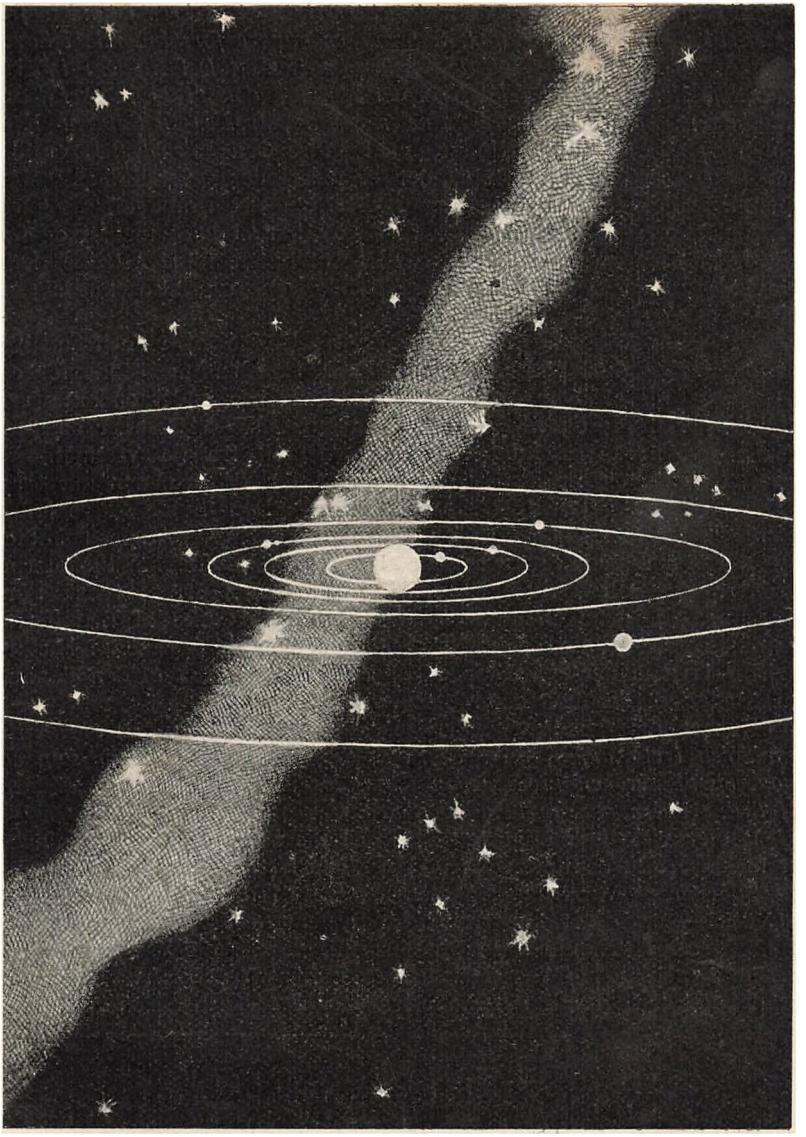


Fig. 15. Det kopernikanske System.
Den hvide Skive er Solen, der svæver i Midten af den umaadelige Himmelkugle, fra hvis Inderside Fikstjernerne og Mælkevejen lyser. Omkring Solen kredser de fem Planeter og Jorden med sin Maane. Banerne, som er vist paa Figuren, er selvfølgelig i Virkeligheden usynlige.

vægelig og af en saa umaadelig Størrelse, at selv Afstanden fra Solen til den fjerneste Planet, Saturn, er ganske forsvindende i Sammenligning med den. Omkring Solen kredser en Del Kloder: inderst Planeten Merkur, saa Venus, derpaa Jorden, den vi Mennesker lever paa, og udenfor dens Bane Planeterne Mars, Jupiter og Saturn. Men Solen og alle de andre Kloder, med andre Ord *Solsystemet*, er altsaa kun spredt over et Rum, der er forsvindende i Sammenligning med Fiksstjernernes Himmelkugle, selv om det sammenlignet med de Afstande, som vi Mennesker til daglig har at gøre med, i og for sig er af overvældende Størrelse. For at kunne følge Astronomiens Udvikling maa Mennesketanken efterhaanden søge at vænne sig til Himmelrummets Uendelighed!

Det er selvfølgelig en noget dristig Tanke at ville fremstille denne Uendelighed paa en Tegning, der skal rummes indenfor en Bogside. Fig. 15 gør derfor ikke Fordring paa andet end at være et beskedent Forsøg til Støtte for Anskuelsen. Vi tænker os svævende ude i Verdensrummet i nogen Afstand fra Solsystemet. Vi ser da Solen og de kredsende Planeter for os paa den mægtige, fjerne Himmelkugles Fiksstjernebaggrund. Den hvide Skive midt paa Fig. 15 forestiller Solen, der svæver i Himmelkuglens Midte, og uden om den er tegnet de Baner, langs hvilke Planeterne kredser om Solen, saaledes som vi ser dem i perspektivisk Forkortning. Baggrunden dannes af et mindre Stykke af den fjerne Himmelhvælving med nogle Stjernebilleder og et Stykke af Mælkevejen. Vi maa tænke os denne Baggrund fortsat, saa at den danner en Kugleskal, der helt omslutter os.

Kopernikus forudsatte yderligere, at *Jorden, foruden at kredse om Solen i et Aar, Døgn efter Døgn drejer sig om sig selv som en Top, og at Maanen kredser rundt om Jorden, saa at den føres med af denne i den aarlige Fart om Solen.*

Det er virkelig muligt ved Hjælp af disse simple Forudsætninger at forklare alle de Bevægelser, vi ser paa Himlen. Solens, Maanens og Stjernernes Vandring fra den østlige til den vestlige Horisont skyldes — efter det kopernikanske System — Jordens Omdrejning om sig selv i den modsatte Omløbsretning. Og alle Vandrestjernernes ofte indviklede Bevægelser hen over Fiksstjernehimlens Baggrund er det forenede Resultat af Planeternes og Jordens Kredsen om Solen.

VOR TIDS OPFATTELSE.

Enkelte af vore Læsere vil maaske møde det kopernikanske System med en vis Mistillid. De vil føle sig mere fortrolige med de forrige Systemer, hvor Jorden, vi lever paa, tænkes ubevægelig i Verdens Midte, end med det kopernikanske System, i hvilket Jorden med alt, hvad der er paa den, Menneskevrimlen ikke at forglemme, som et Støvgran hvirvles af Sted gennem Verdensrummet

med en Fart, der faar Tanken til at svimle. De mistillidsfulde vil maaske mene, at det kopernikanske System er en Teori, der kan se smuk ud paa Papiret, men som ikke stemmer med Virkeligheden. En saadan Mistillid er i Virkeligheden til en Begyndelse ganske berettiget. Ja! al Naturvidenskabs sunde Vækst beror paa en saadan



Fig. 16. Solsystemets Stilling i Verdensrummet.

Mistro til ny Teorier. Det er fristende allerede paa dette Sted at fjerne Mistilliden ved at fremstille, hvorledes den Tanke, at Jordkloden bevæger sig, efterhaanden er trængt igennem, ved hvilke Midler Paastandens Rigtighed er blevet godtgjort, og hvorledes endelig vor Tids Opfattelse af Verdensbygningen har udviklet

sig af det kopernikanske System. Men denne Vej er lang og ofte trang. Mange, som ikke kender Maalet, vilde falde fra undervejs, udmattede af de Anstrengelser, som Forstaaelsen af en saadan Fremstilling kræver. Vi vil da foreløbig blot slutte vor Indledning til Astronomien med en kort Gengivelse af *den Opfattelse, som vor Tids Astronomi har faaet af Verdensbygningen*, saa at Læseren paa Forhaand kan have Overblik over de Enkeltundersøgelser, som derpaa skal følge. Naar Læseren da er blevet mere fortrolig med de astronomiske Begreber, er Tiden kommet til at fremføre fyldestgørende Grunde for, at Jorden virkelig bevæger sig.

Lad os for bedre at faa Overblik over Klodernes Mangfoldig-



Fig. 17. Bjærglandskab paa Maanens Overflade i Omegnen af Ringbjærget »Kopernikus«.

hed tænke os, at vi var i Stand til at hæve os fra Jordens Overflade og foretage en Flugt ud i det uendelige Verdensrum. For at kunne gøre det, maatte vi være i Besiddelse af mange mærkelige Egenskaber.

For det første maatte vi ingen Vægt have, eller vi maatte have Midler til at overvinde den Tiltrækningskraft eller *Tyngdekraft*, der udgaar fra Jorden, og som binder os til dens Overflade. Vel har Tiltrækningskraften kun en betydelig Størrelse i den Del af Verdensrummet, som ligger nogenlunde nær ved Jorden. Men selv om vi fik unddraget os Jordens Tiltrækningskraft ved at fjerne os tilstrækkelig, maatte vi dog passe paa, at vi ikke kom i Nær-

heden af andre Himmelkloder. Thi ogsaa fra dem udgaar der lignende Tyngdekræfter. Den, der udgaar fra Maanen, kan endnu mærkes her paa Jorden trods den store Afstand; det er nemlig væsentlig den, som er Aarsag til Havets Stigen og Falden, til den saakaldte *Ebbe og Flod*. Den Tiltrækningskraft, der udgaar fra Solen, er saa stor, at den formaar at holde fast paa Planeterne og tvinge dem til at løbe i deres kredsende Baner. Hvis Solens Tiltrækningskraft pludselig ophørte, vilde enhver af Planeterne slynges ud i det uendelige Verdensrum, ganske som en Sten slynges bort, naar vi svinger den rundt i en Snor og pludselig slipper denne. Det var Englands største Fysiker *Newton* (udtales Njuton), der i Slutningen af det syttende Aarhundrede fremsatte denne Forklaring af Planeternes Kredsen om Solen. Han gav derved en foreløbig Afslutning paa den Række Undersøgelser af Solsystemets Bygning, der efter *Kopernikus* var blevet foretaget af Mænd som *Tyge Brahe*, *Kepler*, *Galilei* og *Huygens* (udtales Højgens).

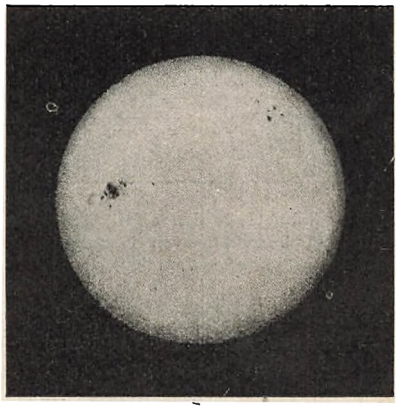


Fig. 18. Solskiven med Solpletter.

Men tilbage til Betingelserne for vor Flugt gennem Verdensrummet! Allerede i en forholdsvis ringe Højde over Jorden aftager Atmosfærens Tæthed i en betydelig Grad, og en isnende Kulde gør Opholdet umuligt for Menneskene. Begge disse Forhold er vel kendte af Luftskippere og Tindebestigere. Skal vi altsaa kunne udholde en Fart gennem Verdensrummet, maa vi dels kunne undvære at fylde vore Lunger med Luft, dels maa vi være ufølsomme for Verdensrummets Kulde.

Hvad vil vi faa at se paa vor Fart?

Jorden under os vil snart svinde ind til en lille fritsvævende Kugle, paa hvis Overflade Verdensdelene og de store Have tegner sig som paa en Globus. Vi vil se, at *Maanen* kredser omkring Jorden i en Afstand, som er temmelig lille i Forhold til den, i hvilken Solsystemets andre Kloder svæver, selv om den er stor nok sammenlignet med saadanne Afstande, som vi Mennesker til daglig er fortrolige med. Hvis Læseren kan komme i Besiddelse af en lille Jordglobus, vil en Forestilling om Maanens Afstand kunne faas paa følgende Maade. Først lægger vi Mærke til, hvor det Sted paa Globen er, som svarer til vort eget Hjem, og dernæst ser vi efter, hvor saadanne Byer eller Lande ligger, til hvilke vi har foretaget vore længste Rejser fra Hjemmet. Efter saaledes at

have faaet en Følelse af, hvor stærkt formindsket det Forhold er, i hvilket Globen gengiver Jorden, vælger vi os — helst i Virkeligheden, men hvis det er umuligt, da i Tanken — et lille rundt Legeme, hvis Tværmaal er $^1/_4$ af Jordglobens, og dette lille Legeme flytter vi saa langt bort fra Globen, at Afstanden bliver 30 Gange dennes Tværmaal; da vil Legemet i Størrelse og i Afstand fra Jordgloben svare til Maanen. Lad os til Slut blot udmaale Afstanden med Øjet og sammenligne den med den Udstrækning, som de nordiske Riger har paa vor Globus.



Fig. 19. Solplet. Jorden er til Sammenligning tegnet foroven i samme Maalestok (efter Langley).

Retter vi vor Fart mod vor nærmeste Genbo i Verdensrummet, ser vi, at dens Overflade dækkes af mægtige Bjærge, der ofte danner Ringvolde, som omslutter store Sletter. Lad os styre hen over det store Ringbjærg, som vi Jordbeboere har opkaldt efter Kopernikus (Fig. 17). Vi ser de talrige smaa Kratere i Bjærgets Omegn, og vi ser, hvorledes den mægtige Ringvold standser Solstraalerne, saa at en spidstakket Skygge falder ind over Sletten.

Vi svæver nu bort fra Jorden og Maanen. Langt, langt borte i Rummet svæver *Solen* i en Afstand, der er 400 — fire Hundrede! — Gange saa stor som Afstanden fra Jorden til Maanen. Den mægtige, glødende Kugle er i Tværmaal mere end 100 Gange saa stor som Jorden. Vi kan da tænke os, hvilken Udstrækning de mægtige *Pletter* i Virkeligheden har, som vi ser paa Fig. 18. Disse Pletter kommer og forsvinder. Ofte er de underkastede de voldsomste Forandringer. Fig. 19 viser et mindre Stykke af Soloverfladen og den nærmere Bygning af en saadan Plet. Kredsen foroven til venstre viser Jordens Størrelse i samme Maalestok som Tegningen af Pletten; det mørke indenfor Kredsen forestiller Nord- og Sydamerika. — Trods Solens straalende Lys ser vi dog paa vor Fart alle Fiksstjernerne skinne paa Verdens-



Fig. 20. Coronaen ved Solformørkelsen den 29. Juli 1878 (efter Harkness).

rummets mørke Baggrund. Thi det Lys, som Jordens Beboere om Dagen ser udbredt over Himmelhvælvingen, og som faar Nattens Stjerner til at blegne, skyldes kun Sollysets Spredning i den Atmosfære af Luft, som indhyller Jorden. Ude i Verdensrummet vil vi ogsaa se Solen omgivet af den Straaleglorie, *Coronaen*, som vi Mennesker ellers kun kan faa at se, naar Maanen som en mørk Skive glider hen foran Solskiven; hvis vi da er paa et Sted af Jorden, hvor Solformørkelsen bliver *total*, det vil sige, hvor Solskiven bliver helt skjult, saa ser vi Solcoronaens Lysglorie om den mørke Maaneskive. Fig. 20 viser os Coronaens Udseende ved en Solformørkelse den 29. Juli 1878.

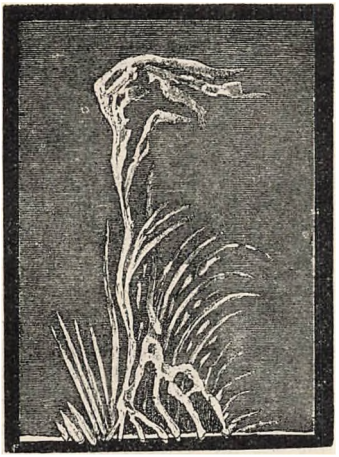


Fig. 21. Protuberans (efter Trouvelot).

Vi vil ogsaa kunne se de mægtige glødende Brintflammer eller *Protuberanser*, der slaar frem fra Solskivens Rand (Fig. 21).

Lad vor Flugt nu tage Retning bort fra Solen ud mod de fjerne Fiksstjerner og mod Verdensrummets dybe Mørke. De Afstande, som før syntes os saa umaadelige, svinder da ind til rene Ubetydeligheder. Jorden og Maanen smelter for vort Blik sammen til en Dobbeltplanet, der i et Aar fuldfører sit Kredsløb om Solen. *Indenfor* dens Bane (se Fig. 15 og 16) kredser Planeterne *Merkur* og *Venus*, og *udenfor* den Planeten *Mars*. I Forbifarten lægger vi Mærke til Marsoverfladen med de graablaa Have og Kanaler, de gulrøde Fastlande og de hvide Pletter om dens to Poler. Kun Polarpletten ved Sydpolen kan ses paa Fig. 22. Endnu længere borte fra Solen kredser en Sværm af mange Hundrede ganske smaa Planeter, *Asteroiderne*. Alle de hidtil nævnte Planeter er af helt forsvindende Størrelse i Sammenligning med Solen, og selv de fire yderste, Kæmpeplaneterne *Jupiter*, *Saturn*, *Uranus* og *Neptun*, er Dværge ved Siden af den. Mens for Eksempel Jupiters Tværmaal er 11 Gange saa stort som Jordens, er Solens 108 Gange saa stort.



Fig. 22. Planeten Mars (efter en Tegning udført paa Lick-Observatoriet).

Paa Fig. 16 ser vi til højre *Jupiter* omkredset af sine Maaner. Fig. 23 viser de Skybælter, der ses paa dens Overflade.

Geologien lærer os, at Jorden engang i længst forsvundne Tider har haft en saadan Varme, at dens Overflade har været glødende. Mange Aartusinder er hengaaet, inden der ved den stadig fortsatte Afkøling dannedes en størknet Skal, paa hvilken Liv kunde trives. I en lang Overgangstid maa Jorden da have været indhyllet i høje, tætte Skymasser af hede, halvfortættede Dampe, som har været i en stadig strømmende, ofte orkanagtig Bevægelse. De fire yderste, store Planeter synes endnu at være i en saadan halvglødende Tilstand.

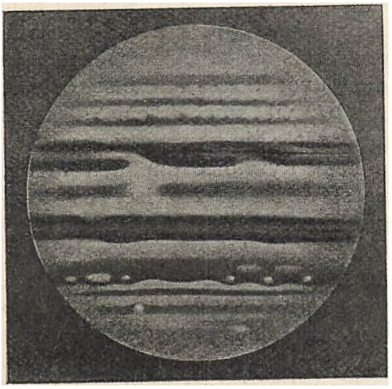


Fig. 23. Skybælter paa Overfladen af Planeten Jupiter (tegnet paa Lick-Observatoriet).

Til venstre paa Fig. 16 ser vi Planeten *Saturn*. Denne Planet er ikke alene mærkelig ved det store Antal Maaner, der kredser om den, men ogsaa ved den fritsvævende Ring, som vi ser i større Maalestok paa Fig. 24. Ringen bestaar ikke, som man ved første Øjekast kunde være tilbøjelig til at tro, af en sammenhængende fast Masse, men dannes af en Sværm af ganske smaa Himmelkloder, der i et umaadeligt stort Antal kredser om Planeten i en — eller rettere flere — strømmende Ringe.

Planeterne *Uranus* og *Neptun* er saa langt borte fra Jorden, at dennes Beboere kun kan faa Øje paa dem i Kikkert. Og dog er de i Tværmaal henholdsvis fire og fem Gange saa store som Jorden.

Der skal senere hen fortælles om, hvorledes Neptuns Opdagelse blev en af de største Triumfer, den moderne Astronomi har fejret. Denne Solsystemets yderste Planet gennemvandrer sin uhyre Bane om Solen i henved 165 Aar. Banens Tværmaal er mere end 30 Gange saa stor som Jordbanens. —

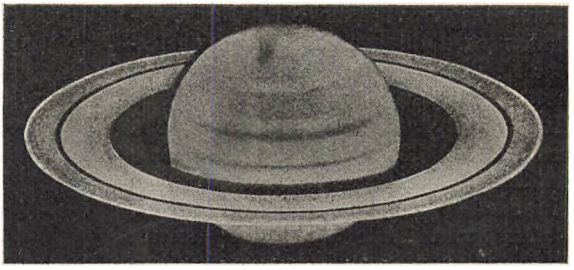


Fig. 24. Planeten Saturn med sit Ringsystem (tegnet paa Lick-Observatoriet).

Idet vi paa vor Flugt fra Solen passerer Neptunbanen, overskrider vi vort Solsystems yderste Grænse. Foran os ligger det uendelige Verdensrum med de fjerne, skinnende Stjerner. Den

moderne Astronomi har forlængst opgivet den Tro, at disse sidder paa Indersiden af en fast Himmelkugle. Efterhaanden som Afstanden til Himmellegemerne blev maalt med større og større Nøjagtighed, maatte man i Tankerne lade Himmelkuglens Omfang vokse paa en aldeles overvældende Maade, og tilsidst har man helt maattet opgive at tænke sig nogen Grænse for det Rum, i hvilket Fiksstjernernes utallige Skarer er spredt. Med de forbedrede Hjælpemidler trænger Astronomernes Erkendelse stadig længere og længere ud i Verdensrummets Dybder og opdager ny og atter ny Skarer af Fiksstjerner svævende bag de tidligere kendte. Tanken har naaet at danne Begrebet »*det uendelige Verdensrum*«, saa uforstaaeligt, svimlende og overvældende dets Uendelighed end er for vore menneskelige Erkendelsesevner. Hvilken Forskel mellem dette Verdensbillede og Kaldæernes, Ægypternes eller Kosmas' tillukkede Sal!

Vi omtalte før, hvor stor den Afstand er, i hvilken vort Solsystems yderste Planet Neptun kredser om Solen. Den nærmeste af Fiksstjernerne er henved 10,000 — ti Tusinde — Gange saa langt borte, og mange af de Stjerner, vi ser paa Himlen, er atter Hundreder, ja maaske Tusinder af Gange saa langt borte.

Set fra disse fjerne Fiksstjerner vil hele vort Solsystem smelte sammen til en eneste lille, lysende Prik. Det vil selv være en Fiksstjerne, der taber sig i de andres Mængde, og omvendt er de andre Fiksstjerner selv glødende Sole, der bestaar af de samme Stoffer som vor Sol. Mange af dem, om ikke alle, omkredses af Planeter.



Fig. 25. Et lille Stykke af Mælkevejen (Fotografi ved Hjælp af en moderne astronomisk Kikkert). Hver lille hvid Prik er en fjern Sol.

I stjerneklare Nætter ser vi en bred, svagtlysende Stribe, *Mælkevejen*, strække sig i en mægtig Bue henover Himlen. Den dannes i Virkeligheden af en utallig Vrimmel af Stjerner, der er saa langt borte fra os, at deres Lys for Øjet smelter sammen til en svagtlysende Flade.

Kast et Blik paa Fig. 25 og betænk, *at hver enkelt lille Stjerne er en glødende Sol*, muligvis omkredset af talrige Planeter som vor egen Jordklode. Giver dette Billede ikke et levende Indtryk af Verdensrummets Uendelighed?

Er nu det uhyre Rum, som adskiller vort Solsystem fra Himmelrummets andre Sole ganske blottet for Himmellegemer. Nej! Talrige *Sværme af Meteorstene* gennemfarer det paa Kryds og paa tværs. Det kan da hænde, at en Sværm kommer i saa stor

Nærhed af vort Solsystem, at Tiltrækningskraften, der udgaar fra dets Kloder, særlig fra Solen, tvinger Sværmen til i en mægtig Bue at fare ind mellem Planeterne og tæt hen forbi Solen. Under denne Fart gennem Solsystemet udskyder Sværmen en vældig Hale, der altid vender bort fra Solen. Sværmen er bleven til en *Komet*.

Det kan hænde, at Meteorstene enkeltvis eller i store Sværme farer gennem Jordens Atmosfære. Den voldsomme Fart gennem Luften faar Stenene til at gløde. Undertiden styrter de da ned mod Jorden, eller de eksploderer i Luften. Men i Reglen glider de atter lydløst ud i Verdensrummet efter at have tegnet et *Stjerneskuds* flygtige Ildstribe henover Himlen.



Fig. 26. Donatis Komet i Aaret 1858.

De følgende Afsnit skal fortælle nærmere om alt, hvad der her er berørt. Fremstillingen begynder med at beskrive de vigtigste Hjælpemidler, med hvilke Astronomerne fra deres *Observatorier* udspejder Himmellegemerne. Først og fremmest *Kikkerten*, der har givet det menneskelige Øje Evne til at se Ting i Verdensrummet, som den dristigste Fantasi ikke kunde forestille sig. Dernæst *Himmelfotografien*, der trofast bevarer for Eftertiden, hvad den enkelte Astronom maaske kun har oplevet at se i et enkelt Nu. Endelig *Spektralanalysen*, der giver Astronomerne Midler i Hænde til at afgøre, hvilke Stoffer der findes paa de fjerne, glødende Sole, og det med samme Sikkerhed som den, med hvilken Kemikeren i sit Laboratorium analyserer Indholdet af en Flaske. Er man ikke næsten i Tvivl om, hvilket af den moderne Astronomis Resultater, der er det mest overraskende?



Fig. 27. Den store Orionstaage (efter Fotografi).

Beskrivelsen af Solsystemets Kloder begynder med en Omtale af *Maanen*; derpaa behandles *Solen* og saa *Planeterne*, særlig *Mars*. Efter en Omtale af *Kometerne* kommer Beskrivelsen af Fiksstjerneverdenen.

Først gøres Læseren fortrolig med de mange *Stjernebilleder*. Dernæst omtales i Enkelthederne de mange Mærkeligheder, som Stjernehimlen rummer: *Dobbeltstjerner og variable Stjerner, nyopdukkede Stjerner og udslukte Stjerner, Stjernehobe og Stjernetaager*. Dermed vil da være fortalt, hvilke Hovedresultater den moderne Astronomi har naaet ved sine Undersøgelser af *Himmellegemernes fysiske Natur*. Vor Fremstilling vender sig da til Astronomiens anden, vanskeligere Del — den, der behandler Himmellegemernes Bevægelse, *hele Verdensbygningens Mekanik*. Her skal da, saa vidt det lader sig gøre uden at forudsætte særlige Forkundskaber hos Læseren, gives en Fremstilling af, hvorledes Astronomien paa dette Punkt har naaet sin nuværende Viden. Der skal fortælles om, hvordan *Tyge Brahe* iagttog Planeternes Vandren mellem Fiksstjernerne, hvordan *Kepler* af disse Iagttagelser fandt de Love, efter hvilke Solsystemets Planeter bevæger sig, og hvorledes *Newton* gennem disse Love vandt den rette Forstaaelse af Himmellegemernes Bevægelse. Endelig vil der i Sammenhæng med disse Undersøgelser blive Lejlighed til at omtale saadanne astronomiske Forhold, som har særlig praktisk Betydning.



Fig. 28. Stjernehob (efter Fotografi).

ASTRONOMISKE OBSERVATORIER.

Oldtidens Observatorier. Undersøgelser af Solens daglige Bane henover Himlen. Gamle indiske Observatorier. Tyge Brahe paa Hveen. Longomontanus og Ole Rømer paa Rundetaarn. Nyere Observatorier.

De ældste Astronomer havde ingen særlige astronomiske Instrumenter. De brugte først og fremmest Øjet efter bedste Evne, og udnyttede for øvrigt alle tilfældige Forhold i Omgivelserne, som kunde yde Hjælp ved Iagttagelserne af Himmellegemernes Bevægelse. Saaledes blev egentlig Jordoverfladen selv det første astronomiske Maaleinstrument, idet Synskredsen frembød sig som den faste Linie, til hvilken Himmellegemernes Bevægelse naturlig kunde henføres.

Vi har allerede tidligere omtalt, hvorledes de ægyptiske Præster kunde benytte Templerne til astronomiske Iagttagelser, idet de lange Tempelbygninger laa rettede mod Horisonten som faste Kæmpekikkerter. For Fuldstændighedens Skyld bør vi dog tilføje, at kun Solen og Maanen udsender et saa kraftigt Lys, at de kan ses i Horisonten selv. Stjernerne derimod bliver i Virkeligheden først synlige, naar de har hævet sig et Stykke op paa Himlen; saa stærkt svækkes deres Lys ved at passere Atmosfærens lavere, dunstfyldte Lag.

De ældste græske Astronomer byggede sig ofte Udkigstaarne paa høje Bjærge fjernt fra Menneskeboligerne. Ikke, som en enkelt Læser maaske vil tro, for at kunne undersøge Himmellegemerne paa nærmere Hold, thi de højeste Bjærge er i Virkeligheden forsvindende i Sammenligning med Afstanden til Stjernerne. Nej! Formaalet var at have fri Udsigt til Synskredsen i enhver Retning og at kunne faa Øje paa mere lyssvage Stjerner i den renere Luft og i det dybere Mørke.

Hvad der særlig maatte tiltrække sig de første iagttagende Astronomers Opmærksomhed, var *de Forandringer, som Solens Vej henover Himlen stadig er underkastet.* Disse Forskelligheder kunde man studere ved f. Eks. at lægge Mærke til, hvorledes Solens *Opgangssted* var et nyt for hver Dag i Aaret. Ved Jævndøgn stod Solen op lige i Øst, ved Midsommertid langt nordligere og midtvinters derimod langt mod Syd. Paa lignende Maade forandrede Solens

Nedgangssted sig. At man virkelig i de ældste Tider har lagt Mærke til disse Forskelligheder, viser tydelig nok de Retninger, som de gamle ægyptiske Solltempler har, saaledes som tidligere fortalt. Men Forskellighederne i Solens daglige Bane blev ogsaa undersøgt paa andre Maader. Ved Midsommertid staar Solen midt paa Dagen højt paa Himlen. Skyggerne er derfor langt kortere end ved Middagstid om Vinteren, da Solen kun staar lavt. Dette førte til at undersøge Forskellighederne i Solens Bevægelse ved at oprejse en lodret Stang og *undersøge den Skygge, som Stangen kastede paa Jorden omkring*, der var gjort nøjagtig vandret. Stangen kaldte Grækerne *Gnomon*, det vil sige »Viser«. Gnomonen er i Virkeligheden det ældste astronomiske Maaleinstrument. Den tjente til at finde Lovene for Solens Bevægelse, til at bestemme Aarets Længde, Aarstidernes Vekslen og Klokkeslettet. Ogsaa i Kina var Gnomonen det ældste astronomiske Instrument. Den ældste Maaling vi overhovedet kender, er foretaget med en saadan i den kinesiske By Lo-yang i det tolvte Aarh. f. Kr. Maalingen giver os Oplysning om Solens Stilling ved Vintersolhverv, og de bevarede Talangivelser bekræfter paa en interessant Maade moderne astronomiske Teorier.

Om noget egentligt astronomisk Observatorium hører vi først Tale i det tredie Aarh. f. Kr. Vi hentyder til det tidligere omtalte Observatorium, som blev indrettet i *Alexandria*. Her fandtes flere store Metalinstrumenter, med hvilke Astronomerne fulgte Solens og Stjernernes Bevægelse. Paa et senere Sted i Fremstillingen skal vi komme nærmere tilbage til Beskrivelsen af disse Instrumenter. Foreløbig bemærker vi kun, at der paa de fleste af dem fandtes en *Sigtelinie*, det vil sige en lang, bevægelig Metallineal, til hvilken der var fastgjort to smaa fremspringende Metalstænger. Metallinealen drejedes i Retning af den Stjerne, hvis Plads paa Himlen skulde bestemmes, og man stillede den nøjagtig i den rigtige Retning ved at sigte langs de to fremspringende Metalstænger omtrent saaledes, som Jægeren retter Bøssen mod Vildtet ved Hjælp af Sigteindretningerne paa Bøsseløbet — Kærven og Sigtekornet. Naar Sigtelinien først var rettet mod Stjernen, kunde man paa inddelte Metalkredse aflæse, hvilken Retning Sigtelinien (Synslinien) til Stjernen havde.

Observatoriet i Alexandria bestod, indtil Araberne i Aaret 640 e. Kr. indtog Byen og ødelagde Universitetsbygningerne og alt, hvad der var knyttet til dem. I Videnskabens lange Forfaldsperiode blev der kun gjort faa selvstændige Iagttagelser. Naar man overhovedet beskæftigede sig med Videnskab, indskrænkede man sig til at studere Oldtidens højt beundrede Forfattere. *Araberne* begyndte først igen at observere. I det niende Aarh. blev der bygget Observatorier baade i *Damaskus* og i *Bagdad*, og særlig Instrumenterne i den sidste By var berømte for deres kolossale Størrelse. Ved at gøre Instrumenterne større vilde man opnaa at gøre Maalingerne nøjagtigere.

Rundt omkring, hvor den muhamedanske Kultur bredte sig,

førte den Kendskabet til Astronomien med sig. *Maurerne* i Spanien byggede i Aaret 1196 et mægtigt Observationstaarn, som endnu, under Navnet *la Giralda*, er kendt som Sevillakatedralens Klokketaarn.

Senere hen i Tiden lod *Indiens* muhamedanske Regering paa engang opføre fem store Observatorier paa forskellige Steder i Indien, under Ledelse af Astronomen *Jayasinha*. En stor Del af de mægtige Instrumenter fra disse er endnu bevaret. En engelsk rejsende skriver i 1777 om det Observatorium, der findes i *Benares*.

»Da jeg ofte havde hørt, at de gamle Braminer havde astronomiske Kundskaber, og da jeg til yderligere Bekræftelse hørte

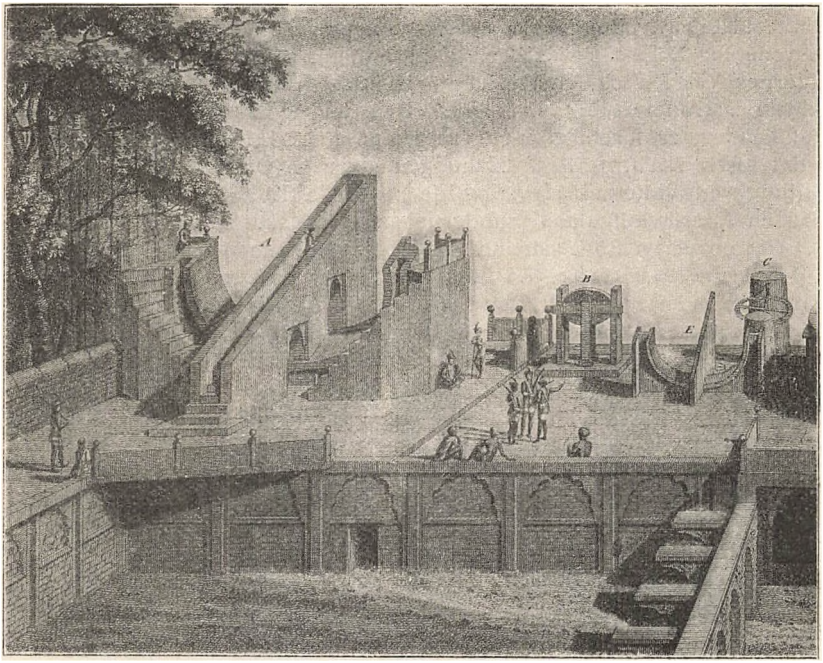


Fig. 29. En Del af det gamle indiske Observatorium i Benares.

om, hvorledes de forudsagde baade Sol- og Maaneformørkelser, saa spurgte jeg de fornemste Braminer i Benares, hvorledes de bar sig ad med at forudberegne en Formørkelses Indtræden. Selv de fornuftigste Braminer, jeg kunde faa i Tale, gav mig kun tarvelig Underretning. Jeg fik at vide, at Undersøgelsen af disse Sager var betroet nogle faa Braminer, som var i Besiddelse af visse gamle Bøger og Optegnelser. Nogle af disse Bøger indeholdt deres religiøse Mysterier, og andre indeholdt gamle astronomiske Tabeller, skrevne i det hellige Sanskritsprog, som faa forstod. De Braminer, jeg talte med, lovede at føre mig til et Sted, hvor der var bygget Instrumenter, med hvilke

man gjorde saadanne Iagttagelser, som dem jeg havde omtalt, og med hvilke de mente, at de omtalte lærde Braminer foretog deres Maalinger. De førte mig til en gammel Stenbygning, hvis underste Del var omdannet til Hestestald og Oplagsplads for Tømmer; men de mange Gaardspladser og Værelser viste, at det engang maatte have været bestemt til Brug for en eller anden Slags Statsembedsmænd. Vi gik ind i Bygningen og steg op ad en Trappe til den øverste Del, hvorfra vi kom til et stort fladt Tag ud mod *Ganges*. Her saa jeg til min Overraskelse og Glæde en Mængde overordentlig vel bevarede Instrumenter, imponerende store, urokkelige og byggede af Sten. Nogle af dem var omtrent tyve Fod høje, og skønt flere af dem skal være blevet opført for to Hundrede Aar siden, saa viste det sig, at Gradinddelingerne paa de forskellige Cirkelbuer var saa udmærket og nøjagtig indhuggede, som om det havde været en Nutidshaandværkers Arbejde. Disse Instrumenters Konstruktion vidnede om den beundringsværdige matematiske Nøjagtighed, med hvilken de forskellige Dele var fastgjorte i de rigtige Retninger, passende ind i hinanden, og om den Omhu, med hvilken de meget store Stene var blevet understøttede og fæstnede til hinanden med Bly og Jern.«

Paa Fig. 29 ser vi en Del af det her beskrevne Observatorium i Benares afbildet. Den store Bygning til venstre er et stort Solur, som i Virkeligheden er indrettet paa samme Maade som de Solure eller Solskiver, man ofte i vor Tid kan se opstillet i Haverne. Den skraa Stentrappe, vi ser paa Billedet, kaster sin Skygge paa en af de to store Cirkelbuer af Sten, som ligger paa hver Side af Trappen. I Løbet af Dagen vandrer Skyggen henover Buerne, og saa nøjagtig har Bygmesteren afpasset Trappens Hældning og Retning, samt de to Cirkelbuers Beliggenhed og Inddeling, at Skyggens Rand paa enhver Dag og Time i Aaret, hvor Solen blot skinner, falder henover den Inddeling, der viser Klokkeslettet. Ogsaa de fleste andre af Observatoriets Instrumenter var indrettede til Undersøgelse af Solens Bevægelse henover Himlen.

Efter Midten af det femtende Aarh. begyndte enkelte *europæiske* Astronomer atter at gøre selvstændige Iagttagelser. Det var dels den almindelig udbredte Interesse for Stjernetydning, der gjorde sig gældende, dels de dristige Opdagelsesrejser til Søs. Baade Stjernetyderne og Søkaptejnerne vilde have langt nøjagtigere Besked om Stjernernes Bevægelse, end Oldtidsastronomerne kunde give. *Regiomontanus* i Kønigsberg og senere *Kopernikus* i Frauenburg observerede vel Himmellegemerne, men egentlige Observatorier træffer vi ikke i Europa før i den sidste Del af det sekstende Aarh. *Landgreven af Hessen* byggede det første i *Kassel* 1561. Men snart fordunkledes dets Berømmelse af det fortrinlige Observatorium, som *Tyge Brahe* lod opføre paa Øen *Hveen* i Øresund. Af Interesse for Stjernetydningen havde Danmarks Konge, Frederik den Anden, givet Tyge Brahe denne Ø i livsvarigt Len og tilstaaet ham rigelig Under-

støttelse til Opførelse af et Observatorium paa Øen. I Løbet af kort Tid voksede her det vidunderlige Slot *Uranienborg* frem, og da det snart viste sig, at der var daarlig Plads til Instrumenterne paa Uranienborg selv, byggede Tyge Brahe tæt udenfor Borgens Volde et delvis underjordisk Observatorium, *Stjerneborg*.

Her er ikke Stedet til at følge Tyge Brahes Skæbne. Det er bekendt, hvorledes det i 1596 kom til et Brud mellem Tyge Brahe og Kristian den Fjerdes Regering. Efter et tyveaarigt Ophold paa Hveen forlod Tyge Brahe dybt krænket sit Fædreland og døde faa Aar efter i Prag som Kejser Rudolfs Hofastronom. De Instrumenter, med hvilke Tyge Brahe observerede, adskilte sig ikke i deres *væsentlige* Grundprincip fra Oldtidens. Ligesom disse bestod de af

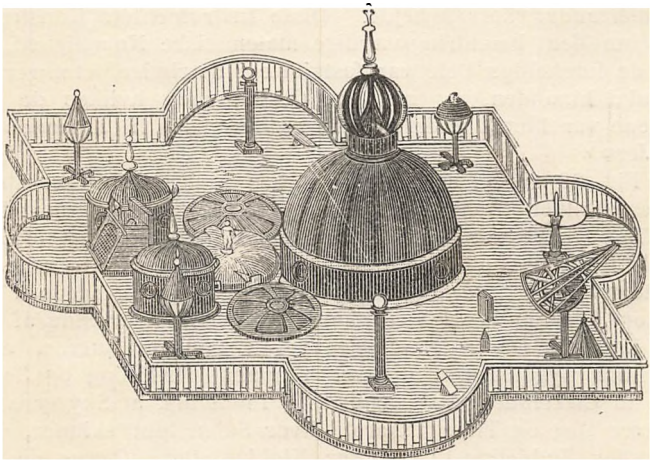


Fig. 30. Tyge Brahes Observatorium Stjerneborg.

en Sigtestang, der kunde rettes mod det Himmellegeme, hvis Plads paa Himlen skulde udmaales, og Sigtestangens Stilling blev aflæst paa inddelte Cirkelbuer. Hvad der gjorde Tyge Brahes Iagttagelser saa udmærkede, var dels den Omhu, med hvilken han lod Instrumenterne forfærdige og inddele, dels den Dygtighed, med hvilken han forstod at bruge dem. Tyge Brahe naaede i Retning af nøjagtige Iagttagelser til det Toppunkt, til hvilket man overhovedet kunde naa før Kikkertens Opfindelse.

Tyge Brahes Observatorier paa Hveen forfaldt meget hurtig. Til Trods for den Unaade, Kristian den Fjerde i sin Ungdom havde vist mod Tyge Brahe, var han dog ikke ugunstig stemt mod Astronomien. Tyge Brahes kæreste Elev, *Longomontanus*, var i 1607 blevet ansat som Professor i Astronomi ved Københavns Universitet, og paa hans Opfordring lod Kongen da opføre et nyt astronomisk

Observatorium. Da den af Kristian den Fjerde oprettede Regenskirke viste sig at være for lille, lagde Kongen allerede i 1637 Grundstenen til en ny Universitetskirke, den hellige Treenigheds eller Trinitatis Kirke, og i Forbindelse med denne lod han da *Rundetaarn* opføre til astronomisk Brug. Longomontanus vilde gerne have haft Observatoriet liggende paa et højt Sted udenfor København, f. Eks. paa Valby Bakke, men Kongen ønskede vel dels, at Taarnet skulde pryde Kirken, og dels, at det skulde ligge i Nærheden af Universitetet.

Det ejendommelige Taarn er almindelig kendt. Det var allerede 1641 rejst i sin fulde Højde, men først i 1656 var Observatoriet øverst oppe fuldført. Næst den hollandske Universitetsby *Leydens* Observatorium, der var grundlagt i 1632, var Rundetaarn det første astronomiske Statsobservatorium. I Løbet af de følgende Aarhundreder oprettedes nu rundt omkring i Europa det ene store Observatorium efter det andet, i *Paris* 1667, i *Greenwich* (udtales Grinitsj) tæt ved London 1675, osv.

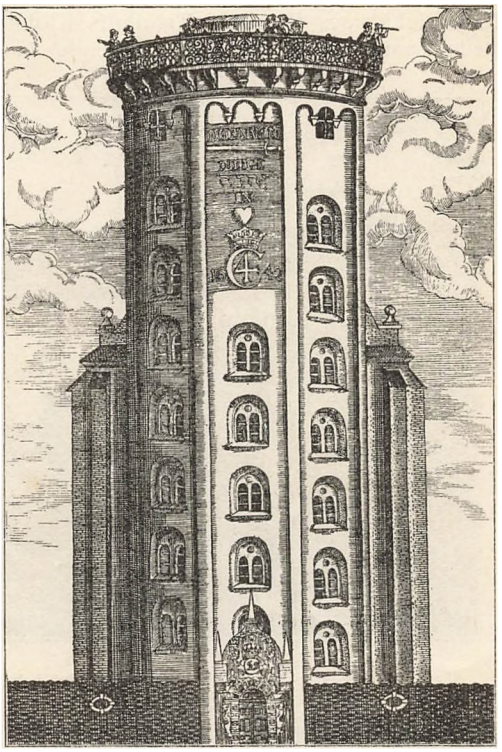


Fig. 31. Rundetaarn i København, bygget af Kristian den Fjerde i Midten af det 17de Aarhundrede til astronomisk Observatorium.

Kikkerlens Opfindelse omskabte ganske den astronomiske Iagttagelseskunst. Dels *tillod Kikkerten Øjet at se Ting paa Himlen, som det ubevæbnede Øje ikke kunde ane,* og dels forøgedes Maalingernes Nøjagtighed i højeste Grad derved, at *Siglelinealen blev erstattet med en Kikkert.* Desuden blev *Penduluret,* som var opfundet i Midten af det syttende Aarhundrede, et vigtigt Hjælpemiddel for Astronomien.

Disse ny Instrumenter fordrede en hel Reformation af Iagttagelsesmaaderne. Som vi senere skal se, gik atter her en Dansker frem

i første Linie. Denne Foregangsmand var *Ole Rømer*, næst Tyge Brahe Danmarks største Astronom. Ogsaa han observerede fra Rundetaarn, men han foretrak dog som Regel det Observatorium, han havde indrettet i sit Hjem, eller endnu hellere det lille »Observatorium tusculanum«, han havde indrettet sig paa en lille Høj ved Landstedet »Pilenborg« omtrent midtvejs mellem København og Roskilde. Thi skønt Rundetaarn var bygget udelukkende til Observatorium, tilfredsstillede det dog langt fra de Fordringer, den ny Observationskunst stillede. Vognkørsel paa Gaden neden under, Kirkeklokkernes Ringen i Trinitatis Klokketaarn, Blæst, — alt rystede Taarnet og virkede forstyrrende baade paa Urenes Gang og

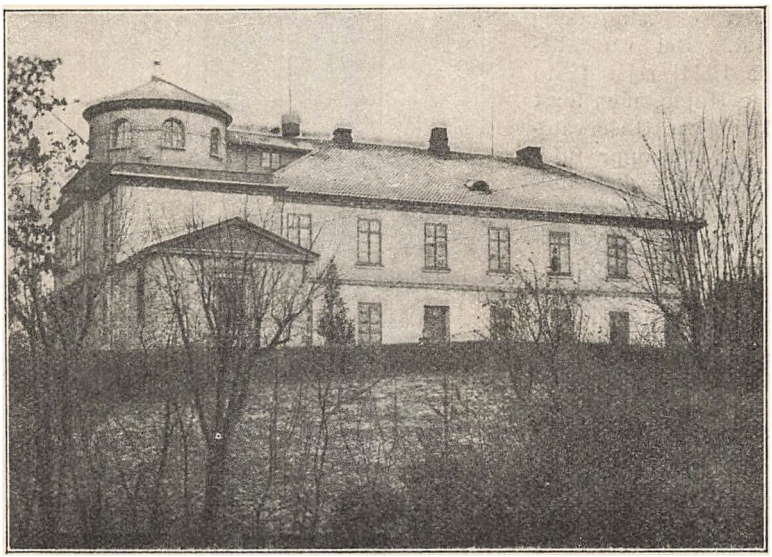


Fig. 32. Observatoriet i Kristiania.

paa selve Iagttagelserne i Kikkerterne. Til Trods herfor maatte Universitetsobservatoriet dog indtil Midten af det nittende Aarh. nøjes med dette Hjem. Til yderligere Skade for den danske Astronomi blev Observatoriet hjemsøgt af den store Ildebrand, som i 1728 lagde saa meget af København i Aske. Den samme Skæbne ramte ogsaa Universitetsbibliotheket, hvis mange Skatte opbevaredes paa Trinitatis Kirkeloft. Ved Observatoriets Brand gik Tyge Brahes store Himmelglobus, Observatoriets Instrumenter og næsten alle Ole Rømers Observationer til Grunde. Kun langsomt forvandt Observatoriet paa Rundetaarn sit Tab.

I Løbet af det attende og nittende Aarh. oprettedes her i Norden, som for øvrigt over alt paa Jorden, det ene Observatorium

efter det andet. Universitetet i *Upsala* fik sit i 1730. Den svenske Regering grundlagde i 1750 *Stockholms* Observatorium, og *Lunds* blev oprettet 1753. *Kristiania* fik sit Observatorium i 1818, men allerede i 1830 blev et nyt Observatorium fuldført under Hansteens Ledelse; det er foruden til astronomiske Observationer indrettet til Iagttagelse af Forandringerne i den jordmagnetiske Kraft, den, der faar Kompasnaalen til altid at søge hen i en bestemt Retning. Mens d'Arrest var Professor, blev i Slutningen af 1859 Grundstenen lagt til *Københavns* ny Observatorium, og 1861 var dette fuldendt. Til selve Bygningen og de ny Instrumenter var medgaaet ca. 183,000 Kr.

Fig. 33 viser Observatoriets Nordside set fra Botanisk Have

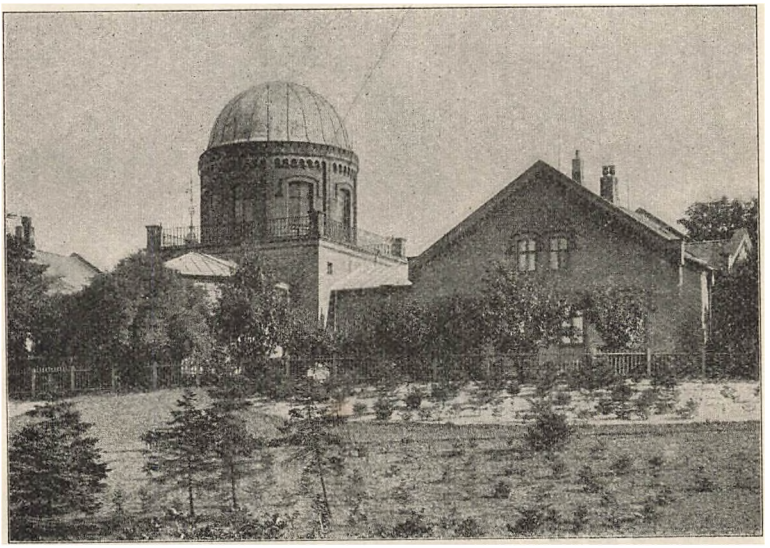


Fig. 33. Observatoriet i København.

Paa den modsatte Side, over mod Rosenborg Slot, findes Indgangen, foran hvilken der staar en Statue af Tyge Brahe. I den Fløj, der findes til højre paa Billedet, bor Observatoriets Direktør, i den tilsvarende Fløj til venstre dets Observator. I de to smalle Bygninger, der forbinder Fløjene med den firkantede Hovedbygning, staar to vigtige astronomiske Instrumenter, som vi senere skal omtale. Det Instrument, som i Øjeblikket interesserer os mest, er den ny store Kikkert, som findes oppe i Kuppelbygningen. Gulvet i Kuppelsalen hviler i den kredsrunde Mur nogle Alen under dens Overkant. Kuplen selv er af Træ, udvendig beklædt med Kobber og indvendig med Læder. Himlen kan ses gennem en langstrakt Spalte, der strækker sig fra Kuplens Top til dens nederste Rand. Et Lukke

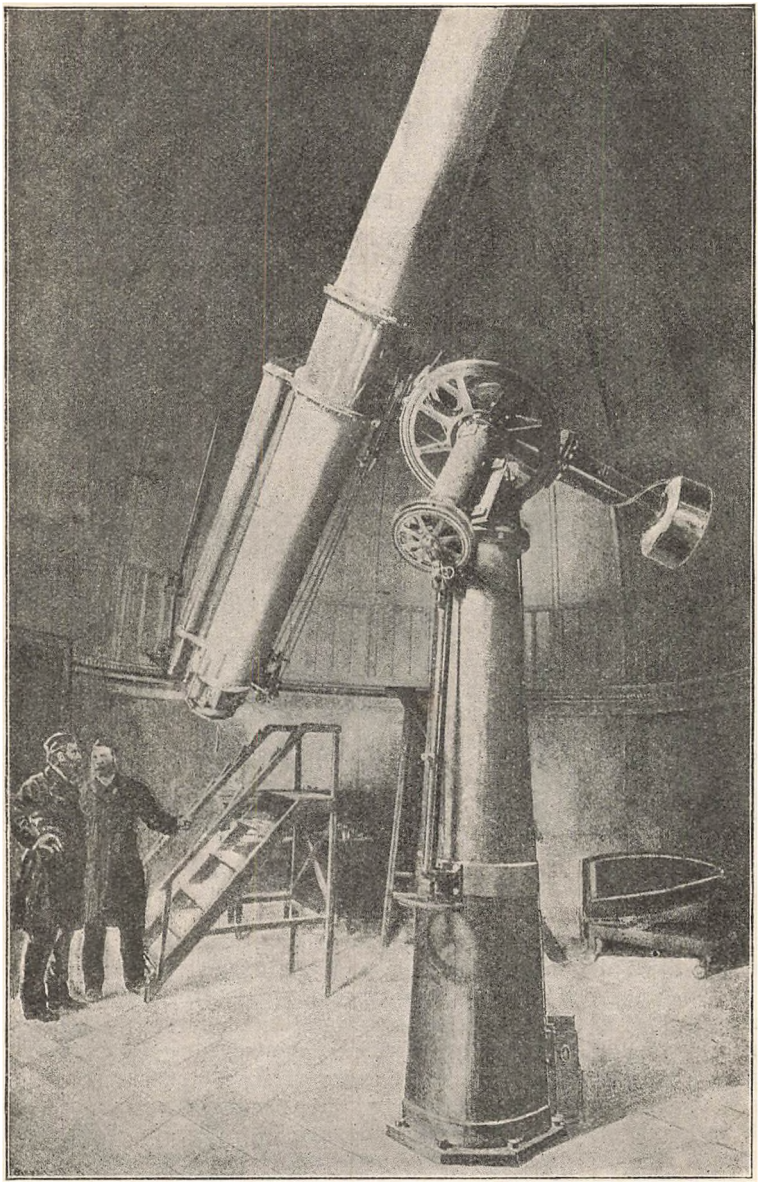


Fig. 34. Den store Kikkert i Københavns Observatoriums Kuppelsal.

kan skydes hen for den. Staar den Stjerne, man vil betragte i Kikkerten, ikke udfor Spalten, er det let at raade Bod derpaa. Hele Kuplen hviler nemlig paa Hjul, der ruller paa Skinner langs den runde Murs Overkant. Et Tryk paa en Knap, og en Elektromotor drejer den store Kuppels Spalte hen i den Retning, man ønsker.

Fig. 34 viser Kikkertens Udseende. Den Søjle, der bærer den, hviler ikke paa Gulvet. Dette vilde vanskelig kunne bære den store

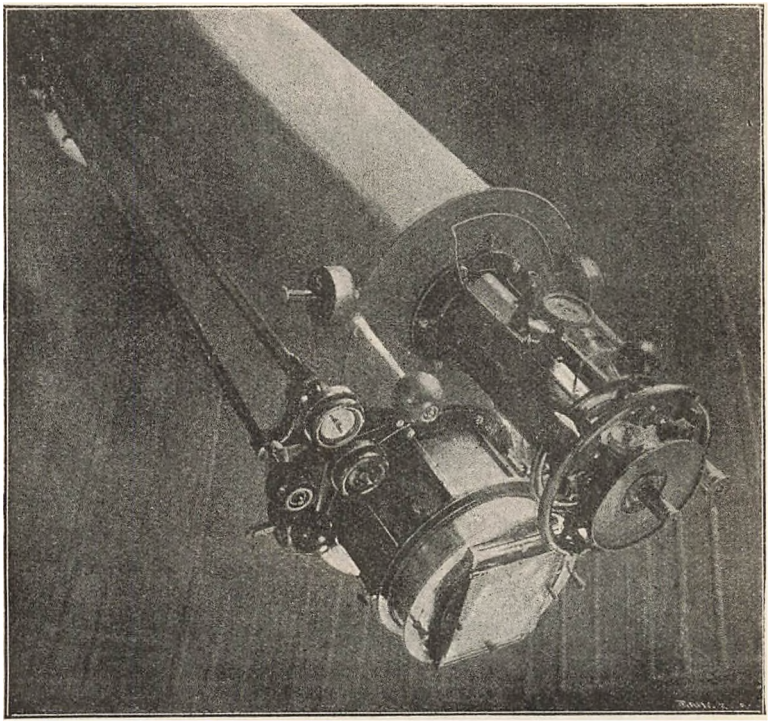


Fig. 35. Okularet paa den store Kikkert, som findes i Københavns Observatorium.

Vægt, og i alle Tilfælde vilde hver Rystelse i Bygningen, hvert Skridt paa Gulvet faa Kikkerten til at vibrere. Jernsøjlen, der bærer Kikkerten, gaar frit gennem Gulvet og hviler ved Hjælp af en stor Jerntrefod paa en muret Søjle. Denne har en Omkreds af mere end tredive Fod og strækker sig dybt ned i Jorden.

Kikkertrøret selv kan drejes, saa at det kan bringes til at pege mod ethvert Punkt paa Himlen. Paa dette Sted skal vi kun omtale, at naar Kikkerten er rettet mod det Himmellegeme, som man vil undersøge, saa sætter man en af de Akser, om hvilke Kikkerten

kan drejes, i Forbindelse med det Urværk, der findes i Kassen til højre opad Søjlens Fod. Hele Opstillingen er da saa sindrig indrettet, at Kikkertrøret nøjagtig følger Himmellegemernes Bevægelse hen over Himlen. Saa længe Kikkerten derfor ikke stilles om, ser man den samme lille Del af Stjernehimlen igennem den og kan i Ro undersøge det stærkt forstørrede Billede.

Fig. 35 viser os den Ende af Kikkertrøret, ved hvilken lagttage-



Fig. 36. Lick-Observatoriet paa Mount Hamilton i Kalifornien.

ren holder sit Øje. Den nærmere Beskrivelse af Enkelthederne paa dette Billede vil følge, naar vi har omtalt Kikkertens Opfindelse og Indretning i Almindelighed.

Efterhaanden som København er vokset, er Uroen og Larmen, Røgen og Dunsterne fra den store By begyndt at være til ret stor Ulempe for dem, der observerer. For nogle Aar siden udarbejdede en Kommission et Forslag, efter hvilket Observatoriet skulde flyttes til et heldigere Sted langt udenfor Byen, men da Overslaget over

Udgifterne kom til at lyde paa 350,000 Kr., blev Sagen foreløbig lagt hen.

I Udlandet er der i den senere Tid blevet bygget flere Observatorier i Bjærgenes renere Luft. Observatoriet paa Montblanc er vistnok det, der ligger højest. Det bestaar af en temmelig lille Bygning, som med stor Møje er blevet opført i ca. 5000 Meters Højde paa fast Sne. Det kan kun benyttes kort Tid ad Gangen, og der



Fig 37. Observatoriet paa Montblanc.

gøres da saadanne Iagttagelser, som kræver en saa ren og tynd Luft, som muligt.

Observatoriet paa Mount Hamilton i Kalifornien ligger ogsaa i en betydelig Højde. Det blev bygget i Firserne for en meget stor Pengesum, som var testamenteret af en amerikansk Rigmand *Lick*. I adskillige Aar var Lick-Observatoriets Kikkert Verdens største. Men i Aarene efter 1895 lod en anden amerikansk Rigmand *Yerkes* bygge et Observatorium, hvis Kæmpekikkert er endnu større.

KIKKERTEN.

Kikkertens Opfindelse. Galileis Opdagelser. Keplers Kikkert. Glaslinser. Kikkertens Indretning. Det syttende Aarhundredes store Kikkerter. Billedernes farvede Rande. Spejlkikkerter. Herschels og Lord Rosses Spejlkikkerter. Akromatiske Linser. Moderne Kikkerter. Fotografiens Anvendelse til astronomiske Undersøgelser.

De første Kikkerter. Over Kikkertens Opfindelse hviler et Slør. Der fortælles, at engang i Begyndelsen af det syttende Aarh. kom der en ubekendt fremmed ind i en hollandsk Brillemagers Bod og bestilte to Brilleglas slebne efter bestemte Maal. Nogle Dage efter kom den fremmede igen. Tavs tog han et Brilleglas i hver Haand, holdt det ene tæt hen foran Øjet, det andet i udstrakt Arm. Efter at have betalt stak han Glassene til sig, gik sin Vej og blev aldrig set mere. Men Brillemageren sleb to Glas ganske som de solgte og holdt dem op for Øjet paa samme Maade som den fremmede. Han saa nu til sin Forbavselse fjerne Genstande, som om de var kommet nærmere, og han saa dem forstørrede, saa at han kunde se Enkeltheder paa deres Overflade, som han ikke kunde se med blotte Øjne.

Saaledes lyder Fortællingen. Det eneste sikre er, at en hollandsk Brillemager *Lippershey* i Oktbr. 1608 overrakte den hollandske Regering en Kikkert, han selv havde forfærdiget, og samtidig ansøgte om i 30 Aar at have Eneret paa Fabrikationen. Tilladelsen blev ikke givet ham, da Regeringen havde bragt i Erfaring, at andre kendte Opdagelsen.

Med stor Hurtighed bredte Rygtet om den mærkelige Opfindelse sig over hele Europa. I Italien naaede det *Galilei*, den Naturforsker, der mere end nogen anden har bidraget til den moderne Fysiks Grundlæggelse. Det lykkedes ham at konstruere en Kikkert efter den løse Beskrivelse, han havde faaet; men medens hans Samtid nøjedes med at kigge paa fjerne Kirkespirs Fløje og undre sig over, hvor store de blev, *saa rettede Galilei sin Kikkert mod Himmelkloderne.* Han var den første, der indsaa, hvilken mægtig Forbundsfælle Astronomerne havde faaet i Kikkerten. Sine epokegørende Opdagelser offentliggjorde han i et lille Skrift, der bærer Titlen »Stjernernes Sendebud«. I dette fortæller han, at han har

set talrige Bjærge paa Maanens Overflade, at Planeterne viser sig som Skiver, mens Fiksstjernerne, trods Forstørrelsen, kun viser sig som lysende Prikker, og at Mælkevejen bestaar af tæt sammenhobede Stjerner.

Da han rettede sin Kikkert mod Planeten Jupiter, saa han tre smaa Stjerner tæt ved den og omtrent i ret Linie med den. Senere saa han kun to og atter senere fire. Ved nu omhyggelig at følge disse smaa Stjerners Bevægelse opdagede han, at det var Maaner, ialt fire, der kredsede om Jupiter. Denne Opdagelse vakte stor Opsigt. Modstanderne af den kopernikanske Lære havde nemlig paastaaet, at naar Jorden skulde bevæge sig omkring Solen, kunde den



Fig. 38. Loftsmaleri fra Kuplen over Galileis Statue i Florens' naturvidenskabelige Museum.

umulig paa sin Fart have Maanen kredsende omkring sig. Men nu saa man i Kikkerten, hvorledes Jupiter paa sin Fart gennem Verdensrummet kunde have endog fire Maaner kredsende om sig. Der var Jesuiter, som var saa fanatiske Modstandere af den kopernikanske Hypotese, at de ligefrem nægtede at se paa Jupiter gennem det djævelske Instrument.

Senere opdagede Galilei, at der ogsaa var noget mærkelig ved Planeten Saturns Udseende. For hans Øjne saa det nemlig ud, som om Planeten var tredobbelt eller støttet paa hver Side af en Maane. Efter Datidens Skik meddelte han sine videnskabelige Venner dette i følgende Anagram: »SMAISMRMILMEPOETALEVMIB UNENVGTTAUIRAS.« Da Vennerne forgæves havde brudt

deres Hoveder med Løsningen, oplyste Galilei dem om, at Bogstaverne kunde omstilles til følgende latinske Verslinie: »Altissimum Planetam tergeminum observavi« — jeg har set den fjerneste Planet tredobbelt.

Galileis Kikkert var bygget efter samme Princip som vor Teaterkikkert. Allerede Aaret efter at Galilei første Gang havde rettet sin Kikkert mod Himlen, paaviste Tyge Brahes berømte Elev *Kepler*, at man ved at slibe Glaslinserne paa en anden Maade kunde faa en Kikkert, der til astronomisk Brug havde forskellige Fortrin fremfor Galileis. I Keplers Kikkert brydes Lysstraalerne saaledes, at man ser Tingene omvendt; hvad der i Virkeligheden er nedad, ses opad, hvad der er til højre, ses til venstre o. s. v. Det er let at vende Billedet om igen ved at lade Lyset brydes gennem flere Linser, men Lyset svækkes for hver ny Linse, der kommer til, og da det i og for sig ikke kan skade, at man ser Stjernerne omvendt, foretrækker Astronomerne at nøjes med saa faa Linser, som muligt.

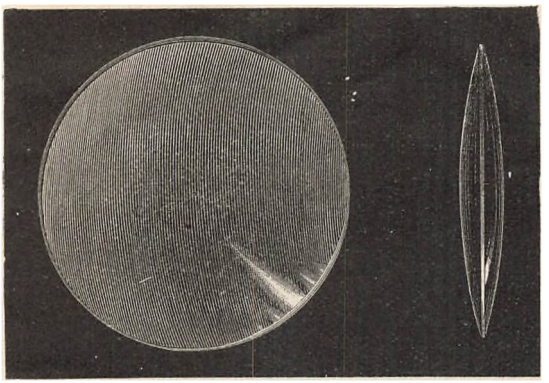


Fig. 39. En Glaslinse set forfra og fra Siden.

En udtømmende Forklaring af den astronomiske eller keplerske Kikkerts Virkemaade vilde fordre en omfattende Fremstilling af Læren om Lysets Brydning i Glaslinser og af Læren om Synet og Øjets Indretning. Det er ikke en Astronomis Opgave at give en saadan. Vi kan her nøjes med at fastslaa enkelte Hovedpunkter, noget vi saa meget roligere kan gøre, som »Frem« allerede har bragt Bidrag til Forstaaelse af disse Ting — se »Naturen og dens Kræfter« S. 404 og følgende, samt »Menneskets Legeme« S. 362 og følgende.

Læseren vil allerede af ovenstaaende have set, at det er Glaslinserne, der spiller Hovedrollen i en Kikkert. De fleste Mennesker kender Formen af Linser fra Luper, Teaterkikkerter eller Fotografiapparater. Fig. 39 viser, hvorledes Linsens to Flader er slebet nøjagtig efter Kuglefladers Runding. Den Linse, Figuren viser, er tykkest paa Midten, og dens to Flader støder sammen i en skarp Kant. En saadan Linse kaldes en *Samlelinse*, fordi den bryder Solstraalerne saaledes, at de samles i et Punkt, noget enhver, der har brugt et Brændglas, ved. Der findes ogsaa Linser, der er slebne saaledes, at de er tyndest paa Midten; saadanne Linser *spreder* Sol-

lyset. Som Eksempel paa Spredelinser kan vi nævne de Glaslinser i Teaterkikkerten, der holdes imod Øjnene.

For at forstaa Kikkertens Virkemaade i de bredeste Hovedtræk vil vi fæste Opmærksomheden paa to forskellige Forsøg, der kan gøres med en Samlelinse.

Fig. 40 viser, hvorledes Straalerne, der udgaar fra et Lys, brydes saaledes i en Samlelinse, at der dannes et omvendt Billede af Lyset paa en Skærm, der er opstillet i en passende Afstand.

Stiller vi os paa den anden Side af Skærmen og ser i den Retning, hvor Lyset staar, vil vi selvfølgelig ingen Ting kunne se for Skærmen. Men tager vi denne bort, *vil vi se et omvendt Billede af Lyset svæve frit i Luften paa det Sted i Rummet, hvor Billedet paa*

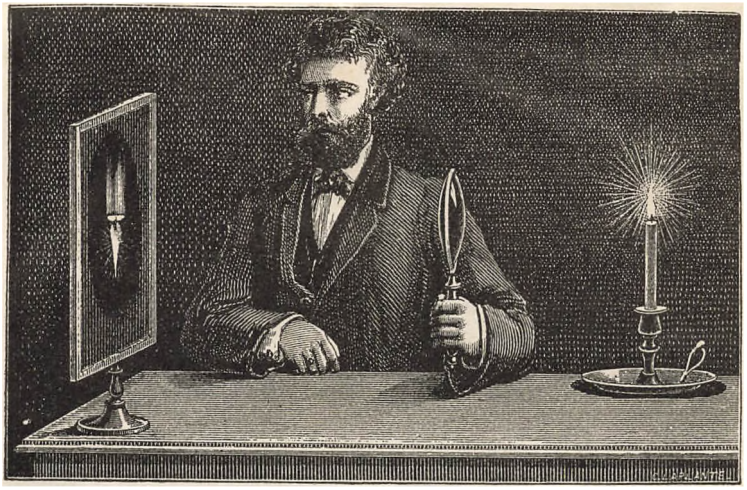


Fig. 40. Billeddannelse ved Linser.

Skærmen tidligere var. Bevæger vi Haanden gennem det Rum, hvor vi ser det omvendte Lys, mærker vi selvfølgelig intet. Linsen bryder kun Straalerne fra det virkelige Lys paa en saadan Maade, at vort Øje faar det Indtryk, at Lyset er paa Skærmens Plads.

Det andet lille Forsøg, vi vil beskrive, er følgende: Vi tager en stærk Samlelinse, det vil sige en stærkt buet Linse. Denne holder vi op foran det ene Øje og lukker det andet. Hvis vi da holder en lille Genstand tæt foran Linsen i en saadan Afstand, at vi ser den skarpt, vil vi se den i forstørret Maalestok. Brugt paa denne Maade virker Samlelinsen som et *Forstørrelsesglas*. Ved at benytte flere Linser paa engang og sammensætte dem paa passende Maade kan man opnaa en betydelig Forstørrelse. Linserne anbringes i et Rør, Øjet holdes ved den ene Ende af Røret og det, man vil se i

forstørret Maalestok, ved den anden Ende. Saaledes er *Mikroskopet* indrettet.

Hovedbestanddelene af en astronomisk Kikkert er 1) *en stor Linse, Objektivet, der sidder i den Del af Røret, der vender mod Genstanden, som skal iagttages i Kikkerten, og* 2) *en Lupe eller et Mikroskop, Okularet, der sidder i den modsatte Ende af Kikkertrøret.* Lysstraalerne, der træffer Objektivet, brydes saaledes, at de efter at have gennemløbet næsten hele Kikkertrørets Længde danner et omvendt, fritsvævende Billede. Dette betragter man da igennem Lupen eller Mikroskopet.

Afstanden fra Objektivet til det fritsvævende Billede, som det danner, kaldes Objektivets Brændvidde. Skal Kikkerten forstørre stærkt og desuden vise Genstanden med stærkt Lys, maa Objektivlinsen

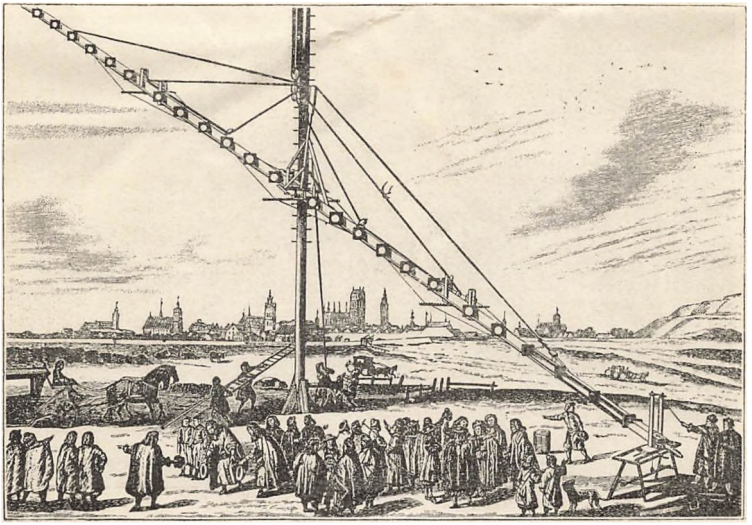


Fig. 41. Hevelius' Kikkert.

være stor og have en betydelig Brændvidde. I Løbet af det syttende Aarhundrede blev der gjort mange Forsøg paa at lave store Kikkerter. Fig. 41 viser os den store Kikkert, som Astronomen *Hevelius* konstruerede i Danzig. Den lange Stang, som er ophængt til Masten, bærer i sin øverste Ende Objektivet, mens Okularet er ved dens nederste Ende. Paa Grund af Kikkertens Størrelse forbandt Hevelius ikke Objektivet og Okularet ved et Rør, men han søgte at holde uvedkommende Lys nogenlunde borte ved at lade Lyskeglen fra Objektivet til Okularet passere gennem den Række af gennemhullede Plader, »Blændinger«, som man ser paa Tegningen.

Det syttende Aarhundredes forskellige optiske Glasslibere kappedes om at slibe Linser med større og større Brændvidder (se ovfr.). Der er blevet slebet Linser med Brændvidde af flere hundrede

Fod. Ja! en Franskmand Auzout sleb en Linse med 600 Fods Brændvidde; dog naaede han aldrig at overvinde de Vanskeligheder, der var forbundet med at bruge den i en Kikkert. Ved disse store Objektivglas opgav man ganske at have nogen fast Forbindelse mellem Objektivet og Okularet. Objektivet blev gjort fast i et kort, aabent Rør, der sad paa Toppen af en høj Mast, og som ved Snore kunde drejes i den rigtige Stilling. Man maatte da finde det Sted, paa hvilket det fritsvævende Billede dannede sig, og saa stille Okularet i den rigtige Afstand fra det. Ofte maatte man søge længe, før man i Kikkerten fik Øje paa det, man ønskede at se.

Sammenligner vi disse vanskelig haandterlige Kikkerter med Nutidens bekvemt ophængte Kæmpekikkerter, maa vi beundre den Taalmodighed, med hvilken Datidens Astronomer overvandt de Vanskeligheder, de havde at kæmpe med. Disse Vanskeligheder laa imidlertid ikke alene i de store Kikkerters Mangel paa Haandterlighed. En nok saa alvorlig Ulempe opstod deraf, at Linserne, selv om de var slebne med den største Omhu, gav Billeder, *hvis Rande var udviskede og farvede.* Enhver ved, hvorledes Sollys kan brydes i Regndraaberne, saa at der danner sig en Regnbue med alle Farveovergange fra rødt til violet. De fleste kender vel ogsaa de farvede Rande, med hvilke alt ses omgivet, naar man holder et Glasprisme f Eks. fra en Lysekrone op foran Øjet. Det er paa en lignende Maade, at Lysbrydningen i Kikkertens Linser fremkalder Billedets farvede Rande. Som vi senere skal se, kom netop den Farvedannelse, som altsaa ledsager Brydningen, til at spille den største Rolle for den moderne Astronomi; thi som Grundbetingelse for Spektralanalysen er den Nutidsastronomiens vigtigste Hjælper. Men i det syttende Aarh. følte den kun som en Fjende. Foreløbig standsede den al videre Udvikling af den Kunst at forfærdige store Linser, og man gik over til at konstruere Kikkerter efter et helt andet Princip.

Spejlkikkerter. Alle kender de Spejlbilleder, der kan ses i en Spiseskes Hulhed. Disse Billeder er ganske forvrængede, men hvis den spejlende Inderflade har Kugleform, vil Billederne være tro Gengivelser. Ved Hjælp af et nøjagtig tilslebet Hulspejl kan man danne lignende, fritsvævende Billeder af fjerne Genstande, som dem, der dannes gennem Glaslinser.

I Løbet af det syttende Aarh. blev der opfundet forskellige Spejlkikkerter, i hvilke Objektivlinsen var erstattet med et Hulspejl. En af disse blev opfundet af selve *Newton.* Princippet i alle Spejlkikkerter er, at Lysstraalerne falder ind gennem et Rør, hvis Bund dannes af et Hulspejl. Fra dette kastes Straalerne tilbage og danner et Billede, som derpaa betragtes gennem en Lupe eller gennem et Mikroskop. Det, der er Fordelen ved disse Spejlkikkerter, er, at Billederne, der dannes i dem, ikke er omgivet af de farvede Rande, som opstaar ved Lysets Gennemgang gennem Linser. Saalænge man endnu ikke havde fundet Midler til at fjerne eller svække disse farvede Rande fra Glaslinsernes Billeder, stod Spejlkikkerterne i høj

Anseelse. Det var især den berømte Astronom *William Herschel* (1738—1822), der viste, hvilke fortrinlige Resultater man kunde naa ved store Spejlkikkerter. Herschel var født i Hannover og var opdraget til at være Musiker. Som ung kom han til England, hvor han mødsommelig tjente sit Brød som Organist, Musiklærer og Koncertdirigent. Efter Dagens anstrengende Arbejde brugte han de sene Nattetimer til Studier, særlig af Matematik, Lyslære og Astronomi. Saa stærk var hans Interesse for Himmellegemerne blevet, at han tilsidst besluttede sig til at lave en Spejlkikkert, for selv at kunne komme til at se alle de Himmelhvælvingens Vidundere, han havde læst om. En Broder og en Søster hjalp til, hver paa sin Vis, og det lykkedes virkelig Herschel at faa konstrueret en Kikkert, som var over fem Fod lang. Der fortælles, at hans Begejstring over Instrumentet var saa stor, at han i Pauserne ved sine Koncerter ilede ud for at betragte Stjernehimlen i det.

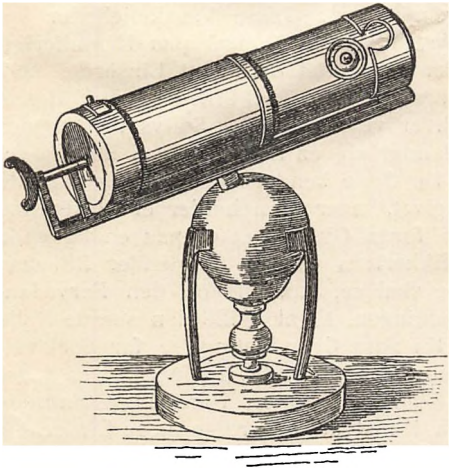


Fig. 42. Newtons Spejlkikkert.

Forfærdigelse af Hulspejle blev tilsidst næsten en Lidenskab hos Herschel. Større og større blev de Spejle, han sleb, og paa Grund af deres Fortrinlighed blev de snart efterspurgte.

I Løbet af 15 Aar skal Herschel have fremstillet 430 Spejle, af hvilke 80 havde Brændvidder paa ca. 20 Fod.

Med uhyre Flid gav Herschel sig nu til at gennemsøge Himmelen. Den 13de Marts 1781 opdagede han en Stjerne, der i den stærkt forstørrende Kikkert viste sig med en kendelig Skive. Han sluttede, at denne Stjerne maatte være en Planet, der tilhørte vort Solsystem, og denne Formodning viste sig ved den fortsatte Undersøgelse at være rigtig. Den nyopdagede Planet, der fik Navnet *Uranus*, kredser omkring Solen i en Bane, der er omtrent dobbelt saa stor som Saturns.

Opdagelsen af Uranus gjorde Herschel berømt. Englands Konge, Georg den Tredie, fattede Interesse for ham og gjorde ham til sin »Hofinstrumentmager«. Med Kongens Understøttelse byggede han saa sin største Spejlkikkert. Denne er afbildet i Fig. 43. Røret var 37 Fod langt og 4 Fod i Gennemsnit, og i Bunden af det hviler det store Hulspejl. Dette var over 3 Tommer tykt og vejede 20 Centner. Det første Hulspejl, Herschel sleb til Kikkerten, var ved Støbningen blevet for tyndt paa Midten; det andet sprang, da det

blev afkølet, og først det tredie blev tilfredsstillende. — Selve Røret var ophængt, saa det kunde rettes mod ethvert Punkt paa Himlen. Som Fig. 43 viser, kunde Røret stilles mere eller mindre stejlt ved et Trisseværk, og hele Stilladset med sit Underlag kunde drejes paa Ruller. Skønt hele denne Opstilling var langt at foretrække for de tidligere omtalte, f. Eks. for Hevelius', saa var den besværlig nok for Iagttageren. Han skulde kigge over Rørets Rand ned mod det Billede, som Hulspejlet dannede, og han maatte derfor staa paa en Slags Altan, der kunde hæves og sænkes med Rørets Munding.

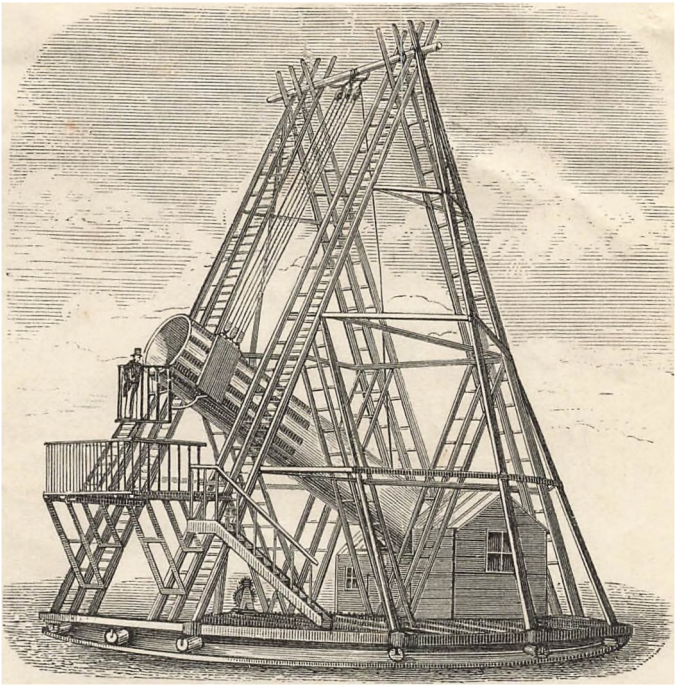


Fig. 43. Den ældre Herschels Spejlkikkert.

De omfattende Undersøgelser, som William Herschel havde gjort med sine Kikkerter i Løbet af mange Aar, blev fortsat i samme Spor af hans Søn *John Herschel.* Fader og Søn havde vist Astronomerne, hvad der kunde bringes ud af Iagttagelser med Spejlkikkert. Disse Kikkerter nød nu i lang Tid høj Anseelse, og selv efter at Optikerne havde lært at lave Linser, der gav Billeder uden — eller næsten uden — farvede Rande, blev der konstrueret Kikkerter med store Hulspejle. Den største lod *Lord Rosse* lave i Irland. I Aaret 1845 var den fuldendt, og i Løbet af den Snes Aar, Ejeren benyttede den,

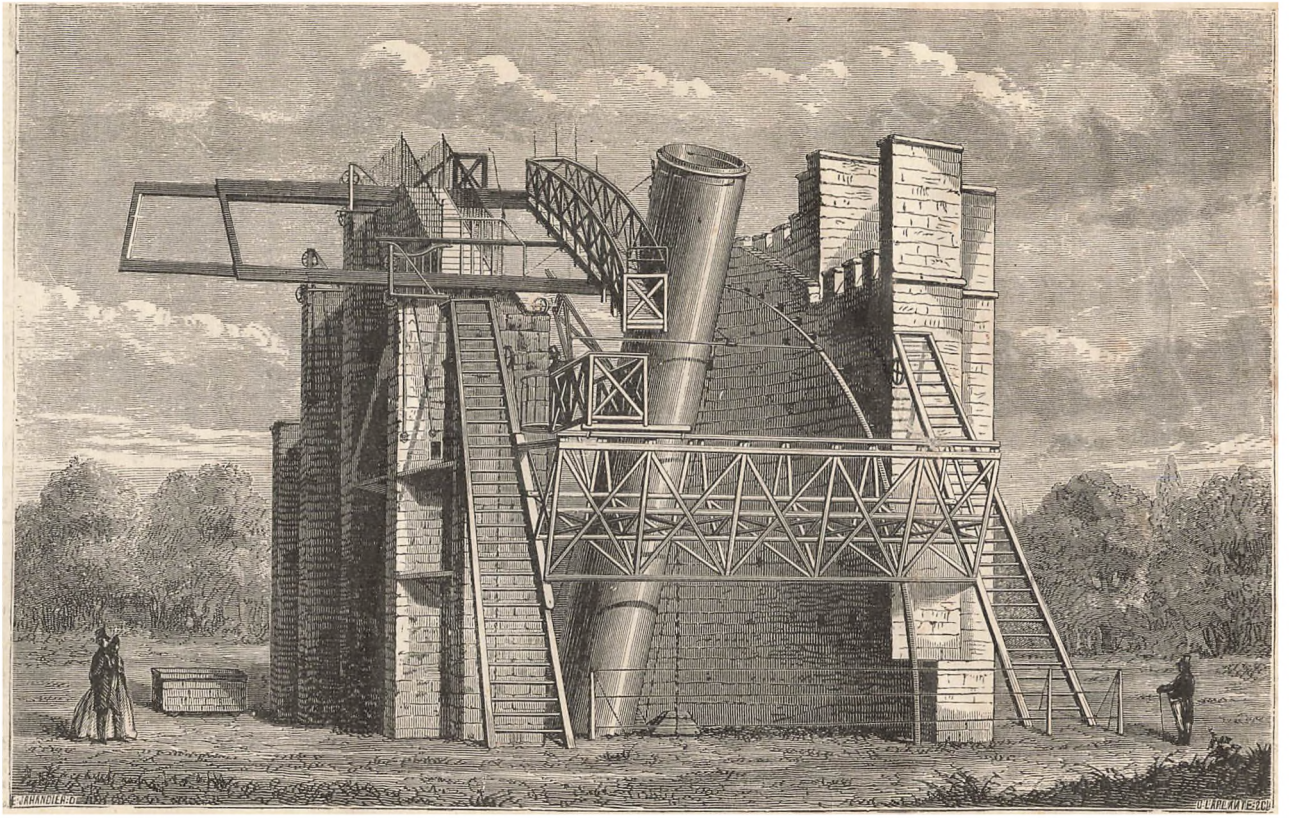


Fig. 44. Lord Rosses Spejlkikkert.

gav den saa gode Oplysninger om de lyssvage Taagepletters indre Bygning, at den først i denne Henseende er blevet overtruffet af de moderne Kikkerter, naar disse tager Fotografien til Hjælp. Et Blik paa Fig. 44 viser tilstrækkelig Kikkertens Opstilling.

Naar Luften angriber et Metalspejls Overflade, maa det slibes blankt igen. For et Hulspejls Vedkommende er dette en omstændelig og vanskelig Operation, da den mindste Fejl i den spejlende Flades Bue skader Billedets Skarphed. I den nyere Tid har man fundet paa at slibe Hulspejlet i en tyk Glasskive; den hule Flade overtrækkes da med et yderst tyndt Lag af blankt Sølv. Hvis Sølvet mister sin Glans, fjerner man Sølvlaget og overtrækker Glasset med et nyt Lag. Man undgaar saaledes hele den vidtløftige Omsliben.

Hvor det gælder om at se lyssvage Ting, kan endnu i vore Dage Spejlkikkerterne bruges med Fordel; men til Maalinger egner de sig ikke. Spejlet er tungt, og naar Røret bringes over i en anden Stilling, vil Tyngden forandre Spejlets Overflade lidt. Forandringen er ganske vist saa lille, at vore Øjne ikke kan se den direkte; men den er dog tilstrækkelig stor til, at vi kan opdage, at Spejlkikkertens stærkt forstørrede Billede viser sig noget fortrukket.

Moderne Kikkerter. *Newton* havde ment, at det vilde være umuligt at konstruere Linser, hvis Billeder var uden farvede Rande. Hans store Autoritet standsede foreløbig Forsøgene paa at forbedre Kikkertens Glaslinser, og Spejlkikkerter blev nu, som sagt, i lang Tid meget benyttede. Men i Løbet af det attende Aarhundrede blev Forsøgene genoptagne og kronedes til sidst med Held. Omtrent 1760 tog *Dollond* Patent paa en »*akromatisk Linse*«, i hvilken de farvede Rande — i det mindste praktisk talt — er fjernede derved, at Linsen er sammensat af to enkelte Glaslinser, der er af forskellige Glassorter og lagt opad hinanden. Den ene Linse er af »*Kronglas*«, den anden af det mere blyholdige »*Flintglas*«.

Nu gjorde Konstruktionen af Kikkerter med Glaslinser atter Fremskridt. Den væsentligste Hindring for Konstruktionen af store Kikkerter laa i de Vanskeligheder, som man havde ved at fremstille de store Glasskiver, af hvilke Linserne skulde slibes.

De Materialer, af hvilke Glasset skal fremstilles, smeltes sammen i store, ildfaste Digler, og det gælder saa om at faa Glasset afkølet, saa at det ikke springer i Stykker, men danner en helt igennem ensartet Masse uden Blærer eller Bølger. Ved en hurtig Afkøling vil den store Glasmasse springe itu. Afkølingen bliver derfor en meget langvarig og omstændelig Operation. Gang efter Gang maa større Blærer og Folder, der har dannet sig, fjernes efter en Opvarmning, der har gjort Massen blød, og først naar en omhyggelig Prøve viser, at Glasset helt igennem er tilfredsstillende, begynder Glassliberen sit Værk. Naar Linsen næsten er færdig, kan det vise sig, at der alligevel har været en Fejl i Glasset, og lange Tiders Arbejde

er spildt. Intet Under, at de store Kikkerter bliver dyre. Den store fotografiske Kikkert i København har med Opstilling og Tilbehør kostet henved 50 000 Kr., og alene den ene af de akromatiske Objektivlinser har kostet 8900 Kr. Men dette er Smaating i Sammenligning med de Summer, de amerikanske Kæmpekikkerter har slugt. Yerkes-Observatoriets Kikkert har kostet næsten en halv Million Kr., og Objektivlinser til saadanne Kikkerter koster Summer som 200 000 Kr.

Efterhaanden som Glaslinsefabrikationens Teknik udvikledes, og det blev muligt at forsyne de astronomiske Kikkerter med større og større Objektiver, begyndte en anden Ulempe at gøre sig gæl-



Fig. 45. Kronglaslinsen til den store Kikkert paa Yerkes-Observatoriet.

dende. Randene af de Billeder, som Dollonds akromatiske Linse danner, er nemlig ikke absolut farvefri. Ved mindre Linser er Farvebræmmen saa svagt lysende, at den i Virkeligheden er uden Betydning. Men jo større Linsen er, desto mere Lys vil der trænge igennem den, og desto stærkere fremtrædende bliver Bræmmen. Set gennem de store Objektivlinser viste Stjernerne sig i en stærkt lysende, violet Glorie.

Denne Ulempe er vel ikke helt fjernet endnu. Overhovedet vil en matematisk fuldkommen akromatisk Linse næppe kunne konstrueres. Men Tekniken har dog stadig gjort store Fremskridt. Disse skyldes blandt andet det glastekniske Institut, som paa den prøjsiske Stats Bekostning er blevet oprettet i Jena. Her er Fabrikationen af forskellige Glassorter blevet underkastet en indgaa-

endè, systematisk Undersøgelse. — Kikkertens Betydning for Astronomien grunder sig paa dens Evne til at *forstørre*, paa dens Evne til at vise *Fiksstjernerne stærkere lysende* og paa dens Brugbarhed som *Sigteinstrument*.

Forstørringen har vi allerede omtalt tilstrækkelig i det foregaaende. Evnen til at gøre lyssvage Stjerner synlige beror paa, at alle de Lysstraaler, der fra Stjernen sendes mod det store Kikkertobjektiv, brydes saaledes af Kikkertens Linser, at de kommer ind i den iagttagende Astronoms Øje. Eksempelvis skal nævnes, at en Stjerne vil sende omtrent 40 000 Gange saa meget Lys mod den store Yerkes-Kikkerts Linse som mod Pupillen i det menneskelige Øje, naar dette betragter Stjernen uden Kikkert. For øvrigt maa det bemærkes, at det kun er Fiksstjerner, hvis Lys forstærkes af Kikkerten, derimod ikke Ting med kendelig Udstrækning, f. Eks. Kometer. Lyset fra saadanne spredes ved Forstørringen over en stor Flade. En Fiksstjernes Lys derimod samles i en Prik, der er desto mindre, jo mere fuldkommen Kikkerten er. Dette ligger i, at Afstandene til Fiksstjernerne er saa mægtige, at end ikke den stærkest forstørrende Kikkert vil kunne vise Stjernernes Skiver. Tvertimod! Jo bedre Kikkerten er, desto mindre viser Fiksstjernerne sig. Alle de smaa *Skiver* paa Fig. 25 skyldes saaledes de uundgaaelige Fejl ved Linserne.

De store Kikkerter sætter Astronomerne i Stand til at se Hundredetusinder af Stjerner, som det blotte Øje ikke kan ane. Men den sætter ogsaa Astronomerne i Stand til at se i hvert Fald de stærkere lysende Fiksstjerner om Dagen. Thi mens Himmelhvælvingens Lys svækkes i Kikkerten, forstærkes Stjernernes.

For at kunne bruge Kikkerten som Sigtelinie fæster man paa det Sted i Røret, hvor Objektivet danner sit Billede, to fine Traade af Edderkoppespind, saa at de danner et Kors. Gennem Kikkertens Okular vil dette *Traadkors* da ses i Feltet samtidig med Stjernerne. Egentlig er Kikkerten rettet mod alle de Stjerner, der ses i dens Felt, men ved Maalinger regner man, at den særlig er rettet mod den Stjerne, hvis Billede falder i Traadkorsets Krydsningspunkt.

Lad os tænke os, at vi betragter Maanen i en Kikkert, som forstørrer 500 Gange. Vi ser da Maanens Overflade, som om vi var kommet den 500 Gange saa nær, og da Astronomerne har fundet, at Afstanden til Maanen er omtrent 50 000 Mil, vil det sige det samme som, at Afstanden var formindsket til 100 Mil. Det Spørgsmaal ligger da nær, om Kikkerten vil kunne forbedres, saa at vort Blik ved dens Hjælp ubegrænset vil kunne nærme sig de fjerneste Himmellegemer.

Den største og bedste Glaslinse, som Menneskehænder kan fremstille, er vel ikke sleben endnu. Men saa meget kan vi dog paa Forhaand sige, at ovenstaaende Spørgsmaal maa besvares med et ubetinget Nej. Skulde Kikkertens forstørrende Evne forøges betydelig ud over, hvad der er naaet, maatte Objektivlinsen have en rent

ud eventyrlig forrelse. Men selv om Glasslibningsteknikken skulde gøre saadanne Fremskridt, at man kunde lave væsentlig større og bedre Linser end nu, saa er dermed den største Vanskelighed endnu ikke overvunden. Vi Mennesker lever jo nemlig paa Bunden af et mægtigt Lufthav, Jordens Atmosfære. Det er gennem dette Lufthav, at vi ser Stjernerne. Noget kan Astronomerne hjælpe paa Ulemperne heraf ved at iagttage fra højtliggende Bjærgobservatorier; men de højere Luftlags Uro og Strømninger uskadeliggøres ikke derved. Enhver ved, hvorledes alt, hvad man ser gennem varm Luft, synes at sitre. Allerede naar man ser gennem Kikkerter med middelstærk Forstørring, kan der ses noget lignende, og ved de stærke Forstørringer bliver Virkningen af Luftens Uro saa følelig, at al Iagttagelse ofte umuliggøres. Her staar Astronomerne overfor en Hindring, der efter alt at dømme er uoverstigelig. For gennem Tal at anskueliggøre, hvad der alligevel kan naas med gode Kikkerter og under gunstige Forhold, skal vi nævne, at Direktøren for Yerkes-Observatoriet, *G. E. Hale*, omtaler en Observation af en Dobbeltstjerne, ved hvilken de atmosfæriske Forhold var saa heldige, at der med et tilfredsstillende Resultat kunde bruges et Okular, der gav en Forstørring paa 3 750 Gange. Ved en Observation af Solen betragter han en Forstørring paa 600 Gange som overordentlig gunstig, noget der ligger i, at Solvarmen forøger Luftens Uro og derfor vanskeliggør Iagttagelserne.

De store Kikkerter kræver mange andre tekniske Spørgsmaal løst end dem, der angaar Glaslinserne. Kikkertrøret maa f. Eks. være ophængt saaledes, at et Urværk kan lade det følge en Stjerne, naar Astronomen først har rettet det imod den. Da Kikkertens Okular ved Rørets Bevægelser snart er højt oppe under Kuplen, snart lavt nede, maa den iagttagende Astronom kunne forandre sit Stade i Forhold dertil. I Reglen bruger han store Trappestiger (se Fig. 47), men undertiden er hele Gulvet i Kuppelsalen indrettet saaledes, at det kan hæves og sænkes.

For at undgaa de Ubekvemmeligheder, der følger med Okularets Bevægelser, har den bekendte franske Astronom *Loewy* konstrueret en ejendommelig Kikkert, ved hvilken Okularet altid er paa samme Sted i Rummet. Den kaldes paa Grund af sin særegne Form »den knækkede Kikkert«. Fig. 46 viser dens Udseende. Kikkertrøret er ved et Knæk delt i to paa hinanden vinkelrette Dele. Den Del, der paa Tegningen gaar opad til venstre, hviler foroven i en Ring, forneden paa en Tap, saa at den kan drejes om sig selv. Øverst oppe sidder Okularet. Den anden Del af Røret gaar paa Tegningen opad til højre. Yderst ude sidder en stor Metalterning, i hvis ene Side Objektivet er fastgjort. Paa den modsatte Side af Okularrøret sidder en Kontravægt, der afbalancerer hele Kikkerten om Drejningsaksen. Efter at have passeret Objektivlinsen ledes Lysstraalerne ved Hjælp af to Spejle hen gennem Kikkertrørets to Dele og op til Okularet. Kikkerten kan bringes til at vise forskellige

Stjerner dels ved Drejning om Okularrørets Akse, dels ved Drejning af den Terning, i hvilken Objektivlinsen sidder. Naar Astronomen først har faaet Øje paa det Himmellegeme, han ønsker at undersøge, sætter han et Urværk i Gang, og dette drejer da Kikkerten, saa at den følger Stjernens Bevægelse.

Himmelfotografi. Kikkertens Opfindelse i Begyndelsen af det syttende Aarhundrede dannede et Vendepunkt i Astronomiens Historie. Vor egen Tid har atter givet Astronomien en ny Retning, tilført den nyt Stof. I Hovedsagen kan den moderne Astronomi

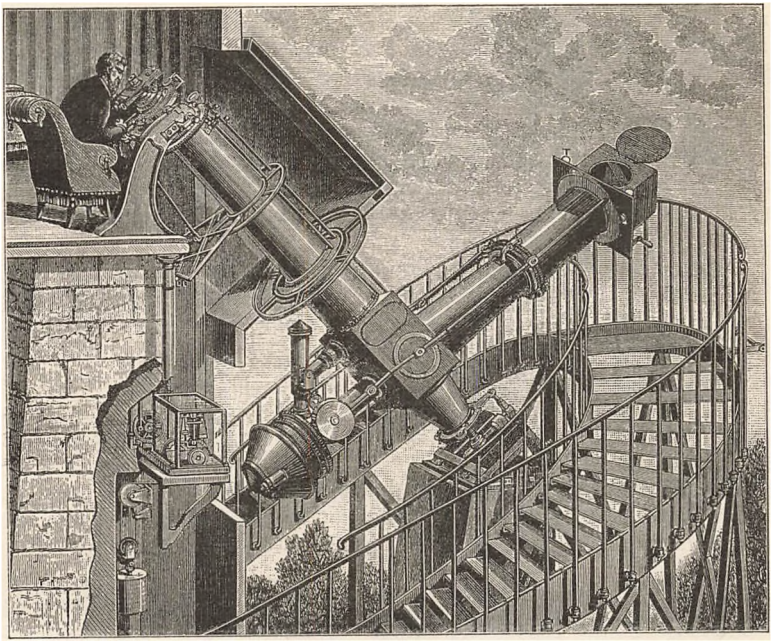


Fig. 46. »Knækket Kikkert«.

karakteriseres derved, at den søger at efterforske Himmellegemernes fysiske Natur ved Hjælp af Fysikkens almindelige Læresætninger. Den saakaldte Spektralanalyse udgør en væsentlig Del af denne moderne Gren af Astronomien, der fører Navnet *Astrofysik*. Men Spektralanalysen understøttes kraftig af *Himmelfotografien*.

Lad os blot her i al Korthed omtale den sidstnævnte. I »Frem«s Fysik »Naturen og dens Kræfter« er der i Spalte 410 omtalt, hvorledes man i det fotografiske Camera ved Hjælp af Glaslinser danner et Billede af den Genstand, som man vil fotografere. Man lader nu dette Billede falde paa en Plade, der er overtrukket med et lys-

følsomt Stof. Foreløbig er der kke noget at se paa Pladen, men behandles den med visse Kemikalier, »fremkaldes« Billedet. Lige indtil det Øjeblik, da Billedet er fæstnet paa Pladen, maa den omhyggelig beskyttes for alt fremmed Lys, der kan indvirke kemisk paa den. Pladen fremkaldes derfor i et »Mørkekammer« ved rødt, kemisk uvirksomt Lys. Det fremkaldte Billede er imidlertid »negativt«, det vil sige alt, hvad der skulde være lyst, er mørkt og omvendt. Det er dog ikke vanskeligt for Fotografen ved Negativets Hjælp at fremkalde et »positivt« Billede, hvor Lys og Skygge er fordelt paa rette Maade.

Fotografiet frembringes altsaa af det Billede, som dannes paa den lysfølsomme Plade inde i Cameraet. Den Tid, *Eksposiitionstiden*, i hvilken Pladen skal udsættes for Lyspaavirkningen, for at det Billede, som fremkaldes, skal blive vellykket, er højst forskellig. Hvis det, der skal fotograferes, har stor Lysstyrke, hvis det f. Eks. er et solbelyst Landskab, maa Ekspositionstiden være meget kort. Man kalder det færdige Billede et Øjebliksfotografi. Er det derimod lyssvage Ting, som skal fotograferes, maa Billederne eksponeres længe. Det rette Valg af Ekspositionstiden er Fotografiens store Kunst.

Saasnart *Daguerre* havde opfundet Fotografien eller rettere dens Forløber, Daguerrotypien, indsaa han, at han med Kikkerten maatte kunne fotografere Himmellegemerne. Vi har set, hvorledes Objektivlinsen danner et Billede inde i Kikkertrøret, og det maatte da ligge nær at forsøge *at lade Billedet falde paa en lysfølsom Plade.* I 1840 lykkedes det virkelig Daguerre at fremstille et Fotografi af Maanen ved at rette Kikkerten imod den og eksponere Pladen nogle Minutter.

Himmelfotografien havde vundet sin første Sejr. Men der var en lang Vej frem, førend det nuværende Standpunkt blev naaet. Den astronomiske Kikkert skulde forbedres, og hele den fotografiske Teknik udvikles.

Skal det fotografiske Billede blive skarpt, maa Kikkerten paa det nøjagtigste følge de Himmellegemer, der skal fotograferes. Ved den mindste Afvigelse bliver Billedet udvisket. I det foregaaende er der blevet omtalt (S. 54 øverst), hvorledes Kikkerten kan drejes af et Urværk, saa at den følger de Stjerner, mod hvilke man retter den. Imidlertid kan Urværket og hele Opstillingen ikke laves saa fuldkomment, at Kikkerten bliver ved at følge de paagældende Stjerner ganske nøjagtig. Dels kan det være Urværket, der gaar lidt uregelmæssig, dels er den svage Bøjning, som Tyngden giver Kikkertrøret, noget forskellig i Kikkertens forskellige Stillinger. Særlig store vil disse Afvigelser kunne blive ved Fotografering af lyssvage Stjernetaager eller Kometer, fordi Ekspositionen her ofte strækker sig over mange Timer.

Det er da nødvendigt, at den fotograferende Astronom stadig under Ekspositionen skaffer sig Sikkerhed for, at Billedet hviler

uforandret paa samme Sted af Fotografipladen. Selve Pladen kan han imidlertid ikke komme til at se paa. Tidligere søgte man at komme ud over Vanskelighederne ved Hjælp af den store Kikkerts »*Søger*«, som er en mindre Kikkert, der sidder fastgjort til Hovedkikkertens Rør. Paa Fig. 34 findes Søgeren let til venstre paa Kikkertrøret. Søgeren peger i samme Retning som Hovedkikkerten, men da den ikke forstørrer saa stærkt som denne, kan man faa Overblik over en forholdsvis udstrakt Del af Himlen, hvorfor Søgeren benyttes til en foreløbig Indstilling af Kikkerten.

For at kunne vaage over, at Hovedkikkerten nøjagtig fulgte de Stjerner, der skulde fotograferes, sørgede man da for, at der stod en Stjerne lige i Krydsningspunktet af Søgerens Traadkors. Saasnart den spejdende Astronom mærkede, at denne Ledestjerne begyndte at fjerne sig fra sin Plads, rettede han straks paa Kikkertens Stilling. Det viste sig imidlertid, at selv om Søgeren under hele Ekspositionen havde den rigtige Retning, var dette ikke altid Tilfældet med Hovedkikkerten. Grunden var blandt andet, at Tyngdekraften ikke bøjer den lange og den korte Kikkert i samme Grad; naar Urværket under Ekspositionen drejer dem om i andre Stillinger. Saa blev den Form af den fotografiske Kikkert opfundet, som nu er den almindelige. Fig. 47 viser, hvorledes den bestaar af to Kikkerter, i det væsentlige af samme Længde og indesluttede i det samme Kikkertrør. Den ene Kikkert afsluttes med et sædvanligt Okular, den anden med et fotografisk Apparat. Fig. 36 viser foroven til højre det fremspringende Okular, der hører til den ene Objektivlinse, og forneden til venstre den firkantede, flade Kasse, i hvilken den fotografiske Plade gemmes. Desuden ser man en Del Haandtag, ved hvilke Kikkerten kan bevæges og indstilles, samt nogle Smaavægte, ved Hjælp af hvilke Kikkerten nøje kan afbalanceres om sin Ophængning.

Skal nu en lille Del af Himlen fotograferes, retter man Kikkerten imod den ved Hjælp af Søgeren, hvorpaa den sættes i Forbindelse med Urværket, saa at den følger Himlens Bevægelse. Ved en Finindstilling sørger man for, at en af Stjernerne i Hovedkikkertens Felt kommer til at staa paa et bestemt Sted i det Net af Traade, der findes paa »Traadkorsets« Plads. Under hele denne Indstilling har der været lukket for den fotografiske Plade. Ved at dreje paa en Knap slaar man nu et Laag til Side, og den fotografiske Objektivlinses Billede hviler paa Pladen. Ekspositionen er begyndt. Som tidligere beskrevet sørger man for, at Billedet ikke flyttes, ved hyppig at se om Ledestjernen i Okularet er paa sin Plads. Naar den fornødne Ekspositionstid er udløbet, lukkes for Pladen, og den tillukkede Pladekasse tages af og gemmes, indtil det er beleiligt at fremkalde Billedet.

Saaledes blev Himmelfotografiens Teknik efterhaanden udviklet. Vi skal i det følgende komme tilbage til de Resultater, den har bragt, og vil da til Slutning paapege enkelte, iøjnefaldende Fordele

ved den ny Iagttagelsesmaade. — For det første binder Fotografien en Gang for alle til Pladen alt, hvad Astronomen kan se i Kikkerten.

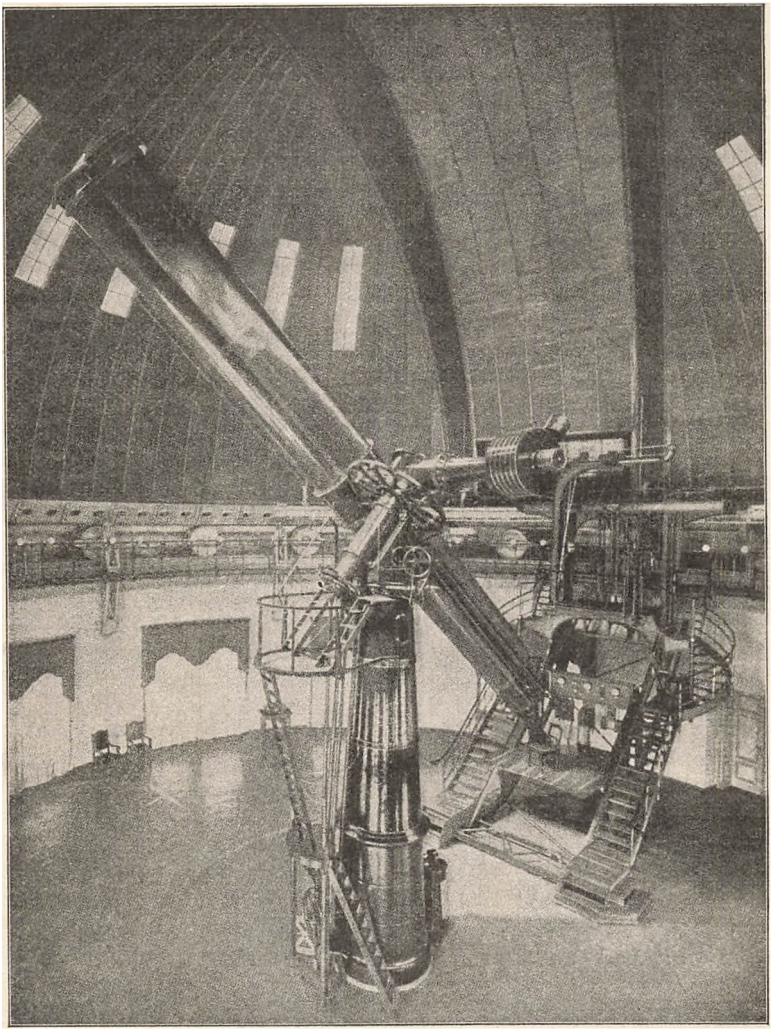


Fig. 47. Fotografisk Dobbeltkikkert i Potsdams astrofysiske Observatorium.

Sæt, at han vil maale Afstanden mellem nogle Stjerner, der ses i Kikkertens Felt, men at det f. Eks. ikke er belejligt at gøre det med det samme. Et Fotografi bevarer da trofast de søgte Afstande,

indtil Astronomen i Ro kan faa den maalt paa Pladen. Den fotografiske Plade optegner saaledes paa engang alle de fotograferede Stjerners gensidige Stillinger. Tidligere maatte der møjsommelig udarbejdes Stjernekataloger ved omstændelige Maalinger af hver enkelt Stjernes Plads. *I vore Dage afmærker Stjernerne selv paa de fotografiske Plader deres Pladser paa Himlen.*

Hermed er dog ikke alle Himmelfotografiens Fordele nævnt. Hvis det menneskelige Øje ser paa en svag Stjerne, bliver den ikke tydeligere, selv om Stjernen betragtes flere Minutter i Træk. Snarere ses den svagere, fordi Øjet trættes. Jo længere derimod en Stjernes Billede hviler paa den fotografiske Plade, desto kraftigere bliver den samlede Virkning. For de *lyse* Stjerners Vedkommende er dette dog ikke til Fordel. Kikkertinsernes Fejl kommer til at gøre sig mere og mere gældende, saa at Stjernerne viser sig som Skiver i Stedet for som ganske smaa Prikker. Men for de *lyssvage* Stjerners Vedkommende vindes, at man ved at eksponere tilstrækkelig længe kan faa Billederne tydelig frem. *Ja! ofte mylrer der paa Fotografiet Stjerner og Stjernetaager frem der, hvor det menneskelige Øje selv i Kikkert intet ser.* Kikkertens Opfindelse forøgede Antallet af synlige Stjerner fra Tusinder til Hundredetusinder. I vore Dage fæstnes Billederne af Millioner af Stjerner til de fotografiske Plader.

At Himmelfotografien trods alle disse Fordele rummer sine Farer, bør dog nævnes. Benyttes den uden Indsigt og Kritik, kan den føre store Vildfarelser med sig. —

I tre Hundrede Aar har Kikkerten været Astronomernes Hovedinstrument. Der hersker dog blandt Ikke-Astronomer meget overdrevne Forestillinger om, hvad Kikkerten kan yde. Lad os da blot til Slut endnu engang betone, at Kikkertens Forstørring begrænses dels af de tekniske Vanskeligheder ved Konstruktionen af store Kikkerter og dels — og det i meget væsentlig Grad — af Uro og Strømninger i Jordens Atmosfære. Valget af Iagttagelsesstedets Beliggenhed er derfor af den største Betydning, og en rolig, klar Luft er i Reglen langt vigtigere end en særlig stærk Forstørring. De amerikanske Kæmpekikkerter egner sig i Virkeligheden kun til Løsningen af ganske specielle astronomiske Opgaver, og de største og vigtigste Opdagelser er gjort med middelstore Instrumenter.

MAANEN.

Maaneskivens Voksen og Aftagen. Maanens Lys skyldes Solen. Maanens Have. Har Maanen Atmosfære? Maanens Bjærgformationer og Hypoteser om deres Oprindelse. Maanens fysiske Forhold og disses Forskel fra Jordens.

Saa længe der har været Mennesker med aabent Blik for Naturen, har Opmærksomheden været rettet paa Nymaanens smalle Segl og paa Maaneskivens Voksen og Aftagen. Nymaane følger Nymaane Aar ud og Aar ind, og det laa da nær at indordne Menneskelivets Begivenheder og Hændelser i Nymaanernes regelmæssige Rækkefølge. Denne Skik, der er Spiren til vort Kalendervæsen, er allerede opstaaet i Tider saa fjerne, at de unddrager sig al Historieforskning.

Maanen har næsten altid været Prøvestenen for ny Ideer paa Astronomiens Omraade. De tilsyneladende lunefulde Smaaforandringer, dens Bane stadig er underkastet, æggede iagttagende Astronomer som f. Eks. *Ptolemæus* i Oldtiden og *Tyge Brahe* i det sekstende Aarhundrede til med skærpet Opmærksomhed at følge dens Bane. *Galilei* prøvede sin astronomiske og *Daguerre* sin fotografiske Kikkert paa Maanen, og *Newton* blev ledet til Forstaaelsen af de Kræfter, der styrer Klodernes Løb, ved at tænke over Maanens Kredsen om Jorden.

Skønt *Maanens Bevægelsesforhold* væsentlig hører til vor Astronomis sidste Del, maa vi dog kortelig berøre dem allerede her for at forberede Forstaaelsen af det, der skal fremstilles om Maanens fysiske Natur. Lad os tænke os, at vi en Aften kort efter Solnedgang ser Maanens smalle Segl over Horisonten omtrent i Vest. Den har da det Udseende som ved 2 paa Tegningen øverst til højre paa Fig. 48. Denne Tegning viser os et Landskab, der ligger for os i sydvestlig Retning; Syd er til venstre, Vest til højre, og Solen staar bag Horisonten i S_1. Hvis vi har Lejlighed til at iagttage Maanen de følgende Aftener paa samme Klokkeslet, vil vi se, at dens Skive vokser, og at den samtidig fjerner sig fra Solen. Efter nogle Døgns Forløb staar den ved det omtalte Klokkeslet omtrent i Syd og ser ud som en Halvcirkel. Man siger, at Maanen er *i første Kvarter*, og den ser altsaa ud som ved 3 paa Tegningen. I Løbet af den

følgende Uge vokser Skiven yderligere, idet den vedblivende fjerner sig fra Solen. Tegningen øverst til venstre viser os det Landskab, vi ser, naar vi gør en kvart Omdrejning til venstre og ser mod Sydost. Syd er altsaa her til højre og Øst til venstre. Tilsidst viser *Fuldmaanen* sin helt kredsrunde Skive ovre i Øst lige modsat Solen, og dermed er Skivens Voksen afsluttet. De følgende Døgn staar Maanen først op senere og senere ud paa Natten, og Skivens Aftagen følges bedst, hvis vi 2 Uger i Træk betragter den noget før Solopgang. De to nederste Tegninger viser os de to Landskaber i

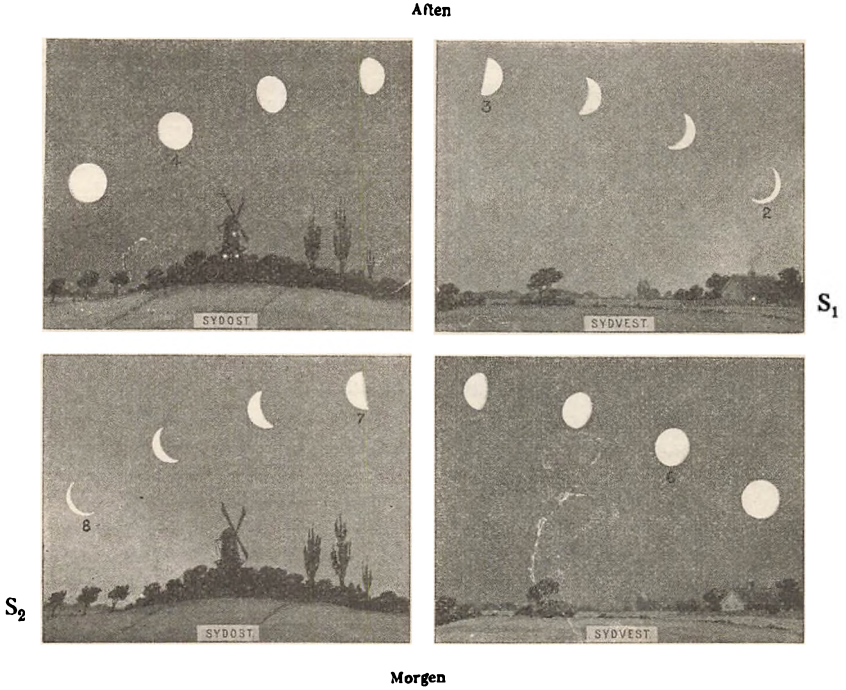


Fig. 48. Maaneskivens Voksen og Aftagen i Løbet af 4 Uger.

Morgenbelysning. Solen staar bag Horisonten i S_2. Den første Nat har Fuldmaanen, som vi ved Aftentid saa ovre i Øst, bevæget sig hen over Himlen til den vestlige Horisont. De følgende Morgener er Maaneskiven stadig aftaget, idet den samtidig nærmer sig Solen. En Morgen ses den i 6, og nogle Morgener senere viser den sig atter som en Halvcirkel ved 7, men denne Gang buer den til venstre, mens den i første Kvarter buede til højre. Maanen siges nu at være i *sidste Kvarter*. Skivens Aftagen fortsættes. Som en smal Segl viser den sig i Øst, saaledes som der er vist ved 8, og tilsidst forsvinder

den helt i Morgendæmringen; men efter et Par Døgns Forløb viser *Nymaanen* atter sin smalle Segl paa Aftenhimlen som ved 2, og Kredsløbet er atter begyndt.

Dette foregaar ingenlunde paa samme Maade hver Gang. Snart ligger Maanens Bane højt paa Himlen, snart lavt. Kun de grove Hovedtræk er altid de samme, saaledes som her beskrevet. Hvert Kredsløb varer omtrent 4 Uger eller nøjagtigere $29^1/_2$ Døgn.

Vi har allerede tidligere omtalt, hvorledes Anaxagoras forklarede Maaneskivens Voksen og Aftagen som en simpel Følge af den Omstændighed, at Maanen i Virkeligheden i sig selv er en mørk Klode, hvis Lys kun skyldes de Straaler, der falder paa den fra Solen.

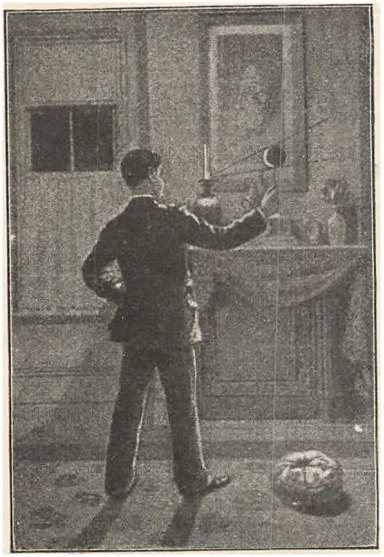


Fig. 49. Til Forklaring af, hvorledes Maanesegleu fremkommer.

At Maanen ikke er et selvlysende Legeme, ser vi f. Eks. under Solformørkelser. Disse indtræder, naar Maanen under sit Løb kommer mellem Solen og Jorden, og Skiven dækker da Solen som en mørk, uigennemsigtig Skærm.

Vi ville forsøge at anskueliggøre os, hvorledes *Maaneskivens Voksen og Aftagen kan forklares ved dens forskellige Stillinger til Solen.*

Lad os en Aften, naar Lampen er tændt, stikke et kuglerundt Legeme, f. Eks. en Appelsin, fast paa en Strikkepind.

Hvis vi holder Appelsinen i Vejret, ligesom Drengen gør paa Fig. 49, vil vi se, at den Del af Skallen, som vender mod Lampen, er belyst, mens den anden Del er mørk. Svinger vi Armen til højre og til venstre, vil vi faa en større eller en mindre Del af den belyste Del at se. Den Del af Appelsinen, som vender bort fra Lampen, vil dog ikke være helt mørk. Dette kommer deraf, at Gulv, Vægge o. s. v. tilbagekaster Lampelyset og sender noget af det hen paa den bortvendte Side. Denne Mangel paa bestemt Adskillelse mellem den Side, Lampen direkte kan belyse, og den modsatte Side, vil være til Ulempe ved den følgende Undersøgelse. Vi afhjælper den ved nøjagtig at bortskrælle Skallen paa den ene Halvdel og *stadig holde Appelsinen saaledes, at den skrællede, hvide Del vender mod Lampen.* Vi har da en skarp Grænselinje for den Del af Overfladen, der vender bort fra Lampen og ikke direkte kan belyses af den.

Vort lille Apparat til Anskueliggørelse af Maaneskivens Voksen og Aftagen er færdigt, og vi ordner vor Undersøgelse i Overensstemmelse med den Plan, som Fig. 50 viser. I S stiller vi Lampen, som skal forestille Solen. Vort eget Hoved, der skal forestille Jorden, holder vi ved J, og i den udstrakte Arm holder vi Strikkepinden med Appelsinen, idet vi som sagt stadig sørger for, at den skrællede, lysende Side vender mod Lampen. Appelsinen svarer da til Maanen, der modtager sit Lys fra Solen. Ude i Verdensrummet er der jo ingen »Vægge«, der kan kaste Sollyset tilbage, hvorfor den Del af Maaneoverfladen, som vender bort fra Solen, i Reglen er usynlig. Kun i enkelte Tilfælde — i Ny og Næ — kan et svagt Skær af Sollys, som er kastet tilbage fra Jorden, ramme den fra Solen bortvendte Side af Maanen og gøre den synlig for os.

Vi begynder med at holde Appelsinen i Stillingen 1 (Fig. 50). Hele den belyste Del vender bort fra os. Hvis vi holder Appelsinen nøjagtig i Linie med vort Hoved og Lampen, vil der indtræde

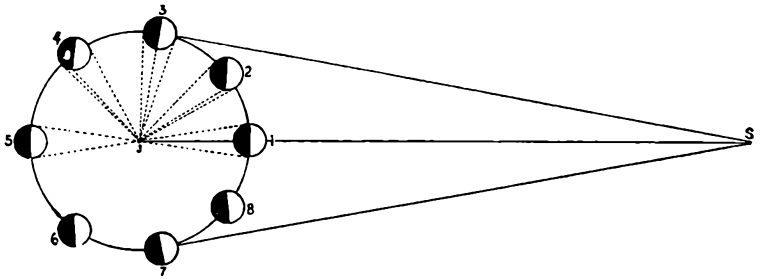


Fig. 50. Til Forstaaelse af Maaneskivens Voksen og Aftagen.

en »*Solformørkelse*«, idet Lampeflammen vil skjules af Appelsinen.

Fører vi nu Maanens Stedfortræder over i Stillingen 2, bliver der en smal Segl synlig af den belyste Del. Vi ser en »*Nymaane*« ganske som ved 2 i Fig. 48.

En fortsat Bevægelse gennem Stillingerne 3, 4 og 5 lader os se en større og større Del af det hvide ganske svarende til Maaneskivens Voksen paa de to øverste Billeder i Fig. 48. Stillingen 3 svarer til *første Kvarter*, og Stillingen 5 til *Fuldmaane*.

Føres Appelsinen for lavt forbi den sidste Stilling, kommer den ind i den Skygge, vort Hoved kaster ud i Stuen i modsat Retning af Lampen. Denne vil da ikke kunne sende noget Lys hen til Appelsinen. Paa lignende Maade kan Maanen ved Fuldmaanetid komme ind i den Skygge, Jorden kaster ud i Verdensrummet i modsat Retning af Solen. Der indtræder da en *Maaneformørkelse*.

Naar nu Appelsinen føres videre gennem Stillingerne 6, 7 og 8 tilbage til 1, aftager atter den Del af den belyste Skal, som vi kan se — ganske i Overensstemmelse med Maaneskivens Aftagen paa de

to underste Tegninger i Fig. 48. — Med disse Forhold for Øje vil vi undersøge, hvad *en Betragtning af Maanens Overflade gennem en stærk Kikkert kan lære os.*

En Sammenligning mellem Fig. 51 og de følgende Figurer viser, hvilke Fremskridt Studiet af Maanen har gjort i de sidste 300 Aar. Fig. 51 er en Gengivelse af et Kort, med hvilket *Galilei* ledsagede sin første Beskrivelse af, hvad han kunde se paa Maanen med sin Kikkert. Hvor mange skarpt tegnede Enkeltheder ser man ikke paa Fig. 54, der er en formindsket Gengivelse af et Fotografi taget i 1895 paa det store Pariserobservatorium.

Maanens »Have«. Enhver kender Maanens *»Ansigt«.* De Pletter, der danner dette, er i Tidens Løb bleven fortolkede paa højst forskellige Maader. Snart har Folketroen ladet dem forestille Harer eller Kaniner, snart en Mand med en Hund, snart en ung Piges Ansigt, snart et Spejlbillede af Landene paa Jorden. Kepler fortæller, at Kejser Rudolf den Anden mente at kunne genkende hele Italiens Spejlbillede. Først Kikkertens Opfindelse viste, at »Ansigtet« skyldes store Flader, der af en eller anden Grund ikke kaster Sollyset ligesaa stærkt tilbage, som de andre Dele af Maanen.

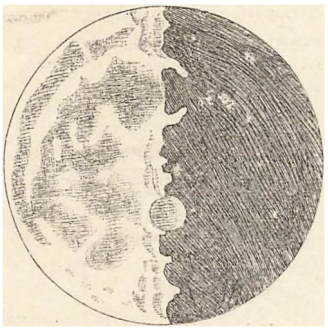


Fig. 51. Galileis Tegning af Maanen.

Man kunde vente, at Maanen under sin Kredsen om Jorden snart vendte en, snart en anden Del af sin Overflade imod os. Fortsatte Iagttagelser viser imidlertid, at de forskellige mørke Pletter altid staar paa samme Sted af Maaneskiven — Maanen vender altid den samme Side imod Jorden. Astronomerne kalder det, at dens Omdrejning er *»bunden«.* Følgen heraf er, at vi aldrig faar Maanens anden Side at se.

Helt »bunden« i streng matematisk Forstand er Maanens Omdrejning dog ikke. Maanen udfører smaa Svingninger, idet der snart kommer lidt mere til Syne af den bortvendte Side ved den ene Rand, snart lidt mere ved den anden. I det hele kender man af denne Grund omtrent $^{6}/_{10}$ af Maaneskivens Overflade; $^{5}/_{10}$ vilde være nøjagtig Halvdelen. Hvorledes de resterende $^{4}/_{10}$ af Maanens Overflade ser ud, ved intet Menneske. Der er dog ikke megen Grund til at tro, at de ser væsentlig anderledes ud end det, vi kender af Maanen.

I Midten af det syttende Aarh. blev der tegnet forskellige Maanekort, blandt andet af den før omtalte Raadsherre og Astronom fra Danzig, *Hevelius.* Denne sidste brugte kendte geografiske Navne som Betegnelser for Enkelthederne paa Maaneoverfladen, men disse Navne veg snart Pladsen for dem, med hvilke *Riccioli* forsynede sit

Maanekort. Riccioli benyttede især Navnene paa berømte Naturforskere fra Fortiden og Samtiden, og denne Skik er blevet fortsat til vore Dage.

Ligesom *Geografer* og *Geologer* har taget Navn efter den græske Mytologis Gudinde for Jorden, *Gæa,* saaledes tager de Astronomer, der særlig har gjort Maanen til Genstand for deres Studium, Navn efter der græske Maanegudinde *Selene* og kalder sig *Selenografer.* I Tidens Løb har disse gentagne Gange udarbejdet store Maanekort. Særlig Anseelse nød længe *Beer* og *Mädlers* Maanekort.

Mädler var blevet hjulpet frem fra trange Kaar af Bankieren Beer, hvis Interesse for Astronomi Mädler havde vakt i den Grad, at han byggede et mindre Privatobservatorium. Fra dette iagttog begge ivrig Himmellegemerne, særlig Maanen, og som det første Resultat af deres fælles Arbejde fremkom 1834—36 Maanekortet »Mappa selenographica.«

I den nyeste Tid har Himmelfotografien ydet Selenograferne en værdifuld Hjælp. Baade fra Lick-Observatoriet og fra Pariserobservatoriet er udgaaet en Række fortrinlige Fotografier af Maaneoverfladen. De har blandt andet den Fordel fremfor de tegnede Kort, at de gengiver Maanelandskaberne uden at være paavirkede af de Fordomme, som undertiden forleder den tegnende Astronom til at »stilisere« utydelige Enkeltheder.

De punkterede Linier paa Fig. 53 betegner de omtrentlige Grænser for de mørkere Flader, og de smaa latinske Bogstaver henviser til Navnene under Billedet.

Det latinske Ord *mare,* det vil sige Hav, der er knyttet til næsten alle Navnene, viser, at Astronomerne i Begyndelsen troede, at de omtalte Flader var dannede af Vand. Skønt stærkere forstørrende Kikkerter viser, at de dannes af store Sletter, hvis Flader afbrydes af større eller mindre Uregelmæssigheder, Hævninger og Sænkninger, Bjærgkæder og Kratere, betegnes de dog stadig som »Have«.

Hvad det er for en Ejendommelighed ved disses Overflade, der gør, at de ikke tilbagekaster Sollyset saa stærkt som de omliggende Partier, vides ikke. At det ikke er, fordi de bedækkes af Vand, ses som sagt ved at undersøge dem i stærkt forstørrende Kikkerter. Til samme Resultat kommer vi ved Hjælp af helt andre Overvejelser. For at kunne forstaa dem maa vi et Øjeblik afbryde Fremstillingens Traad.

Refraktion. I »Frem«s Fysik »Naturen og dens Kræfter« Sp. 400 og 401 er der beskrevet, hvorledes Lyset *brydes,* det vil sige, hvorledes Lysstraalernes Retning ændres, naar Lyset passerer Berøringsfladen mellem to gennemsigtige Legemer. Det er denne Lysbrydning, der er Skyld i, at vi f. Eks. ser de Trin af en Badehustrappe, der er under Vandoverfladen, i en noget anden Retning, end den, i hvilken de virkelig er. Naar Lyset fra Stjernerne trænger ind i Jordens Atmosfære, brydes det, saa at vi faar det Indtryk, at

Stjernen staar noget højere paa Himlen end i Virkeligheden. Tyge Brahe var den første, der ved Maalinger af Fiksstjernernes Pladser tog Hensyn til denne saakaldte »*Refraktion*«. Denne kan især blive forholdsvis stor, naar Himmellegemerne staar lavt paa Himlen. Nær ved Horisonten er det Stykke, som Refraktionen hæver Stjernerne, saa stort som Solskivens tilsyneladende Tværmaal.

Stjernebedækninger. Maanen glider under sin Kredsen om Jorden hyppig hen forbi Fiksstjerner, saa at den skjuler dem for vort



Fig. 52. Kort over Maanens Bjærge og Have.

Blik. Dersom Maanen er i første Kvarter, vil det som Regel være dens ubelyste Side, hvis Rand først kommer i Linie med Stjernen, og man vil kunne se, hvorledes den sidstes Lys pludselig slukkes tilsyneladende i nogen Afstand fra Maanen — nemlig i det Øjeblik, da den usynlige Del af Maanen naar Stjernen. Først efter nogen Tids Forløb, naar Maanen er gledet et tilstrækkeligt Stykke frem, kommer Stjernen til Syne paa den anden Side af Skiven.

Har Maanen Atmosfære? Lad os et Øjeblik forudsætte, at Maanen var omgivet af en Atmosfære som Jordkloden s. I det Øjeblik,

da en Stjerne blev set nær Maaneranden, altsaa umiddelbart før den vilde forsvinde, vilde vi da se Stjernen gennem den omtalte Atmosfære, og hvis denne var meget tæt, vilde Stjernens Lys svækkes i en betydelig Grad ved at passere den. Men da Iagttagelserne viser, at Stjernen ses med usvækket Styrke lige til det Øjeblik, da Maaneskiven pludselig skjuler den, kan vi slutte, at hvis Maanen har en Atmosfære, maa den i hvert Fald være meget tynd. Astronomerne formaar ligefrem at angive en Grænse for dens Tæthed. Sagen er, at

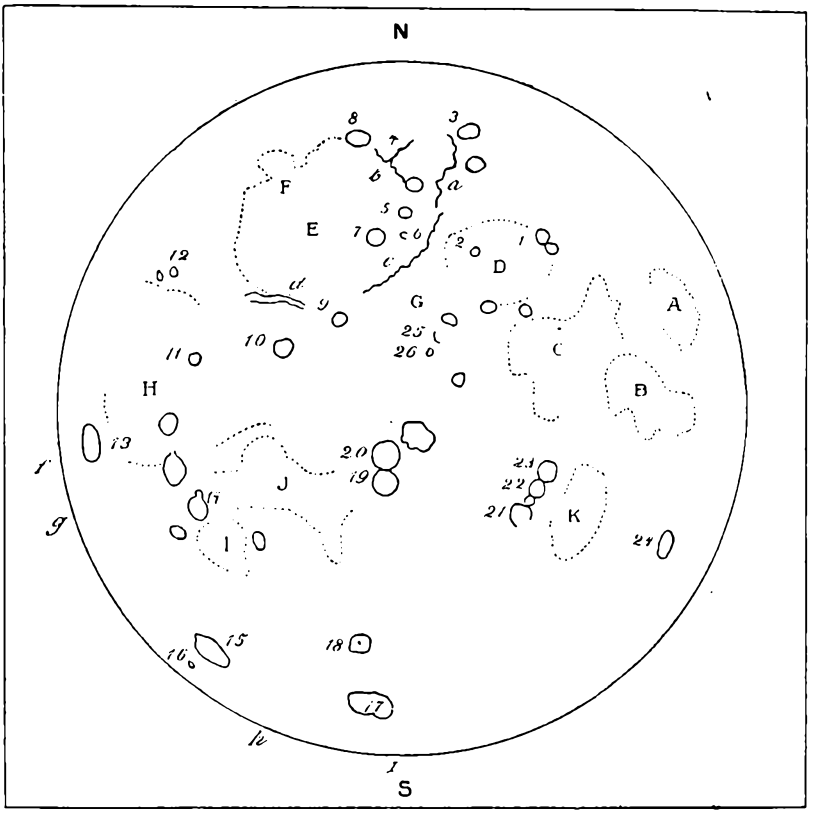


Fig. 53. Nøgle til Maanekortet.
A Mare Crisium (det farefulde Hav). B Mare Foecunditatis (Frugtbarhedens Hav). C Mare Tranquillitatis (det stille Hav). D Mare Serenitatis (det skyfri Hav). E Mare Imbrium (Regnskyllenes Hav). F Sinus Iridum (Regnbuebugten). G Mare Vaporum (Vanddampenes Hav). H Oceanus Procellarum (det stormfulde Verdenshav). I Mare Humorum (det fugtige Hav). J Mare nubium (det skyfulde Hav). K Mare Nectaris (Mjødhavet). a Kaukasus. b Alperne. c Apenninerne. d Karpaterne. f Kordillerne og d'Alemberts Bjærge. g Klippebjærgene. h Dørfels Bjærge. i Leibnitz Bjærge. 1 Posidonius 2 Linné. 3 Aristoteles. 4 Den store Dal i Alperne. 5 Aristillus. 6 Autolykus. 7 Arkimedes. 8 Plato. 9 Eratostenes. 10 Kopernikus. 11 Kepler. 12 Aristark. 13 Grimaldi. 14 Gassendi. 15 Schickard. 16 Wargentin. 17 Clavius, 18 Tycho. 19 Alphonsus. 20 Ptolemæus. 21 Catharina. 22 Cyrillus. 23 Theophilus. 24 Petavius. 25 Hyginus. 26 Triesnecker.



Fig. 54. Fotografi af Maanen taget mellem første Kvarter og Fuldmaane. Sollyset kommer fra højre, og henne til venstre, hvor Skyggerne er lange, ses Maanekraterne.

en Atmosfære om Maanen vilde bryde Lyset fra Stjernen, saa at denne i det omtalte Øjeblik vilde ses lidt forskudt fra sin virkelige Plads. Dens Afstand fra nærliggende Stjerner vilde da forandres. Men selv ved de nøjagtigste Maalinger med de fineste Maaleapparater har Astronomerne ikke kunnet paavise nogen Forandring af Afstanden. Det kan betragtes som fastslaaet, at hvis Maanen overhovedet er indhyllet i en Atmosfære, da er denne saa tynd, at dens Tryk ved Maaneoverfladen er mindre end $^1/_{300}$ af det Tryk, som vor Atmosfære udøver her ved Jordens Overflade. Et Barometer vilde paa Maanen kun vise et Tryk, som var en ringe Brøkdel af en Tomme (højst nogle faa Millimeter), mens det som bekendt her paa Jorden viser omkring 29 Tommer (760 Millimeter) — se »Naturen og dens Kræfter« Sp. 303.

I samme Værk Sp. 366 er forklaret, hvorledes Vand kommer i Kog ved lave Temperaturer, naar det Lufttryk, der hviler paa dets Overflade, er lavt. Allerede ved et Tryk af $^1/_5$ Tomme ligger Vandets Kogepunkt helt nede i Nærheden af 0^0.

Vi kan nu forstaa, hvorfor Maanens »Have« umulig kan bestaa



Fig. 55. Forholdet mellem Jordens og Maanens Størrelse og deres indbyrdes Afstand. Til venstre Jorden, til højre Maanen.

af Vand. Paa de Tider, hvor Solens glødende Lys i mange Døgn i Træk falder paa dem, maatte der finde en voldsom Fordampning Sted, og naar senere de dannede Vanddampe afkøledes, maatte der dannes mægtige Skyer. Alle disse store Forandringer paa Maanens Overflade maatte kunne iagttages i Nutidens stærkt forstørrende Kikkerter, men der ses ingen.

Maanens Størrelsesforhold. For at kunne vide hvor stort et Fladerum de forskellige »Have«, Sletter og Bjærge indtager, er det ikke nok at vide, hvor store de ser ud i Kikkerter, hvis forstørrende Evne man kender. Man maa ogsaa vide, *hvor langt Maanen er fjernet fra os.*

Som allerede tidligere nævnet er Afstanden omtrent 30 Gange saa stor som Jordens Tværmaal. Den er for øvrigt ikke helt uforanderlig. Det nærmeste Maanen kan komme Jorden, er ca. 357 000 Kilometer*), og dens største Afstand er ca. 413 000 Kilometer. I Middeltal er Afstanden 385 000 Kilometer.

*) Afstande vil i denne Astronomi blive givne i *Kilometer.* Der vil senere blive Lejlighed til nærmere at omtale Metersystemet, der overalt vinder mere og mere Indpas. Her skal blot nævnes, at 1 *Meter* er ca. $3^1/_6$ danske

Hvorledes det er muligt for os Mennesker at maale denne Afstand uden at komme op til Maanen selv, skal senere omtales. Skønt Afstanden er stor, er den dog ikke helt overvældende for Tanken. Regner vi Jordens Omkreds ved Ækvator til at være tre Gange saa stor som Tværmaalet, saa skulde en Traad, der gik fra Jorden til Maanen, kunne vikles 10 Gange omkring Jordens Ækvator. Telegrafkablerne, med hvilke Menneskene omspænder Jorden, kan sikkert naa mange flere Gange omkring den, og mangen Skibskaptajn, Lokomotivfører eller Sporvognsfunktionær har visselig i sit Liv gennemfaret betydeligere Strækninger. Et Eksprestog, der kører 80 Kilometer i Timen, vilde i Døgnet køre 24 Gange 80 eller 1920 Kilometer og vilde ved uafbrudt at køre i 200 Døgn gennemfare en Strækning af 384 000 Kilometer. Paa Grund af Vejlængden vilde en Rejse til Maanen altsaa ikke være nogen Umulighed. Det er Tyngdekraften og Manglen paa Luft, der sætter uoverstigelige Skranker.

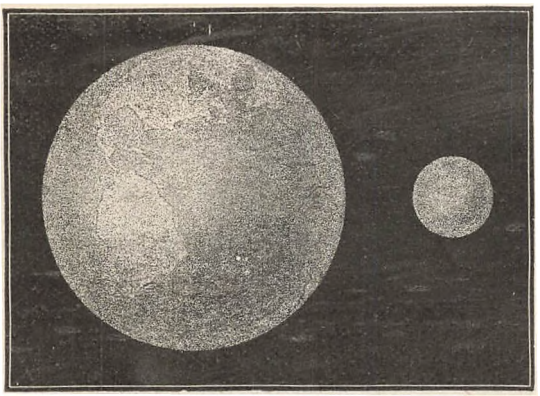


Fig. 56. Jordens og Maanens Størrelsesforhold

Maanens Tværmaal er omtrent en Fjerdedel af Jordens eller nøjagtigere 3476 km.

Matematiken lærer, at hvis en Kugles Tværmaal er 4 Gange saa stort som en anden Kugles, saa er Overfladen 4×4 eller 16 Gange den anden Kugles Overflade, og Rumindholdet $4 \times 4 \times 4$ eller 64 Gange den andens Rumfang. Hvis f. Eks. en stor Gummibold er 4 Gange saa stor i Tværmaal som en lille Gummibold, saa vil den veje 16 Gange saa meget, hvis begge er hule og af lige tykt Gummi. Derimod vil den store veje 64 Gange saa meget, hvis begge Bolde er massive.

Med disse Forhold for Øje vil man kunne forstaa, at det er muligt at beregne Maanens Overflade og Rumfang, naar vi kender dens Tværmaal. Da dette i Virkeligheden er lidt mere end $^1/_4$ af Jordens, bliver Overfladen ikke $^1/_{16}$, men nærmere $^1/_{13}$ af Jordens. Hele Maanens Overflade naar dog ikke i Størrelse Asien. Den for os synlige Del af Maanen svarer i Størrelse omtrent til det russiske Rige.

Fod; 1 *Kilometer* (km.) er 1000 Meter eller omtrent en halv dansk Fjerdingvej. Til yderligere Anskueliggørelse kan tjene, at Sjælland i Retningen Øst—Vest er omtrent 100 Kilometer, og at Afstanden fra København til Kristiania er omtrent 500 Kilometer.

Disse Tal giver os en Forestilling om, hvilken Udstrækning de Ting paa Maanen maa have, som vi skal kunne se med blotte Øjne. Det Spørgsmaal ligger da nær: *Hvor smaa Ting vil vi kunne se i de stærkeste Kikkerter?* Vilde vi kunne se Mennesker og Dyr, Huse og Byer, hvis saadanne fandtes?

Efter hvad vi i sin Tid har udviklet om Kikkerten, vil det kunne forstaas, at der ikke i Almindelighed kan gives noget bestemt Svar paa dette Spørgsmaal. En Nat vil man kunne se mere end en anden, og Svaret vil foruden at komme til at afhænge af den Forstørring, som Kikkerten kan give, afhænge af Astronomens egen Iagttagelsesevne og den Skarphed, hvormed det, man vil se paa Maanen, tegner sig mod Overfladen. Vi vil dog ved et Taleksempel søge at skaffe os en Forestilling om den Grad af Nøjagtighed, med hvilken vi kender Maaneoverfladen.

Vi kan antage, at Kikkerten forstørrer 1500 Gange. Den sætter os altsaa i Stand til at betragte Maanen, som om vi saa paa den med blotte Øjne i en Afstand af en Femtenhundrededel af den virkelige. Sætter vi f. Eks. denne til 375 000 km., faar vi ved at dividere med 1500 250 km., en Afstand som fra København til Ribe.

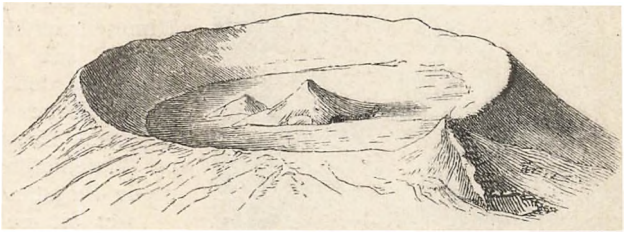


Fig. 57. Skematisk Fremstilling af et Ringbjærg paa Maanen.

Saa nær bringer de stærkeste Kikkerter os altsaa til Maaneoverfladen. I en saadan Afstand vilde vi med Sikkerhed kunne se større Byer, hvis saadanne fandtes. Mennesker derimod vilde vi ikke kunne se, og de største Elefanter vilde kunne trave rundt paa Maanens Sletter, uden at det vilde være os muligt at opdage dem.

Alligevel maa vort Kendskab til den synlige Del af Maaneoverfladens Enkeltheder siges at være godt, ja bedre end Geografernes Kendskab til større Strækninger af Asiens og Afrikas Indre.

Maanebjærgenes Højder. Allerede set gennem en middelgod Kikkert afgiver Maanens Overflade et interessant og afvekslende Skue. Talrige Bjærge hæver sig fra Sletterne. De ses særlig tydelig paa de Steder, hvor Solstraalerne falder henover Maaneoverfladen i en meget skraa Retning, og hvor Skyggerne altsaa er lange. Vi ser derfor de Maanebjærge bedst, som ligger nær ved Grænselinien mellem Maanens belyste og ubelyste Side, og man faar i det hele taget det bedste Indtryk af Overfladens Uregelmæssigheder, naar man betragter den i Nætter, hvor Maanen ikke er langt fra at være i første eller sidste Kvarter. Jo nærmere Sollyset er ved at falde

vinkelret ind mod Maaneoverfladen, desto kortere bliver Skyggerne. Ved Fuldmaanetid ser man meget lidt til Bjærgene.

Selenograferne bestemmer de Højder, til hvilke Bjærgene hæver sig over de omgivende Sletter, ved at maale Længderne af Skyggerne. Vi ser paa Fig. 17, 54, 58 og 63, hvor skarpt de tegner sig paa Maaneoverfladen.

For at forstaa, at det ad denne Vej er muligt at faa Oplysning om Bjærghøjderne, vil vi et Øjeblik fæste Opmærksomheden paa den Skygge, som f. Eks. en Flagstang kaster henad Jorden. Jo højere Solen stiger op paa Himlen, desto kortere bliver Skyggen. Ved Hjælp af Matematik er det muligt i hvert enkelt Tilfælde at udregne, hvilket Forhold der er mellem Flagstangens Højde og Skyggens Længde. Har f. Eks. Solen hævet sig saa højt paa Himlen, at den staar nøjagtig midtvejs mellem Horisonten og Himmelhvælvingens øverste Punkt, saa er Højden og Længden den samme. Hvis Solstraalernes Retning og Skyggens Længde kendes, vil en Matematiker kunne udregne Flagstangens Højde.



Fig. 58. Omegnen af Maanekrateret Triesnecker. Tilhøjre skimtes »Riller« i Omegnen.

Det vil nu til en Begyndelse kunne forstaas, at Astronomerne kan beregne, i hvilken Retning Solstraalerne i et givet Øjeblik træffer en bestemt Del af Maaneoverfladen. Det gælder nu om at finde den virkelige Længde af Maanebjærgenes Skygger. Ved at maale, hvor lange Skyggerne viser sig i Kikkerten, og ved at tage Hensyn til dennes Forstørring og Maanens Afstand, kan den søgte Skyggelængde beregnes, og deraf findes da endelig Maanebjærgenes Højde over de omliggende Sletter.

Det viser sig, at Maanens Bjærge er meget høje. De største Højder er blevet maalt i Bjærgene i Maanens sydlige Rand, Leibnitz og Dørfel (Fig. 53, h, i). Der har man fundet Højder paa en halv Snes Tusind Meter. Til Sammenligning kan tjene, at Mont Blanc har en Højde over Havets Overflade, som er ca. 5 000 Meter, og Jordens højeste Punkt, Gaurisankar i Himalaya, en Højde, som er henved 9 000 Meter. Vi maa dog bemærke, at hvis Verdenshavenes Vand

forsvandt, f. Eks. sank ind i Jordens Indre, og hvis vi da maalte de paagældende Bjærge fra Sænkningernes Bund, da vilde de to nævnte Tal blive betydelig større.

Maanens Bjærgformationer. Det, der først springer i Øjnene, naar vi betragter Maanebjærgene, er den ringe Rolle, som »Bjærgkæder« spiller ved de forskellige Dannelser. Kun paa den nordlige Halvkugle findes længere Kæder, som vi let finder paa Maanekortet ved Hjælp af Fig. 53, hvor de er betegnede med smaa latinske Bogstaver. Derpaa genfinder vi dem uden Vanskelighed paa Fig. 52 og 54. Tre Kæder, *Alperne*, *Apenninerne* og *Karpaterne*, ser ud, som om de var Resterne af en mægtig Ringvold, der i fordums Tider har omgivet *Mare Imbrium* (E). Ved 4 findes en mærkelig Dal, der som en bred Skurestribe strækker sig retliniet tværs gennem Bjærgmasserne.

De Kredse, vi ser spredt over hele Maanen, kaldes alt efter deres Størrelse *Voldsletter*, *Ringbjærge* eller *Kratere*. Man kan dog ikke drage en skarp Grænse mellem de forskellige Arter.

En *Voldslette* er en stor Slette omgivet af en Ring af høje, vildt forrevne Klipper. Selve Slettens Flade er i Reglen afbrudt her og der af Kratergruber og fremragende Fjeldmasser. Enkelte Voldsletter har en saa stor Udstrækning, at deres Flademaal er større end hele Kongeriget Danmark. Blandt de største kan mærkes *Grimaldi*, *Schickard* og *Clavius* (Nr. 13, 15 og 17 paa Fig. 53). Efter Fuldmaane kan Grimaldi ses allerede i en ret tarvelig Kikkert som en aflang, mørk Plet nær Maaneranden.

De mindre Kredse, i Reglen mellem 40 og 80 Kilometer i Tværsnit, kaldes *Ringbjærge*. Som et godt Eksempel paa disses Bygning kan vi fremdrage *Kopernikus* (Fig. 53, Nr. 10), som vi allerede har gengivet i Fig. 17. Den omgivende Vold er langt stejlere paa Indersiden end paa Ydersiden, og den omsluttede Slette ligger i Reglen lavere end Maaneoverfladen udenfor. Midt i Sletten ligger ofte en eller flere Kraterkegler.

Det er disse Forhold, Fig. 57 skulde illustrere. Tegningen viser os et Ringbjærg, saaledes som vi vilde se det, naar vi svævede foran det i en forholdsvis ringe Højde over Maaneoverfladen. Det maa dog bemærkes, at Randbjærgene i Virkeligheden er langt mere uregelmæssige og forrevne end paa Tegningen.

Bliver Kredsen mindre endnu, kalder man den et *Krater*. Ved Siden af store Kratere som *Kepler* (Fig. 53, Nr. 11), hvis Svælg naar til flere Tusinde Meters Dybde, træffer vi et Utal af smaa Kratere, hvis Tværmaal blot er faa Kilometer. Paa et af de nyeste Maanekort kan tælles 33 000. Det er neppe for meget, naar man regner, at der paa *hele* Overfladen findes 60 000.

Mens de store »Have« og Bjærgkæder i det væsentlige ses paa Maaneskivens nordlige Del, er den sydlige Del dækket af Ringbjærge og Kratere i broget Blanding.

Mange Steder bryder det ene Ringbjærg forstyrrende ind i det

andets Ringvold, se f. Eks. *Alphonsus* og *Ptolemæus* (Fig. 53, Nr. 19 og 20) midt paa Maaneskiven og *Cyrillus* og *Theophilus* (Nr. 22 og 23) til venstre for Mare Nectaris. Andre Steder har store Kratere nedbrudt Ringbjærgenes Vold, og mindre Kratere har atter dannet sig paa de større Rand. Se f. Eks. Omegnen af *Tycho* (Nr. 18) og *Clavius* (Nr. 17) nederst paa Fig. 54.

Inden vi slutter vor Beskrivelse af Maanens Overflade, maa vi nævne de saakaldte *Riller* og *Lysstriber*.

Rillerne er smalle, temmelig retliniede Spalter eller Furer, der ofte i en Længde af mange Hundrede Kilometer strækker sig tværs

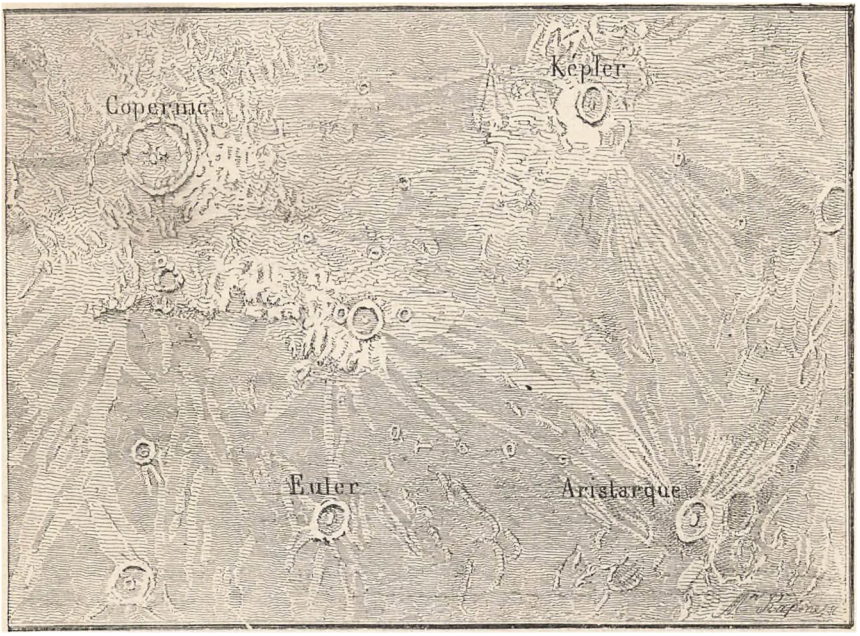


Fig. 59. Lysstriberne mellem Kopernikus, Kepler, Euler og Aristark

over Sletter og gennem Ringbjærge. De er vanskelige at opdage, og kan kun ses, naar Sollyset falder paa en bestemt Maade ned i dem. Vest for Krateret *Triesnecker* (Nr. 26) findes et særlig tydeligt System af Riller, der er afbildet i Fig. 58.

Ved *Fuldmaanetid* ser man i Kikkerten mærkelige *Lysstriber* udstraale fra flere Steder paa Maanen. Særlig fra *Tycho* (Nr. 18) udstraaler der i alle Retninger lange Striber, der strækker sig over næsten en Fjerdedel af Maaneskiven. Ogsaa i Omegnen af *Kopernikus* (Nr. 10), *Kepler* (Nr. 11) og *Aristark* (Nr. 12) ses der talrige Lysstriber. Selve den temmelig lave Vold, der omgiver *Keplers* dybe

Krater, er dækket af det lysende Stof. Paa Fig. 54 kan Striberne allerede skimtes mellem Kopernikus og Alperne. Fig. 59 viser en Franskmands Tegning af dem. Tegningen gengiver det *omvendte* Billede, man ser i en astronomisk Kikkert (S. 58), og vil man sammenligne den med Maanekortet, maa man derfor vende den »paa Hovedet«.

Findes der Liv paa Maanen? Lige fra Oldtiden har der været Astronomer, som vidste, at Himmellegemerne var store Kloder, der svævede gennem Himmelrummet. Det Spørgsmaal laa nær, om der paa disse fjerne Kloder fandtes Liv som paa Jorden. Det er i Virkeligheden først den nyeste Tids Astronomi, som har kunnet give Bidrag af nogen som helst Betydning til Løsning af dette Spørgsmaal. Thi først *Astrofysiken* har kunnet give os den Viden om Himmellegemernes *fysiske Natur*, der er den første Betingelse for at kunne danne sig en begrundet Mening om Muligheden af Liv paa Kloderne. Tidligere har Indbildningskraften haft frit Spillerum, og især yndede man i Tankerne at befolke Maanen enten med levende Væsner som Jordens eller med helt fantastiske Skabninger.

I det første Aarhundrede efter Kr. F. fortæller *Plutark* i sin Afhandling »Om Ansigtet i Maanen«, at en Løve engang skal være faldet ned fra Maanen, ned paa den peloponnesiske Halvø. Nutidsmennesker smiler ad en saadan Forestilling, og dog er det ikke længere siden end i 1835, at der i et anset, engelsk, videnskabeligt Tidsskrift stod at læse en Beretning om Maanebeboerne, der for Nutidsøjne tager sig lige saa latterlig ud. Den sejlede under falsk Flag, idet Forfatteren i Følge Titelbladet var selve Herschel den Yngre (S. 63), der paa den Tid observerede Sydhimlens Stjerner fra det gode Haabs Forbjerg i Sydafrika. Bogen beskriver, hvad Forfatteren siger at have set paa Maanen gennem en eventyrlig Kikkert paa 24 Fods — Længde venter Læseren maaske. Nej! Tværmaal!!

De Ting, Forfatteren har set paa Maanen, giver ikke Kikkerten noget efter i Vidunderlighed. Mellem funklende Rubiner og skinnende Aarer af det pureste Guld strømmede sølverne Floders Vande. I grønne Skove færdedes hvide Raadyr, og paa saftige Enge græssede Faar med Horn som af Elfenben. Maanemenneskerne selv var omtrent 4 Fod høje — det maa i Parentes bemærket have været vanskeligt for »Herschel den Yngre« at maale denne Højde, da han jo har set Maanemenneskerne »fra oven« — de var overalt undtagen paa Ansigtet bedækkede med korte, glatte, kobberfarvede Haar (!) og havde Vinger, der bestod af en tynd, elastisk Hud, som var uden Haar og bagtil sammenfoldet fra Skuldrene ned til Læggene.

Det er næsten ufatteligt, at fornuftige Folk har kunnet nære Tillid til en saa dristig Beretning. Selv om det virkelig havde været muligt at lave en Kikkert med en saa gigantisk Forstørrelse som den, Beretningen forudsætter, vilde intet Menneske dog have

kunnet bruge den paa Grund af Luftens Uro, saaledes som vi allerede tidligere har berørt. Trods hele sin indre Usandsynlighed vakte Beretningen dog en saadan Opsigt, at den berømte franske Astronom *Arago* følte sig opfordret til at paavise dens Uholdbarhed i et Møde i det parisiske »Videnskabernes Selskab«.

Men selv om der aldrig endnu i nogen Kikkert er set noget levende Væsen paa Maanen, er dermed dog ikke bevist, at der ingen er. Kan den moderne Astronomi da ikke paa andre Maader kaste Lys over det Spørgsmaal, om der findes Liv paa Maanen eller ikke? Dertil maa da svares, at den Omstændighed, at det ikke har været muligt at paavise Tilstedeværelsen af Luft og Vand paa Maanen, allerede paa Forhaand maa gøre det tvivlsomt, om der trives Liv i nogen som helst Form paa dens Overflade. Hertil kan dog atter bemærkes, at man selvfølgelig kunde tænke sig, at der fandtes Organismer helt forskellige fra dem vi kender, hvis Liv var afhængigt af andre Stoffer end Luft og Vand. Men selv under denne Forudsætning tør man næppe antage, at saadanne Væsner skulde kunne eksistere, naar de lang Tid ad Gangen blev udsat for en stærk Kulde. Og det er netop, hvad der vilde finde Sted paa Maaneoverfladen. Forholdet er dette, at Temperaturen dér i Løbet af den lange Maanenat synker til et Punkt meget langt under 0 °, fordi ingen Atmosfære som en beskyttende Kappe dækker mod Verdensrummets Kulde.

Tilhængere af Troen paa Maanebeboere kan dog søge Tilflugt til den Paastand, at der kunde findes Vand og Luft i *Maanens Indre*. Man kunde tænke sig, at Havet, efterhaanden som Maanekærnen afkøledes, var sunket tilbunds, og at Atmosfæren var fulgt med og fyldte mægtige hule Rum, idet den hvilede paa det indre Vandspejl. I disse Huler kunde Fantasien da tænke sig, at Maanelivet udfoldede sig. Den Mulighed kan heller ikke helt tilbagevises, at der findes Liv paa Maanens ukendte *Bagside*.

Alt i alt maa man dog sige, at selv om der ikke lader sig føre noget afgørende Bevis for, at der ikke findes Liv paa Maanen, saa taler dog de vigtigste Grunde for, at der intet er. Og hermed vil vi forlade disse Betragtninger, der paa Grund af vor ufuldkomne Viden i Virkeligheden er ret ørkesløse. —

Maanebjærgenes Oprindelse. Naar man igennem en Kikkert ser Maanens bjærgfulde Overflade, spørger man uvilkaarlig sig selv, hvilke Kræfter det er, som har frembragt disse vældige Bjærge og dette Utal af Kratere. Inden vi knytter nogle Bemærkninger til dette Spørgsmaal, bør vi dog gøre opmærksom paa, at vor Vej her slynger sig noget udenfor den sikre Videnskabs Grænser. Videnskaben selv kan ikke være tjent med, at man lukker Øjnene for denne Kendsgerning.

Naar *Geologen* søger at klare sig, hvilke Kræfter der har været virksomme ved Dannelsen af Jordskorpens Uregelmæssigheder, Bjærgkæder og Dale, Hævninger og Sænkninger, da raadspørger han

Naturen selv. Bjærgarternes Forsteninger og Jordlagenes Ordning bliver ham en Skrift, af hvilken han lærer vor Klodes Udviklingshistorie at kende. Men undertiden ledes han dog paa Vildspor af den halvt udslettede Skrift, som kan tydes paa forskellig Maade.

Hvor meget vanskeligere er ikke *Astronomens* Stilling, naar han paa samme Maade vil forfølge Maanebjærgenes Udviklingshistorie. Geologen kan bore og grave i Jorden, sprænge og analysere Stenene, og han kender nøje de fysiske Forhold paa Jordoverfladen. Astronomen derimod maa nøjes med at betragte Maanen paa Frastand, og kender kun Maanens fysiske Forhold i de grove Hovedtræk. Det er derfor ikke saa mærkeligt, at der er delte Meninger om Maanebjærgenes Dannelse, og det er kun, idet vi endnu engang betoner Hypotesernes naturlige Usikkerhed, at vi gaar over til at omtale dem.

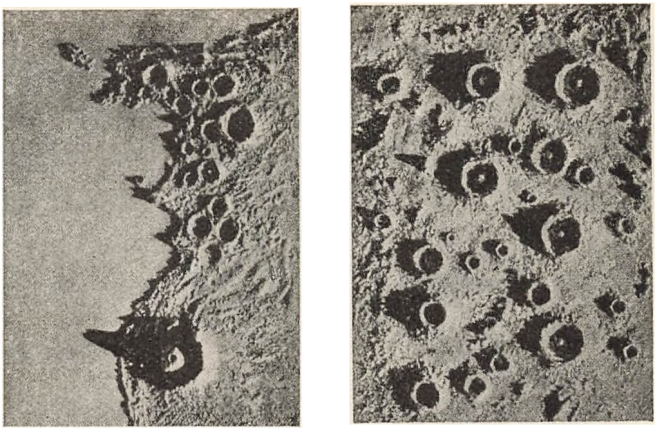


Fig. 60. Til Sammenligning mellem Jordens og Maanens Kratere. Til venstre Bugten ved Neapel; til højre Maanekratere.

Maanen har engang i længst forsvundne Tider været en glødende, smeltet Masse. Efterhaanden som den afkøledes, dannede der sig paa Overfladen en størknet Skal, som i Tidens Løb blev tykkere og tykkere. De samme Trin har Jorden gennemløbet, men da Maanen er saa meget mindre end Jorden, er den blevet langt hurtigere afkølet.

Det er under de Omvæltninger, der har ledsaget Størkningen af Maaneskorpen, at dens Bjærge og Kratere er opstaaede. Sammenligner vi Maane- og Jordkraterne med hinanden, finder vi en stor Lighed i den ydre Form. Fig. 60 viser til højre en Gengivelse af en Gibsmodel af et Parti af Maaneoverfladen med større og mindre Kratere, og til venstre en lignende af Kyststrækningen langs Bugten ved Neapel. Forneden ses *Vesuvs* mægtige Skygge, foroven — i Virkeligheden

Sydvest for Vesuv — en Del mindre Vulkankratere. Ligheden mellem Kraterne paa de to Billeder er saa slaaende, at man straks ledes til at tænke sig Maanekraterne dannede af vulkanske Kræfter. Om disses Virkemaade i det enkelte hersker der forskellige Meninger.

Som vi ovenfor nævnede, er Maanens oprindelige glødende Masse først blevet afkølet paa Overfladen, saa at der har dannet sig en sammenhængende, størknet Skal. Ved den fortsatte Afkøling har denne trukket sig sammen og derved udøvet et større og større Tryk paa den indre, flydende Masse. Efter *Nasmyths* og *Carpenters* Mening har dette Tryk været saa stort, at den indre Masse har banet sig Vej gennem Overfladen, hvor denne var mindre stærk. Fig. 61 illustrerer, hvorledes de nævnte Astronomer tænker sig, at

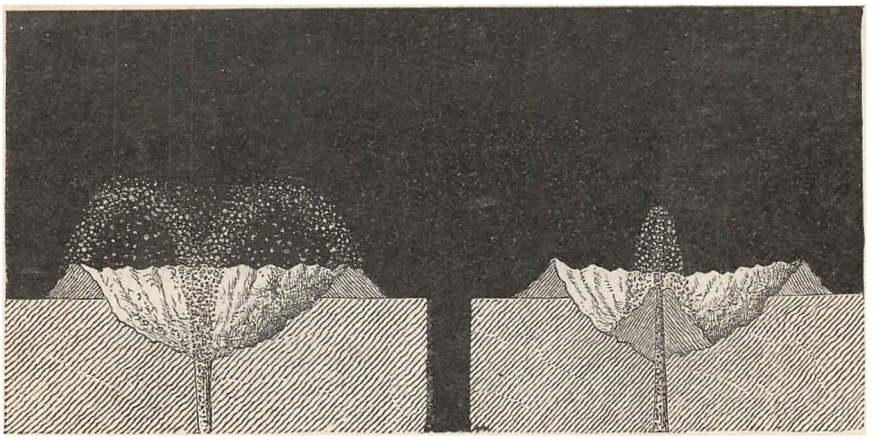


Fig. 61. Nasmyths og Carpenters Teori for Dannelsen af Ringvolden og Kraterkeglen

Forholdene videre har udviklet sig. Til venstre ses, hvorledes Sten og Lavamasser slynges i Vejret og falder ned, saa at de danner en Ringvold. Til højre ses Virkningerne af et senere, svagere Udbrud. Her slynges Masserne ikke saa langt bort, hvorfor de danner en Kegle i det store Kraters Bund. Endelig kan til sidst smeltede Masser have banet sig Vej op gennem Kraterkanalen; idet de er flydt ud, har de fyldt hele Kedlen indenfor Ringvolden. Naar disse Masser derpaa størknede, vilde der opstaa saadanne »udfyldte« Ringbjærge, som man ser rundt omkring paa Maaneoverfladen. Fig. 62 viser Udseendet af et saadant.

Andre har ment, at Kraterne er opstaaede ved, at mægtige Dampeksplosioner i det indre har sprængt store Partier af Overfladen i Luften, saa at de bortsprængte Dele er blevet taarnet op til en Ringvold om det kegleformede Hul. De mindre Kratere kan meget

godt tænkes dannede paa denne Maade; ved disse har Maalinger nemlig vist, at Massen i Ringvolden ofte netop er tilstrækkelig stor til at kunne udfylde Kratergruben i Højde med den omliggende Slette.

Til Forklaring af de store Ringbjærges Dannelse strækker imidlertid hverken den ene eller den anden Hypotese til. Ganske vist er den Tyngdekraft, med hvilken Maanen binder Tingene paa dens Overflade til sig, langt ringere end den, med hvilken Jorden fastholder dem. En Sten, der her paa Jorden vejer 1 Pund, vilde paa Maanen kun veje $^1/_6$ Pund, og en Eksplosion, der skete paa Maanen, vilde kunne kaste en Sten 6 Gange saa langt bort, som en Eksplosion med samme Styrke her paa Jorden. Alligevel vil man vanskelig kunne tænke sig, at Eksplosionskraften skulde kunne opkaste en Ringvold som f. Eks. *Petavius* (Fig. 53, Nr. 24), der er halvandet Hundrede Kilometer i Tværmaal.

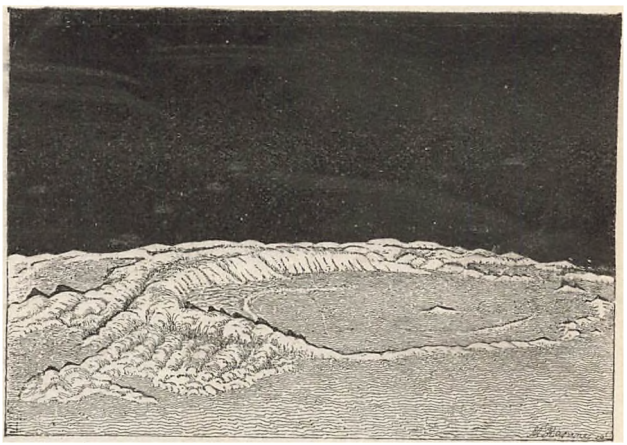


Fig 62. »Udfyldt« Ringbjærg.

At disse Ringbjærge, saaledes som enkelte har ment, skulde være fremkomne af nedstyrtede Meteormasser, er ikke meget rimeligt, selv om enkelte Fænomener paa Maanen, særlig den store Dal i Alperne (Fig 53, Nr. 4 og Fig. 63), kan forklares paa en saadan Maade.

I den Tekst, som de franske Astronomer *Loewy* og *Puiseux* medsender deres store fotografiske Maanekort, findes følgende langt rimeligere Forklaring: Mens den størknede Maaneskorpe endnu var tynd, dannedes mægtige Buler i den ved et Tryk indefra. Muligvis skaffede det indre Tryk sig Luft ved et vulkansk Udbrud gennem et Krater paa det midterste og svageste Parti af en saadan Hævning. Senere, naar det indre Tryk ophørte, styrtede den hævede Del sammen, eller Midterpartiet sank langsomt. Der blev staaende en Ringvold langs Randen af den oprindelige Hævning, og denne kom til at omgive en Slette med et Centralbjærg i Midten.

En Betragtning af Maanebjærgenes Ordning viser tydelig, at de største Ringvolde er de ældste (se f. Eks. den sydlige Del af Maanen,

Fig. 54). De er blevet dannet paa en Tid, da den størknede Skorpe endnu var svag, og da Hævningen derfor fandt Sted over en stor Flade Senere, da Overfladen blev stærkere, fik Hævningen mindre Udstrækning, og deraf kommer det, at saa mange mindre Ringvolde griber forstyrrende ind i de større Kredse.

Ogsaa Dannelsen af de mærkelige *Lysstribe*, der ved Fuldmaanetid udstraaler fra Tycho, Kopernikus og en Del andre Kratere, har man søgt at forklare sig. De kan hverken dannes af Højdedrag eller

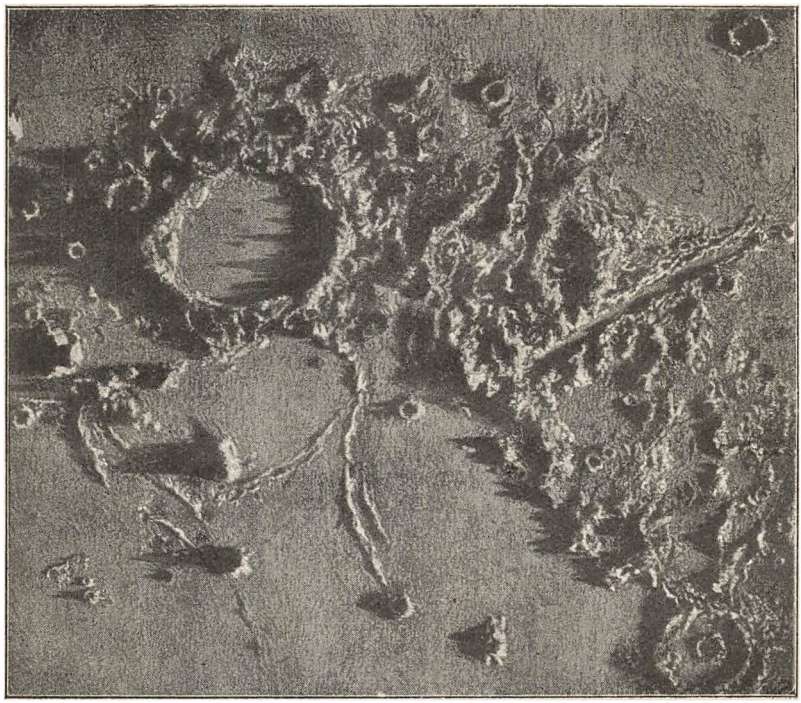


Fig 63. Maanealperne paa Grænsen af Mare Imbrium. Foroven til venstre det store Ringbjærg Plato. Henne til højre den store Dal gennem Alperne.

af Sænkninger, thi der ses aldrig Skygger ved dem; de kan heller ikke skyldes udstrømmede Lavamasser, thi de følger ikke Overfladens Dalstrøg, men strækker sig retliniet henover Bjærge og Sletter. Derimod kunde de være fremkommet derved, at Maaneoverfladen var bristet, havde slaaet mægtige Revner, som udstraalede til alle Sider fra et Krater, og som derpaa var blevet fyldt med Lava, der størknede. Rimeligere er det dog at antage, at de skyldes Nedslag af Stoffer, der i Dampform er blevet udslynget af Krateret

og derpaa ved Omgivelsernes lave Temperatur er blevet fortættet til en Slags Rim — dog ikke af Vand.

Rillernes Dannelse har man ogsaa søgt at forklare sig paa forskellig Maade. Vi skal dog ikke opholde os yderligere ved disse Hypoteser, thi som *Mädler* siger: »det er let at vinde Ry for Skarpsindighed og Aandrighed ved at taarne den ene Hypotese oven paa den anden, men en saadan Fremgangsmaade er fremmed for den sikre Videnskab.«

Sammenligning mellem Jordens og Maanens fysiske Forhold. Skønt Jorden og Maanen efter al Sandsynlighed i Hovedsagen bestaar af de samme Stoffer, og skønt det er de samme Naturkræfter, der er virksomme begge Steder, er der i Virkeligheden mange Retninger, i hvilke der er stor Forskel paa de to Kloder. De fleste af disse Forskelligheder kan føres tilbage til den ringe Størrelse, som Maanen har i Sammenligning med Jorden. Det er denne Forskel i Størrelse, der er Aarsag til, at Maanen er blevet afkølet hurtigere end Jorden, og at Tyngdekraften paa den første er ringere end paa den sidste. Det synes ogsaa at være den, der har gjort, at Maanen har bunden Rotation, idet Jorden paa Grund af sin større Masse har faaet en dominerende Indflydelse. Endelig synes det at være den, som er Aarsag til, at Atmosfæren om Maanen er forsvindende. Teoretiske Betragtninger leder nemlig til det Resultat, at ethvert Himmellegeme ved sin Tiltrækningskraft har gjort sig til Herre over et vist Kvantum Luft, der omhyller Kloden som en Atmosfære, og at Mængden af Luft, som den kan binde til sig, er desto mindre, jo mindre Klodens Masse er. Oven i Købet hviler rimeligvis Maaneatmosfærens lavere Lag i Dalbundene eller i Hulheder i Maanens Indre.

En Følge af Maanens ringe Atmosfære er, at Overfladen afkøles meget betydelig, naar Natten falder paa. Og Maanenatten er lang. Da Maanens Kredsen om Jorden er »bunden« (se S. 78), gaar der nemlig en hel Maaned, før Maanen faar drejet sig en Gang rundt i Forhold til Solen (se Fig. 50), og saa længe varer et Maanedøgn paa hvert enkelt Sted af Maanen. I femten af Menneskenes Døgn hersker den dræbende Kulde, og Temperaturen synker maaske til $\div 100^0$ eller lavere — hvor lavt vides ikke med Sikkerhed. Saa gløder atter Solen i femten Døgn, uden at nogen Sky giver den mindste Skygge. Hvor højt Temperaturen herved kan stige, vides heller ikke med Sikkerhed.

Med alle disse Forskelligheder for Øje forstaar man, at der kan være en saa betydelig Forskel paa Jordens og Maanens Bjærgformationer. Jordoverfladen er blevet formet af mange forskelligartede Kræfter. Vi ser i den ikke alene Virkningerne af Jordskorpens Bevægelser, af Hævninger og Sænkninger, vulkanske Udbrud og Sammenstyrtninger. Paa utallige Maader har Luften, Vandet og det organiske Liv i alle sine Former — lige fra Planter og mikrosko-

piske Smaadyr til den højeste Form. Mennesket — virket omformende.

Paa Maanen mangler en stor Del af disse omformende Kræfter. Efter vor Viden maa vi tro, at Maaneklipperne staar stejle og urørte, saaledes som de for utalte Aartusinder siden fremstod ved Omvæltningerne i Maaneoverfladen. Ingen Luft forvitrer dem, ingen Flod og ingen Brænding undergraver dem, ingen Muldjord dækker dem, intet Liv nedbryder dem.

Er Maanens Omformningstid fuldstændig afsluttet? Noget absolut afgørende Svar kan ikke gives herpaa. Der har været Selenografer, som har ment at kunne besvare Spørgsmaalet med Nej.

Nogle har ment at have set virksomme Krateres Ildsvælg lyse fra Maanens Natside. Hvad de har set, har dog sandsynligvis haft en anden Oprindelse. Lad os erindre, at naar Maanen ved Nymaanetid vender sin Natside mod Jorden, saa vender den sidste netop sin Dagside mod Maanen (se Fig. 50). De fra Jorden tilbagekastede Solstraaler belyser da Maanens Overflade, saaledes som Fuldmaanens Straaler kan oplyse Jorden. Kun er der den Forskel, at da »Fuldjorden« set fra Maanen har en Skive, der er 13 Gange saa stor som Fuldmaanens Skive set fra Jorden, saa er »Fuldjordskinnet« paa Maanen langt stærkere end det stærkeste Maaneskin paa Jorden. Deraf kommer det, at vi i den Tid, hvor Maanen kun ses som en smal Segl, kan skimte et svagt Lys paa Maanens Natside, der altsaa skyldes Solstraaler, som først er blevet kastet tilbage fra Jorden og dernæst fra Maanen. Nu er der imidlertid paa Maanen Steder, der kaster Sollyset meget stærkt tilbage, f. Eks. ved Aristark (Fig. 53 Nr. 12). Det er da højst rimeligt, at det er saadanne Lyspletter paa Maanens Natside, som er blevet forvekslet med ildsprudende Bjærge. Andre Astronomer mener ligefrem at have opdaget Forandringer i Maanebjærgenes Form. Det lille Krater *Linné* (Fig. 53 Nr. 2) i Mare Serenitatis synes nu at være langt mindre, end det efter de ældre Maanekort skulde være. Ved *Hyginus* (Fig. 53 Nr. 25) ses en lille Fordybning, som tidligere Kort ikke kendte.



Fig. 64. Fremtræden af hele Maaneskiven ved Nymaanetid.

Disse Iagttagelser kan dog endnu ikke tages som fuldt afgørende Beviser for, at Maaneoverfladen virkelig endnu er underkastet Forandringer. Vi maa nemlig erindre, at Maanelandskaberne uafladeligt skifter Udseende paa Grund af Skyggernes Voksen og Aftagen, og derfor bliver det ofte vanskeligt at opfatte de ganske smaa Enkeltheders Form med Sikkerhed. Maaske vil Fremtiden kunne fælde en afgørende Dom ved Sammenligning af Maanefotografier tagne til forskellige Tider.

Set fra Maanen maa den store Jordskive frembyde et pragtfuldt

Skue. Paa Fig. 65 ses et Maanelandskab belyst af Jorden, som tegner sig paa den mørke Himmel. Paa Grund af Maanens bundne Kredsen om Jorden, vilde Jordskiven altid ses paa samme Sted af Himlen, hvis man saa den fra et bestemt Sted af Maaneoverfladen. Man vilde aldrig se den staa op eller gaa ned. Kun ved nøjagtige Maalinger vilde man se, at den udførte smaa Svingninger om en Middelstilling, fordi Maanens Kredsen om Jorden, som før nævnt (S. 78), ikke er matematisk nøjagtig »bunden«.



Fig. 65. Maanelandskab belyst af »Jordskin«.

Derimod vilde man i Løbet af den lange Maanedag se Solen svæve henover Himlen, og den vilde naa at fuldføre et helt Omløb i det maanedlange Maanedøgn. Og i samme Tid vokser og aftager Jordskiven ganske paa samme Maade som Maaneskiven set her fra Jorden. Thi ogsaa Jordskivens Lys skyldes Solen, idet Jorden i sig selv er mørk. Jordskivens Overflade vilde set fra Maanen vise mørkere og lysere Flader, Verdenshavene og Verdensdelene. Dog vilde altid store Dele af Jordoverfladen være skjult af de Skymasser, der svømmer omkring i Jordens Atmosfære.

Saaledes er Hovedtrækkene af det Billede, som Astronomien med sin nuværende Viden kan tegne af Forholdene paa Maanen.

SPEKTROSKOPET.

Farvespredning ved Lysbrydning. Newtons Forsøg. Wollastons og Fraunhofers Undersøgelser af Spektret. Kirchhoffs Opdagelse af de fraunhoferske Liniers Betydning. Spektroskopet og dets Brug ved astronomiske Undersøgelser. Spektrografen. Dopplers Princip.

Sæt, at en Astronom for hundrede Aar siden havde fortalt, at han var i Stand til at *bevise*, at der fandtes Jern, Kobber, Brint og mange andre velkendte kemiske Grundstoffer paa Solen! Hans Meddelelser vilde sikkert være blevet modtaget med stor Mistillid. Og alligevel er det lykkedes de sidste halvhundrede Aars Astronomi at levere Beviset. Ja i Virkeligheden er man naaet langt videre, thi det er nu muligt at undersøge selve *de fjerne Fiksstjerners og Stjernetaagers kemiske Sammensætning.*

Den ny Gren af Astronomien, som omhandler disse Forhold, har udviklet sig med en rivende Fart, og Udviklingen er endnu langt fra afsluttet. En udtømmende Fremstilling af dens Resultater vil ikke kunne finde Plads indenfor vor Fremstillings Ramme. Vi maa nøjes med Hovedresultaterne, og for at kunne forstaa, hvorledes disse er naaet, maa vi atter tage vor Tilflugt til Fysikken.

I »Naturen og dens Kræfter« Sp. 412 findes det fysiske Forsøg beskrevet, som er gengivet i Fig. 66. Solstraalerne falder ind i et mørkt Værelse gennem et lille Hul i Vinduesskodden, de træffer det store »Glasprisme« og brydes af dette, bøjes hen i en anden Retning. Hvis Glasprismet ikke havde været der, vilde Solstraalerne have frembragt en lille Lysplet forneden paa Skærmen, *men nu danner de en aflang Lysstribe, i hvilken Regnbuens Farver ses i jævn Overgang fra rødt til violet.*

Dette Fænomen forklares paa det paagældende Sted saaledes: »Farvebilledets Dannelse hidrører fra, at *det hvide Sollys indeholder Straaler, som brydes ulige meget i det samme Legeme; naar disse Straaler brydes igennem et Prisme, faar de forskellige Afvigelser fra den oprindelige Retning; de mindst brydbare afviger mindst fra de indfaldende Straalers Retning, de mest brydbare afviger mest. De forskellige brydbare Straaler gør forskelligt Indtryk i Øjet:* de mindst brydbare fremkalder saaledes det Farveindtryk, vi kalder rødt, og for

Nemheds Skyld taler man om *røde* Farvestraaler; paa samme Maade taler man om blaa, grønne etc. Farvestraaler, skønt Straalerne, som selv usynlige, naturligvis ikke er farvede.«

Altsaa: den indfaldende Lysstribe henne til venstre indeholder i Virkeligheden Farvestraaler, som baade er røde, grønne, blaa osv., men forenede fremkalder de i Øjet Fornemmelsen af hvidt Lys. Glasprismet bøjer nu ikke de røde Straaler saa stærkt bort fra den oprindelige Retning som de grønne, og ikke de grønne saa stærkt

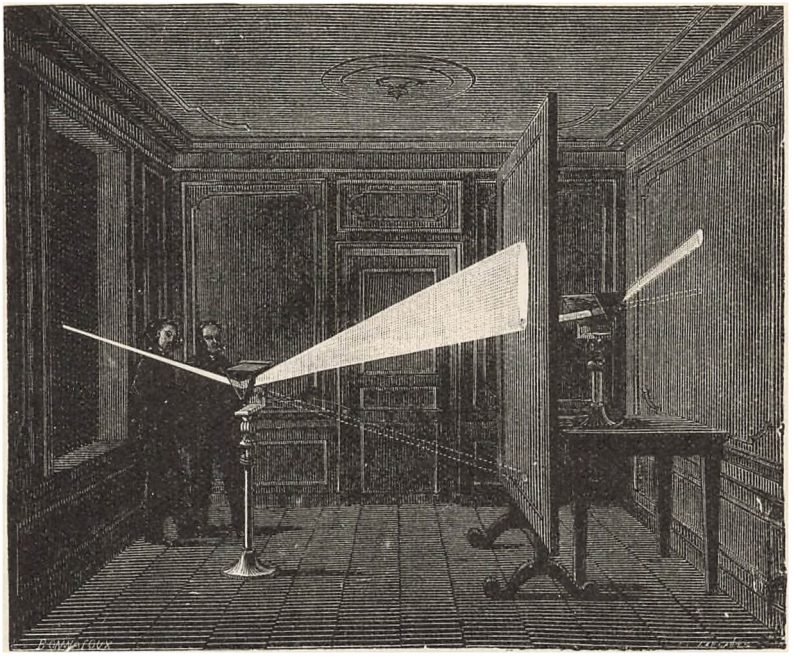


Fig. 66. Newtons Forsøg. Ved Brydningen i Glasprismet adskilles de forskellige Farvestraaler i det hvide Sollys, saa at der paa Skærmen dannes et Spektrum i Regnbuens Farver.

som de blaa. *De forskellige Farvestraaler er saaledes af forskellig Brydbarhed* og spredes i en hel *Vifte*, der paa Skærmen frembringer et saakaldet »*Spektrum*«. Dette har *rødt* nederst og *violet* øverst, og derimellem i jævne Farveovergange fra neden opad: *orange*, *gult*, *grønt*, *indigo* og *blaat*, kort sagt Regnbuens Farver.

Naar Sproget nævner *syv* Farver i Regnbuen eller Spektret, har det ikke helt Ret. Der findes i Virkeligheden uendelig mange Farver mellem det yderste røde og det yderste violette, og som Kendetegn for hver enkelt Farvestraale kan dens Brydbarhed bruges. At

en af »Spektralviftens« Lysstraaler er »rød«, er altsaa endnu ikke en nøjagtig Bestemmelse af dens Art, idet dens Retning kan afvige mere eller mindre fra de orange Farvestraaler. —

Til Bekræftelse af Forklaringens Rigtighed kan man lade Viftens røde Lysstraaler slippe gennem et Hul i Skærmen og lade dem brydes paa ny af et Glasprisme (se Fig. 66). Nu spaltes Lyset ikke mere, men bliver ved at være rødt. Paa lignende Maade vilde det være gaaet, hvis Hullet havde været anbragt ved en anden Farve i Spektret paa Skærmen.

Det hvide Sollys er altsaa sammensat og kan af Prismet spaltes i en Vifte, der indeholder de enkelte Grundbestanddele adskilte.

Den Kendsgerning, at Sollyset ved at brydes gennem et Prisme spaltes i Regnbuens Farver, var allerede kendt før Kikkertens Opfindelse i Begyndelsen af det syttende Aarhundrede; men den fik forøget Interesse ved de Skranker, den satte for Konstruktionen af store Kikkerter (se S. 61). Forskellige beskæftigede sig med Fænomenet, men det var først *Newton*, hvem det lykkedes ved det ovenfor beskrevne Forsøg at give en simpel Forklaring af det.

Wollastons og Fraunhofers Undersøgelser af Spektret. Som allerede tidligere nævnet (S. 65), blev Farvespredningen i Kikkerten forringet i en meget betydelig Grad ved Brugen af akromatiske Linser sammensatte af forskellige Glassorter. Opdagelsen af disse Linser gjorde det ønskeligt at kende forskellige Glassorters farvespredende Evne, og den fremkaldte derfor en Del eksperimentelle Undersøgelser.

I 1802 fremkom en Afhandling af den engelske Læge og Fysiker *William Wollaston.* Han paaviste, at Sollyset ikke, som man før havde troet, indeholdt *alle* Farver fra rødt til violet i jævn Overgang, men at enkelte af Farverne i Rækken manglede, eller i hvert Fald var saa meget mere lyssvage end de omliggende, at de praktisk talt manglede. Det var altid Farver af bestemt Brydbarhed, der manglede. I »Straaleviften«, der fremkommer ved Brydningen i Prismet, mangler de tilsvarende Straaler, hver paa sin Plads i Viften.

For at kunne opdage de mørke Steder, der af denne Grund maa være i Spektret, maa man dog bære sig lidt anderledes ad end før beskrevet (Fig. 66). Naar Sollyset nemlig paa den omtalte Maade trænger ind gennem Hullet i Skodden, vil hver enkelt Solstraale danne sin Straalevifte og sit Spektrum, og hvis man nu ikke ved særlige Foranstaltninger sørger for, at de forskellige Solstraalers Spektrer falder nøjagtig ovenpaa hinanden, saa vil de mørke Steder udviskes. Det vil føre os for vidt at komme ind paa disse Foranstaltninger. Fysikerne siger, at de danner *et rent Spektrum.*

En Del Aar efter Wollastons Opdagelse beskæftigede den tyske Optiker *Fraunhofer* sig indgaaende med Farvespredningen i forskellige Glassorter og med Udseendet af Spektrer baade af Sollys og af Lysflammer, som han gav forskellig Farve ved at komme Kemikalier i dem.

Foreløbig fik hans Undersøgelser dog kun Betydning for Fabrikationen af akromatiske Linser. Han bragte Konstruktionen af den astronomiske Kikkert et betydeligt Stykke fremad. Det kan tilføjes, at han var den første, der benyttede den tidligere omtalte Opstilling af Kikkerten (Fig. 34 og 47), ved hvilken et Urværk drejer den rundt, saa at den følger Himmellegemernes Bevægelse. Det første Instrument af denne Art blev opstillet 1824 i Dorpat.

Fraunhofers Undersøgelser havde kun vakt Opsigt indenfor en snævrere Kreds, men de blev dog fortsat paa forskellig Maade i Aarhundredets første Halvdel.

Det er klart, at der maa være en bestemt Grund til, at der altid mangler visse Farver i Sollyset. De mørkere Steder i Solspektret danner en Skrift, der paa en eller anden Maade maa kunne give os Underretning om Solen eller om det Rum, gennem hvilket

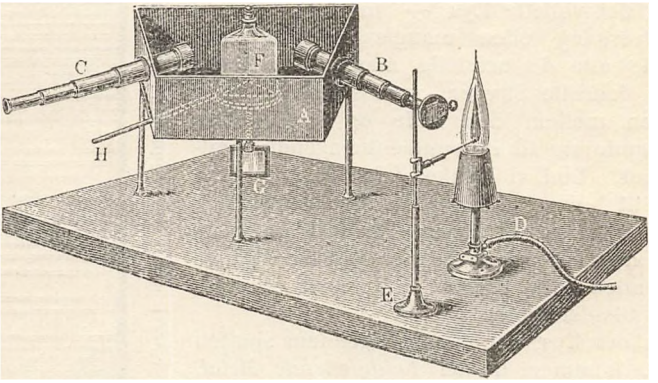


Fig. 67. Kirchhoffs Spektroskop.

Solstraalerne naar Jorden. Men i det nittende Aarhundredes første Halvdel var der endnu ingen, der havde kunnet tyde Skriften.

Da var det, at den tyske Fysiker *Kirchhoff* offentliggjorde sine Undersøgelser af Spektrerne fra forskellige Lyskilder.

Spektroskopet, det Instrument, med hvilket han undersøgte Spektrerne, er afbildet i Fig. 67. B er et Rør, gennem hvilket Lyset, som skal undersøges, strømmer hen til Prismet F Den Ende af Røret, der vender bort fra F, er lukket med en Plade, i hvilken der kun findes en smal, lodret Spalte. I den modsatte Ende af Røret findes en Linse, der har den Bestemmelse, at den skal bryde Lysstraalerne saaledes, at det Spektrum, der dannes af Prismet, bliver *rent* (se ovenfor). C er en Kikkert, i hvilken vi ser Spektret stærkt forstørret. Hvis Lyset ikke undergik nogen Farvespredning ved at gaa gennem Linsen, men samlet blev bøjet hen i en anden Retning, vilde vi ved at se gennem Kikkerten simpelt hen faa Øje

paa en lodret Lyslinie, nemlig Spalten. Nu spredes imidlertid Lyset, idet de forskellige Farvestraaler brydes ulige stærkt.

Sæt, at Lyset, der faldt ind gennem B's Spalte, kun indeholdt *to* Grundfarver, f. Eks. rødt og violet Lys, begge af aldeles bestemt Brydbarhed. Da vilde vi i Kikkerten se to lodrette Lyslinier, et rødt Billede af Spalten til venstre og et violet Billede til højre. Kom der desuden gult Lys af en bestemt Brydbarhed til, saa vilde vi et Sted mellem den røde og violette Linie se en gul Linie. Og sæt nu, at det Lys, der strømmede ind gennem Spalten, indeholdt alle de uendelig mange Farvestraaler, som i Brydbarhed ligger mellem det røde og det violette Lys -- indeholdt dem i jævn Overgang uden manglende Mellemled. Da vilde alle de uendelig mange, forskellig farvede, lodrette Streger, som vi vilde se i Kikkerten mellem den røde og den violette Streg, samle sig til et sammenhængende vandret Baand. Lod vi Blikket følge Baandet fra venstre til højre, vilde vi se, hvorledes dets Farve helt henne til venstre var rød, og hvorledes Farven gennem jævne Farveovergange efterhaanden blev orange, gul, grøn, indigo, blaa og tilsidst violet.

Hvis det Lys, der trænger gennem Spalten ind i B, kommer fra *et hvidglødende Metal*, f. Eks. fra en hvidglødende Jernkugle, saa vil vi se *et sammenhængende Spektrum*, som det her beskrevne. Men er det *Sollys*, som trænger ind, saa vil der mangle en Del Straaler af forskellig, men bestemt Brydbarhed, — eller nøjagtigere: disse Straalers Lysstyrke er betydelig ringere end de omkringliggendes — og paa de tilsvarende Steder i Spektret, hvor altsaa de paagældende Farvestraaler skulde have dannet deres Billede af Spalten, ser vi lodrette, sorte Streger, de *fraunhoferske Linier*.

At disse Linier ikke var blevet set af Newton og hans Efterfølgere i det attende Aarhundrede, laa deri, at de smalle Linier udviskes, naar Spektret ikke er »rent« (se ovenfor).

Fig. 68 viser Beliggenheden af en hel Del af disse Linier. *Fraunhofer* udmaalte Beliggenheden af omtrent seks Hundrede Linier

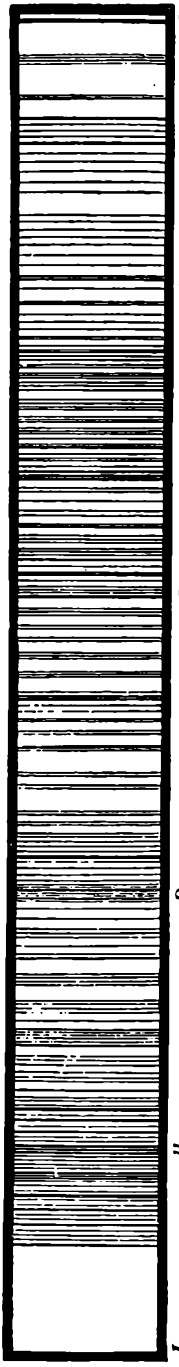


Fig. 68. Fraunhoferske Linier i Solspektret.

men efterhaanden som Spektroskoperne er blevet forbedrede, saa at finere Linier kan ses, tælles dei tusindvis. Paa Figuren maa vi tænke os hele den Flade, der l gger indenfor den brede, sorte Ramme, farvet. Øverst ved den fraunhoferske Linie, der benævnes med et A, skal den være rød. Efter C-linien skal Farven gaa over til at blive orange. Ved den dobbelte D-linie skal den være gul, og derpaa skal den gennem forskellige grønlige og blaalige Toner gaa over til forneden at være violet

Vi skal nu omtale den Iagttagelse, som *Kirchhoff* gjorde, og som blev Udgangspunktet for hele den saakaldte *Spektralanalyse.*

Kirchhoff vidste, at naar man bringer en lille Krystal af Kogsalt, d. v. s. almindeligt Køkkensalt, ind i en helt eller næsten farveløs Flamme, f. Eks. en Spritflamme, saa bliver Flammen farvet stærkt gul, og hvis man saa undersøger dens Lys ved Hjælp af Spektroskopet, ser man i Kikkerten C kun en *smal, gul, lodret Linie,* som altid viser sig paa samme Sted. *En Flamme, der farves gul ved Hjælp af Kogsalt, udsender altsaa gult Lys af en aldeles bestemt Brydbarhed.*

End videre vidste han, at dette gule Lys netop var *af samme Brydbarhed,* som det, hvis Manglen i Sollyset gav Anledning til den fraunhoferske D-linie i Solspektrets gulè Del (Fig. 68). Den gule Linie i Spektret fra Kogsaltflammen ses altsaa i Kikkerten C paa samme Sted som D-Linien i Solspektrets gule Del.

Kirchhoff prøvede nu at lade Solstraalerne *passere gennem en Kogsaltflamme* før de naaede Spektroskopet, saa at *Sollyset og Kogsaltflammens gule Lys samtidig faldt ind i Røret B.* Man skulde da efter ovenstaaende vente, at den sorte D-linie i Solspektret skulde udfyldes af Kogsaltspektrets gule Linie, saa at D-linien helt vilde forsvinde — i hvert Fald naar Sollysets Styrke stod i et passende Forhold til Flammens. Linien forsvandt virkelig ogsaa, naar Sollyset i Graavejr var passende afdæmpet. Hvis Sollyset var *meget* svagt, stod Kogsaltflammens gule Linie stærkt lysende paa Solspektrets Baggrund. Helt forbløffende var det imidlertid, at naar Forsøget blev gjort ved *stærkt* Sollys, saa viste Solspektrets D-linie sig *tydeligere,* end naar Kogsaltflammen blev fjernet fra Spalten, saa at Sollyset kom ind i Røret uden at passere gennem Flammen.

Den Omstændighed, at D-linien overhovedet kunde blive mørkere, viste, at Linien ikke var absolut sort, men kun mørk i Sammenligning med de omliggende lyse Dele af Spektret. Men Kirchhoff sluttede yderligere, *at Kogsaltflammen i særlig høj Grad indsugede* (»*absorberede*«) *passerende gule Lysstraaler netop af den Brydbarhed, som svarede til D-linien, altsaa netop af samme Brydbarhed, som de Lysstraaler, den selv udsendte.* I Sollyset var der ganske vist i Forvejen kun en ringe Mængde af denne Lyssort; denne blev nu næsten fuldstændig tilbageholdt af Flammen, og hvis Flammens eget Lys var meget svagt i Forhold til Sollyset eller, hvad der betyder det samme, Sollyset meget stærkt i Forhold til Flammen, saa kunde de gule Lys-

straaler, som Flammen selv udsendte, ikke opveje Tabet: *D-linien blev mørkere.*

Denne lagttagelse blev nu Udgangspunktet for en hel Teori, der blev grundlagt af Kirchhoff, og som stadig blev ført videre. Vi maa her indskrænke os til at antyde dens vigtigste Hovedpunkter, og oplyse dem med et Par Eksempler.

1) *Spektrerne af faste eller flydende glødende Legemer er* **sammenhængende** *Farvebaand uden mørke Linier.*

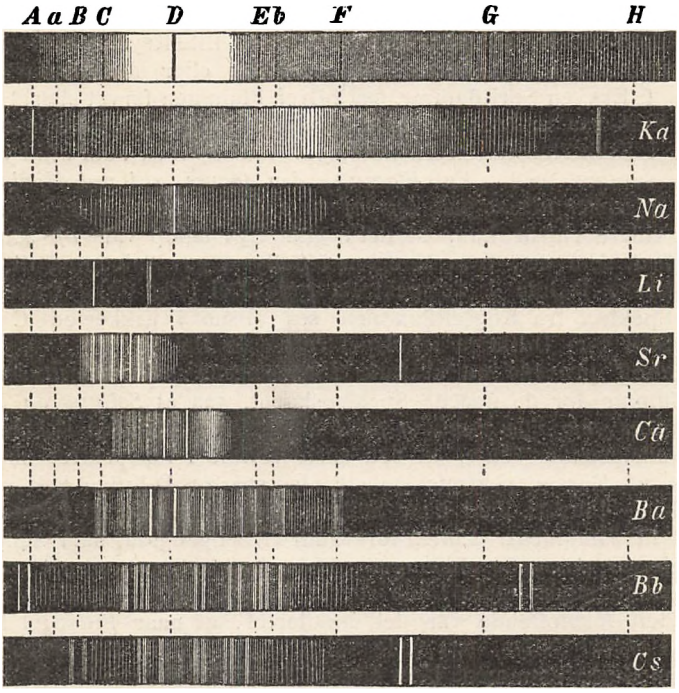


Fig. 69. Forskellige Spektrer; øverst Sollysets Indsugningsspektrum, derunder en Del Metallers Liniespektrer.

2) *Spektrerne af glødende Luftarter er sammensat af enkeltstaaende* **lysende** *Linier.* Paa Fig. 69 er afbildet en hel Del af disse *Liniespektrer.* Øverst er til Sammenligning Beliggenheden af de vigtigste af Solspektrets fraunhoferske Linier vist; til venstre er dets mindst brydbare, røde Straaler, til højre de mest brydbare, violette Straaler. Nedenunder ses Liniespektrerne af glødende Dampe af en Del forskellige Metaller. Vi forstaar, hvorledes de forskellige Dampe kan kendes fra hinanden ved Udseendet af deres Liniespektrer, idet hver udsender sine bestemte Arter af Lysstraaler.

3) *Naar Lyset fra et glødende fast eller flydende Legeme straaler gennem en glødende Damp*, **indsuger denne sidste netop de Farvestraaler, der er af samme Brydbarhed som de Straaler, Dampen selv udsender.**

Hvis den først nævnte Lyskilde er tilstrækkelig stærk i Sammenligning med de glødende Dampes Lys, vil dens Spektrum ikke som ellers vise sig som et sammenhængende Farvebaand, *men det vil ses gennemfuret af mørke Linier, som ligger nøjagtig paa de samme Steder, hvor de lysende Linier i Spektret af den glødende Damp ligger.* Et saadant Spektrum kaldes et *Absorptionsspektrum eller Indsugningsspektrum*

Fordamper man f. Eks. en kemisk Forbindelse af Metallet *Lithium* i en farveløs Flamme, saa farves denne rød af Metaldampene, og i Spektroskopet ses en rød og en orange Linie, hver af ganske bestemt Brydbarhed (Spektret mærket Li paa Fig. 69). Men sendes Lyset fra en kraftig elektrisk Buelampe gennem Lithiumflammen ind i Spektroskopet, da ses et Baand af Farver fra rødt til violet, der kun er afbrudt af to mørke Linier netop paa de Steder i det røde og det orange, hvor Lithiumlinierne før blev set.

Paa lignende Maade gaar det, som før fortalt, med Kogsaltflammen. De gule Lysstraaler, som den udsender, skyldes Dampene fra et Metal i Køkkensaltet, som kaldes *Natrium* (se »Frem«s »Populær Kemi« S. 117). Liniespektret er paa Fig. 69 betegnet med Na, og vi ser, hvorledes dets gule Linie har den samme Plads i Spektret som Sollysets fraunhoferske D-linie.

Spektroskopets Betydning for Astronomien. Saa vidt var det nødvendigt at følge Fysikernes Undersøgelser. Vi vender os nu til Spektralanalysens *astronomiske* Resultater.

Allerede i den første Meddelelse til Berliner-Akademiet i 1859 drog Kirchhoff den Slutning af sine Forsøg, »*at de af Solspektrets mørke Linier, som ikke fremkaldes ved Indsugning i Jordens Atmosfære, opstaar, fordi der i den glødende Solatmosfære findes Stoffer, som i en Flammes Spektrum vil fremkalde lyse Linier paa de samme Steder.*

Uden Kendskab til de ovenstaaende Forklaringer ser Paastanden ud som en Selvmodsigelse. Men vi forstaar dens Mening ved Hjælp af det, som er fremsat ovenfor i 3). For at naa Jorden maa Straalerne fra Solens glødende Kærne først passere Solatmosfæren og derpaa Jordatmosfæren. Ved Indsugningen paa disse Steder dannes de fraunhoferske Linier. Har vi først udfundet, hvilke Linier der skyldes Jordatmosfæren, ved vi, at Resten skyldes Solatmosfæren. *For nu at faa Klarhed over, hvilke kemiske Grundstoffer del er, som gløder i Solens Atmosfære, maa vi sammenligne Beliggenheden af deres Indsugningslinier i Solspektret med Beliggenheden af de Liniespektrer, som de forskellige Grundstoffers glødende Dampe giver.* Her maa da Fysikeren i sit Laboratorium først bane Vejen for Astronomernes Undersøgelser ved Udmaalinger af de forskellige glødende Dampes Liniespektrer.

Saaledes er *Grundtanken* i den Undersøgelsesmaade, ved hvilken Astronomen søger at komme til Klarhed over *Solens kemiske Forhold*. Da Stjernernes Spektrer ogsaa viser fraunhoferske Linier — for øvrigt i højst forskellig Mængde — saa giver Spektroskopet os ogsaa Midlet i Hænde til at studere »*Stjernernes Kemi*«.

De spektralanalytiske Undersøgelser er i Tidens Løb blevet lettet ved mangfoldige tekniske Forbedringer. Eksempelvis kan vi her nævne, at man ved at lade Lyset passere en Række Prismer, saaledes som vist i Fig. 70, kan trække Spektret ud i Længden, saa at de enkelte Linier kommer længere bort fra hinanden, og saa at deres Beliggenhed kan bestemmes nøjagtigere. Iagttager man f. Eks. D-linien i et saadant stærkt spredende Prisme, ser man, at den i

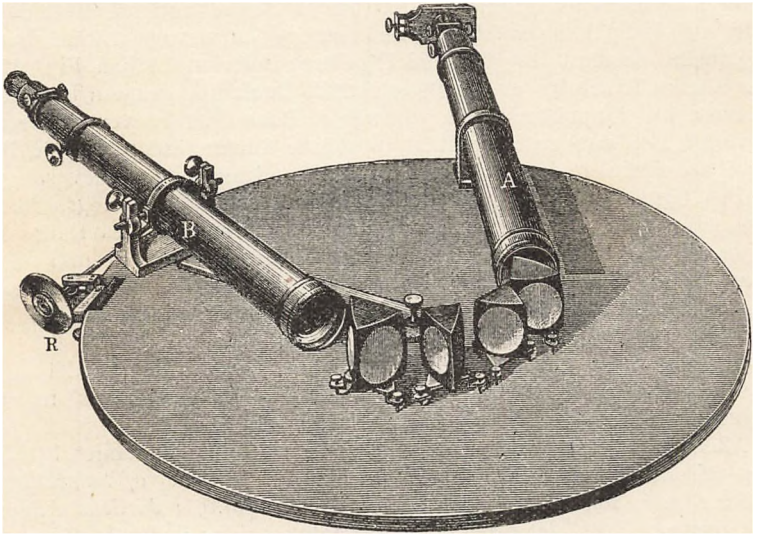


Fig. 70. Kirchhoffs stærkt spredende Spektroskop.

Virkeligheden bestaar af *to* kraftige Linier og en hel Del finere. Det er kun, naar Spredningen ikke er tilstrækkelig stor, at Linierne flyder sammen til en.

Hvis vi vil se et Solspektrum, behøver vi blot at lade Dagslyset falde gennem Spektroskopets Spalte. Vil vi derimod se en Stjernes Spektrum, maa vi gaa mere omhyggelig til Værks. Den simpleste Maade er at borttage den astronomiske Kikkerts Okular og fastskrue Spektroskopet, saa at Spalten er paa det Sted, hvor Objektivet danner sit Billede af Himmelhvælvingen (se S. 60). Hvis Kikkerten da stilles saaledes, at Stjernen danner sit Billede paa Spalten, vil vi i Spektroskopet se dens Spektrum. Da det er ubekvemt, at Stjernespektret kun er en lang, farvet *Streg*, giver man hyppig Spektret lidt Bredde ved at indskyde en Cylinderlinse. Fig. 71 viser, hvorledes Spektroskopet er anbragt. T er Kikkertens

nederste Ende, og det stærkt spredende Spektroskop, der er konstrueret efter et lignende Princip som det i Fig. 70, er fastgjort ved Hjælp af to lange Metalstænger, som er fastskruede til Kikkertrøret.

Spektralfotografi. Ogsaa Spektralanalysen har taget Fotografien i sin Tjeneste. Det er ganske vist i vore Dage muligt at fotografere Farver, altsaa at fotografere Nuancerne i Spektrets Farvebaand, men det er ikke denne Side af Sagen, der interesserer Astronomen. Selve Farverne er af underordnet Interesse; det er den nøjagtige Beliggenhed af de forskellige mørke Linier i Spektret, som det er af Vigtighed at faa optegnet. Hvis Kikkerten C i Spektroskopet Fig. 67 erstattes med et lille fotografisk Kamera, og hvis man lader Spektret falde paa en Fotografiplade paa dets Bagvæg, saa kan man paa sædvanlig Maade fremstille et Fotografi af Spektret. Paa dette viser Indsugningslinierne sig da som mørke Streger.

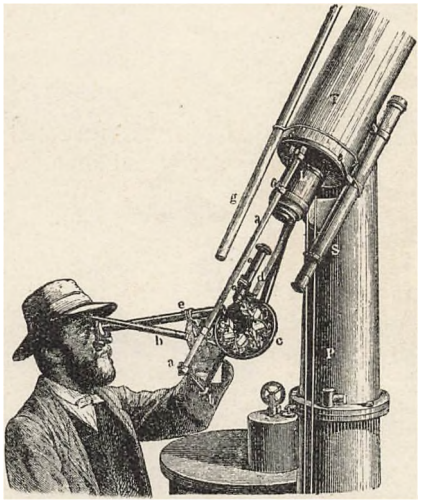


Fig. 71. Spektroskopet anbragt paa en Kikkert.

Undersøger vi et Fotografi af Solspektret, opdager vi, at det strækker sig længere end det Spektrum, vi ser med blotte Øjne. Sagen er, at lysende Legemer udsender mange Arter Straaler, som vort Øje slet ikke kan opfatte. Vor Synssans er nemlig begrænset paa en lignende Maade som vor Høresans: der er Lydbølger, der svarer til saa dybe eller saa høje Toner, at vi slet ikke kan høre dem, og i Lighed hermed viser det sig, at der i Sollyset findes »usynlige« Lysstraaler. Nogle har en *større* Brydbarhed end de violette Lysstraaler, og de er lette at paavise ad fotografisk Vej, fordi de netop virker kraftig paa Fotografipladen. Disse Straaler kaldes de »*ultraviolette Straaler*«, og de danner altsaa Forlængelsen af Spektrets violette Del. Det er ogsaa muligt at paavise, at Spektret fortsættes i den modsatte Retning med »*ultrarøde Straaler*« af *mindre* Brydbarhed end de røde. Fortsættelsen strækker sig oven i Købet meget langt. Disse ultrarøde Straalers Tilværelse paavises bl. a. ved deres *Varmevirkninger.*

Baade i Solspektrets ultrarøde og i dets ultraviolette Fortsættelse ses talrige fraunhoferske Linier.

Fig. 72 er en Tegning af Potsdam-Observatoriets store »*Spektograf*« til Fotografering af Spektrer. Kikkertens Okular er fjernet og erstattet med et Spektroskop, der er afstivet ved en hel Del Jernstænger. Vi ser paa Figuren i Forlængelsen af den store Kikkerts

Akse det Rør, som foroven bærer Spalten, paa hvilket Objektivet kaster Billedet af Himmellegemet. Gennem dette Rør strømmer Lyset hen til de stærkt spredende Prismer, der findes i den bøjede Beholder, og derpaa falder det ind i det fotografiske Kamera forneden, paa hvis Bagvæg til venstre den lysfølsomme Plade sidder.

Dopplers Princip. Inden vi gaar over til at fortælle om de Oplysninger, Spektralanalysen har kunnet give om »Solens Kemi«, skal vi blot til Slut omtale en hel anden Viden, som Astronomerne har kunnet uddrage af de fraunhoferske Linier i Himmellegemernes Spektrer.

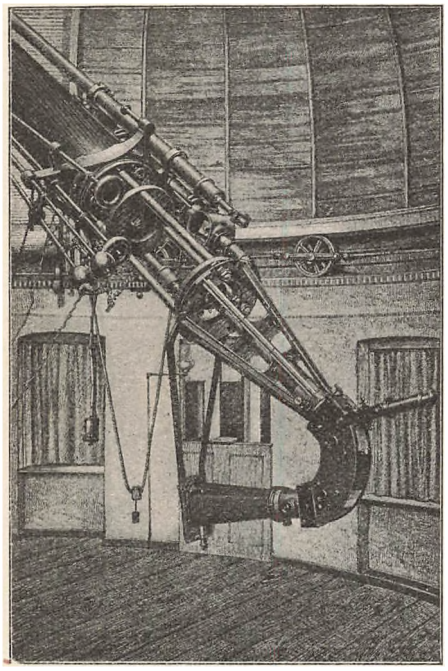


Fig. 72. Spektrograf i det astrofysiske Observatorium i Potsdam.

Sagen er i al Korthed, *at hvis den Lysgiver, hvis Spektrum man undersøger, fjerner sig fra Iagttageren med stor Fart, saa forskyder de fraunhoferske Linier sig lidt henimod det ultrarøde i Spektret, men hvis den nærmer sig, da foregaar Forskydningen af Linierne i den modsatte Retning. Jo større Lysgiverens Hastighed er, desto større bliver Forskydningen.* Der er dog kun Tale om ganske smaa Forskydninger selv ved de største Hastigheder, Astronomien kender.

Som vi senere skal se, har Dopplers Princip givet Astronomerne mangfoldige højst interessante Oplysninger om Himmellegemerne.

I sit Grundprincip er Spektralanalysens Metode overordentlig simpel og klar. Men ligesom det kan være vanskeligt at læse et Brev, selv om man baade kender Bogstaverne og kan stave, saaledes kan det ogsaa være vanskeligt at forstaa, hvilket Bud Stjernernes Lys bringer med sig. Ligesom Papiret kan være overmalet paa kryds og paa tværs og maaske med Ord i ukendte Sprog, saaledes kan Stjernespektret bestaa af et Utal af mørke og lyse Linier og Baand, som oven i Købet undertiden kan skrive sig fra hidtil ukendte Stoffer.

SOLEN.

Solens Betydning for Livet paa Jorden. Solens Størrelse. Pletter og Fakler. Granulationen, Fotosfæren, Kromosfæren, Protuberanserne og Coronaen. Spektralanalytiske Resultater. Solens Bygning. Solvarmen og dens Vedligeholdelse. Solteorier.

Det er ikke til at undre sig over, at Oldtidens ægyptiske og kaldæiske Præster med højtidsfuld Andagt ventede paa det Øjeblik, der betegnede Solgudens Fødsel, det Øjeblik, da den glødende Solskive hævede sig op over Synskredsen. Thi ingen Himmelklode har en saa gennemgribende Betydning for Jordlivets Forhold som Solen.

Allerede hine Præster maa have set, hvorledes det var Solvarmen, *der kaldte Plantevæksten til Live*, hvorledes det i det Hele var den, *der foraarsagede Aarstidernes Vekslen*. Vor Tids fysiske Undersøgelser har yderligere vist, hvorledes den Arbejdsværdi, *Energi*, som Solstraalerne bringer med sig, spiller ind paa ethvert Punkt af det sammensatte Liv, der rører sig her paa Jorden, og midt i hvilket vi Mennesker befinder os. Lad os ganske kort berøre nogle Hovedpunkter.

Det er Solvarmen, der *holder Jordatmosfæren i de stadige Strømninger*, der føles som Blæst eller Storm, og det er Solen, der er Kilden til det Arbejde, der udføres, naar Vindmøllens Vinger drejer Mølleværket rundt, og naar Sejlskibet kløver Bølgerne.

Det er Solvarmen, som vedligeholder *Vandets Kredsløb i Naturen*. Ved Varmen stiger Vanddampe fra Haves og Søers Overflade til Vejrs og samler sig til Skyer, og naar da senere Vandet som Regn atter vender tilbage til den faste Jord, faar Floder og Vandløb fornyet Næring. Saaledes bliver det altsaa ogsaa Solvarmen, som er Kilden til det Tryk, med hvilket Mølledammens opstemmede Vand holder Vandmøllens Hjul i Gang.

Og det er Sollyset, der sætter Planternes og Træernes Blade i Stand til at spalte Luftens Kulsyre, saa at de, efter at have indaandet denne Luftart, atter udaander dens Ilt, mens dens Kulstof bindes til organiske Forbindelser i Planten. Dette Fænomen er beskrevet i »Frem«s »Populær Kemi« S. 27, og paa de følgende Sider

er omtalt den Betydning, Planteverdenens Kulstofforbindelser og Luftens Ilt har dels for alt *Liv* og dels for enhver *Forbrænding*.

Kulstoffet og Ilten i Naturen om os er i en stadig Vandring. Ved Livets mangfoldige Processer forenes de to Stoffer til *den lavere Energiform, Kulsyre, men ved Sollysets Indvirkning paa Bladene oparbejdes atter de højere Energiformer ved Kulsyrens Spaltning*.

Den Livskraft, som tilføres Mennesker og Dyr gennem Næringsmidlerne og den indaandede Ilt, stammer altsaa i Virkeligheden fra Solen. Det samme gælder om den Varme, som udstraaler fra et Baal. Thi den opstaar derved, at Atmosfærens Ilt forener sig med Kulstof (og Brint) i Baalets Brændsel. Forbrændingsproduktet, Kulsyren, er en lavere kemisk Energiform end Brændselet og Luftens Ilt, men til Gengæld for Tabet i kemisk Energi har vi faaet Baalets Varme.

De mægtige *Kullag* i Jorden er Rester af Fortidens Planter, som geologiske Omvæltninger har begravet dybt nede i Jorden, og naar Fabriksmaskinens Hjul snurrer, og Jernbanetoget bruser frem, saa er det altsaa i Virkeligheden, fordi en Kraft frigøres, der i Aartusinder har været jordbundet i Stenkullene og i fjerne Tider er blevet tilført Jorden med Solstraalerne.

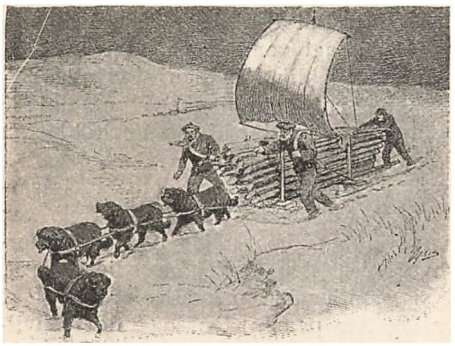


Fig. 73. Transport i Labrador. Til Illustration af Solens gennemgribende Betydning for selv de mindste Enkeltheder, der sker paa Jorden. Vindens Tryk paa Sejlene og Kraften, der udgaar fra Menneskenes og Hundenes Muskler — alt har Solvarmen som nødvendig Forudsætning.

Disse korte Bemærkninger maa være tilstrækkelige til at give en Forestilling om, i hvor høj Grad vi er afhængige af Solen. Et fyldigt Kendskab til dennes fysiske Natur maa derfor have den største Interesse for os Mennesker.

Desværre maa det indrømmes, at skønt vort Kendskab til Solens Forhold har gjort mægtige Fremskridt i det sidste halve Aarhundrede, saa er vi dog endnu langt fra at have en sikker og udtømmende Forklaring af alt det, vi ser foregaa paa Solen. Mange vigtige og interessante Spørgsmaal staar endnu aabne.

Før Kikkertens Opfindelse var *alt*, hvad der med Sikkerhed kunde siges om de fysiske Forhold paa Solen, at denne var overordentlig varm. Vi kan derfor rolig se bort fra alt, hvad der har været fremsat om vort Emne før det syttende Aarhundrede. Vi skal i det følgende give en Beskrivelse af, hvad der er blevet iagttaget paa Solen ved Hjælp af Kikkerten, særlig efter at disse Iagt-

tagelser er blevet støttede af Fotografien og Spektralanalysen. Derpaa skal vi forsøge at uddrage saadanne Hovedresultater, som maa siges at være saa nogenlunde sikkert fastslaaede. Lejlighedsvis vil vi da ogsaa kunne berøre mindre sikre Hypoteser, som fra Tid til anden er blevne fremsat af Astronomer, der særlig har gjort Solen til Genstand for deres Studium.

Solens Størrelse. Før vi gaar over til vore Undersøgelser, maa vi anskueliggøre, hvor stor Solen er. Ved Maalinger, vi senere skal komme tilbage til, har man fundet, at dens Tværmaal er 1 400 000 eller næsten halvanden Million Kilometer.

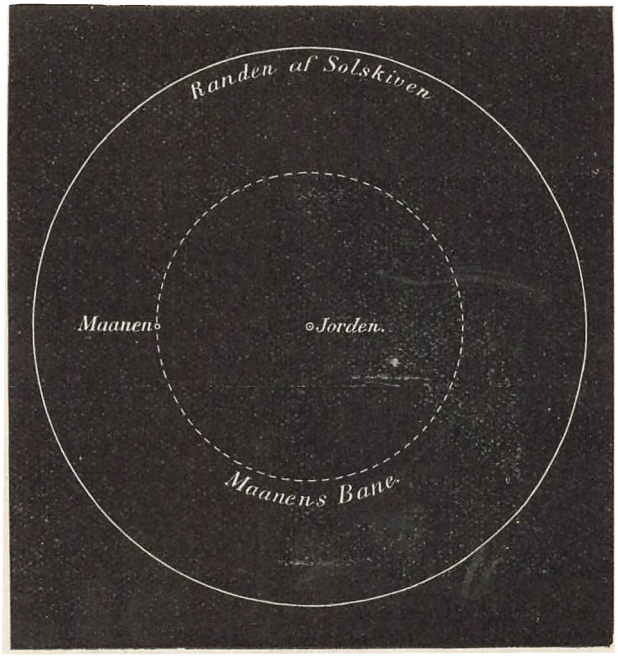


Fig. 74. Solen sammenlignet med Maanens Bane om Jorden.

Men et saa stort Tal giver i Virkeligheden slet intet Billede. Lad os hellere bygge paa en Forestilling om *Maanens Bane om Jorden*. Denne Bane har et Tværmaal, som er omtrent 60 Gange saa stort som Jordklodens. Trods denne Banes uhyre Størrelse, er *selve Solens Tværmaal dog næsten dobbelt saa stort* (se Fig. 74). — Jorden, der for os Mennesker synes saa stor, er sammenlignet med Solen kun en ringe Klode. *Dens Tværmaal er ikke en Gang en Hundrededel af Solens*! Vi maa i det Hele være forberedt paa i det følgende at komme til at staa overfor Talstørrelser og fysiske Forhold, til hvilke der ikke tilnærmelsesvis findes Sidestykker her paa Jorden.

Da Maanens Tværmaal kun er en Fjerdedel af Jordens, bliver *Solens omtrent 400 Gange Maanens.* Men hvorledes kan det da forklares, at Solskiven paa Himlen i det væsentlige viser sig af samme Størrelse som Fuldmaanen? Og hvorledes kan den mægtige Sol under de totale Solformørkelser helt skjules af Jordens lille Maane?

Simpelt hen, *fordi Solen er 400 Gange saa langt borte fra os som Maanen.* —

Solpletter. Som allerede nævnet, skriver de første paalidelige Iagttagelser af Soloverfladen sig fra den Tid, da Kikkerten blev opfundet — fra Begyndelsen af det syttende Aarhundrede.

Allerede for at kunne taale at se paa Solen med blotte Øjne, maa man dæmpe dens Lys ved at betragte den gennem farvede eller sodede Glas, og endnu mere nødvendigt bliver det at dæmpe Lyset, naar man vil iagttage Solen ved Kikkertens Hjælp. Det Væld af Sollys, som trænger gennem Kikkertobjektivet, brydes saaledes af Linserne, at det vilde samles paa en ganske lille Del af Øjet, hvis man uden videre saa paa Solen gennem Kikkerten. Denne virker som et Brændglas, og Øjet vilde blive aldeles ødelagt. Der er til at svække Sollyset udtænkt forskellige Midler, af hvilke det simpleste er, at man lader Lyset passere et eller flere farvede Glas, før det naar Øjet.

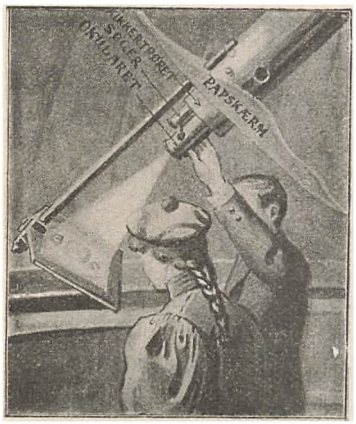


Fig. 75. Det stærkt forstørrede Billede af en Del af Soloverfladen kastes ved Hjælp af den astronomiske Kikkert hen paa Skærmen forneden.

En anden simpel Maade, som ofte bruges, er vist paa Fig. 75. Ved at skrue Kikkertens Okular lidt ud forandrer man Brydningsforholdene saaledes, at der i nogen Afstand *nedenfor* Okularet i Rørets Forlængelse dannes et Billede af det, som Kikkerten er rettet imod. Billedet opfanges af en Skærm, som er fastgjort til Kikkerten ved Hjælp af en Stang. Da Sollyset her spredes over en stor Flade, bliver Sollyset ikke stærkere lysende, end at Øjet kan taale at se paa det. Den store Papskærm, der sidder paa selve Kikkertrørets nederste Ende, skal forhindre, at for meget af det Sollys, som gaar udenfor Kikkertrøret, skal falde paa Skærmen med Solbilledet.

I 1610 og 1611 opdagede forskellige Astronomer, blandt andre *Galilei*, at der fra Tid til anden, ved Kikkertens Hjælp, kunde ses mørke Pletter paa Soloverfladen, ofte af betydelig Udstrækning. Allerede paa Fig. 18 er vist, hvorledes saadanne Pletter tegner sig paa Solskiven. Undertiden kan Pletterne blive saa store, at de kan ses med blotte Øjne, og i Virkeligheden var der flere Gange blevet iagttaget Pletter før Kikkertens Opfindelse. Men deres Natur var blevet misforstaaet, idet man havde ment, at den sorte Prik, man saa, var enten Planeten Venus eller Merkur, som svævede hen foran Solskiven. Nu da man med bedre Hjælpemidler kunde følge Pletterne, saa man at de sad paa selve Soloverfladen. Som de for-

skellige Billeder af Solpletter (Fig. 19, 76, 77 og 80) viser, bestaar de i Reglen af et mørkt Midterparti, *Kærnen*, omgiven af en mere graalig Bræmme, *Halvskyggen*.

Det vilde dog være en Misforstaaelse at tro, at Kærnepletten er absolut sort, at den intet Lys udsender. Det er kun Modsætningen til den omgivende, stærkt lysende Soloverflade, der lader den fremtræde mørk. Dette ses blandt andet tydeligt, naar en af de to Planeter Venus eller Merkur en sjælden Gang sværer hen forbi Solskiven. Naar da den lille, fuldstændig sorte Planetskive tilfældigvis glider hen over en Solpletkærne, viser denne sig graalig i Sammenligning med Planetskiven. — Pletterne optræder ofte samtidig i store Grupper, og deres Halvskygger kan da smelte sammen.

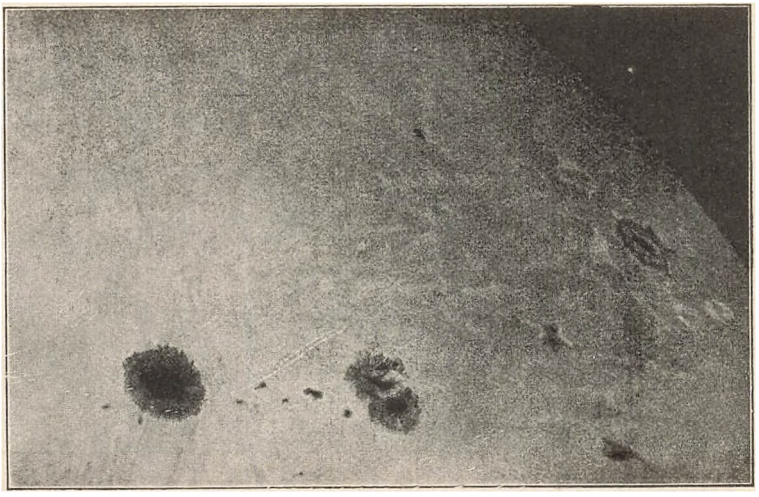


Fig. 76. En Del af Soloverfladen nær dens Rand, fotograferet af Warren de la Rue 20. Sept 1861. Man ser en Del Pletter og Fakler.

Allerede de første Iagttagere saa, at Pletter, som viste sig ved Solens østlige Rand, i Løbet af henved fjorten Dage bevægede sig over Solskiven til den vestlige Rand. Derefter var Pletten usynlig i lige saa lang Tid, og kom da atter til Syne ved den østlige Rand, hvis Pletten ikke imidlertid helt var forsvundet fra Solens Overflade. Pletterne er nemlig ikke faste, uforanderlige Dannelser, saaledes som Maanens Bjærge og Jordens Lande — i hvert Fald for lange Tider. Pletterne opstaar, underkastes voldsomme Forandringer og forsvinder igen, undertiden kun efter faa Dages eller Ugers Forløb. Under alle disse Omvæltninger forandres Udseendet af Pletten ofte helt i Løbet af kort Tid. Mægtige »Lysbroer« kan skyde sig hen over den, og ny Pletter kan opstaa og gribe ind de gamles Halvskygger.

Paa Soloverfladen ses ofte, særlig i Nærheden af Solpletterne, stærkt lysende Pletter og Striber, de saakaldte *Fakler*. Ofte viser saadanne Fakler sig som Forløbere for Pletter paa de Steder af Overfladen, hvor disse senere bryder frem.

Fig. 77 viser forskellige Trin i en Solpletgruppes Udvikling. Den første Tegning til venstre viser dens Udseende den 3. Juli 1872. Særlig fremtrædende er nogle større Kærnepletter og de lange Striber i Halvskyggen. Den næste Tegning viser os Solpletgruppens Udseende to Døgn senere. Kærnepletterne er blevet større, og Halvskyggens Striber har flyttet sig, deres Spidser er blevet krummede, som om de var blevet grebne af en Hvirvel. Den tredie Tegning viser endelig, hvad Pletterne har udviklet sig til den 6. Juli.

Strømningerne i Solplettens Halvskygge leder Tanken hen paa

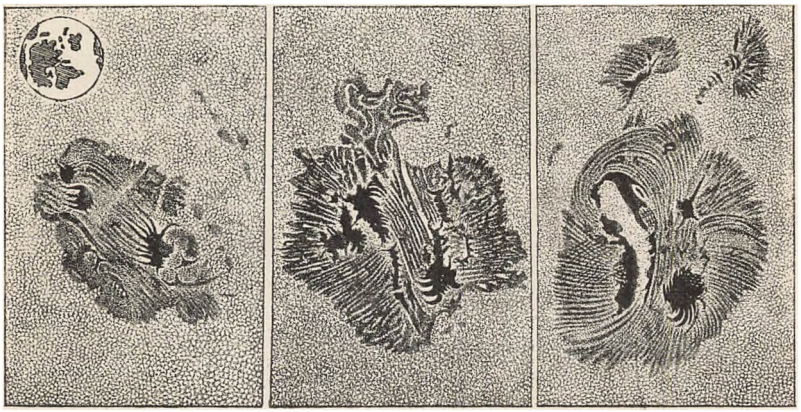


Fig. 77 En Solpletgruppes Udseende til tre forskellige Tider.

Stormen, som jager Jordens Skyer af Sted. Den frygteligste Orkan, som noget Menneske har oplevet, har dog kun ringe Hast, naar den sammenlignes med de Hvirvler, der kan ses i Solpletterne. For at faa en Forestilling om Magten af de Naturkræfter, som dèr er virksomme, behøver man blot at sammenligne Pletternes Størrelse med Jordklodens. Baade paa Fig. 19 og Fig. 77 er denne sidste gengivet i Tegningens Maalestoksforhold. ––

Granulationen. Efterhaanden som Kikkerten forbedredes, iagttog forskellige Astronomer, at hele Solens Overflade viste sig ligesom »*kornet*« eller »grynet«, naar man under gunstige atmosfæriske Forhold betragter den gennem en stærkt forstørrende Kikkert. I 1861 mente *Nasmyth* at have set, at denne saakaldte »*Granulation*« eller »Kornethed« skyldtes, at hele Overfladen var ligesom sammenflettet af langagtige, lysende Legemer af Form som Pileblade. Det maa dog tilføjes, at de mindste af disse »Pileblade« var paa Størrelse med Norge.

En Amerikaner. *Langley*, som iagttog Solen fra et meget gunstigt beliggende Observatorium i Alleghany-Bjærgene, saa, at Nasmyths Iagttagelse var et Øjenbedrag. De Luftstrømninger, hvis skadelige Virkninger vi ofte har omtalt (se f. Eks. S. 68), er paa Grund af Solvarmen særlig følelige, naar man retter Kikkerten mod Solen. Det er derfor yderst vanskeligt for Øjet at opfatte det virrende Solbilledes smaa Enkeltheder, naar Forstørrelsen er stærk. Det lykkedes dog Langley i enkelte gunstige Øjeblikke at se, at den »grynede« Overflade skyldes *skylignende, lysende Legemer, som svømmer rundt i et mindre stærkt lysende Stof.* I Reglen er disse »Skyer« rundagtige og omkring Tusind Kilometer i Tværmaal, men undertiden kan en Del af dem faa en langstrakt Form.



Fig. 78 Nasmyths »Pileblade«, efter J. Herschel.

Af disse »Lyskorn« er Solens synlige Overflade, den saakaldte *Fotosfære*, altsaa bygget. »Kornene« er smaa i Forhold til Solen, selv om Mennesket maa kalde dem store. *Hvor de hober sig sammen og lyser stærkt, opstaar »Fakler«; i Pletternes Kærner ser vi intet til dem.*

Det var kun i de allergunstigste Øjeblikke, at Langley kunde se disse Enkeltheder paa Soloverfladen skarpt. Af største Vigtighed er derfor de mange Fotografier af Soloverfladen, som er taget af *Janssen* i det astrofysiske Observatorium i *Meudon* nær ved Paris. Paa Grund af Solens stærke Lys kan der tages *Øjebliksfotografier*, ved hvilke den fotografiske Plade kun udsættes for Lyset i en forsvindende kort Tid — noget som en Tusindedel af et Sekund. Men herved kommer man ud over de Vanskeligheder, som vort langsommere opfattende Øje har ved at skelne Enkeltheder i det vibrerende Solbillede. Naar Janssens Fotografier er blevet saa fortrinlige, er Grunden for øvrigt ikke alene de yderst korte Ekspositionstider, han benyttede, men i det hele taget den overordentlige Omsigt, med hvilken han paa ethvert Punkt har ledet sit Arbejde.

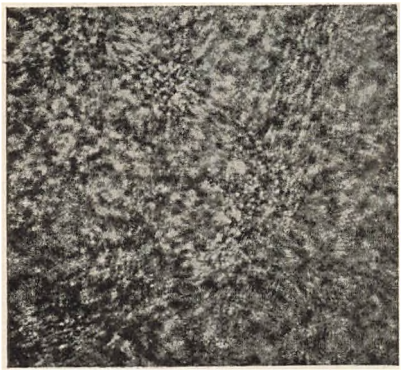


Fig. 79. »Granulationen« paa en lille Del af Soloverfladen, efter Janssens Fotografi. I samme Maalestok som Tegningen vilde Solskivens Tværmaal være 89 cm.

Fig. 80 viser en mindre Del af Soloverfladen efter et af Janssens Fotografier. Hvert »Lyskorn« har et Tværmaal af adskillige

Hundrede Kilometer. Vi lægger Mærke til det ejendommelige Mønster, der fremkommer derved, at Lyskornene snart viser sig skarpt begrænsede, snart udviskede. Dette Mønster, det saakaldte »fotosfæriske Net«, kan strække sig over hele Soloverfladen og er underkastet stadige Forandringer. Mønstret er sikkert et Resultat af de stadige Strømninger i det Stof, i hvilket Fotosfærens Lyskorn svømmer rundt som Skyer.

Fig. 80 er et af Janssens Fotografier af en Solpletgruppe. Vi ser, hvorledes Granulationen kan genfindes baade i de omgivende

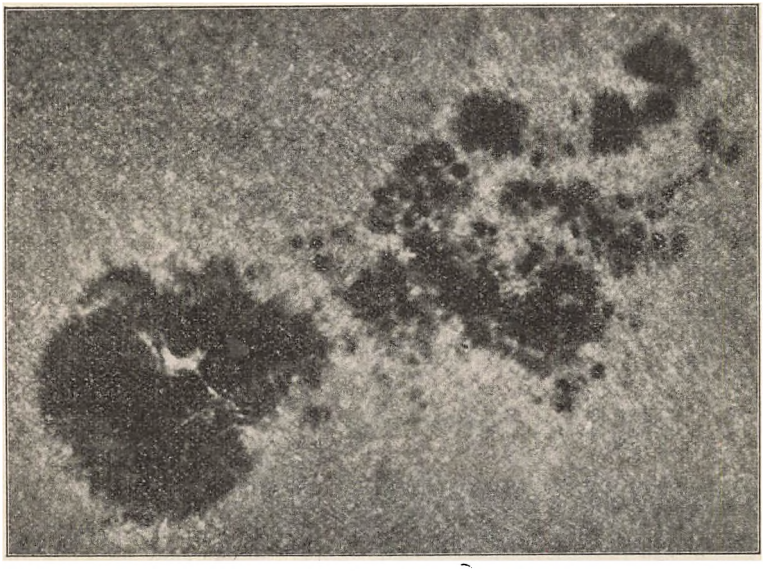


Fig. 80. Solpletgruppe, fotograferet af Janssen 22. Juni 1885.

»Fakler« og i Pletternes »Halvskygger«, særlig i den Del, der omgiver den største Plet. —

Solens Omgivelser. »Fotosfæren« med dens Solpletter, Fakler og Granulation — det er de videnskabelige Erobringer, *Kikkerten* har aftvunget Solen. Men er Fotosfæren Solens yderste Grænse? Har Solen ikke en Atmosfære?

Dette Spørgsmaal vilde være vanskeligt at besvare med Sikkerhed, hvis ikke Maanen undertiden som en mørk Skærm gled hen forbi Solen og dækkede dens glødende Skive fuldstændig. I de faa Minutter, Solskiven er helt skjult, forsvinder Dagslyset fra Himmelhvælvingen, de klareste Stjerner bliver synlige, og omkring den mørke Maaneskive viser der sig en Straaleglorie med et svagt sølvskinnende Lys, som til daglig ganske overstraales af det stærke

Dagslys. Denne Lysglorie kaldes *Coronaen* eller Kronen. Desuden ses mærkværdige, rosafarvede Fremspring, som rager ud fra den skjulte Solrand (de er gengivne stærkt hvide paa Fig. 81). De kaldes *Protuberanser*. Ved nøjere Eftersyn viser det sig, at disse Protuberanser skyder op fra en smal, rosafarvet Linie, *Kromosfæren*, der kan følges uden om hele Randen af Maaneskiven.

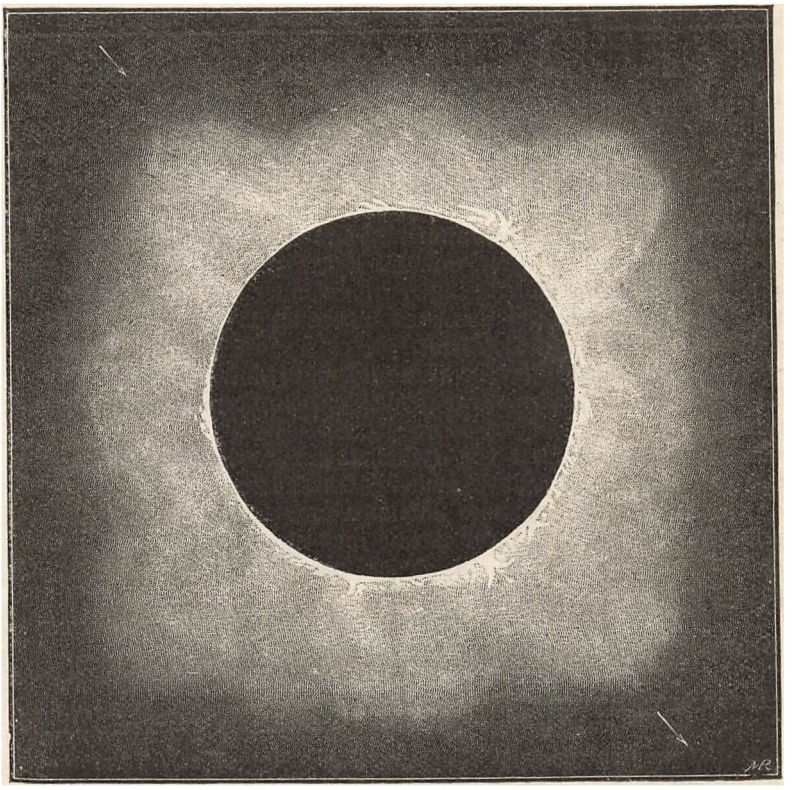


Fig. 81. Total Solformørkelse.

Det maatte nu paa Forhaand være ret rimeligt at mene, at alt dette, — Kronen, Kromosfæren og Protuberanserne — skyldes Stof, der omgiver Solens Fotosfære, den egentlige, lysende Soloverflade. Thi man saa, at disse Lysfænomener ikke fulgte Maanen i dens Bevægelse henover Solskiven, men altid indtog samme Stilling til Solen. Til nogen sikker Opfattelse vilde man dog næppe være kommet, hvis ikke Spektralanalysen var blevet opdaget. —

Spektralanalysens Resultater. Kirchhoff havde draget den Slutning

af sine Forsøg (se S. 105), at Solens Indre er en fast eller flydende, glødende Masse, og *at denne er omgivet af en glødende Atmosfære, dannet af mange forskellige, kendte Grundstoffer, der paa Grund af den høje Varmegrad er i Dampform.* Hvis denne Atmosfære ikke havde været til, vilde Sollyset i Spektroskopet have vist et *sammenhængende* Farvebaand fra rødt til violet, thi saaledes havde Kirchhoff jo fundet, at Spektret af faste eller flydende glødende Legemer var (S. 104, 1). Men naar nu Lyset, inden det forlader Solen, først maa passere den omtalte Atmosfære, saa indsuger, tilbageholder, de forskellige Dampe i denne netop de Arter af Lys, som er ejendommelige for hvert enkelt Stof. *Saaledes opstaar*, efter Kirchhoffs Mening, *de fraunhoferske Linier i Solspektret.*

Naar f. Eks. D-linien i Solspektret ligger paa samme Sted som den gule Linie, der danner den glødende Natriumdamps Spektrum (se første og tredie Spektrum paa Fig. 69), da kan man slutte, at der i Solens Atmosfære findes glødende Natriumdampe. Og naar det viser sig, at 3 af de fraunhoferske Linier, nemlig en i det røde, en i det grønne og en i det violette, ligger paa samme Plads som den røde, grønne og violette Linie, som danner den glødende Brints synlige Liniespektrum, saa kan man altsaa ogsaa slutte, at der i Solatmosfæren findes glødende Brint.

Paa denne Maade gav de fraunhoferske Linier Midler i Hænde til at finde, hvilke Stoffer der i glødende Dampform svæver i Solens Atmosfære.

Da Spektroskopet først var opfundet, maatte det ligge nær at undersøge den omtalte Lysglorie omkring den formørkede Sol, for at se, om den skyldes den samme Solatmosfære, som er Aarsag til de fraunhoferske Linier. Det var derfor med stor Spænding, at en Del Astronomer i 1868 afrejste til Steder paa Jordkloden, for hvilke Solformørkelsen den 18de August blev total. Og deres Forventninger blev ikke skuffede. I det Øjeblik, da det sidste Sollys forsvandt, og Kromosfæren med dens røde Protuberansflammer lyste paa den sølvhvide Coronas Baggrund (Fig. 81), rettede de spejdende Astronomer Spektroskopet mod Protuberanserne og Kromosfæren, og de saa da, *hvorledes Solspektret pludselig ombyttedes med et glimrende Liniespektrum, hvis lysende Linier dukkede frem paa fraunhoferske Liniers Plads.*

Hermed er Teorien om Solens lysindsugende Atmosfære slaaet fast. Spektret fra de inderste Lag af Kromosfæren — de Lag, der grænser op til Fotosfæren — viser under gunstige Omstændigheder et Liniespektrum, i hvilket næsten alle Solspektrets mørke Linier er blevet ombyttede med lysende Linier. De højere Lag af Kromosfæren og Protuberanserne giver kun færre Linier, blandt hvilke Brintlinierne er særlig iøjnefaldende. Det kommer deraf, at de tungere Dampe søger nedad, saaledes at Solatmosfærens øverste Lag kun indeholder de lettere Luftarter, f. Eks. Brint.

I det forløbne halve Aarhundrede har Astrofysikerne med stor

Energi søgt at udfinde, hvilke kemiske Grundstoffer der findes i Solens lysindsugende Atmosfære, ved at sammenligne de fraunhoferske Liniers Plads med den Beliggenhed, som de lysende Linier i de forskellige Grundstoffers Liniespektrer har.

Den praktiske Løsning af denne Opgave støder imidlertid paa mange Vanskeligheder, som den første, opbrusende Begejstring ikke ventede sig. En Indvending, man straks kunde gøre, er denne: Sæt at vi lader Sollys falde gennem Spektroskopspaltens *øverste* Halvdel, og f. Eks. Lyset fra glødende Natriumdampe gennem den *nederste* Halvdel. Da ser vi Natriums Liniespektrum under Solspektret (Fig. 82). Vi ser i det sidste to mørke fraunhoferske Linier (S. 106) i Forlængelse af det første Spektrums to gule lysende Linier og slutter deraf, at der er Natriumdamp i Solatmosfæren.



Fig. 82. Solspektrets dobbelte D-linie sammenlignet med Natriums Liniespektrum.

Der er imidlertid i det hele spredt mange Tusinde fraunhoferske Linier over Solspektret. Kunde det da ikke være, at de omtalte to Linier blot tilfældigvis laa *ganske nær ved* Natriumlinien, og i Virkeligheden skyldtes helt andre Stoffer?

Det maa indrømmes, at denne Mulighed er tilstede for enkelte Stoffer, der kun er repræsenterede i Solspektret ved faa, lidet karakteristiske Linier. Men lad os betragte Fig. 83, paa hvilken to Dele af Jerns og Kalciums Liniespektrer er gengivne nedenunder de tilsvarende fraunhoferske Linier. Tages det da i Betragtning, at der f. Eks. ved Jernlinierne er fundet fuldstændig Overensstemmelse for over Tusind Liniers Vedkommende, saa maa selv

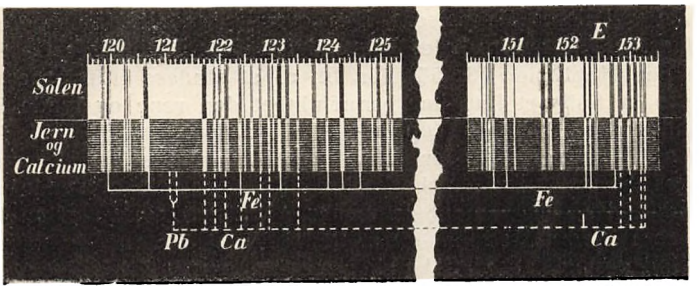


Fig. 83. To Dele af Jerns og Kalciums Liniespektrer sammenlignede med de tilsvarende fraunhoferske Linier.

den største Skeptiker indrømme, at der er overvældende Sandsynlighed for, at der findes glødende Jerndampe i Solatmosfæren.

En større Vanskelighed for Spektralanalysens Anvendelse ligger deri, at et bestemt Grundstofs Liniespektrum kan ændres, naar de

fysiske Forhold forandres, naar f. Eks. Temperaturen eller det Tryk, som den glødende Damp er underkastet, ændres. Naar vi derfor i Solspektret ser Linier, til hvilke Fysikerne ved deres Laboratorieforsøg ikke kan finde tilsvarende Grundstoffer, saa tør vi ikke deraf slutte, at de skyldes Grundstoffer, som ikke kendes paa Jorden. Thi paa Solen findes Stoffet ophedet til en Temperatur og underkastet et Tryk, som vi ikke engang tilnærmelsesvis kan efterligne i de fysiske Laboratorier. Omvendt tør vi ikke slutte, at et Grundstof mangler i Solatmosfæren, fordi vi ikke finder dets Linier blandt de fraunhoferske.

Som vi ser, vanskeliggør disse Forhold i en betydelig Grad Løsningen af den Opgave at bestemme Solatmosfærens kemiske Sammensætning. Det er dog lykkedes at paavise, at de fleste *Metaller* findes i glødende Dampform i Solatmosfæren. Naar enkelte særlig tunge Metaller, som f. Eks. Guld, Platin og Kviksølv, mangler, da er Grunden rimeligvis den, at disse Stoffer paa Grund af den større Tyngde er sunket dybere ind mod Solens Midte. Maaske er Fotosfærens kæmpemæssige »Lyskorn« Skymasser eller Taager, dannede af halvfortættede Dampe eller fine Draaber af glødende Guld, Platin og andre tunge og lidet flygtige Stoffer, ganske som vore Skyer er opstaaede af Vanddampe, som er blevet fortættede til ganske smaa Vanddraaber. Man maa da tænke sig, at disse Skyer paa Solen svømmer rundt i den Atmosfære af de andre, mere flygtige Grundstoffer — Jern, Bly o. s. v., der danner Solatmosfærens lavere Lag.

Det er endnu et aabent Spørgsmaal, om der findes *Ilt* i Solatmosfæren. Det er i hvert Fald hævet over enhver Tvivl, at de Iltlinier, som ses i Solspektret, væsentlig skyldes Jordens Atmosfære, men det er vanskeligt at afgøre, om Solatmosfæren ikke ogsaa kan medvirke ved deres Dannelse. Den ovenfor omtalte franske Astronom *Janssen* har netop ladet bygge det tidligere afbildede Observatorium paa Montblanc (S. 55) for bl. a. at studere Iltliniernes Udseende, naar Sollyset kun har gennemløbet den rene og tynde Luft, som findes over Bjærgets Top. —

Solens Bygning. Der er blevet opstillet mange Hypoteser om, hvorledes *Solens Indre* er beskaffen. Er den fast, flydende eller luftformig? Er den, som nogle mener, »luftformig, men af en Konsistens som Tjære, Honning eller Kit«? Vi mener, at det klogeste er at indrømme, at vi ikke har Anelse om, hvilke Egenskaber Stoffet har, naar det underkastes det enorme Tryk, som Vægten af de ydre Lag af Solen udøver paa de indre, og naar det er ophedet til de mange Tusinder af Grader, som er Solkærnens Temperatur. Stoffet er rimeligvis i en Tilstand, i hvilken det hverken kan kaldes for fast, flydende eller luftformigt — i en Tilstand, der er os Mennesker fuldstændig ubekendt.

Mens Solatmosfærens lavere Dele indeholder en stor Mængde glødende Metaldampe, *bestaar dens øvre Dele, Kromosfæren, væsentlig*

af lettere Luftarter som Brint. Kromosfæren er i en stadig heftig Bevægelse. Under de totale Formørkelser ser man dens Overflade i Profil rundt langs hele den mørke Maanes Rand. Snart viser Overfladen sig jævn som Fig. 84, Nr. 1, snart besat med smaa Flammer af forskelligt Udseende (Fig. 84, Nr. 2—4). »Flammerne« forandrer Form og kan undertiden gaa over til vældige Udbrud, der kan naa meget højt over Kromosfærens Overflade. De er da blevet til *Protuberanser*.

Oprindelig kunde man kun iagttage Protuberanserne i de faa Minutter, de totale Solformørkelser varer. Det var derfor en Opda-

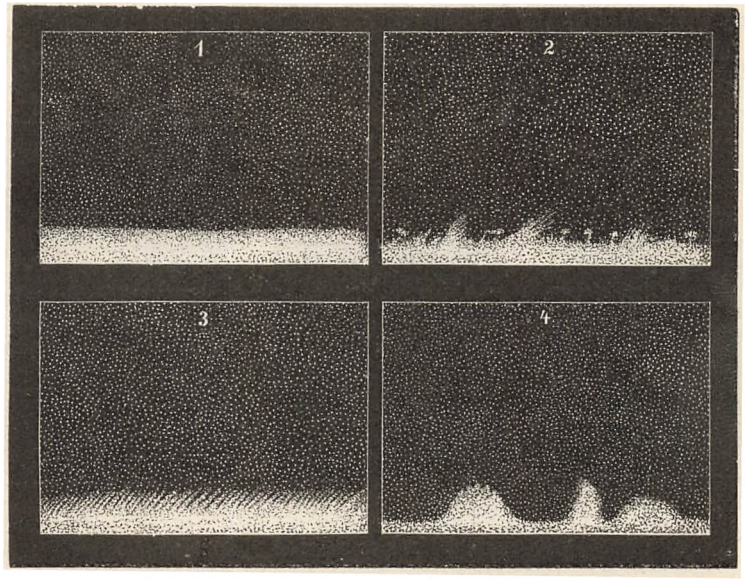


Fig. 84. Kromosfærens forskellige Udseende ved Solranden.

gelse af stor Betydning, da *Janssen* og *Lockyer* uafhængig af hinanden i 1868 bemærkede, at man ved Spektroskopets Hjælp ogsaa kunde se Protuberanserne ved højlys Dag. Ja det er lykkedes den tidligere nævnte amerikanske Astronom *Hale* at omdanne Spektroskopet saaledes, at det ligefrem kan optage Fotografier af dem. Fig. 85 viser Gengivelser af saadanne Fotografier. Fotografipladen har ved en rund Skærm været beskyttet mod selve Solskivens (Fotosfærens) Lys.

Protuberanserne skyder ofte frem fra Kromosfæren med en uhyre Hastighed og forandrer Udseende i Løbet af kort Tid. Fig. 85 viser, hvorledes en Protuberans saa ud den 25de Marts 1895 henholdsvis 34, 40 og 58 Minutter efter Kl. 10. Undertiden stiger Protuberan-

serne i Løbet af kort Tid til umaadelige Højder over Kromosfærens Overflade, til Højder som 500 000 Kilometer, mere end en Trediedel af Solens Tværmaal. Dette galdt f. Eks. om en Protuberans, som Trouvelot iagttog den 11te Juli 1892. Efter at Protuberansen havde naaet en Højde af omtrent 200 000 Kilometer, hævede den sig i Løbet af 5 Minutter til en Højde af 427 000 Kilometer (se Fig. 21), men efter de næste 8 Minutters Forløb var der intet mere at se af det pragtfulde Fænomen.

Skønt den mest nærliggende Forklaring af Protuberanserne er den, at de skyldes vulkanske Udbrud, der slynger de lettere Kromosfæremasser op, saa maa det dog siges, at der er visse Vanskeligheder forbundet med Tanken om de umaadelige Hastigheder, med hvilke disse Masser da undertiden maa bevæge sig — Hastigheder, der mange Hundrede Gange overgaar den hurtigste Riffelkugles

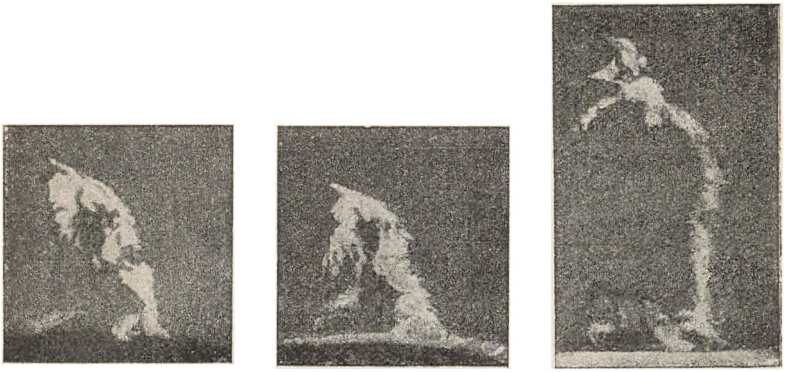


Fig. 85. Hurtige Forandringer i en Protuberans' Udseende, fotograferet af Hale i Chicago 25de Marts 1895.

Fart. Vi skal om lidt kortelig berøre to andre Forklaringsforsøg.

Naar Kromosfærens Lys undersøges med Spektroskopet, ses forskellige glødende Dampes Liniespektrer deri. Mest fremtrædende er den lette Luftart *Brints* Spektrallinier (S. 118). Desuden ser man altid Linier, der tilhører *Kalcium* (»Populær Kemi«, S. 124) og ofte *Jern-* og *Magniumlinier.*

Omtrent paa D-liniens Plads ser man altid en Linie, der har en ejendommelig Historie. Linien blev først iagttaget ved Formørkelsen i 1868, og da man ikke kendte noget jordisk Grundstof, til hvilket denne Linie svarede, opstillede man den Hypotese, at den skyldtes et hidtil ukendt Stof, som efter Navnet paa den græske Solgud *Helios* blev kaldet *Helium.* Mange Aar gik — da opdagede Englænderen *Ramsay* i April 1895, at Helium ogsaa findes paa Jorden, nemlig i et sjældent Mineral, *Cleveit,* som Nordenskiøld havde fundet

i det høje Nord. Naar Ramsay ophedede Cleveiten, afgav den foruden den nys opdagede Luftart Argon (»Populær Kemi«, S. 46), desuden en Luftart, hvis Spektrum netop indeholdt den lige omtalte Helium-Linie. Den fundne Luftart var lidt tungere end Brint, men ellers meget lettere end alle andre kendte Stoffer.

Saaledes gik det til, at Naturforskerne fandt Stoffet Helium paa Solen i halvanden Hundrede Millioner Kilometers Afstand, mange Aar før de fandt det paa Jorden!

Omkring Kromosfæren og Protuberanserne ser man, som sagt, under de totale Solformørkelser *Coronaens* perlemorskinnende Glorie. Den strækker sig ud i Rummet til en meget betydelig Afstand fra Solen, men viser for øvrigt et højst forskelligt Udseende ved de forskellige Formørkelser. Allerede paa Fig. 20, der gengiver Coronaens Udseende ved den totale Formørkelse, der fandt Sted den 29de Juli 1878, ser vi dens ejendommelige Straalebygning. Ogsaa paa Fig. 87 ser vi den tydelig.

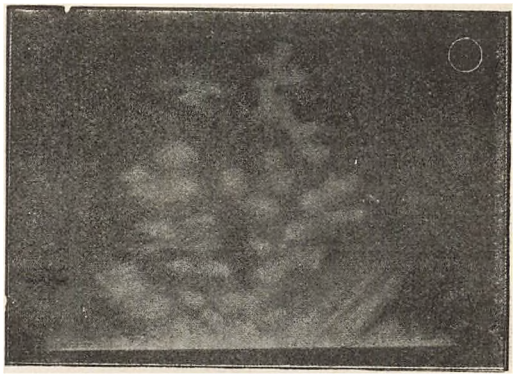


Fig. 86. Protuberans sammenlignet med Jorden (Cirklen).

Da det hidtil ikke har været muligt for Astronomerne at se den lyssvage Corona udover de faa Minutter, Solformørkelserne er totale, er vort Kendskab til Coronaens sande Natur endnu temmelig usikkert. Coronalyset synes at skyldes forskellige Kilder. Undersøgelserne har vist, at det for det første indeholder tilbagekastet Sollys, for det andet Lys, der er udsendt af glødende faste eller flydende Smaadele, og endelig Lys, der i Spektroskopet giver en bestemt grøn Lyslinie, Coronalinien. De to førstnævnte Dele af Coronalyset skyldes formodentlig umaadelige Sværme af Meteorstene, som kredser om Solen, mens den grønne Linie tyder paa en mægtig Solatmosfære udenfor — omkring — Kromosfæren. En saadan Antagelse støder ganske vist paa store Vanskeligheder, men fastholdes dog af flere betydelige Astrofysikere. I hvert Fald maa man forudsætte, at denne yderste Solatmosfære er dannet af et overordentlig let og fint fordelt Stof. Selve Stoffet kendes ikke her paa Jorden, men det har faaet Navnet *Coronium*. Da det maa være overordentlig let, er der en Mulighed for, at der findes Spor af det højt oppe i vor Atmosfære.

Selv om Coronaen ikke kan ses til daglig paa Grund af det spredte Sollys, kan dens grønne Linie dog altid ved Spektroskopets Hjælp forfølges til en betydelig Afstand fra Solskivens Rand, og

imellem selve Solspektrets fraunhoferske Linier findes paa den grønne Coronalinies Plads Coroniumets fine Indsugningslinie.

Solvarmen og dens Vedligeholdelse. Det er vanskeligt at give et anskueligt Billede af den Mængde Lys og Varme, Solen udstraaler i hvert Sekund. De Tal, man vilde faa ved Sammenligning med de Enheder, ved hvilke jordiske Lys- og Varmemængder maales, er saa store, at de ganske overgaar vor Opfattelsesevne.



Fig. 87. Coronaen ved en Solformørkelse i Kalifornien 1889.

Det at afgøre, hvor høj Temperatur Solen har, er selvfølgelig meget vanskeligt. Man kan ganske vist maale, hvor stor en Mængde Solvarme der i hvert Minut naar en bestemt Del af Jordens Overflade, men derfor har man ikke den Mængde Varme, der er sendt *fra Solen* i Retning af vort Opholdssted. For det første tilbageholder, »absorberer«, Jordens Atmosfære noget Varme, og for det andet gør Solatmosfæren det samme. At det sidste er Tilfældet, kan man se, naar man paa den tidligere omtalte Maade kaster Billedet af Solen paa en Skærm. Midterpartiet er da kendelig lysere end Randen (se Fig. 18). Paa Fig. 88 er dette tydeliggjort ved den forskellige Lysstyrke af de to Pletter, der kastes af Lyset, som gennem de to Huller i den øverste Skærm, det ene i Solbilledets Midte og det andet i dets Rand, falder paa den nederste Skærm. Denne Svækkelse af Randstraalernes Lys kommer af, at Randstraalerne maa passere Solatmosfæren gennem en meget lang Strækning, fordi de udsendes meget fladt i Forhold til Soloverfladen.

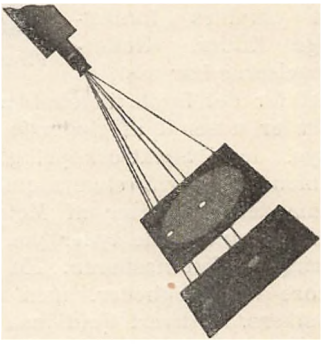


Fig. 88. En Metode til at vise, at Solatmosfæren tilbageholder noget Sollys.

Ved at tage denne Indsugning med i Beregningen er Astrofysikerne kommet til det endnu dog usikre Resultat, at Fotosfærens Temperatur omtrent er *en Snes Tusind Grader;* den er i hvert Fald meget, meget varmere end Lysbuen i den elektriske Buelampe.

Men hvorledes kan Solen Aar ud og Aar ind vedblive at udstraale denne uhyre Varmemængde — denne Energimængde, af hvilken kun en ringe Brøkdel naar Jorden?

Er Solen at sammenligne med *et mægtigt Baal, hvis Varme skyldes Forbrænding, kemiske Processer?* Fra hver enkelt Kvadratmeter af dens Overflade udgaar der i Timen saa megen Varme, at der maatte forbrænde en svimlende Mængde Kul for at skaffe den til Veje. Ad kemisk Vej kan Solen ikke frembringe den uhyre Varmemængde. Skønt Solen er stor, viser Beregningerne dog, at dens »Brændværdi« ikke er stor nok til i Aartusinder at vedligeligeholde Solens Temperatur. Efter alt at dømme spiller kemiske Processer — i hvert Fald for Tiden — en fuldstændig underordnet Rolle ved Solvarmens Frembringelse.

Skyldes Solvarmen da simpelt hen Solens høje Temperatur? Beregningerne viser, at hvis Solen udstraalede sin uhyre Varmemængde uden nogen Erstatning, da vilde dens Temperatur synke adskillige Grader hvert Aar. Solen skulde da for faa Aartusinder siden have haft en meget højere Temperatur end nu, hvilket imidlertid ganske er i Strid med det Faktum, at Middeltemperaturen her paa Jorden ikke i historisk Tid har ændret sig paaviselig. Geologerne finder ganske vist, at der i forhistoriske Tider har været tropisk Klima, hvor der nu er koldt, men paa den anden Side har der været Istider, der har naaet langt sydpaa. Aarsagen til de geologiske Tidsalderes forskellige Klima, de forskellige Istider (se »Danmarks Tilblivelse«) o. s. v. er saa lidt kendt, at man intet sikkert kan uddrage af Geologiens Vidnesbyrd.

Lad os for bedre at kunne følge vor Opgørelse af Solens »Varmeregnskab« sammenligne den Varme, som Solen udstraaler, med de Penge, som en Mand giver ud. Hvis Manden ikke havde andet at tage sin Tilflugt til end de Penge, der er i hans Portemonnæ, vilde hans Midler snart være opbrugte. Ebben i Portemonnæens Indhold opvejer han da maaske paa to Maader. Dels kan det være, at han paa ny faar Penge, f. Eks. for sit Arbejde, dels ejer han maaske opsparede Værdier, f. Eks. Penge i en Bank; af dem kan han da fra Tid til anden hæve Summer.

Paa lignende Maade kan det tænkes, dels at Solen *ude fra* faar tilført ny Energi, dels at den *i sig* indeholder skjulte Energiforraad — *bunden Varme*, som Fysikerne kalder det. For en Del Aar siden vandt den saakaldte »*Bombardementsteori*« en Del Tilslutning. Overalt, hvor en Bevægelse standser, enten ved et Stød eller ved en Gnidningsmodstand, udvikles der Varme, en Kendsgerning, der har spillet den største Rolle for Fysikkens Udvikling i det nittende Aarhundrede, idet den danner en af Grundpillerne for »*Læren om Energiens, Arbejdsværdiens Vedligeholdelse*«. Vi forstaar da, at en Meteorsten, der kommer farende ind i Jordens Atmosfære med en Fart af f. Eks. 40 Kilometer i Sekundet, bringes i Glød, og vi forstaar, at noget lignende maa finde Sted, naar Meteorstene styrter ind mod Solen. Forskellige — blandt andre den kendte engelske Fysiker *William Thomson*, nu adlet med Navnet *Lord Kelvin* — opstillede da den Formodning, at det var den Varme, som tilføres

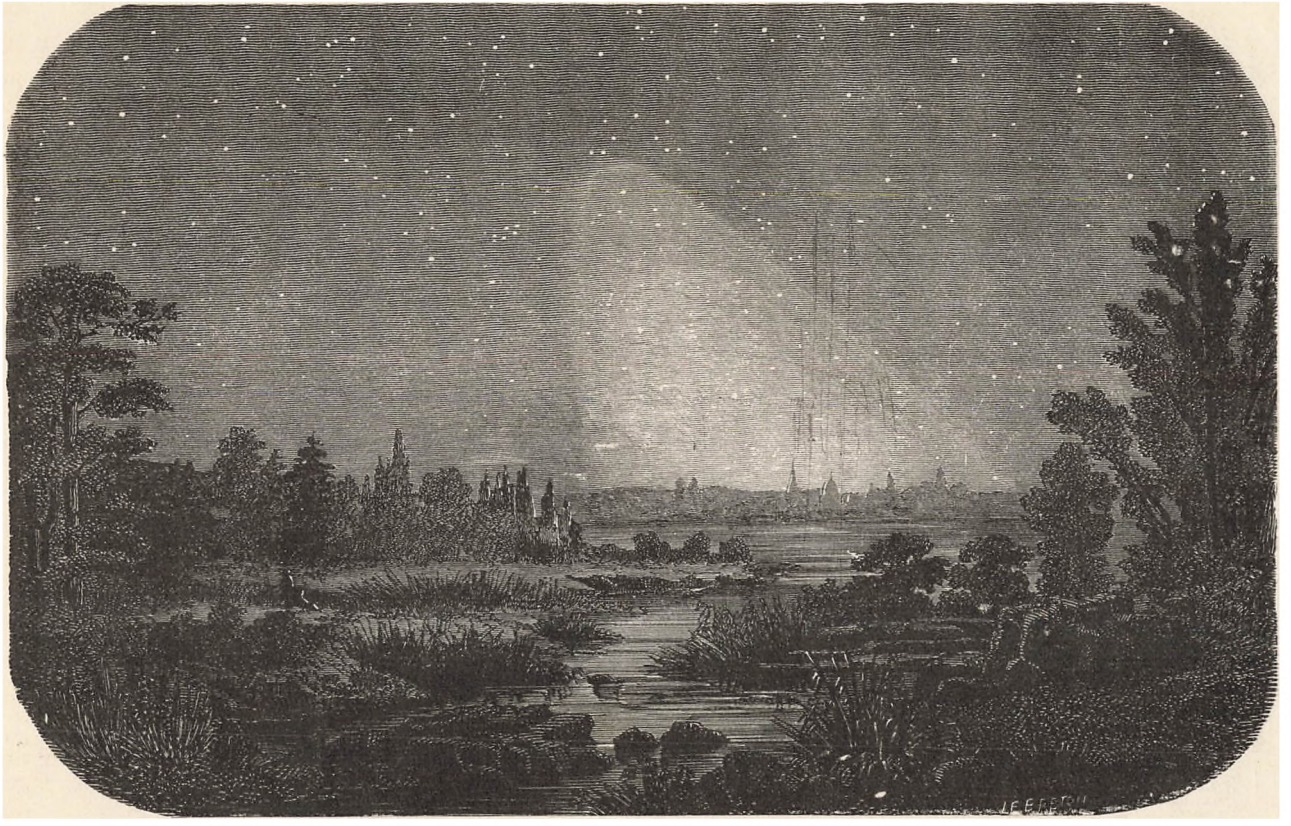


Fig. 89. Zodiakallyset iagttaget i den tyske By Münster.

Solen ved de nedstyrtede Meteormasser, som opvejer Tabet ved Varmeudstraalingen. Han udregnede, at hvis Jorden faldt ind mod Solen, vilde Sammenstødet udvikle Varme nok til at dække Tabet i 95 Aar, og alle Planeternes Fald vilde give Varme nok for næsten 50 000 Aar.

Det er meget rimeligt, at *en Del* af den udstraalede Solvarme indvindes, *ved at Meteorsten falder ind mod Solen*. Himmelrummet gennemkrydses faktisk af store Mængder Meteorstene. Ikke sjældent farer de som »Stjerneskud« gennem Jordens Atmosfære. Solkronens Lys skyldes efter al Sandsynlighed delvis Sollys, der kastes tilbage fra Sværme af Meteorstene, og af lignende Oprindelse er rimeligvis det ejendommelige Lys, som især i mere sydlige Egne paa visse Tider af Aaret kan ses snart efter Solnedgang i Vest og snart før Solopgang i Øst, det saakaldte *Zodiakallys*.

Men endnu en Kilde til Varmefrembringelse har Solen. Selve dens mægtige Størrelse er et Udtryk for en umaadelig *bunden* Varmemængde. At komme nærmere ind herpaa vil føre os for vidt; det maa være tilstrækkeligt at fortælle, at den store tyske Naturforsker *Helmholtz* har paavist, hvorledes *den Sammentrækning af Solen*, som er en Følge af Varmeudstraalingen, *frigør umaadelige Varmemængder*. Helmholtz har vist, at den Sammentrækning, som skulde til for stadig at opveje hele Solens Tab af udstraalet Varme, først i Løbet af mindst 7000 Aar vilde frembringe en saa stor Formindskelse af Solens Tværmaal, at den overhovedet kunde paavises ved vore *fineste* Maaleapparater.

Solteorier. Enhver Astrofysiker, der har gjort Solen til Genstand for sit særlige Studium, har en gylden Drøm: den, at opstille en Solteori, der kan forklare alle de mange Fænomener, vi iagttager paa Solen. Adskillige Solteorier er allerede bukket under for det stigende Antal sikre Kendsgerninger, som efterhaanden fremdrages, og Sagens store Vanskelighed gør det rimeligt, at der endnu maa gøres mange fejlslagne Forsøg, før Solteoriens endelige Form kan fastslaas.

Oldtidsfilosofferne troede, at Solen var en evig, ulegemlig Ild, der ingen Næring krævede. *Anaxagoras* mente, at Solen var en uhyre glødende Kugle af Jern eller Sten, en Opfattelse, der blev betragtet som en Bespottelse af Guderne. Opdagelsen af Solpletterne affødte ny Meninger. En Tid mente man, at Pletterne var *størknede Slagger*, der svømmede rundt paa Solens lysende Overflade. I det attende Aarhundrede fremsatte *William Herschel* og andre en Teori, efter hvilken den egentlige Soloverflade var mørk, ja beboelig; over den skulde findes en Atmosfære som Jordens overtrukket med et tæt Lag af Skyer, og over disse skulde endelig Fotosfæren, Solens lysende Atmosfære, findes. Solpletterne fremkommer ifølge denne Teori ved vulkanske Udbrud, der danner kraterformede Huller gennem de to Lag. Plettens mørke Kærne skulde da være selve den indre Soloverflade, og Halvskyggen det inderste Skylag. Teorien om, at Pletterne var Fordybninger, støttedes

af en Iagttagelse, som *Wilson* mente at have gjort (1769). Som vi allerede før har omtalt, drejer Solen sig og fører derved Pletterne med sig. Wilson mente nu at have bemærket, at efterhaanden som Pletten ses mere og mere aflang, idet den ved Solens Omdrejning føres hen mod Solskivens Rand, saa flytter Kærnen sig i Forhold til Halvskyggen, idet den mere og mere nærmer sig den af Halvskyggens Rande, som vender ind mod Solskivens Midte. Denne Forskydning af Kærnen, som er anskueliggjort i Fig. 90, tyder netop paa, at Kærnen ligger lavere end Halvskyggens Rand. Paa Grund af Pletternes uregelmæssige Form er det dog vanskeligt at fastslaa, om Wilsons Iagttagelse er rigtig.

Kirchhoffs spektralanalytiske Opdagelser kuldkastede fuldstændig de forrige Teorier. Efter Kirchhoffs Mening var Solens Indre en

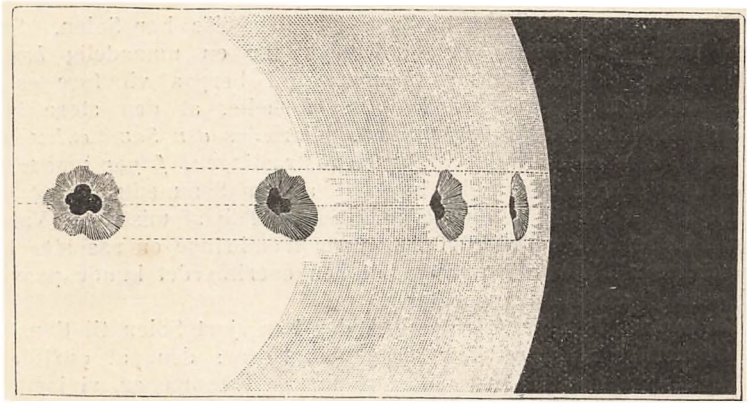


Fig. 90. Wilsons formentlige Iagttagelse af en Solplets tilsyneladende Formforandring ved Bevægelsen fra Midten til Randen af Solskiven.

smeltet, glødende Masse omgivet af en Atmosfære af glødende Dampe. Solpletterne, mente han, var mægtige Skymasser, der dannedes ved Afkøling af Dampene.

Efter andres Mening skulde glødende Skymasser tvertimod danne den lysende Fotosfære, og Pletterne skulde opstaa, ved at Fotosfæreskyerne manglede, saa at man gennem den dannede Aabning saa det Indres svage Lys. —

Allerede disse Eksempler viser tilstrækkelig, hvilke modsatte Meninger der i Løbet af forholdsvis kort Tid har været fremsat om Solens fysiske Forhold. Hvad der kan betragtes som temmelig fastslaaet, er følgende: I Solens Indre er Stoffet paa Grund af den høje Temperatur og det stærke Tryk i en Mellemtilstand mellem den flydende og luftformige, som vi kun kan danne os en ufuldstændig Forestilling om ved de Eksperimenter, Fysikerne og Kemikerne foretager i deres Laboratorier.

Omkring denne ukendte Kærne, der dog vel neppe har nogen bestemt Begrænsning, ligger en mægtig Skal af glødende Luftarter, underst de tungeste, muligvis blandede med »Fotosfæreskyerne« (S. 120), øverst de letteste. Allerede de ydre Lag af Brint og Helium, der danner Kromosfæren, og fra hvilke Protuberanserne skyder op, er sandsynligvis langt mindre hede og tætte end Solens Indre, og dette maa i endnu højere Grad gælde om den gaadefulde »Corona«.

Fremtidens sande Solteori — hvis den da nogensinde vil kunne fremsættes — maa bestemme Solpletternes Natur med Sikkerhed, læse sig til dem af Pletternes indviklede Spektrer. Den maa kunne afgøre, om de skyldes »Huller« i Fotosfæren eller afkølede Kromosfæredampe, der som Skyer svæver over den stærkere lysende Fotosfære. Den maa kunne forklare, hvorledes Pletterne og Faklerne opstaar, hvilken Sammenhæng der er mellem dem og Protuberanserne — ved store Pletter hæver der sig i Reglen høje Protuberanser —, og hvorfor Pletdannelsen kun finder Sted i to Bælter paa begge Sider af Solens Ækvator. Den maa forklare, hvorfor Pletternes Omdrejning sker desto langsommere, jo længere fra Solækvatoren de er brudt frem, og hvorfor Solvirksomheden regelmæssig tiltager og aftager med en Periode paa omtrent elleve Aar. Og ind i hele denne Undersøgelse maa drages de *elektriske* og *magnetiske Kraftvirkninger*, som udstraaler fra Solen. Aarsagen maa findes til den uomtvistelige Sammenhæng der er mellem den *elleveaarige* Solplet- — eller maaske bedre *Solvirksomhedsperiode* og *Svingningerne i Jordens magnetiske Forhold*, *Nordlysenes Hyppighed* o. s. v. Den Dag vil maaske komme, da man ser, at John Herschels ofte haanede Forsøg paa at finde en Sammenhæng mellem Kornprisernes Stigen og Falden og Solpletternes Hyppighed ikke hvilede paa en saa rent gal Tanke.

Som man ser, staar vi overfor en meget vanskelig Opgave. Og den vanskeliggøres yderligere derved, at maaske andre Naturkræfter end dem, vi i det foregaaende har taget med i Betragtningen, spiller ind.

For at nævne et Eksempel, har man ment at kunne forklare Protuberanserne som en Lysen fremkaldt ad elektrisk Vej — omtrent som den Lysen, der kendes fra de *Geisslerske* og *Crookeske Rør* (»Naturen og dens Kræfter«, Sp. 155 og følgende). I saa Fald vilde det ikke være Brinten selv, der slyngedes op med de næsten ufattelige Hastigheder, men det vilde være den elektriske Lysen, der flammede op i den Brintatmosfære, som i Forvejen er til Stede. Ogsaa Coronaens Straaler vil kunne forstaas som Resultatet af elektriske Udladninger.

Til Slut skal blot nævnes, at man nylig har forsøgt at føre Fotosfæren, Kromosfæren, Protuberanserne o. s. v. tilbage til at være — et rent *Øjenbedrag*, fremkaldt ved Lysstraalernes Brydning i selve Solens umaadelige, glødende hede Luft- eller Dampkugle. I hvert

Fald indeholder denne Teori den maaske tidligere for lidet paaagtede Sandhed, at Solstraalerne paa Grund af Brydningen i Solens Luftarter muligvis kommer fra helt andre Dele af Solen end dem, de synes at komme fra (»Naturen og dens Kræfter«, Sp. 401). —

Som man ser, er det endnu kun et temmelig usikkert og mangelfuldt Billede, Naturvidenskaben formaar at tegne af Solen.

Hvilken uhyre Kraft sender denne ikke i hvert Sekund til Jordoverfladen. Og dog er denne Kraft ikke engang en Tusind Milliontedel af hele den Kraft, der udstraaler fra Solen i alle Verdensrummets Retninger. Trods denne Udstraaling har Solens Varme ikke ændret sig kendelig i de Aartusinder, Menneskeslægten kan huske tilbage. Hvad det end er for Aarsager, der saaledes forhaler Solens Afkøling — den endelige Katastrofe, Udstraalingens Ophør, vil, saa vidt Naturvidenskaben formaar at se, ikke kunne forhindres. En nær forestaaende Formindskelse af Solvarmen er dog højst usandsynlig. Maaske vil Livet endnu kunne udfolde sig paa Jordens Overflade i Millioner af Aar, om end som hidtil i vekslende Former.

PLANETERNE.

Planeternes Størrelsesforhold. Merkur; Aften- og Morgenstjerne; bunden Rotation. Venus; ligeledes bunden Rotation; Atmosfære. Jorden en Planet. Mars; gunstige Iagttagelsestider; Schiaparellis og Lowells Undersøgelser; Kanaler, Have og Polarpletter; Aarstider; Liv; Marsmaanerne. Asteroiderne; deres Opdagelseshistorie. Jupiter; Overflade og fysiske Forhold. Saturn; dens Ring. Uranus og Neptun. Fantasiens Planeter. Hvad er en Planet?

Om Solen kredser Planeternes store Sværm. Alle Banerne er temmelig kredsrunde og ligger tilnærmelsesvis i samme Plan, saaledes som antydet paa Fig. 15.

Indenfor *Jordens* Bane kredser *Merkur* og *Venus* og udenfor: *Mars*, de talrige, smaa *Asteroider* og de store Planeter *Jupiter*, *Saturn*, *Uranus* og *Neptun*. Omkring nogle af Planeterne kredser atter en eller flere *Maaner*.

Fig. 91 giver en omtrentlig Forestilling om Planeternes indbyrdes Størrelsesforhold. Efter Størrelsen kan Planeterne ordnes i 3 Grupper. Yderst kredser de *store* Planeter: Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun. Inderst kredser de *middelstore* Planeter: Merkur, Venus, Jorden og Mars. Og mellem Marsbanen og Jupiterbanen kredser de *smaa* Planeter: de mange Hundrede Asteroider.

Hvis vi tager Jordens Tværmaal til Enhed, altsaa maaler det med Tallet 1, saa kan vi med runde Tal regne, at Tværmaalet af Merkur er $^1/_3$, af Venus lidt mindre end 1, af Mars $^1/_2$, af Jupiter 11, af Saturn 9, af Uranus og Neptun i Omegnen af 4. Ingen af Asteroiderne naar et Tværmaal af $^1/_{10}$. —

Skønt alle Jordens Søskende, store og smaa, er bygget af de samme Grundstoffer og er underkastet de samme Naturlove, og skønt de alle kredser om den samme Sol, der sender dem Varme og Lys, saa er der dog stor Forskel paa de Vilkaar for Liv, deres forskellige Overflader frembyder.

Disse Forskelligheder skyldes Planeternes forskellige Størrelse, forskellige Grad af Afkøling, forskellige Afstand fra Solen og forskellige Omdrejningsforhold.

Vi skal nu nærmere omtale de enkelte Planeter, og hvad vi ved af mærkeligt om hver enkelt.



Fig. 91. Planeternes Størrelsesforhold.

MERKUR.

Vi begynder med den Planet, *Merkur*, der kredser nærmest Solen.

Merkur har en Afstand fra Solen, der er omtrent $^2/_5$ af Jordens, og den gennemløber sin Bane om Solen i 88 af vore Døgn. Den lille Klodes Tværmaal er kun omtrent $^1/_3$ af Jordens, og dens Overflade kun $^1/_7$. Europa, Asien og Afrika vilde tilsammen ikke kunne finde Plads paa hele dens Overflade.

Planeten er meget vanskelig at faa at se med blotte Øjne, da den aldrig viser sig paa Steder af Himmelhvælvingen, som er langt fra Solen. Skønt det maaske er en Fabel, at Kopernikus paa sit Dødsleje skal have beklaget, at han aldrig havde faaet Merkur at se, er det dog sikkert, at kun forholdsvis faa Fagastronomer har set den med blotte Øjne under nordlige Breddegrader.

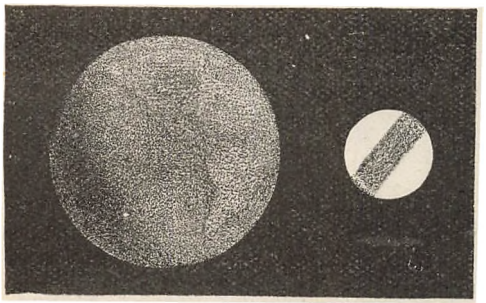


Fig. 92. Jordens og Merkurs indbyrdes Størrelsesforhold.

I Syden, hvor Tusmørket er mere kortvarigt end her, og hvor Himlen altsaa hurtigere efter Solnedgang bliver mørk, er Forholdene gunstigere. Vi forstaar da, at denne Planet har været kendt og regnet med til Vandrestjernerne saa langt tilbage i Tiden, som man overhovedet kan følge astronomisk Forskning. Hvem der først har set den, ved ingen — maaske var det en kaldæisk Præst for Aartusinder siden. Maaske har en total Solformørkelse første Gang ladet et Menneskes Øje se den straale tæt ved Solen paa den mørke Himmels Baggrund.

Et nærmere Kendskab til Planeten kunde man først faa ved Kikkertens Opfindelse, thi skønt Merkurs Tværmaal er over 4000 km., kan Mennesket dog aldrig med blotte Øjne se den som en Skive paa Grund af den store Afstand, i hvilken den altid er fra Jorden.

Ligesom Maanen og Jorden eller de fleste andre Planeter, lyser Merkur kun med *tilbagekastet Sollys*. Naar man betragter den i Kikkerten, forandrer dens Udseende sig af den Grund efterhaanden paa en lignende Maade som Maanens, nemlig efter Planetens forskellige Stilling til Solen. Hertil kommer, at Merkurs tilsyneladende Størrelse forandrer sig betydelig, fordi Afstanden mellem Jorden og Merkur er underkastet store Forandringer.

For at forstaa disse Forhold vil vi genoptage vore Forsøg med Appelsinen (S. 76), men denne Gang efter en lidt anden Plan. Lad

Solen i Midten af Fig. 93 være fremstillet ved en tændt Lampe, og lad os sætte os i nogen Afstand fra den paa en Stol, der svarer til Figurens T. Vi skal selv forestille Jorden, mens Appelsinen skal forestille Merkur. Vi lader en velvillig Medhjælper føre Appelsinen rundt om Lampen i en Kreds, saaledes at den skrællede, lyse Halvdel stadig vender ind imod Lampelyset. Udfor enhver af de Stillinger, i hvilken Appelsinen er antydet paa Fig. 93, er der ved smaa Tegninger vist, hvor stor en Del af den lyse Side vi ser fra T.

Vi forstaar, at naar Appelsinen i Stillingen V *er os nærmest*, ser vi fra T slet ikke noget til dens belyste Side. Hvis Appelsinen føres til højre, ser vi noget til Siden for Lampen en smal, hvid Segl. Efterhaanden som Appelsinen ses længere til Siden for Lampen, bliver Seglen bredere, men samtidig bliver hele Skiven mindre. Naar Stillingen V' er passeret, ser vi atter Appelsinen nærme sig Lampen, idet vi stadig faar mere og mere at se af den belyste Del, mens Skivens Størrelse stadig formindskes. Tilsidst vil Appelsinen naa den fjerneste Stilling, og nu vil Skivens *Form* — »Fasen«, som Astronomerne siger — atter aftage i modsat Rækkefølge, mens *Tværmaalet* vokser. Hvorledes dens Udseende da forandrer sig, er vist paa Fig. 94.

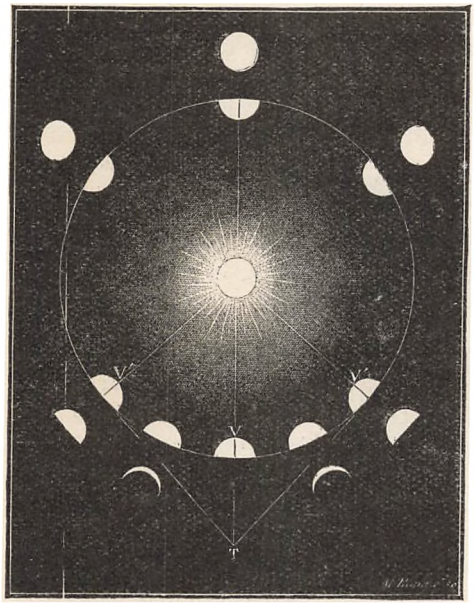


Fig. 93. Det vekslende Udseende af en Planet, som kredser indenfor Jordbanen.

Det er en saadan Række Forandringer, Merkurs Udseende viser, naar man fra Døgn til Døgn observerer den i en Kikkert. Man vil maaske indvende, at det er umuligt at følge Planetens Udseende paa denne Maade, da den kun er synlig for de blotte Øjne de faa Dage, den enten har sin største østlige eller vestlige Afstand fra Solen. Men vi maa huske, at her træder Kikkerten hjælpende til og lader Astronomerne se Merkur ved højlys Dag.

Lad os tænke os, at vi en Dag betragter Himlen ved Middagstid, naar Solen staar i Syd. Hvis Merkur den Dag er i sin største Afstand fra Jorden, vil den staa ude i Verdensrummet i Retning af Solen, men langt bag den. *Merkur vil altsaa være usynlig.* Nogle

Uger senere staar den til venstre for Solen, og naar der er gaaet en fem, seks Ugerstid, er den naaet længst til venstre eller *Øst* for Solen. Planeten gaar da ned bag den vestlige Horisont senere end Solen, og der er en Mulighed for at faa den at se med blotte Øjne efter Solnedgang som *Aftenstjerne* lavt nede i Horisonten.

De Tider, da Merkur er Aftenstjerne, er opført i Almanakken. Den, der vil forsøge at faa Øje paa Planeten, maa have nogenlunde fri Horisont mod Solens Nedgangssted, og være i Besiddelse af den Taalmodighed, der ikke skuffes, fordi Himlen Gang efter Gang er overtrukket med Skyer, naar den afgørende Tid kommer. Man maa vælge de Tilfælde, da Planeten ifølge Almanakken gaar ned saa sent efter Solen som mulig. Morgenduelige kan forøge Udsigten til et godt Resultat ved ogsaa at spejde efter Merkur paa Østhimlen før

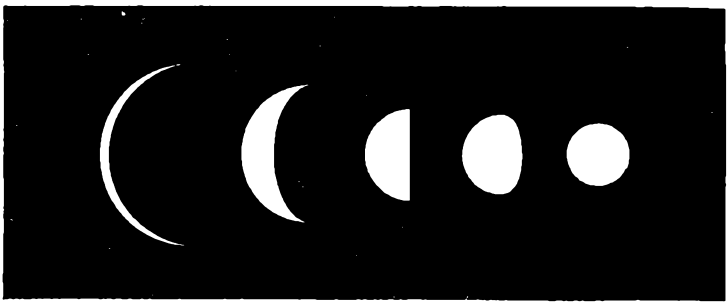


Fig. 94. De Forandringer i Fase og Størrelse, som Merkurskiven set i Kikkert er underkastet, naar Planeten fra sin fjerneste Stilling nærmer sig Jorden.

Solopgang paa de Tider, da Planeten staar længst Vest for Solen. Den staar da op i Øst sent ud paa Natten, og kan undertiden ses med blotte Øjne som Morgenstjerne i Dæmringens Lys.

Naar Merkur er Aftenstjerne, nærmer den sig Jorden. Til Trods herfor bliver den dog vanskeligere og vanskeligere at iagttage. Dels vender den en stadig mindre Del af den belyste Side mod Jorden, dels vil den efter at have naaet sin største østlige Afstand fra Solen, atter nærme sig dette straalende Himmellys.

Paa den Tid, da Merkur er Jorden nærmest, er den fuldstændig skjult i Solens Straaler. Det kan dog hænde, at den paa sin Fart glider hen forbi Solen, mod hvis lysende Baggrund den da tegner sig som en ganske lille, sort Skive.

Matematisk talt kan saadanne »*Merkurpassager*« sidestilles med Solformørkelserne, ved hvilke *Maanen* gaar hen forbi Solskiven. Naar Merkur, skønt den i Virkeligheden er noget større end Maanen, dog kun formaar at dække en ganske ringe Del af Solen, da er Grunden den, at Merkur, selv naar den er os nærmest, er mere end to Hundrede Gange saa langt borte som Maanen i sin Middelafstand.

Den sidste Merkurpassage indtraf den 10de Novbr. 1894. Efter *Newcomb* vil de tre følgende Merkurpassager indtræde 14de Novbr. 1907, 8de Maj 1924 og 10de Novbr. 1927. I alt vil der finde 12 Passager Sted i det 20de Aarhundrede.

De forskellige, ovenfor nævnte Forhold er lidet gunstige for Undersøgelsen af Merkur ved Kikkertens Hjælp. Det er derfor kun meget faa Oplysninger, Astronomien kan give om denne Planets særlige Ejendommeligheder.

Paa dens *Overflade* har man set et Bælte dannet af mørke Figurer. Fig. 95 gengiver en Tegning udført af den italienske Astronom *Schiaparelli,* der har indlagt sig særlig Fortjeneste ved de fortrinlige Planet-Undersøgelser, han har udført i *Milanos* klare Luft. —

Merkur kan kun undersøges med Haab om et heldigt Resultat, naar den staar højt paa Himlen. Nærmere Horisonten virker Luftens Uro for stærkt. Pletterne paa Merkurs Overflade kan derfor hovedsagelig kun undersøges med et Døgns Mellemrum. Man vil let kunne forstaa, at det under disse Forhold er vanskeligt at undersøge, om Merkur ligesom Jorden drejer sig om sig selv, samtidig med at den kredser om Solen.



Fig. 95. Planeten Merkurs Overflade efter Schiaparellis Tegning.

Oprindelig mente man, at *Merkurs Omdrejningstid* var den samme som Jordens paa faa Minutter nær; Merkurdøgnet skulde efter dette i det væsentlige have samme Længde som Jorddøgnet. *Schiaparelli* har i den nyere Tid prøvet at undersøge Sagen ved Hjælp af de Pletter, han saa paa Overfladen, og kom derved til det forbavsende Resultat, at Planeten havde en lignende *bunden* Bevægelse om Solen, som Maanen har om Jorden.

For at forstaa hvorledes det er muligt, at man kan komme til saa vidt forskellige Resultater, vil vi tænke os, at vi *hver Dag ved Middagstid* kaster Blikket mod et Taarnur. Sæt, at Uret hver Gang viser f. Eks. 5 Minutter i 12, saa vil dette selvfølgelig *kunne* betyde, at Uret gaar rigtigt, men det vil bl. a. *ogsaa* kunne betyde, at Uret er gaaet i Staa.

Naar vi paa lignende Maade observerer Merkur med et Døgns Mellemrum, og hver Gang ser de samme Pletter, *kan* Aarsagen naturligvis være, at Merkur i Mellemtiden har drejet sig 1 eller flere Gange rundt, men det kan ogsaa være, at den slet ikke har drejet sig. Schiaparelli mener da af mange omhyggelige Iagttagelser at have udfundet, at Planeten har *bunden Rotation om Solen.* Ligesom Maanen under sin Kredsen om Jorden altid vender den samme Side imod os, *vender Merkur altid den samme Side imod Solen.* —

Det er endnu et uafgjort Spørgsmaal, om Merkur har nogen *Atmosfære* af Betydning. Enkelte Iagttagelser fra tidligere Tid tyder

hen paa en saadan, men disse Iagttagelser er i Modstrid med nyere. De vægtigste Vidnesbyrd taler *mod* en nogenlunde tæt Atmosfære.

Da Merkur ikke er selvlysende, giver spektroskopiske Undersøgelser kun ringe Udbytte. Man har søgt efter Absorptionslinier fra en mulig Merkuratmosfære, men uden afgørende Resultat. —

Om end vort Kendskab til Merkur er ringe og tilmed usikkert, kan vi dog tænke os, at Forholdene dér maa være meget forskellige fra, hvad vi kender paa Jorden. Den bundne Rotation maa bevirke, at Solens varmende Straaler aldrig rammer Planetens ene Halvdel. Den anden Del gennemglødes derimod uafbrudt Aar ud og Aar ind af Solstraalerne, der paa Grund af Merkurs Nærhed ved Solen virker med langt større Magt end her paa Jorden.

Hvilken Modsætning mellem den ene Sides iskolde Nat og den andens glødende Dag.

VENUS.

Foruden Merkur kredser endnu en Planet indenfor Jordens Bane, nemlig Venus. Men medens Merkurs Afstand fra Solen kun er omtrent $^2/_5$ af Jordens, saa har Venus en Afstand, som er $^2/_3$ af Jordens.

Skønt Venus er en Klode af næsten samme Størrelse som Jorden, altsaa betydelig større end Maanen, er den dog saa langt borte fra os, at den for det blotte Øje kun viser sig som en Stjerne uden kendelig Skive. Men denne Stjerne overgaar ganske vist til Tider i Lysstyrke alle andre Stjerner, saa at den undertiden kan ses paa selve Daghimlens lyse Baggrund.

Da Galilei i September 1610 betragtede Venus i sin Kikkert, bemærkede han, at dens Udseende lignede Maanens lidt efter første Kvarter. Galilei sluttede straks af denne Iagttagelse, at Venus ligesom Maanen modtager sit Lys fra Solen. Da han paa den ene Side ønskede at sikre sig den Ære, først at have gjort denne Opdagelse, men paa den anden Side ved at fortsætte Iagttagelserne i nogen Tid vilde sikre sig, at hans Paastand var rigtig, saa omformede han Meddelelsen om sin Opdagelse ved at omsætte Bogstaverne til følgende Sætning: »haec immatura a me iam frustra leguntur o. y.« — »Disse umodne Iagttagelser læses nu forgæves af mig.« Da han nu senere saa, at Venus netop gennemløber en saadan Række Forandringer i Størrelse og Form som dem, vi allerede tidligere har omtalt ved Merkur (S. 134), tøvede han ikke længere med at fortælle, at den Meddelelse, han havde skjult i ovenstaaende Anagram, var følgende: »Cynthiae figuras aemulatur mater amorum« — »Elskovens Moder (ɔ: Venus) efterligner Cynthias (ɔ: Maanens) Figurer«.

Ved denne Opdagelse blev det første Gang virkelig *bevist*, at Venus kredser om Solen, noget man tidligere kun havde kunnet *formode*.

Der gik ikke mange Aar efter Galileis Opdagelse, før Astronomerne saa, at Merkur i denne Henseende forholdt sig som Venus, saaledes som vi allerede har beskrevet i det foregaaende.

Den største østlige eller vestlige Afstand fra Solen, i hvilken Venus kan vise sig for Jordens Beboere, er omtrent dobbelt saa stor som den tilsvarende Afstand for Merkurs Vedkommende.

Mens det at faa den sidstnævnte Planet at se uden Hjælp af Kikkerten kræver stor Agtpaagivenhed, saa er det at se Venus som den straalende Aftenstjerne vel et Syn, som er de fleste Mennesker velkendt. Naar maaske færre har set Venus som Morgenstjerne, er det i hvert Fald ikke Planetens Skyld.

Ingen anden Planet kan som Aften- eller Morgenstjerne maale sig med Venus, naar dennes Glans er størst. For den populære Bevidsthed er Venus da ogsaa »Aftenstjernen« frem for alle andre. Det at erkende, at det er den samme Planet, der snart efter Solnedgang ses paa Vesthimlen som »Aftenstjerne« og snart før Solopgang paa Østhimlen som den lysende »Morgenstjerne«, kræver i Virkeligheden en ret betydelig astronomisk Indsigt. Man kan derfor ikke undre sig over, at de ældste Astronomer troede, at de havde to forskellige Planeter for sig. En Rest af denne Tro findes i de gamle Grækeres Betegnelser *Hesperos* for Aftenstjernen og *Fosforos* for Morgenstjernen.

Aarsagen til, at Venus er saa meget lettere at se end Merkur i den Tid, den er Aften- eller Morgenstjerne, er ikke alene, at Planeten kan komme saa langt bort fra Solen, at den først gaar ned, naar det er blevet mørkt. Mindst lige saa betydningsfuldt er det, at Venus er langt større end Merkur — den er næsten lige saa stor som Jorden — og at den kan komme Jorden nærmere. Alligevel er de 40 Millioner Kilometer, som i det gunstigste Tilfælde — nemlig naar Venus passerer hen forbi Solskiven — skiller os fra Venus, en Afstand, der er mere end 100 Gange saa stor som *Maanens* Middelafstand fra Jorden. Og naar Venus ved sin Kredsen om Solen er naaet om bag den, da er dens Afstand fra os omtrent halvtredie Hundrede Millioner Kilometer; den er da kommet 6 Gange saa langt bort fra os.

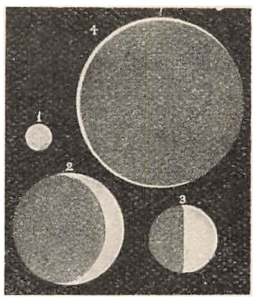


Fig. 96. De Forandringer i Størrelse og Udseende, som Venus gennemløber samtidig med, at den skifter Stilling i Forhold til Solen.

Den tilsyneladende Forandring af Venusskivens Størrelse, som man kan se i Kikkerten, er derfor her langt mere udpræget end for Merkurs Vedkommende. 4 og 1 paa Fig. 96 viser Forholdet mellem Størrelserne, naar Venus er os nærmest og fjernest. 2 viser os dens Udseende omtrent paa den Tid, da den som Aftenstjerne straaler med sin største Glans.

»Venuspassager«, ved hvilke Venus som en mørk Skive glider forbi Solen, finder langt sjældnere Sted end de før omtalte Merkurpassager. Da Venuspassagerne har spillet en stor Rolle ved Maalingerne af Afstanden til Planeterne, skal vi paa et senere Sted komme tilbage til dem.

Atmosfære. Mens vi maatte lade det Spørgsmaal henstaa ubesvaret, om Merkur er omhyllet af en Atmosfære af Luft som Jorden, saa kan man besvare det tilsvarende Spørgsmaal for Venus' Vedkommende med et ubetinget: »Jo! den har en saadan.«

Det synes at være en Amerikaner, *Rittenhouse*, der under Venuspassagen 1769 første Gang har bemærket en ejendommelig Lysbrydning, som de Solstraaler lider, der lige berører Venuskloden.

Lad os for at forstaa denne Sag bedre tænke os, at Jorden er nær ved Forlængelsen af den Linie, der gaar fra Solen til Venus. Det er da i Hovedsagen Venus' ubelyste Side, der vender mod Jorden, og i Kikkerten ser vi kun en smal Segl, som den i 4, Fig. 96. Nu er Sagen den, at den smalle Segl spænder om en længere Del af den mørke Skives Rand, end man skulde vente, hvis Solstraalerne, der langs Randen strejfer Venusoverfladen, ubrudt fortsatte deres Vej. Ja undertiden har man, naar Venusskiven stod meget tæt ved Solen, set »Hornspidserne« mødes — løbe sammen, saa at den mørke Skive var helt omgivet af en smal, lysende Ring. Uden Lysets Brydning i en Venusatmosfære kunde dette ikke lade sig gøre, men Brydningen faar til en vis Grad Lyset til at bøje om Hjørner, saa at Solen kan belyse *mere* end Halvdelen af Overfladen. Herved bliver den yderste Rand af den mod os vendte mørke Skive oplyst.

Særlig i nyere Tid er disse Lysbrydningsfænomener blevet iagttaget saa hyppigt, at man ikke længer kan nære Tvivl om, at Venus har en Atmosfære. Paa Fig. 97, der viser den mørke Venusskive i Færd med at forlade Solskiven, saa at den delvis er kommet uden for dens Rand, ser vi i Lyslinien langs den første øvre Rand netop Virkningen af Venusatmosfærens Lysbrydning.

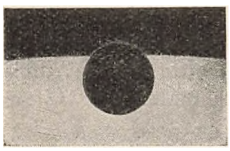


Fig. 97. Venus forlader Solskiven. Efter H. C. Vogels Tegning fra Venuspassagen i 1882.

Ved at maale Størrelsen af denne Lysbrydning er *Mädler* kommet til den Overbevisning, *at Venusatmosfæren er noget tættere end Jordens.*

Da Lyset fra Venus er tilbagekastet Sollys, er det ganske naturligt, at vi i *Spektroskopet* genfinder Solspektrets fraunhoferske Linier. Man har ikke fundet andre *ny* Indsugningslinier i Venusspektret, men derimod som det synes flere af vor egen Atmosfæres Indsugningslinier noget forstærkede. Vi maa da antage, *at Venusatmosfæren ogsaa i sin stoflige Sammensætning ligner Jordens Lufthav. Meget tyder paa, at der findes Vanddampe*

i den, og at Overfladen er omgivet af et saa tykt Skylag, at vi Mennesker aldrig har faaet selve den virkelige faste Overflade at se.

Omdrejning. Hvis dette er rigtigt, saa er de mørkere Pletter og Streger, som adskillige Astronomer har iagttaget paa dens Overflade (Fig. 98), neppe af nogen blivende Karakter. Det er da klart, at det er yderst vanskeligt at undersøge Venus' Omdrejning om sig selv ved Hjælp af dem. De ældre Maalinger, efter hvilke Venus skulde have en Omdrejningstid paa henved et Jorddøgn (omtrent 23 Timer og 20 Minutter), kan ikke holde Stand for Kritikken. *Schiaparelli* har i Modsætning til dem af sine egne meget omhyggelige Iagttagelser ment at kunne udlede, at Venus ligesom Merkur har *bunden Rotation* om Solen. Men trods *Schiaparellis* store Iagttagelsesevne — hans Iagttagelser af Mars skal vi snart komme til at omtale — saa tør dog Sagen vel endnu ikke betragtes som endelig afgjort. —



Fig. 98. Venus den 24. Maj 1871, efter H. C. Vogels Tegning.

Enkelte Iagttagere har ment undertiden at have set *et svagt Lys paa Venus' Natside* (Fig 99). Dette Fænomen ligner i det ydre noget Nymaanens »askegraa« Lys, som vi tidligere har omtalt, og som fremkaldes af Sollys, som kastes tilbage fra Jorden op mod Maanen. Venus er imidlertid alt for langt borte, til at vi kan søge Forklaring paa det omtalte Fænomen ad lignende Vej. Staar man da overfor en elektrisk Lysning i højtliggende Lag af Venusatmosfæren, en Slags »Nordlys«? Eller ser man blot Virkningerne af Lysbrydningen i Atmosfæren, et bredt Tusmørkebælte paa Overgangen mellem Dag- og Natsiden? —



Fig. 99. Venus den 3. November 1871, efter H. C. Vogels Tegning.

Skønt til Tider langt nærmere ved Jorden end Merkur lader Venus sig dog kun aflure faa af sine Hemmeligheder, skjult som den er bag sit uigennemtrængelige Taageslør. Hvad Størrelse, Masse og Atmosfære angaar, ligner den Jorden meget; men hvis den, som *Schiaparelli* mener, har bunden Rotation, maa Forholdene paa dens Overflade dog være vidt forskellige fra dem, vi Mennesker kender, særlig da Venus er betydelig nærmere Solen end vi.

JORDEN.

Naar *Jorden* nævnes paa dette Sted af vor Fremstilling, er det blot for at minde om, at vor egen Klode selv er en Planet, der kredser om Solen i et Aar, samtidig med at den Døgn efter Døgn drejer rundt om sig selv.

Engang troede Astronomerne, at Jorden var hele Verdensbygningens faste og urokkelige Midtpunkt, om hvilket alt andet drejede sig. Forlængst er Jorden styrtet fra denne Trone. Men alligevel er det naturligt, at vi Mennesker har en *særlig* Interesse netop for Jordens astronomiske Forhold. Ret beset er det vort Ønske om at kende Jordens Vilkaar, der er Drivfjederen til al Forskning af Himmelrummets andre Kloder. Det er derfor ganske i sin Orden, at Jorden i de astronomiske Fremstillinger faar en Særstilling, som ikke tilkommer den efter dens Rang af ubetydelig Planet i Verdensrummet.

For øvrigt er *vore Kundskaber om Jordens Forhold* saa fyldige, at de i mange Retninger regnes som faldende *udenfor* Astronomien. *Geograferne* beskriver Jordens Overflade, *Meteorologerne* følger Forandringerne i Atmosfærens Tilstand, og *Geologerne* søger at udgranske selve Jordens Udviklingshistorie fra den Tid, den var en glødende, smeltet Kugle. *Historikerne* optegner Menneskeslægtens mærkelige Oplevelser, og *Sprogforskerne* studerer de mange levende og døde Tungemaal, deres Forskelligheder og Slægtsligheder. *Botanikere* og *Zoologer*, *Biologer* og *Palæontologer*, *Nationaløkonomer* og *Filosoffer* følger Livet i alle dets Former og Udtryk.

Ingen af disse Videnskabsgrene regnes med til Astronomien. »Syrenernes Blomstringstid« hører lige saa sikkert til Botanikken, som en mulig Opdagelse af »Marsvegetationens Løvspringstid« vilde tilhøre Astronomien.

Den ringe Del af vor Viden om Jorden, der efter gammel Skik tilfalder Astronomien, vil vi efter vor en Gang lagte Plan først senere komme tilbage til. —

Hverken Merkur eller Venus synes at have nogen Maane. Jorden derimod ledsages paa sin aarlige Fart om Solen af sin Maane, hvis Forhold vi tidligere har omtalt.

MARS.

Vi vender os nu til de Planeter, der kredser i større Afstand fra Solen end Jorden, og træffer da først Planeten *Mars*

De fleste kender sikkert denne *rødlig* skinnende Vandrestjerne, der til Tider kan lyse med meget stærk Glans. I Almanakken finder vi Oplysninger om, paa hvilke Tider af Aaret den er synlig, og imellem hvilke Fiksstjerner vi skal søge den.

Gunstige Oppositioner. Skønt Venus kan komme Jorden nærmere

end Mars, og skønt den første har et Tværmaal, som er næsten dobbelt saa stort som den sidstes, saa er vort Kendskab til Mars dog langt det bedste. Dette ligger hovedsagelig deri, at mens Betingelserne for at undersøge Venus, naar den er os nærmest, er saa ugunstige som vel tænkeligt, saa er Betingelserne for at undersøge Mars i dette Tilfælde netop meget gunstige, fordi Marsbanen *omslutter* Jordbanen.

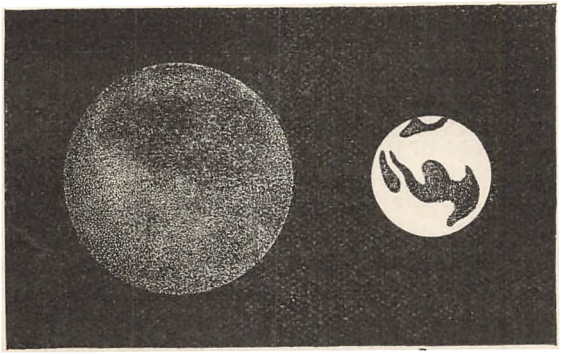


Fig. 100. Til Sammenligning mellem Størrelsen af Jorden og Mars.

For at faa fat paa det væsentlige i denne Sag, vil vi til en Begyndelse tænke os Forholdene lidt simplere, end de virkelig er.

Lad os tegne to Cirkler med samme Midtpunkt (Fig. 101) og tænke os, at Solen er i Midtpunktet S, at Jorden løber rundt med jævn Fart paa den inderste Cirkel, og Mars paa den yderste, begge i modsat Retning af den, i hvilken Viserne paa et Ur drejer sig. Den Tid, som Jorden bruger til at gennemløbe sin Bane om Solen, er, som vi senere skal se, netop den Tid, vi kalder et Aar. Paa hvert bestemt Datum er Jorden altid paa samme Sted af sin Bane, og det er altid den samme Strækning af Banen, som Jorden gennemløber f. Eks. i Januar Maaned. Til denne Kendsgerning hentyder de forskellige Datoer paa Figuren.

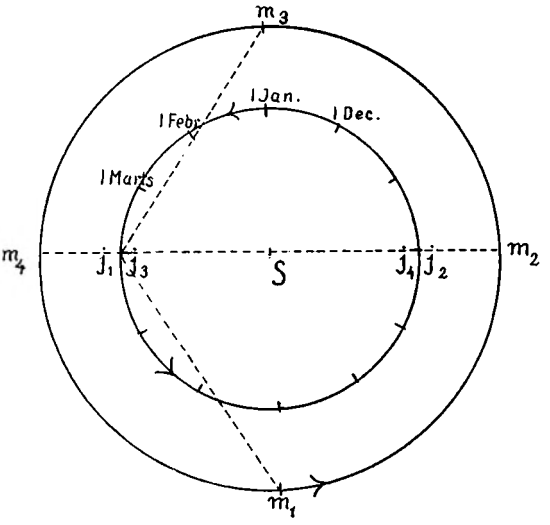


Fig. 101. To Planeters Omløb om Solen.

Hvis Mars er i Stillingen m_1, og Jorden samtidig i j_1, vil vi se Mars i Retningen $j_1 m_1$ til højre for Solen, som vi ser i Retningen $j_1 S$.

Sæt, at Jorden gennemløber sin Bane i nøjagtig den halve Tid af den, som Mars bruger. Naar Jorden efter et Fjerdingaars Forløb er kommet til j_2, er Mars i m_2. Denne vil da være saa nær ved os, som den overhovedet kan komme, og vi vil se den i Retningen jm_2, der er lige modsat Retningen til Solen. Astronomerne siger, at Planeten er i *Opposition* til Solen.

Idet Jorden saa gaar fra j_2 til j_3, flytter Mars sig fra m_2 til m_3. Vi ser Planeten til venstre for Solen.

Har Jorden derpaa naaet j_4, staar Mars bag Solen i m_4 og er os *fjernest*. Efter 2 Jordaars Forløb staar Jorden atter i j_1 og Mars i m_1.

Som Følge af Mars' Kredsen om Solen er der stor Forskel paa dens *Afstand* fra Jorden til forskellige Tider. Derfor er der *en meget stor Forskel paa Størrelsen af Marsskiven set i Kikkert.* Fig. 102 anskueliggør Forskellen, idet de to yderste Skiver viser For-

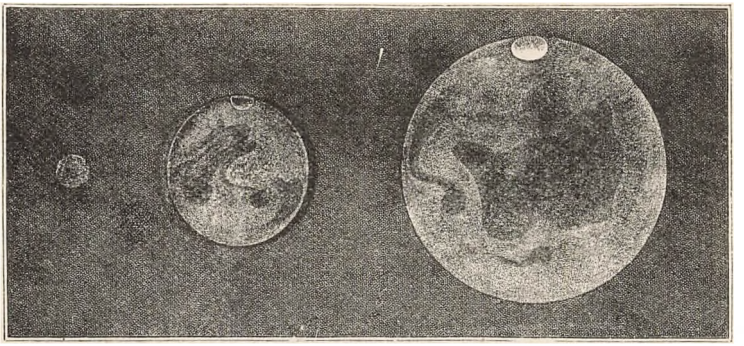


Fig. 102. Forskellen paa Marsskivens tilsyneladende Størrelse, naar Planeten er os fjernest, nærmere og nærmest.

holdet mellem den tilsyneladende Størrelse, naar Mars er os nærmest (til højre) og fjernest (til venstre).

Dens Kredsen viser sig derimod mindre ved nogen Forandring af den tilsyneladende Form, ved »*Faseveksten*« (S. 134), saaledes som Tilfældet var med Merkur og Venus.

Dette ligger i, at Jorden er *indenfor* Marsbanen, saa at Mars aldrig vil kunne komme til at vende sin ubelyste Side helt imod os. Mest af den ubelyste Side faar vi at se, naar Mars staar i en Retning lige paa tværs af Retningen til Solen. Da ser Marsskiven omtrent ud som Maanen mellem et af Kvarterskifterne og Fuldmaane (se to af Tegningerne i Fig. 110 og 111).

Det gunstigste Tidspunkt til Iagttagelse af Mars er altsaa, naar den er i Opposition til Solen. Paa den Tid er den os nærmest, den vender sin belyste Side helt imod os, og Enkelthederne paa dens Overflade viser sig for os i den største Maalestok. Endvidere kan vi studere den hele Natten igennem, hvis det for øvrigt er stjerneklart, thi

den staar op ved Solnedgang og gaar ned ved Solopgang, da dens Plads paa Himlen er modsat Solens. Forskellige gunstige Forhold træffer altsaa sammen.

Hvis Forholdene var som her beskrevet, skulde vi stadig med nøjagtig 2 Aars Mellemrum, altsaa paa *en bestemt Dato*, have Mars i Opposition. Saa simpelt stiller Sagen sig imidlertid ikke.

For det første gennemløber Mars sin Bane noget hurtigere, end vi her har forudsat, saa at Jorden bruger *omtrent 2 Maaneder mere end 2 Aar til at indhente Mars*. Oppositionen indtræder altsaa ikke som i det omtalte Eksempel, naar Jorden er paa et bestemt Sted af sin Bane eller til en bestemt Dato, men stadig i ny Punkter af Jordbanen, altsaa efterhaanden til forskellige Aarstider.

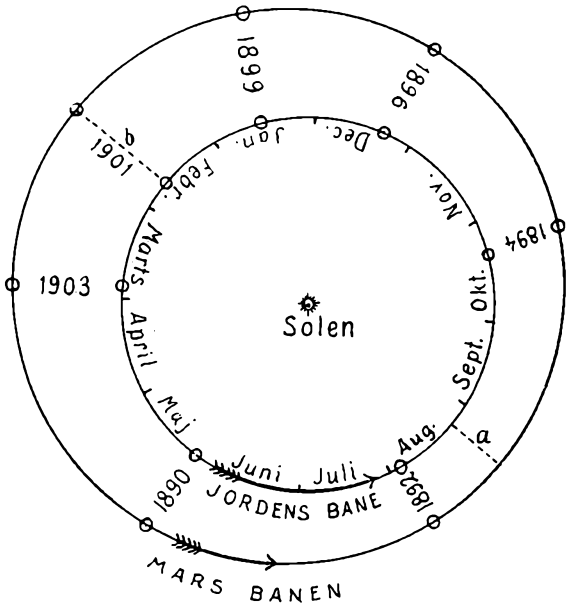


Fig. 103. Forandringerne i Afstanden til Mars ved forskellige Oppositioner. Aarstallene med de tilhørende Smaakredse viser Stillingerne af Mars og Jorden ved Oppositionerne i Aarene 1890—1903.

For det andet kredser hverken Jorden eller Mars saaledes om Solen, at deres Afstande fra denne er uforandrede; særlig for Mars' Vedkommende kan der være stor Forskel paa Afstandene. Denne Sag skal vi komme tilbage til i et senere Afsnit. Her vil vi nøjes med at henvise til Fig. 103, paa hvilken vi ser den omtrentlige Beliggenhed af Jord- og Marsbanen i Forhold til hinanden og til Solen.

Tegningen viser de Pladser, Jorden og Mars har befundet sig paa ved en Del paa hinanden følgende Oppositioner. Aarstallet for hver Opposition staar opført langs Forbindelseslinierne mellem de paagældende Stillinger af Jorden og Mars, og af de Maanednavne, der er opført langs Jordbanen, kan vi se, paa hvilken Tid af Aaret Jorden har været i de forskellige Stillinger af sin Bane.

Linien a viser os, hvor Oppositionen skal finde Sted, for at

Afstanden til Mars skal blive saa lille som mulig, mens Linien b viser os, hvor den skal finde Sted, for at Afstanden skal være saa stor som mulig.

Den første Afstand er omtrent 55 Millioner km., og den sidste omtrent 100 Millioner km. De Marsoppositioner, der indtræder i Efteraarstiden (nær a) er derfor langt gunstigere end de Oppositioner, der indtræder i Foraarstiden (nær b).

Med 15 Aars Mellemrum indtræder den Opposition, der bringer Mars nærmest til os.

Vort Kendskab til Mars blev især bragt et betydeligt Stykke fremad ved *Schiaparellis* Undersøgelser under den gunstige Opposition i 1877. I Milanos rolige Luft kunde han se Ting, som ingen andre selv med langt stærkere Kikkerter kunde se. Hans vidunderlige Opdagelser mødte derfor kun Mistro. I ni Aar fik Schiaparelli Lov til at beholde dem for sig selv. Da saa *Perrotin* i Nizza og hans Assistent det samme som Schiaparelli, og nu sluttede efterhaanden flere sig til. Amerikaneren *Lowell* lod bygge et Observatorium i *Flagstaff* i den vestlige Del af de Forenede Stater paa et Sted, hvor Luften var særlig rolig, og herfra iagttog han især med stor Iver den gunstige Opposition i 1894.

De Opdagelser, som de nævnte Astronomer har gjort vedrørende Mars, har ikke alene beriget *Astronomernes* Kendskab til dennes fysiske Forhold i en meget betydelig Grad, men de har ogsaa bragt Fænomener frem, som har vakt stor Opsigt *udenfor Fagmændenes Kreds* — de har givet fornyet Liv til et Spørgsmaal, der ganske naturlig maa have den største Interesse for os Mennesker, nemlig Spørgsmaalet om, hvorvidt Jorden er den eneste Klode i Verdensrummet, paa hvilken der findes Liv.

Mens Maanens *Overflade* synes død og uforanderlig, foregaar der talrige Forandringer paa *Marsoverfladen*, og der ses Tegn, som stærkt leder Tanken hen paa Livsvirksomhed. Noget afgørende Svar paa det rejste Spørgsmaal kan Videnskaben ikke give endnu, og mange Mennesker, der ikke tilfulde kender de Vilkaar, under hvilke Mars-Iagttagelserne foregaar, følger da hellere i deres Utaalmodighed dem, der i Stedet for at søge en sikker Viden giver deres Fantasi frie Tøjler og tyder de svage Tegn paa den Maade, der tiltaler dem mest.

Vort Standpunkt skal være dette: først at give Besked om, *hvad der virkelig er set paa Mars*, og derpaa at omtale *de mest fremtrædende Forsøg paa en sammenhængende Forklaring af, hvad der er set.* Enhver vil da kunne danne sig en personlig Overbevisning og vil være rustet til at forstaa Betydningen af de fortsatte Opdagelser, som Astronomernes stadig voksende Interesse for Mars sikkert vil bringe for Dagen ved de kommende Oppositioner.

Overfladen af Mars betragtet i Kikkert. Naar vi vil bedømme Værdien af de Oplysninger, Kikkerten kan give os om Mars, maa vi erindre, at denne Planet i det gunstigste Tilfælde er mere end

Hundrede Gange saa langt borte som Maanen. Vi kan ikke vente at kende Marsoverfladens Enkeltheder synderlig bedre, end vi vilde kende Maaneoverfladen, hvis vi kun havde en ganske tarvelig Kikkert til Raadighed.

Den mindste mørke Flade, vi ved Hjælp af vore *bedste* Kikkerter kan eftervise paa *Maanen*, maa have et Tværmaal, som kan sidestilles med et større Bygningsanlæg paa Jorden, f. Eks. Peterskirken i Rom.

For at derimod en rund Flade paa *Mars* overhovedet skal kunne paavises i vore bedste Kikkerter, maa den være langt større — en Plet af samme Størrelse som f. Eks. Fyen vil vanskelig kunne ses. Vi kan derfor kun vente at kende *Hovedtrækkene* af Marsoverfladens Geografi — eller som det hedder »*Areografi*« efter *Ares*, der var de gamle Grækeres Krigsgud, saaledes som Mars var Romernes.

Studiet af Jordens Geografi fra Mars vilde hindres i høj Grad af de Skyer, der ofte dækker store Dele af Jordoverfladen. Synet af Marsoverfladen fra Jorden hindres derimod kun i en ganske forsvindende Grad af Skyer i Marsatmosfæren — i en saa ringe Grad, at der endogsaa undertiden er blevet rejst Tvivl om, hvorvidt der overhovedet er saadanne.

Allerede i 1636 mente Neapolitaneren *Fontana* at have set en mørk Plet paa Mars. Iagttagelser af Værdi blev dog først gjort af *Huygens* i 1656. Fig. 104 viser øverst til venstre en af hans Tegninger. Paa Grundlag af sine Iagttagelser af denne Plet mente han at kunne uddrage den Slutning, *at Mars ligesom Jorden drejer sig om sig selv i Løbet af 24 Timer*, hvilket, som vi senere skal se, betyder, at Dag og Nat veksler paa Mars i Døgn af samme Længde som vore. Denne Formodning blev bekræftet, da man med bedre Instrumenter kunde følge de mørke Pletter paa Mars. Fig. 105 viser en Tegning, som *Lockyer* har udført i 1862. Vi ser for Eksempel til venstre en mørk, langstrakt Plet, hvis Form minder om en Kridtpibe. I Løbet af en halv Time har denne flyttet sig saa langt til venstre som vist paa Tegningen II, og naar der yderligere er gaaet en Time, er Pletten ved at forsvinde bag Randen, saaledes som Tegning III viser.

Vi kunde fristes til heraf at slutte, at Mars drejer sig fra Øst til Vest eller modsat Jorden, men vi maa lægge Mærke til, at denne Tegning ligesom de følgende skyldes astronomiske Kikkerter, i hvilke alt ses omvendt, »paa Hovedet«. *Sydpolen bliver saaledes foroven, Nordpolen forneden, Øst til venstre og Vest til højre.* Vi ser altsaa, at Mars drejer sig samme Vej rundt som Jorden. *Marsdøgnet*, som nu er fundet med stor Nøjagtighed, *er godt og vel en halv Time længere end Jordens Døgn.*

Fig. 104 viser, hvorledes vort Kendskab til Mars har udviklet sig i de sidste Aarhundreder. Alle 8 Tegninger viser os, hvorledes *den samme mørke Plet paa Mars* i Tidernes Løb er blevet gengivet af forskellige Astronomer. Allerede paa *Dawes'* og *Greens* Tegninger

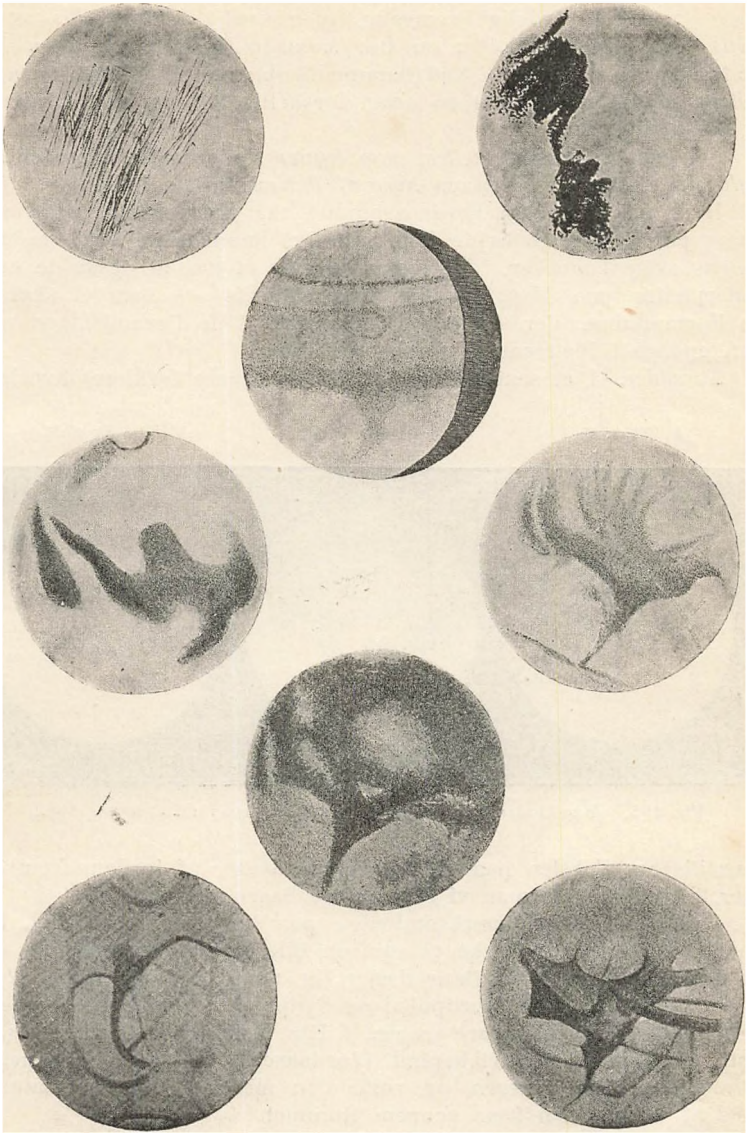


Fig. 104. Forskellige Tiders Tegninger af »den store Syrte« paa Mars.

Huygens 1659 — Herschel 1777

Schröter 1798

Beer og Mädler 1830 — Dawes 1864

Green 1877

Schiaparelli 1884 — Lowell 1894

viser der sig en tydelig Fremgang, men særlig *Schiaparellis* og *Lowells* Tegninger indeholder en stor Mængde Enkeltheder, som ikke findes paa de tidligere. Ved Sammenligning af Billederne maa erindres, at Mars har havt en noget forskellig Stilling mod Jorden til de forskellige Tider.

Foruden de *mørke Pletter, som tegner sig grønblaa* paa den *rødgule Skive*, viser der sig *om hver af Polerne en hvid »Kalot«*.

Hvis man ude fra Verdensrummet saa paa Jorden, vilde man ogsaa paa den se to hvide Polarkalotter, dannede af Nord- og Sydpolens evige Ismarker. Det ligger da nær at tro, at ogsaa de hvide Polarpletter paa Mars skyldes Sne eller Is — som vi skal se, en Formodning, der finder en vis Støtte i de Forandringer, man kan opdage i Pletterne til forskellige Tider.

Aarstider. I et senere Afsnit skal vi nærmere forklare, hvorledes

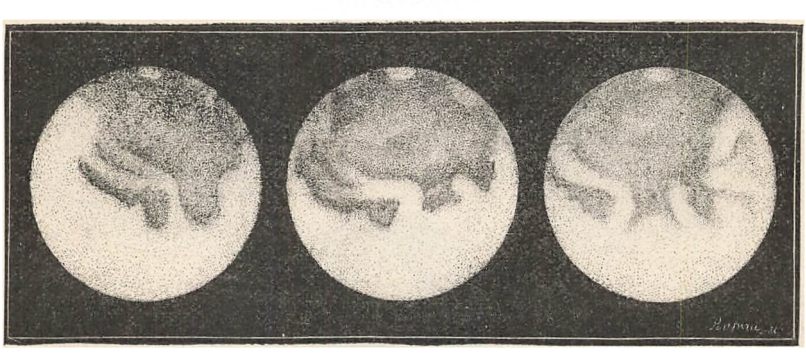


Fig. 105. Marsklodens Omdrejning, tegnet af Lockyer 23. Septbr. 1862.

Aarstidernes Vekslen paa de forskellige Steder af Jorden fremkommer. Allerede her maa vi dog berøre Sagen kortelig.

Lad os fæste Opmærksomheden paa Jordbanen paa Fig. 103. Jorden selv maa vi tænke os som en lille Kugle, der samtidig med at den gaar frem i sin Bane drejer sig rundt om den Linie, *Jordaksen*, der forbinder Nordpolen og Sydpolen. Den dobbelte Bevægelse kan vi anskueliggøre os ved f. Eks. gennem et Garnnøgle (Jorden) at stikke en Strikkepind (Jordaksen), holde denne mellem Tommel- og Pegefingeren og rulle den mellem Fingrene, samtidig med at vi føre den frem gennem Rummet.

Paa de forskellige Steder af Jordbanen hælder Jordaksen paa forskellig Maade mod Solen. I Tiden omkring Juni hælder Jordaksens *nordlige* Del (den der paa Fig. 103 maa tænkes løbende opad) temmelig stærkt *over imod* Solen, hvorimod den i Tiden omkring December hælder paa tilsvarende Maade *bort fra* Solen. Dette er Grunden til, at det i Juni Maaned er varmt paa den nordlige

Halvkugle og koldt paa den sydlige, mens Forholdet er omvendt i December Maaned. Derfor svinder snart Jordens nordlige Polarkalot og snart den sydlige.

Iagttager vi nu Marspolernes Stilling til forskellige Tider, vil vi faa at se, at ogsaa *dens* Omdrejningsakse paa ganske lignende Maade snart hælder over imod Solen, snart bort fra Solen. For den *sydlige* Marspols Vedkommende er det Sommer, naar Mars er paa den Del af sin Bane, der svarer til den yderste Bue til højre paa Fig. 103; thi paa den Tid hælder den nordlige Akse bort fra Solen. Paa den modsatte Side af Banen er det den nordlige Pol, som faar Sommer.

Ved de *gunstige* Oppositioner faar vi derfor en Marssommers Virkning paa den *sydlige* Polarplet at se, mens den nordlige Polarplet er vendt bort fra vort Blik. Ved Oppositionerne *i Februar* faar vi derimod Marssommerens Virkning paa den nordlige Pol at se, men vi ser den kun paa stor Afstand.

Polarpletterne. Hermed stemmer det ganske, at Polarkalotten om Sydpolen paa Mars — den der i den astronomiske Kikkert ses øverst — svinder ind i Løbet af den Tid, Mars iagttages i Nærheden af en gunstig Opposition, mens det samme finder Sted for Nordpolens Vedkommende, naar Mars er i sine ugunstige Oppositioner. Den Tanke ligger da nær, at de hvide Pletter om Marspolerne er Sne — eller Ismarker dannede af frossent Vand — *Vand som Jordens*, og Tanken er allerede tidlig bleven fremsat og har vundet stor Udbredelse.

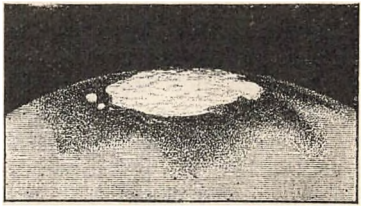


Fig 106. Polarpletten om Sydpolen paa Mars.

Uden Vanskeligheder er denne Forklaring dog ikke, da Mars kredser om Solen i en Afstand, der med et rundt Tal er halvanden Gang saa stor som Jordens, saa at Solens varmende Kraft paa Marsoverfladen er langt ringere end hos os.

Paa Forhaand maa man derfor være tilbøjelig til at tro, at Middeltemperaturen paa Mars maa være langt lavere end paa Jorden, og i saa Fald er det vanskeligt at forstaa, at Snekalotterne skulde kunne svinde saa stærkt ind i Løbet af Sommerhalvaaret, som de gør. Ved den meget gunstige Opposition i 1894 saa Lowell og flere, at *Pletten om Sydpolen helt forsvandt*, noget vi aldeles intet Sidestykke har til her paa Jorden.

Vort Kendskab til de Aarsager, der bestemmer Jordens Middeltemperatur er dog paa den anden Side endnu i sin Barndom. Med absolut Sikkerhed tør vi derfor ikke paastaa, at Middeltemperaturen paa Mars umulig kan være saa høj, at Sne kan smelte eller for-

dampe i Sommerhalvaaret, særlig da vort Kendskab til *Marsatmosfærens Tilstand* ogsaa er ringe.

At Mars overhovedet har en *Atmosfære*, viser flere Ting. Blandt andet har man kunnet paavise et ganske smalt Tusmørkebælte mellem Planetens belyste og ubelyste Side, og desuden udviskes alt, hvad der tegner sig paa Overfladen, naar det kommer hen til Randen af Marsskiven, fordi de Lysstraaler fra Marsoverfladen, der skal naa vort Øje, her skal passere Marsatmosfæren paa en lang Strækning. Spektroskopet giver os derimod kun ringe Oplysning. De forskellige Iagttagelser og teoretiske Betragtninger peger dog alle hen paa, *at Mars har en Atmosfære, som bestaar af de samme Luftarter som vor, men som er langt finere.*

Ifølge Lowell er Lufttrykket kun $^1/_7$ af vort. For i vor egen Atmosfære at træffe saa tynd Luft som den, der efter denne Opgivelse skal være paa Marsoverfladen, maatte vi langt, langt højere tilvejrs, end en Luftskipper nogen Sinde er naaet.

De Vanskeligheder, der er forbundet med at tænke sig Polarpletterne dannet af Is eller Sne, er vel ikke uovervindelige, men de er dog saa store, at en Del Astrofysikere har set sig om efter andre Muligheder. Man har opstillet den Formodning, at Pletterne er dannede af »Kulsyresne«.

Nu maa det indrømmes, at hvis vi ved kunstig Kulde afkøler Kulsyre meget stærkt, saa kan vi virkelig faa det til at fryse til et hvidt, sneagtigt Stof, men ved en nøjere Gennemtænken af Forholdene, træffer vi ogsaa ad denne Vej paa Vanskeligheder. For at Kulsyre under et saa lavt Tryk som det, der sandsynligvis findes paa Mars, skal fryse, maa det afkøles noget som et Par Hundrede Grader under Nulpunktet, men naar denne Kulsyresne atter opvarmes over sit Frysepunkt, *bliver det straks luftformigt.* Ved det *lave* Tryk kan Kulsyren ikke eksistere som Vædske. Men Lowell og hans Medarbejderes Undersøgelser synes bestemt at tyde paa, at en mørk Bræmme, der i Mars' Foraarstid viser sig langs den svindende Polarplets Rand, er et Hav af en Vædske, der skyldes Polarplettens Smeltning.

Som man ser, er vort Kendskab til Polarpletterne ikke gammelt nok endnu, til at vi med Sikkerhed kan afgøre, af hvad Stof de er dannet. Lad os alligevel i det følgende for bekvemt at kunne fortsætte vor Beskrivelse kalde Stoffet »Is« og give den Vædske, der synes at strømme bort fra Polen, naar »Isen« forsvinder, Navnet »Vand«, uden at vi dog lægger mere Indhold ind i disse Ord, end det foregaaende tillader. —

Areografi. Paa Marsskivens rødgule Flade tegner sig, som flere Gange nævnet, en Del grønligblaa Figurer.

Efter den oprindelige Opfattelse er de gulrøde Partier Fastlande og de mørke Partier Have. Senere er den Mening blevet fremsat, at Forholdet netop skulde være det modsatte: at de gulrøde Partier skulde være **Have og de mørke Fastlande. Denne Mening har dog**

aldrig kunnet faa Fodfæste og er blevet mere og mere usandsynlig, jo større vort Kendskab til Mars er blevet.

Endelig er der fremkommet en tredie Mening, som blandt andre *Lowell* tager stærkt i Forsvar. Efter denne er de rødgule Partier *Ørkener*, mens de grønblaa er *bevoksede*, skylder deres Farve en mere eller mindre kraftig *Vegetation*. Efter denne Teori findes Vand kun meget sparsomt paa Mars, og Vegetationen er bundet til de Steder, hvor det overhovedet forekommer.

Hvad enten de mørke Pletter nu er Have, Fastlande, Skove, Enge eller noget helt andet, saa *kalder* Areograferne dem »Have«, for at kunne give dem Navne. Selenograferne betegner jo Maanens mørke Pletter paa lignende Maade.

Lad os betragte Fig. 107—9. De viser os en Marsglobus betragtet fra seks forskellige Sider, og saaledes som vi kender Overfladen særlig paa Grundlag af *Schiaparellis* og *Lowells* Undersøgelser.

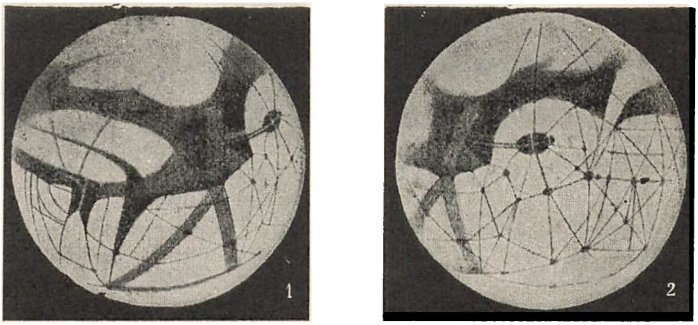


Fig. 107. Marsglobus 1 og 2.

Vi maa dog bemærke, at Kortlægningen paa denne Globus kun maa opfattes som et Slags *Gennemsnitsresultat* af alle Iagttagelserne. Thi Marsoverfladen er sammen med Aarstidernes Vekslen undergaaet meget store Forandringer, saa at det, man i et bestemt Øjeblik ved Kikkertens Hjælp ser paa Mars, ikke uden videre behøver at være fuld Overensstemmelse med Kortet. End videre maa vi erindre *at Enkelthederne i Virkeligheden langt fra tegner sig saa skarpt som naar de skal afbildes med Bogtrykkersværte.* Stregerne er undertiden saa svage, at kun en øvet Iagttager i et heldigt Øjeblik kan se dem

Hvad der straks fanger Øjet og pirrer Nysgerrigheden, er det *Netværk af fine Streger*, som spænder sine vældige Masker over hele Marsoverfladen. Disse Streger *ses* virkelig paa Mars. Det er ikke, som man maaske kunde være tilbøjelig til at tro, den Slags Linier, som Korttegnere trækker hen over Jordgloberne for at bestemme Stedernes geografiske Beliggenhed; den Slags Linier eksisterer jo kun for Tanken.

I 1877 saa Schiaparelli første Gang disse Streger, som han kaldte »*Kanaler*«. Flere Kanaler krydser ofte hinanden i samme Punkt, og om Krydningspunktet ses der hyppigt en lille Flade, med Lowells Betegnelse: »*en Oase.*«

Kanalerne har en Bredde, som i Gennemsnit kan sammenlignes med Afstanden fra Skagen til den svenske Kyst, og de løber i Reglen henover betydelige Strækninger uden at bøje eller bue det mindste til Siden. Naar adskillige af Kanalerne alligevel paa Tegningerne synes at bue, ligger det i Perspektivet og Kuglefladens Krumning.

Omtrent midt paa Tegning 2 ses »Marsøjet«, eller, som Pletten nu hedder: »Solens Sø«. Ud fra den straaler forskellige Kanaler, blandt andre en nedad til højre, som ender i en Oase. Hvis vi opleder denne Oase paa 3, ser vi, at der fra den udgaar en Kanal, som løber tværs gennem ni Oaser. Dens Længde spænder næsten halvt om Mars. — Fra flere Punkter i Begrænsningen af det »Hav«, der

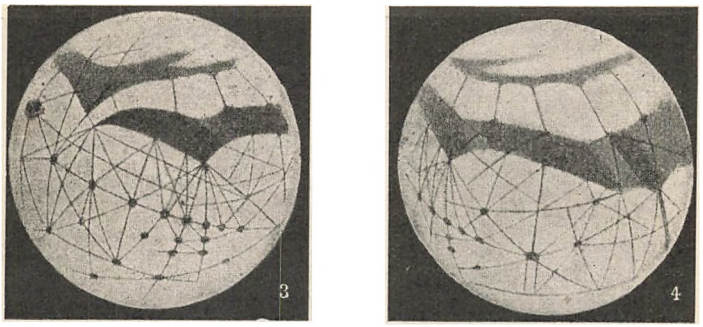


Fig. 108. Marsglobus 3 og 4.

paa 3 strækker sig i samme Retning som Kanalen, udstraaler Systemer af andre Kanaler, der løber til de samme ni Oaser. Særlig fanges vort Øje af de syv Kanaler, der paa en ganske mærkelig regelmæssig Maade straaler ud fra det Sted, hvor Begrænsningslinien har et pludseligt Knæk.

De store »Have« er i hvert Fald ikke Have som vore. *Farven i dem veksler, og paa mange Steder fortsætter Kanalerne sig gennem dem som meget mørke Linier.*

Paa Tegningen 6 ser vi helt henne til venstre en Plet, som i Form minder noget om Forindien. Det er »den store Syrte« eller »Timeglasset«, som den tidligere kaldtes (se Fig. 104).

I »Ørkenen« til højre for den store Syrte ser vi (paa Fig. 109, 6) maaske det mærkeligste og mest gaadefulde, som findes paa hele Marsoverfladen, nemlig *Schiaparellis fordoblede Kanaler.* Som tidligere fortalt havde Schiaparellis Opdagelse af Kanalerne (1877) kun mødt ringe Tiltro, og denne blev ikke større, da han meddelte,

at han ved den næste Opposition mod Slutningen af Aaret 1879 pludselig havde opdaget, at en af Kanalerne var bleven fordoblet. Og i Aarenes Løb opdagede han — og senere andre — at dette ikke var noget enestaaende Fænomen. Hvor man før kun saa én Kanal, kunde man pludselig se to aldeles ens, løbende Side om Side i hele den oprindelige Kanals Længde og overalt med samme indbyrdes Afstand lige saa nøjagtig som Jernbanens Skinner. Paa Tegning 6 ser man fem Sæt fordoblede Kanaler, paa Tegning 1 ses forneden en stor Trekant, hvis Sider dannes af Kanaler, der er i Færd med at fordobles. Mens selve Kanalerne synes at være en halv Hundrede Kilometer brede, saa er Kanalparrenes indbyrdes Afstand flere Hundrede Kilometer.

Selve den *Pludselighed*, med hvilken Kanalerne fordobles, er dog et Sansebedrag. Uger forinden vil et opmærksomt Øje kunne ane Forberedelser til Fordoblingen, men pludselig kommer der en Nat

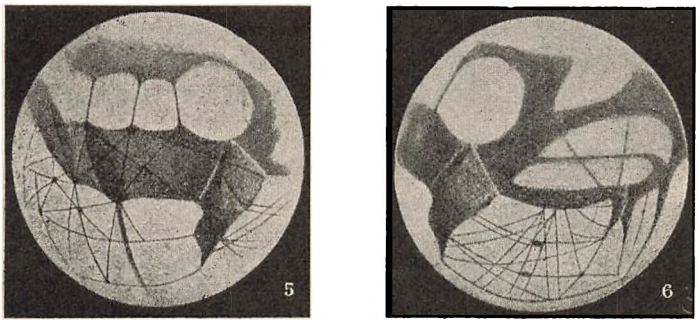


Fig. 109. Marsglobus 5 og 6.

et Øjeblik, hvor Jordatmosfæren er særlig rolig, og saa ser den spejdende Astronom med et den fuldbyrdede Fordobling.

Virkninger af Aarstidernes Vekslen. En Betragtning af Fig. 110 og 111 vil vise os, i hvor høj Grad vor Marsglobus (Fig. 107—9) maa betragtes som et »Gennemsnitsresultat«. Det er ikke alene Polarpletterne, som er underkastet Forandringer afhængige af Aarstidernes Vekslen.

Lad os betragte Figurerne, der gengiver Lowells Iagttagelser i 1894. Den øverste Tegning paa Fig. 110 viser os Mars i dens Foraarstid. Foroven ses den sydlige Polarplet omgivet af sin mørke Bræmme (smeltet Is?) og forneden »den store Syrte« (Fig. 109). Hele det mellemliggende Parti er mørkt, og en meget mørk, bred Stribe strækker sig fra Polarpletten til den store Syrte. Den øverste Tegning i Fig. 111 viser os det samtidige Udseende af et Parti af Overfladen, som ligger noget mere til venstre. Ogsaa her dækkes et langt større Parti end paa Kortet (Fig. 109, 5) af mørke Pletter.

I Løbet af Marsklodens Sommer svinder den sydlige Polarplet bort, de mørke Partier blegner mere og mere, mange Steder dukker rødgule Partier frem, og Kanalerne mod Nord (forneden) bliver synlige. Paa Fig. 110 viser den nederste Tegning, hvorledes det foroven afbildede Parti ser ud efter Solhverv. De to nederste Tegninger paa Fig. 111 viser paa lignende Maade, hvorledes Partiet ovenfor ser ud henholdsvis noget før og noget efter Sommersolhverv. —

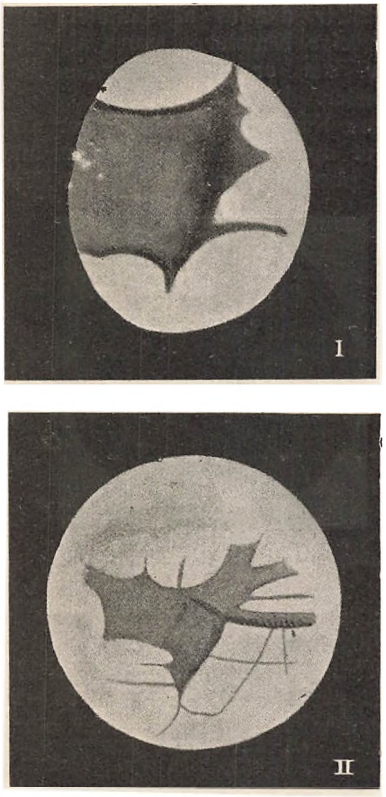


Fig. 110. Den store Syrtes Udseende paa forskellige Tider af Mars-Aaret.

Er der Liv paa Mars? Vi træffer her for anden Gang det Spørgsmaal, om der findes Liv paa andre Kloder end Jorden.

I Astronomiens første Dage kunde drømmende Tænkeres Fantasi uden at støde paa Vanskeligheder befolke Verdensrummets Kloder med levende Væsener. Men *den aristoteliske Opfattelse af Verdensbygningen* var ikke gunstig for disse Drømmeres Tro. Aristoteles havde ment, at Jorden, de »fire Elementers ufuldkomne Verden«, var Universets Midte, og at Himmellegemerne, der kredsede omkring den, var bygget af et idealt, fuldkomment Stof, absolut forskelligt fra Jordens. Den fuldstændige Forskel, der i dette System var paa Jordens og Himlens Sfærer, tilintetgjorde foreløbig Troen paa en Flerhed af Verdener.

Men Renæssancen, især det sekstende og syttende Aarhundrede, gav atter denne Tro nyt Liv. Med stadig voksende Kraft arbejdede den ny Tids Opfattelse af Verdensbygningen sig frem. Nu var Jorden ikke længer Verdens Midte, og Himmellegemerne var ikke dannet af andet Stof end Jorden. Vor Klode mistede astronomisk set sin privilegerede Særstilling — den forsvandt i Planetverdenernes Mangfoldighed. Og nu lød Spørgsmaalet: »Skulde Jorden — dette ubetydelige Fnug i det uendelige Rum — være den eneste i Klodernes Hærskarer, der bærer Liv?«

Saa bestikkende denne Synsmaade end tager sig ud, maa vi dog, naar vi rolig overvejer Sagen, indrømme, *at den intet beviser*. Det vilde ganske vist være *mærkeligt*, om Jorden alene var beboet, *men*

fordi noget er mærkeligt, er det ingenlunde umuligt. I hvert Fald vilde det være urimeligt at slutte, at *alle* Kloder er beboede, fordi Jorden er det. En saadan Slutning vilde efter *Voltaires* noget drastiske Billede minde om den Fejlslutning, som en af Lopper plaget Mand begaar, hvis han af sine egne Kvaler slutter, at alle Folk, han møder paa Gaden, pines af lignende.

Ad den *rene* Tænknings Vej kan Spørgsmaalet altsaa ikke besvares. Ved *Astrofysiken* kommer vi til at staa paa noget fastere Grund Her skimter vi dog et Haab om *engang* at kunne faa et Svar. Ved dens Hjælp kan vi nemlig delvis undersøge, om der paa andre Kloder findes de Betingelser, som vi nu engang tror er nødvendige for Liv — i hvert Fald Liv, der minder om det, vi kender paa Jorden.

Ved denne Vending berører vi for øvrigt en anden Vanskelighed ved Spørgsmaalet, nemlig den, at vi overhovedet ikke har nogen bestemt Grænse for, hvad der skal kaldes Liv og hvad ikke — en Vanskelighed, der bunder i, at absolut intet Menneske ved, hvad Liv egentlig er.

Paa dette Punkt ser mange altfor snævert paa vort Spørgsmaal. Selv om der er Liv, behøver det ikke netop at antage de Former, vi kender her paa Jorden. Lowell illustrerer i sin Bog om Mars dette Snæversyn ved en Historie om en Mand, der hørte, at den japanske Malerkunst stod meget højt. »Hvad!« udbrød han da, »har Japaneserne Malerier? Jeg mener rigtige Malerier *i forgyldte Rammer.*« Samme Mand kunde have udraabt: »Hvad! er der Mennesker paa Mars, jeg mener Mennesker i rigtige Klæder!«

Skal vi overhovedet ved Astrofysikens Hjælp kunne naa et Svar, maa dette efter al Rimelighed først kunne gives for de Kloder, der kommer nærmest til os. Vi maa tro, at *Solen* er for hed og *Maanen* for kold til, at Liv kan trives paa dem. *Merkur* kommer i Forhold til sin Størrelse ikke nær nok til, at vi kan undersøge den, og *Venus*, »den tilslørede Skønne«, giver os ingen Oplysninger. Saa har vi *Mars*.

Det kan ikke nægtes, at hvad vi ser paa dennes Overflade, kan *tydes* som Tegn paa Liv. Lad os for det første slaa fast, at der ikke — som for Solens og Maanens Vedkommende — kan nævnes afgørende Grunde *imod* en saadan Tydning. Det kan hverken godtgøres, at der er for høj eller for lav Temperatur, eller at der mangler Luft eller Vand. Saa forskellige er de fysiske Forhold paa Jorden og Mars dog, at vi Mennesker lige saa sikkert vilde omkomme, hvis vi pludselig blev henflyttet til Mars, som hvis vi nedsænkedes i Havet. Forskellen vilde være større, end hvis en Neger kom til Eskimoerne, eller en Fisk kom paa Landjorden.

Men til disse nærmest negative Vidnesbyrd slutter sig »Kanalernes« mere positive. Vi kan vanskelig tænke os disse snorlige Linier frembragt af den døde Naturs Kræfter. Intetsteds paa Jorden har den frembragt et Sidestykke til dem.

Se blot paa *Eumenides-Oreus*, den Kanal, der strækker sig gennem ni »Oaser« (Fig. 108, 3) og har en samlet Længde af halvsjette Tusind Kilometer, omtrent som fra Danmark til Grænsen mellem Rusland og Kina. Og se paa de 7 Kanaler, som udstraaler til disse Oaser fra »Titanernes Bugt«.

Ser vi den Regelmæssighed og Plan, med hvilken disse Kanaler

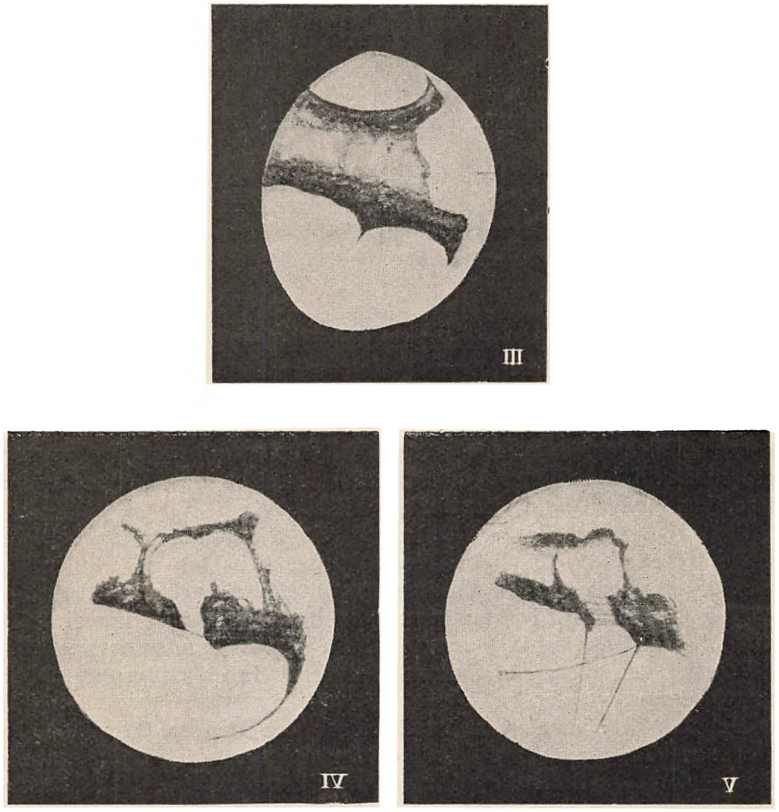


Fig. 111. Den samme Del af Marsoverfladen til tre forskellige Tider af Mars-Aaret.

er ordnede, kan vi forstaa, at Marsforskere i dem har set Resultaterne af en Intelligens, der har arbejdet med et bestemt Maal for Øje.

Den Opfattelse, at disse Streger er Kanaler, støder dog til en Begyndelse paa Vanskeligheder. Vilde vi Mennesker kunne gennemdrage *vore* Fastlande med saadanne snorlige Kanaler? — Vanskelig!

For det første vilde vi møde Bjærgene. Her synes dog eventuelle Mars-Ingeniører at være heldigere stillede end Jordens Kanalgravere, da man ikke ser noget synderlig til Bjærge paa Mars. Vi

har jo set, hvor ujævn Grænselinien mellem Maanens belyste og ubelyste Side viser sig paa Grund af Maaneoverfladens Uregelmæssigheder (Fig. 51 og 54). Paa Marsskiven forløber Grænselinien i Modsætning hertil temmelig jævnt — ja flere Areografer mener oven i Købet, at de svage Uregelmæssigheder, der ses, væsentlig foraarsages af Skyer højt oppe i den tynde Marsatmosfære. Bjærge synes altsaa ikke at være nogen Hindring for Kanalernes Løb.

Vanskeligere er det at forlige sig med Forestillingen om den store Bredde, Mars-Kanalerne har. De er mellem 30 og 60 km. i Tværmaal, mens f. Eks. Amazonfloden paa sit bredeste Sted kun er 15 km.

Ganske vist kan man ikke modbevise dem, der mener, at Marsoverfladen er saa jævn, at Kanalerne opstaar ved, at Vand er opstemmet mellem to ganske lave Dæmninger 30—60 Kilometer fra hinanden, eller dem, der tænker sig »Marsmenneskene« med rent »umenneskelige« Kræfter. Men det vil dog være rimeligst først at prøve, om der ikke kan findes mindre kunstige Forklaringer.

En Afrikarejsende fortæller, at nogle Ørkenflader i en Udstrækning af indtil 400 km. er gennemkrydset af snorlige Vegetationsstriber. Set ude fra Verdensrummet vilde disse tegne sig mod Ørkenens Sandhav paa samme Maade som »Mars-Kanalerne«. Den rejsende siger, at de er opstaaet ved, at Aberne, naar de vandrer fra Oase til Oase, strør Plantefrø til højre og til venstre og saaledes i Aarenes Løb omdanner deres Veje til Skovstriber!! Skyldes »Mars-Kanalerne« da maaske stedlige Mars-Bavianers Virksomhed? Ja, hvem ved! I hvert Fald maa Bavianerne da spille en større Rolle paa Mars end paa Jorden.

Alt i alt maa vi sige, at Mars endnu er en uløst Gaade. Det af de fremsatte Forklaringsforsøg, som bedst synes os at gøre Rede for alt, hvad vi ser, er efter vor Mening det bl. a. af Lowell forsvarede:

De mørke Steder skyldes Plantevækst, medens de gulrøde Strækninger er øde Ørkener. Planternes Trivsel afhænger af det sparsomme Vand. Derfor skifter Vegetationsfladernes Farve, naar Polarpletterne ved Aarstidernes Vekslen maa afgive den Væde, som Vinterkulden har bundet til Polens Omegn. Og ligesom *Nilens* stigende Vande befrugter den Stribe ægyptisk Land, gennem hvilken de strømmer, saaledes frugtbargør det Net af Kanaler, som Intelligensen paa Mars har anlagt, den omliggende Stribe golde Ørkensand. »Kanalerne« paa Mars er da ikke uden videre Kanaler; de mørke, mange Kilometer brede Striber, som vort Øje ser, er Vækststriber, som skylder et System af smalle Kanaler deres Liv.

I de senere Aar er der flere Gange blevet set smaa lysende Punkter paa Natsiden af Mars — den der vender bort fra Solen — og ganske tæt ved Dagsidens Begrænsningslinie. Hele den Maade, disse Punkter viser sig paa, kendetegner dem enten som Skyer eller som Bjærgtinder, der endnu belyses af det svindende Sollys, ganske som Tilfældet er med Maanebjærgene (se Fig. 54), naar de er i

Begreb med at drejes ind paa Maanens ubelyste Side. — Disse Lysprikker var for fristende, til at Jordklodens Aviser kunde lade dem passere i Fred. Mars har allerede i flere Aar været i Begreb med at fortrænge »den store Søslange« fra Spalterne, og Oprettelsen af »interplanetær Signalisering« behandles som umiddelbart forestaaende. En fransk Dame har testamentarisk efterladt en stor Kapital til den, der først kommer i Forbindelse med en *anden* Planet end Mars — »en anden« formodentlig, fordi hun har ment, at det var for let at oprette Forbindelsen med denne sidstnævnte. Stemningen var da saa godt oparbejdet, at de omtalte Lysprikker straks kunde tages for »Marssignaler«.

Selv om det var givet, at der paa Mars fandtes Væsener med Intelligens, saa maa enhver, der rolig vil overveje Sagen, kunne indse, hvor vanskelig en Udveksling af Tegn mellem Jorden og Mars maa være. At vifte med Flag kunde intet nytte. Lad os endda forudsætte, at *Marsbeboerne* kunde svinge en Flagdug, der mindst var paa Størrelse med Jylland — vi Mennesker er dog ikke i Stand dertil. Signalerne maatte vel snarere gives ved Lysblink fra Jordens Natside paa den Tid, da Mars er os nær — altsaa i Opposition. I og for sig er det mere end tvivlsomt, om vi Mennesker, selv med de største pekuniære Ofre, er i Stand til at frembringe saa stærke Lysglimt, at de kan ses i mange, mange Millioner Kilometers Afstand og tværs gennem Jordens Atmosfære. Men Sagen vil oven i Købet forværres yderligere derved, at Jorden iagttaget fra Mars paa den omtalte Tid maa staa i samme Retning som Solen.

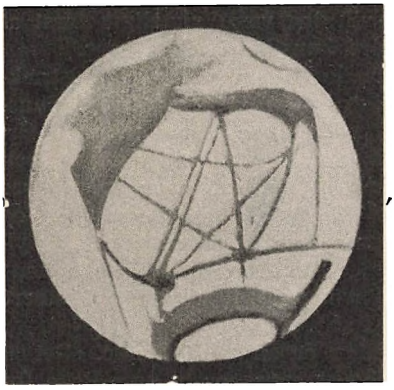


Fig. 112. Egnen mellem den store Syrte og den nordlige Polarplet (forneden) den 10 Februar 1901. Efter Flammarion.

Der er altsaa ikke megen Udsigt til, at vi snart skal faa at høre om virkelige Marssignaler. Absolut at benægte Muligheden for, at saadanne skulde kunne komme i Stand, tør vi dog ikke. Der kan ikke nævnes tvingende Beviser imod den Tro, at der skulde findes Væsener med Intelligens paa Mars — Tværtimod! Og desuden har det sidste Aarhundredes Naturvidenskab ofte overrasket Menneskeheden med sine Opdagelser.

Marsmaanerne. Efter at Galilei havde set, at Jupiter omkredsedes af flere Maaner, begyndte Astronomerne at holde Øje med de andre Planeters Omgivelser. Der blev virkelig ogsaa efterhaanden funden Maaner ved en Del af Planeterne, men undertiden viste Fundet sig rigtignok at være Øjenforblændelse. Snart havde man taget fejl af en ganske fin, lille Fiksstjerne, som Planeten passerede tæt

forbi, og som man troede var en Maane, snart havde man set et Spejlbillede af selve Planeten, dannet ved gentagen Spejling i Øjets »Hornhinde« og Okularlinsen. Paa denne Maade er der i Tidens Løb blevet fundet adskillige falske »Venusmaaner«. Gentagne Gange er der blevet talt om »Marsmaaner«, men da hverken Herschel i 1783 eller d'Arrest i 1862 havde kunnet opdage nogen, var man blevet mest tilbøjelig til at tro, at der ingen var. Det vakte derfor en vis Opsigt, da et Telegram fra Washington i 1877 meldte, at *Hall* havde opdaget, at Mars omkredsedes af to smaa Maaner. Disse Maaner er saa smaa, at man ikke kan maale deres Størrelse nøjagtig; Tværmaalet er i hvert Fald ikke meget over en halv Snes Kilometer, saa at Overfladen neppe er paa Størrelse med Falster.

Maanerne kaldes *Phobos* (Rædsel) og *Deimos* (Skræk), fordi disse ifølge Homers Iliade gaar i Krigsgudens Følge:

> Talt; fluks *Rædsel* og *Skræk* han befoel i Aaget at koble
> Gangernes Spand, saa aksled han selv sin straalende Rustning.

Den Afstand, i hvilken de to Maaner kredser, er forholdsvis lille sammenlignet med Marsklodens egen Størrelse. Phobos bruger lidt over $7^1/_2$ Time til at fuldføre sit Kredsløb eller kun *en Trediedel* af den Tid, som Mars bruger til at dreje sig en Gang om sig selv. Af dette mærkelige Forhold følger, at Phobos set fra Mars vil staa op i Vest og gaa ned i Øst.

Mars er den Planet, vi næst efter Jorden ved mest om, og dog er der saa mange Spørgsmaal, vi maa lade staa hen. Næsten overalt møder vi Tvivl og Uvished. Vi maa for at bruge Schiaparellis Ord sætte vor Lid til »den Naturens Velvillie, som Galilei talte om, og som fra Tid til anden ganske uventet sender os en Lysstraale, der lader Tanken opnaa Forstaaelse der, hvor denne før syntes uopnaaelig.«

ASTEROIDERNE.

Endnu i det syttende Aarhundrede kendte man kun seks af de Planeter, som kredser om Solen, nemlig Merkur, Venus, Jorden, Mars, Jupiter og Saturn.

Lad os opskrive en Række Tal, der viser Forholdene mellem de Afstande fra Solen, i hvilke disse kredser, idet vi for at faa simple Tal regner Saturns Afstand for 100. Vi faar da *med lidt afrundede* Tal følgende Værdier: Merkur 4; Venus 7; Jorden 10; Mars 16; Jupiter 52; Saturn 100.

Flere Astronomer havde undret sig over det store Spring fra Mars til Jupiter. I 1766 gjorde *Titius*, en Professor i Wittenberg, opmærksom paa, at de ovenstaaende Tal kan udregnes paa en mærkelig simpel Maade: 7 er $4 + 3$, 10 er $4 + 6$, 16 er $4 + 12$. Det Tal, der efterhaanden er blevet lagt til 4, er i hver følgende Sum stadig blevet fordoblet. Men for at komme til 52 maa vi til 4 lægge et Tal, som vi faar ved to Gange at fordoble 12.

$$52 = 4 + 48 = 4 + 2 \times 2 \times 12.$$

Derpaa er igen regelmæssig 100 = 4 + 96. Titius udtalte da den Formodning, at der mellem Mars og Jupiter kredser en Planet i en Afstand, der svarer til Tallet 4 + 2 × 12 = 28. Herved vilde Gabet mellem Afstanden 4 + 12 og 4 + 48 være blevet udfyldt.

Troen paa, at Planeternes Afstande fra Solen fulgte denne simple Lov, blev endnu stærkere, da Herschel i 1781 opdagede Planeten Uranus, og da man fandt, at dens Afstand nogenlunde passede med Loven. Den skulde have været fremstillet ved Tallet 4 + 192 = 196 og var 192. Man besluttede nu at forsøge, om man ikke skulde kunne finde den formodede manglende Planet mellem Mars og Jupiter.

Enhver vil forstaa, hvor vanskelig den Opgave var, som Astronomerne her havde stillet sig. Hvis Planeten overhovedet eksisterede, maatte den være saa lille, at den neppe vilde kunde kendes derpaa.

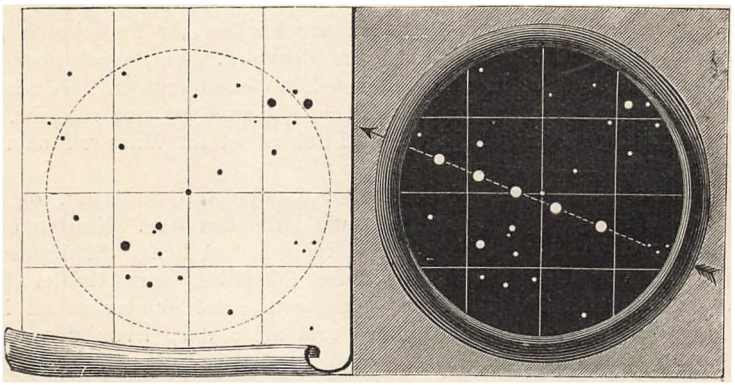


Fig. 113. En Planets Vandring mellem Stjernerne opdaget ved Sammenligning mellem Kikkertfeltets Stjerner (til højre) og et Stjernekort over samme Egn af Himlen (til venstre).

at den i en Kikkert vilde vise sig med tydelig Skive. Den maatte udelukkende kendes fra de andre Stjerner derpaa, *at den til forskellige Tider blev set i forskellige Stjernebilleder*. Vi vilde nemlig se en saadan Planet paa den Baggrund, som dannes af den mørke Nathimmel med de fjerne Fiksstjerner, og idet baade Jorden og Planeten løb frem i deres Baner, vilde Sigtelinien fra Jorden til Planeten efterhaanden komme til at pege mod forskellige Stjerner.

Det var dog paa Forhaand rimeligt at antage, at den ukendte Planets Bane nogenlunde maatte ligge i Plan med alle de øvrige Planetbaner, saaledes at man særlig burde have Opmærksomheden henvendt paa de Stjernebilleder, i hvilke de andre Planeter ses, nemlig Dyrekredsens Billeder.

Fig. 113 illustrerer, hvorledes en Planet opdages ved sin Bevægelse mellem Stjernerne. Til venstre ses en lille Del af et Stjerne-

kort, til højre gennem Kikkerten den tilsvarende Del af Stjernehimlen. Det Net af Linier, der gennemkrydser Kikkertfeltet, dannes af Traade af fint Edderkoppespind, som er udspændt inde i Kikkerten selv og belyst, saa at de træder frem paa Himlens mørke Baggrund.

Opdager vi nu i Feltet en Stjerne, som ikke findes afsat paa Kortet, saa undersøger vi atter dens Plads efter nogen Tids Forløb. Har Stjernen saa i Mellemtiden flyttet sig hen til en anden Plads, røber den sig derved som en Planet. De fem hvide Prikker paa den punkterede Linje i Tegningen til højre skal forestille fem paa hinanden følgende Stillinger af en saadan Vandrestjerne. Selve den punkterede Linie, der viser Planetens Vej, er naturligvis en rent tænkt Linie, som ikke ses af Øjet. Man vil nu forstaa, at det først og fremmest var nødvendigt at have paalidelige Kort over de Myriader af smaa Stjerner, som ved Kikkertens Hjælp kan ses i Dyrekredsens Stjernebilleder.

I Slutningen af det attende Aarhundrede sluttede en Del Astronomer sig sammen for at gaa paa Jagt efter det formodede Himmellegeme, idet enhver fik sin Del af Himlen at afsøge.

Da hændte der det mærkelige Tilfælde, at en Astronom, der stod helt udenfor Sammenslutningen, *Piazzi* i Palermo, d. 1ste Jan. 1801 iagttog, at der i Stjernebilledet »Tyren« stod en Stjerne, som efter hans Kort at dømme ikke hørte til paa det Sted — som altsaa var en Planet. I omtrent seks Uger fulgte Piazzi nu den ny Planets Vandring mellem Fiksstjernerne; saa kom den saa nær til Solen, at Iagttagelse af den foreløbig maatte indstilles.

I de Tider var der ingen Telegraf til at sprede Nyhederne over Jorden, og der var ingen andre Astronomer end Piazzi, der fik gjort Iagttagelser af Planeten, før den blev usynlig. Der opstod nu det Problem at genfinde den lille Vandrestjerne i den øvrige Stjernevrimmel, naar den i Efteraarstiden atter blev synlig paa den anden Side af Solen. Den unge tyske Matematiker *Gauss* høstede her nogle af sine første Laurbær ved at vise, hvorledes Planetens fremtidige Sted kunde forudberegnes af Piazzis faa Observationer. Han meddelte Astronomerne, i hvilken Retning, de skulde indstille deres Kikkerter for atter at opdage Planeten, og inden Aaret var omme, var den genfunden. Den fik Navn efter Romernes Gudinde for Agerdyrkning, *Ceres*.

I vore Dage staar denne allerede mere end hundrede Aar gamle Opdagelse temmelig afbleget. Men man vil let kunne udmale sig den Opsigt, som Planeten Ceres dengang vakte blandt Astronomerne, da det viste sig, *at den netop kredsede mellem Mars og Jupiter i en Afstand, der nogenlunde svarede til Tallet* 4 + 24 = 28.

Troen paa den »Titiuske Lov« var paa Højdepunktet til Trods for de mindre Afvigelser fra »Loven«, der faktisk kommer frem, naar man tager Planeternes *nøjagtige* Afstande og ikke nøjes med Tilnærmelsesværdier.

I Marts 1802 blev der imidlertid gjort en Opdagelse, som var

temmelig rystende for »Loven«. *Olbers*, en Læge i Bremen, der gav sig meget af med Astronomi, opdagede nemlig endnu en lille Planet, som kredsede mellem Mars- og Jupiterbanen. Den fik Navnet *Pallas*. For at redde Titius' Lov opstillede Olbers da den Hypotese, at de to Planeter var Stumper af en enkelt Planet, som paa en eller anden Maade var blevet sprængt itu.

Forskellige Astronomer gav sig nu til at lede efter andre »Stumper« af den sprængte Planet, og allerede i 1804 blev *Juno* fundet og i 1807 *Vesta*.

Nu hengik der næsten fyrretyve Aar, uden at ny Planeter blev opdaget. Det var især Manglen paa fuldstændige Stjernekort, der vanskeliggjorde Astronomernes Arbejdet, men da denne Mangel til sidst var blevet afhjulpet, begyndte »Planetjagten« igen. Den er med voksende Udbytte blevet fortsat lige til vore Dage. *Ved det nittende Aarhundredes Slutning var allerede Antallet af kendte Smaaplaneter — Asteroider — halvfemte Hundrede.*

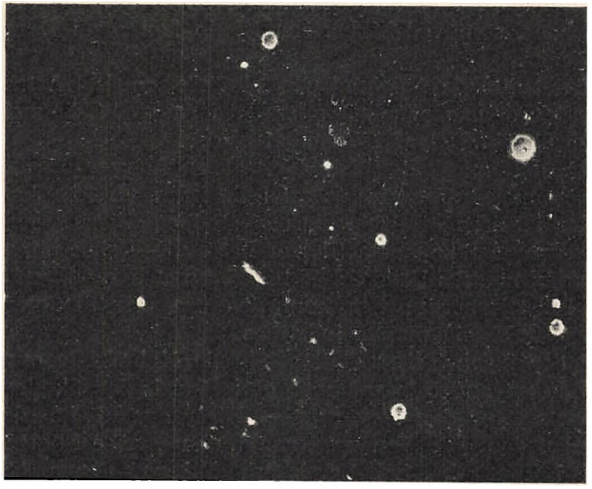


Fig. 114. Opdagelsen af en Asteroide (»Svea«) ad fotografisk Vej. I de to Timer, Ekspositionen har varet, har Asteroiden tegnet en lille Streg henad Pladen.

Himmelfotografien har i høj Grad lettet Eftersøgningen. Lad os tænke os, at vi en stjerneklar Nat retter den fotografiske Kikkert mod en bestemt Del af Fiksstjernehimlen og sætter Kikkertens Urværk i Gang, saa at hver enkelt Fiksstjernes Billede uafbrudt hviler paa samme Sted af den fotografiske Plade. Hvis der nu i Kikkertfeltet tilfældigvis befinder sig en Planet, saa vil dennes Billede, dersom Ekspositionen varer i en tilstrækkelig lang Tid, ganske langsomt vandre henover Pladen. Mens Fiksstjernerne altsaa paa Fotografiet viser sig som runde Prikker, vil Planeten give sig til Kende ved en lille Streg. Fig. 114 er en forstørret Afbildning af den Fotografiplade, paa hvilken en lille Asteroide, *Svea*, blev opdaget i 1892 af *Max Wolf* i Heidelberg. Stregen ses omtrent midt paa Billedet.

Naar en Asteroide er blevet fundet, gælder det om at undersøge, om den er *ny* — hidtil ukendt. Man maa altsaa undersøge, om ingen af de tidligere kendte Asteroider paa den Tid, da Fotografiet blev taget, stod paa det iagttagne Sted, og man vil kunne forstaa, at det store Antal kendte Asteroider begynder at virke noget trykkende. Bliver Antallet ved at forøges som hidtil, maa Astronomerne, som har andre og vigtigere Opgaver at løse end at holde Rede paa de smaa Asteroider, tage deres Parti. De maa udvælge Grupper af de vigtigste Asteroider, følge dem med deres Beregninger, og saa lade de mindre væsentlige gaa deres tyste Vej gennem Verdensrummet uden nogen Kontrol af Kikkert eller Almanak.

Det var »Titius' Lov« — ofte kaldet »Bodes Lov« — og Olbers' Hypotese om, at Stumperne af en sprængt Planet kredser mellem Mars- og Jupiterbanen, der til en Begyndelse havde drevet Astronomerne frem i deres Undersøgelser. Troen paa »Titius' Lov« blev efterhaanden mere og mere rokket, særlig efter at Planeten Neptun var blevet opdaget. For denne Planets Vedkommende skulde Afstandstallet (med Saturn = 100) være 4 + 384 = 388, mens det i Virkeligheden kun er 300. Nutildags er Astronomerne derfor mest tilbøjelige til kun at se et tilfældigt Sammentræf i den Regelmæssighed, som man efter et altfor overfladisk Blik paa Planetafstandene kunde ane. Olbers' Hypotese skal vi ved en senere Lejlighed endnu engang kortelig berøre. Den finder ikke mere nogen nævneværdig Tilslutning.

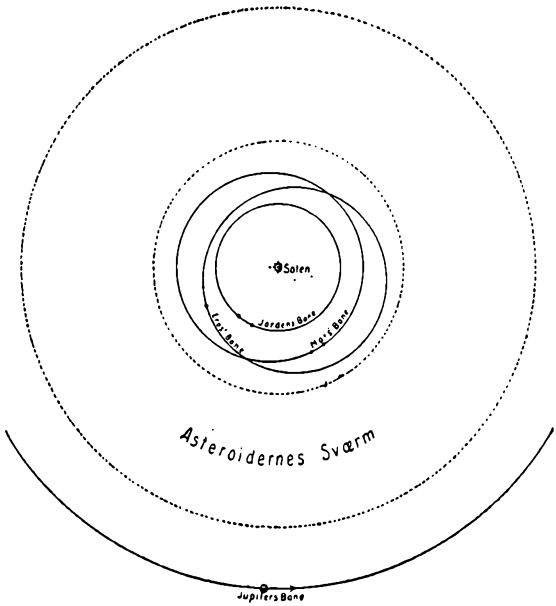


Fig. 115. Planetbaner indenfor Jupiterbanen.

De Afstande fra Solen, i hvilke det halve Tusinde af kendte Asteroider kredser i en ringformig Sværm, ligger i det væsentlige mellem 300 Mill. og 600 Mill. km. For Mars er Afstanden noget over 200 Mill. km., for Jupiter noget under 800 Mill. km. I Aaret 1898 opdagedes en lille Planet, hvis Bane ganske vist bryder ud af

Asteroidernes Ring, men som dog paa Grund af sin ringe Størrelse naturlig henregnes til dem. Denne lille Planet, der har faaet Navnet *Eros*, er mærkelig derved, *at den paa en Del af sin Bane ligger nærmere ved Solen end Mars, men paa den øvrige Del er længere borte.* Fig. 115 anskueliggør Erosbanens omtrentlige Stilling mod Jord- og mod Marsbanen.

Med visse Mellemrum vil Eros kunne nærme sig Jorden indtil 20 Millioner km. Efter den foreløbige Beregning vil dette Tilfælde indtræde i Januar 1924. Naar vi undtager Maanen, er der ingen anden Himmelklode, der kan komme Jorden saa nær som Eros, og, som vi senere skal se, har denne Begivenhed en betydelig astronomisk Interesse.

Alle Asteroiderne er smaa — saa smaa, at det i Reglen har været umuligt at maale deres Tværmaal. Kun Vesta kan en sjælden Gang skimtes uden Kikkertens Hjælp af Folk med gode Øjne, og de fleste andre Asteroider viser sig, selv i de stærkeste Kikkerter, kun som *Punkter.*

Om Antallet af Asteroider kan man intet bestemt sige — muligvis er vi nær ved at kende dem alle sammen, men det kan ogsaa være, at der i Sværmen kredser utalte Tusinder, som er for smaa til, at vi kan se dem.

Hvad den *samlede* Masse af alle Asteroider angaar, kan man kun med Sikkerhed sige, at den er ringe, sandsynligvis kun en lille Brøkdel af Jordens.

Tager vi Hensyn til Asteroidernes ringe Tværmaal, forstaar vi let, at vi ingen Kendskab har til deres særlige fysiske Forhold.

JUPITER.

Vi kommer nu til de fire store Planeter, der kredser hinsides Asteroidernes Sværm. Først i Rækken træffer vi den største af dem, *Jupiter.* I Størrelse staar denne som et Mellemled mellem Solen og Jorden, idet dens Tværmaal omtrent er 11 Gange Jordens, mens Solens omtrent er 10 Gange Jupiters.

Jupiters *Rumfang* er 11 × 11 × 11 eller over 1300 Gange Jordens. *Massen*, der er samlet i Jupiterkloden, har Astronomerne derimod kun fundet at være 310 Gange Jordens. Da Massen altsaa langt fra er større i samme Forhold som Rumfanget, maa Stoffet i Jupiter være temmelig let — »Vægtfylden« i Gennemsnit ringere end Jordens; (Vægtfylde se »Naturen og dens Kræfter« Sp. 280).

Jupiter overgaas i *tilsyneladende* Lysstyrke af Venus, naar denne er os nærmest, men ellers hverken af Mars, Merkur eller Saturn. Den Afstand fra Solen, i hvilken Jupiter kredser, er mere end fem Gange saa stor som den, i hvilken Jorden kredser. Nærmest ved Jupiter er vi da, naar Jorden er paa det Sted af sin Bane, som ligger i Retningen fra Solen til Planeten, men selv i dette Øjeblik,

hvor Jupiter altsaa, for at bruge Astronomernes Udtryk, er i Opposition til Solen, er den omtrent fire Gange saa langt borte fra os som Solen. Jupiter viser sig derfor i Kikkerten med en Skive, der synes forbavsende ringe, naar man kun tænker paa Klodens virkelige Størrelse og ikke husker paa, hvor langt den er fjernet fra os. Under disse Forhold vil man kunne forstaa, at vort Kendskab til Jupiters fysiske Forhold maa blive ringe og tilmed ret usikkert.

Lad os begynde med det sikre — det vi ser i Kikkerten. En halv Snes Aar efter, at Galilei havde opdaget Jupiters Maaner (S. 57), bemærkede forskellige Astronomer, at der henover Skiven løber nogle parallelle mørke Striber eller Baand.

Man kunde jo tænke sig, at de skyldes en lignende Fordeling af

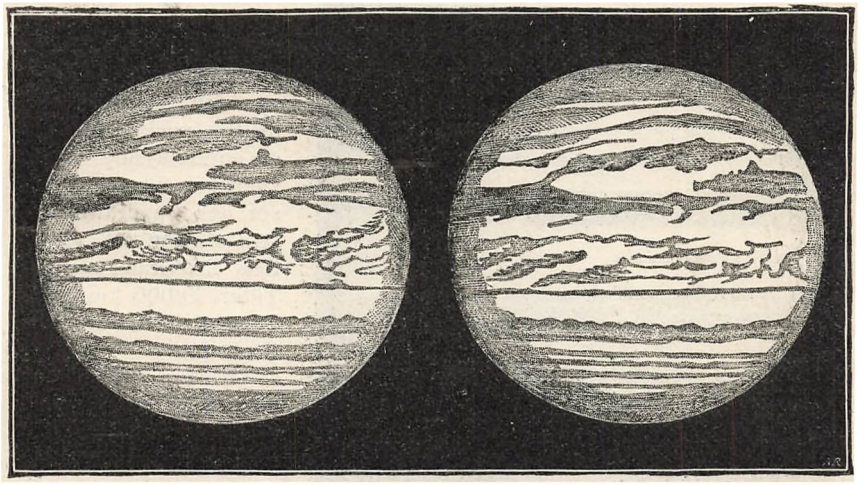


Fig. 116. Jupiterklodens Omdrejning i Løbet af en Time. Efter Chacornacs Tegning den 18. Oktbr. 1856.

Have og Fastlande som paa Jorden. Denne Forklaring maa imidlertid opgives. Mens de mørke Pletter, der f. Eks. tegner sig paa Maanens Overflade, er uforanderlige, saa at man kan tegne Kort af dem, saa er Striberne paa Jupiteroverfladen stadig underkastede Forandringer. De smaa Enkeltheder, som man kan se i Kikkerten, kan forandre sig i ganske kort Tid. Dog kan undertiden større Striber og Pletter alligevel holde sig uforandrede i deres Hovedtræk i Aarevis.

Hvor foranderlige de mørke Partier end er, saa er der altid en vis Regelmæssighed i den Maade, paa hvilken de ordner sig i lange parallelle Striber. Trods Forandringerne i disses Udseende er det dog ikke vanskeligt at se, at Jupiter drejer sig om sig selv og samme Vej rundt som f. Eks. Jorden, Mars og Solen. Gennemgaaende

forandrer Striberne sig ikke hurtigere, end at det er let at se, at den Tid, i hvilken Jupiter drejer sig om sig selv, er langt ringere end Jorddøgnet. Tiden er nemlig ikke engang 10 Timer. Om en nøjagtig Bestemmelse paa Sekundet kan der dog ikke være Tale, thi selv om man finder en Plet, der bevarer sit Udseende under et Omløb, saa har den dog under dette skiftet Stilling i Forhold til Omgivelserne. Man finder derfor kun Plettens egen Omløbstid, og hver Plet giver sin.

Denne Foranderlighed i Striberne paa Jupiter tyder paa, at de skyldes noget, der svømmer rundt som store Skymasser. Undertiden kan bestemte Dele holde sig gennem lange Tider, hvilket f. Eks. har været Tilfældet med den saakaldte »røde Plet«, der har været synlig siden 1872. Særlig i Firserne viste den sig med en kraftig, rød Farve. Den er endnu synlig, men stærkt afbleget. Vi ser den opad til venstre paa Fig. 118. Plettens Tværmaal var til Tider 30 000 km., tre Fjerdedele af Jordens Omkreds.

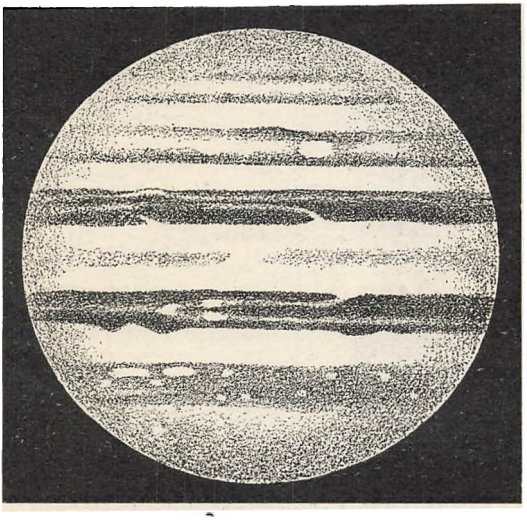


Fig. 117. Jupiter den 10. Juli 1889, Kl. $8^3/_4$. (Tegnet paa Lick-Observatoriet).

Vil man forklare sig, hvad det er for et Spil af Kræfter, man her har for Øje, saa maa man som sagt huske, hvor vanskelig Opgaven er. Lad os til Udgangspunkt tage den allerede tidligere benyttede Betragtning, at mens Solen paa Grund af sin uhyre Størrelse endnu ikke har udstraalet saa megen Varme, at den er begyndt at størkne, saa er den lille Jordklode allerede forlængst saa vidt afkølet, at dens Overflade er fast. Da Jupiter i Størrelse indtager en Plads mellem Jorden og Solen, maa man ogsaa vente, at den, hvad indre Varme angaar, staar paa et Mellemtrin. Paa Forhaand maa man derfor være tilbøjelig til at tænke sig Jupiter som en Klode, der skønt langt koldere end Solen, dog endnu er i Besiddelse af megen Varme, ja, som maaske endnu er glødende og indhyllet i en høj og tæt Atmosfære af Dampe af lettere flygtige Stoffer. Selve Overfladen vil vi da ikke kunne se gennem Atmosfærens Damptaage. Ved den stadig fortsatte Udstraaling af Varme

til Verdensrummet vil Atmosfærens Temperatur efterhaanden synke, og man kan tænke sig, at de mørke Striber bestaar af Skyer, som dannes ved Fortætningen af Dampe, der ved den lavere Temperatur ikke mere kan eksistere i Dampform.

For Rigtigheden af dette Billede taler virkelig en hel Del Ting. For det første viser *Spektroskopet*, at Jupiter har en høj og tæt Atmosfære. Som allerede tidligere berørt, har Astrofysikerne ganske vist ikke nær den Nytte af Spektralanalysen ved Undersøgelserne af Planeterne som ved Undersøgelsen af selvlysende Legemer f. Eks. Solen. De af Solspektrets fraunhoferske Linier, som man genfinder uforandrede i Planetspektret, fortæller nemlig intet om Planetens egen kemiske Sammensætning, de kan jo føres helt tilbage til Solatmosfæren, eller de skyldes Jordatmosfæren. Men hvis der findes *ny mørke Linier* i Spektret, eller de gamle er kendelig forstærkede, saa maa dette skyldes en Indsugning, som har fundet Sted, mens Lyset passerede Planetens Atmosfære, *og da er der Mulighed for, at man af disse ny Liniers Plads kan slutte sig til Planetatmosfærens Sammensætning.*

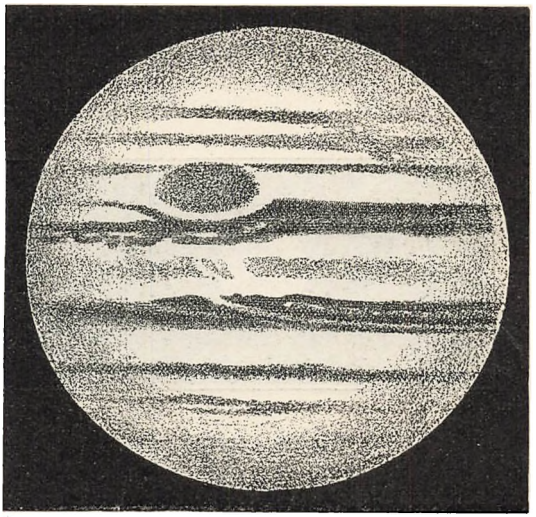


Fig 118. Jupiter den 11. Juli 1889, Kl. 12. (Tegnet paa Lick-Observatoriet).

Det viser sig nu virkelig, at Jupiterspektret er noget forskelligt fra Solspektret. Iagttagelserne tyder paa, at Jupiteratmosfærens Indsugning til Dels er af samme Art som vor egen Atmosfæres; der viser sig dog ogsaa en yderligere Indsugning — et mørkt Baand i det røde —, hvis Natur man ikke endnu kender.

Ogsaa andre Ting tyder paa, at den nævnte Opfattelse er rigtig. Solens Gennemsnitsvægtfylde er betydelig ringere end Jordens, hvilket stemmer godt med dens høje Temperatur. Men nu viser det sig, *at ogsaa Jupiters Gennemsnitsvægtfylde er ringere end Jordens.* Desuden er der Tegn til, at Jupiter ligefrem er saa hed, at den selv udstraaler Lys foruden det tilbagekastede Sollys. Omhyggelige Maalinger af den Mængde Lys, som Jupiter sender til os, viser nemlig, at denne Mængde er overraskende stor, naar man tager Jupiters

Afstand fra Lysgiveren — Solen — og fra Jorden med i Betragtningen. —

Jupitermaanerne. Allerede i en temmelig tarvelig Kikkert ser man de fire Maaner, som Galilei opdagede i 1610. De er i Virkeligheden saa lette at faa Øje paa, at Galilei snart fik overbevist Samtidens Aristotelikere om deres Eksistens til Trods for, »at de ikke stod omtalt hos Aristoteles«. Den femte Maane derimod, som *Barnard* opdagede i 1892 paa Lick-Observatoriet, kan kun ses i de største Kikkerter.

Da vi Mennesker er temmelig nær ved at befinde os i Forlængelserne af de Planer, i hvilke Maanerne kredser, viser deres Bevægelser om Jupiter sig i stærkt forkortet Perspektiv. Maanerne synes at bevæge sig næsten retlinet frem og tilbage paa begge Sider af selve Jupiter, idet de snart gaar bag om den, snart frem foran den. Under denne Bevægelse synes de tilnærmelsesvis at staa i ret Linie med hverandre.

Den inderste af de fem Maaner, Barnards, er meget lille og

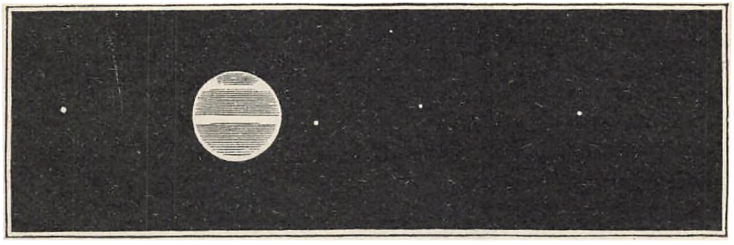


Fig. 119. Jupiter og dens fire store Maaner.

kredser om Jupiter i mindre end 12 Timer. Skønt Tiden er ringe, er den dog større end Jupiterklodens egen Rotationstid (henved 10 Timer). Den kan altsaa ikke i Mærkelighed maale sig med Marsmaanen Phobos (S. 159). Begge de to her omtalte Maaner kredser for øvrigt temmelig nær ved de styrende Kloders Overflader, idet Banernes Tværmaal kun er lidt over halvtredie Gange saa store som Hovedklodernes Tværmaal.

Den næste i Rækkefølgen af Jupitermaanerne — fra gammel Tid betegnet som I — er i Tværmaal større end vor Maane, men mindre end Merkur og fuldfører sit Omløb i 1 Døgn, 18 Timer og $27^1/_2$ Minut. Den næste, II, er omtrent paa Størrelse med vor Maane, maaske lidt mindre.

Den næste igen, III, er den største; den er betydelig større end vor Maane, større end Merkur, men mindre end Mars. IV er omtrent paa Størrelse med Merkur. II, III og IV fuldfører deres Omløb om Jupiter i henholdsvis 3 Døgn og 13 Timer, 7 Døgn og 4 Timer, 16 Døgn og 17 Timer.

Jupiters lydige Drabanter er altsaa ikke helt smaa Kloder. De har til Tider haft en Del Betydning for Udviklingen af forskellige astronomiske Spørgsmaal.

Paa Galileis Tid kom de til at staa som et synligt Billede af det kopernikanske System, som en Model af Solsystemet: Ligesom disse Maaner kredser om Jupiter, saaledes kredser Planeterne om Solen. Senere (1675) ledede de den danske Astronom *Ole Rømer* til den vigtige Opdagelse, *at Lyset, der udstraaler fra en Lyskilde, bruger Tid til at udbrede sig i Rummet — at Lyset ikke naar en langt bortfjernet Genstand i samme Øjeblik, det udstraales.*

Med denne Opdagelse forholdt det sig paa følgende Maade: Næsten under hvert Omløb kommer enhver af Jupitermaanerne ind i den mægtige Skyggekegle, som Jupiter kaster ud i Verdensrummet i modsat Retning af Solen, og Maanen forsvinder da for vort Blik, thi den er kun synlig ved det Sollys, der falder paa den.

Det Tidspunkt, da en Jupitermaanes Formørkelse begynder, er det samme for alle Iagttagere, og derfor kan disse meget hyppige Formørkelser, som oven i Købet kan iagttages i temmelig smaa Kikkerter, bruges til at sammenligne Klokkeslettene paa forskellige Steder af Jorden. En Sammenligning af de forskellige Steders Klokkeslet er af stor Vigtighed ved Bestemmelsen af deres geografiske Plads paa Jorden, og Jupitermaanernes Formørkelser kan derfor bl. a. komme til at spille Rolle for Søfareren paa lange Rejser.

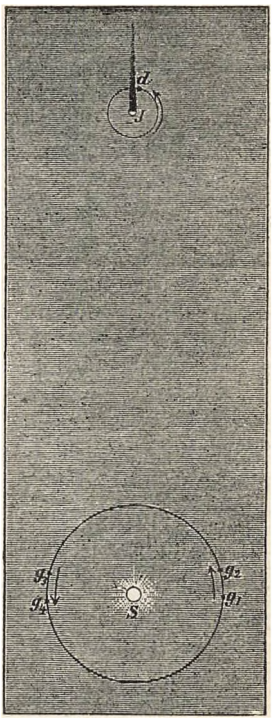


Fig. 120. Ole Rømers Bestemmelse af Lysets Hastighed ved en Jupitermaanes Formørkelse.

Det varede ikke længe efter Galileis Opdagelse af Maanerne, før man begyndte at forudberegne Tabeller over Formørkelsernes Indtræden, men da disse Tabeller viste sig at være unøjagtige, gav Ole Rømer sammen med Domenico Cassini sig til at beregne ny Tabeller. Rømer blev da opmærksom paa, at Tidspunkterne for hver Maanes Formørkelse var underkastet Svingninger, der paa en mærkelig Maade afhang af Jordens Sted i sin Bane om Solen. — Lad g_1, g_2, g_3 og g_4 paa Fig. 120 forestille Jordens Bane om Solen S. Lad J være Jupiter og d den Maane, vi betegnede med I; den kommer under hvert Omløb ind i Jupiters Skygge. Lad os endvidere antage, at Jupitermaanen d netop træder ind i Skyggen, naar Jorden er i g_1. Naar efter fuldendt Kredsløb den næste Formørkelse af d indtræffer, er Jorden

maaske kommet til g_2. I Tiden mellem de to paa hinanden følgende Jupitermaaneformørkelser har Jorden altsaa gennemfaret Strækningen g_1g_2, og det i en Retning *henimod* Jupiter.

Et halvt Aar senere flyver Jorden gennem Rummet paa den modsatte Side af Solen og altsaa *bort* fra Jupiter. Lad os da tænke os, at Jorden paa lignende Maade som før gennemløber Banen g_3g_4 i Tiden mellem et andet Sæt paa hinanden følgende Formørkelser af d.

Rømer opdagede nu, at Formørkelserne følger hurtigere paa hinanden paa de Tider, da Jorden bevæger sig *henimod* Jupiter, end paa de Tider, da den fjerner sig fra den. Det saa altsaa ud, som om Maanerne *løb hurtigere* om Jupiter, hver Gang *Jorden nærmede* sig til den, og omvendt langsommere, naar Jorden fjernede sig fra den.

Det var dog højst usandsynligt, at der skulde være knyttet et saadant mystisk Baand mellem Jorden og Jupitermaanernes Kredsen, og derfor sluttede Rømer, at Aarsagen var, *at Lyset bruger en vis Tid til at forplante sig gennem Verdensrummet.*

Alle har sikkert lagt Mærke til, hvorledes *Lyden* bruger en vis Tid om at forplante sig gennem Luften (»Naturen og dens Kræfter« Sp. 338). Den fjerne Tordens Rullen naar først vort Øre adskillige Sekunder efter, at vi har set Lynglimtet. For hver 330 Meter Lynet er fjernet, gaar der 1 Sekund. Forudsætter vi nu, at Lyset ligeledes bruger nogen Tid til at forplante sig gennem Rummet, bliver den tilsyneladende Variation af Jupitermaanernes Omløbstid let at forstaa. Naar Jorden løber fra g_1 til g_2, flyver den Lyset i Møde, og det med stor Fart. Den tilbagelægger gennemsnitlig henved 30 km. i hvert Sekund, og derved bliver den Lysstraale, som bringer Budskab om, at Jupitermaanen er i Begreb med at formørkes, sparet for at gennemløbe Vejen g_2g_1. Omvendt naar Jorden fjerner sig fra Jupiter. Ved den Formørkelse, som vi ser fra g_4, maa Lyset løbe Vejen g_3g_4 længere end ved den umiddelbart foregaaende Formørkelse, som vi saa fra g_3, og derfor kommer Budskabet først senere, saa at Jupitermaanens Omløbstid tilsyneladende bliver længere.

Rømer fandt, at Tiden mellem de to Formørkelser, som vi ser i g_1 og g_2 paa denne Maade blev forkortet med 15 Sekunder, men Tiden mellem de to andre Formørkelser, der ses fra g_3 og g_4, forlængedes med 15 Sekunder. Vejen g_1g_2, der er 4 500 000 Kilometer, gennemløbes altsaa af Lyset i 15 Sekunder, saa at dette bevæger sig gennem Rummet med den uhyre Fart af omtrent *300 000 Kilometer i Sekundet* (40 000 Mil). Vejen fra Maanen til Jorden gennemfarer det i mindre end halvandet Sekund. Bud fra Solen faar vi dog først efter lidt mere end 8 Minutters Forløb. Først saa længe efter at f. Eks. en Protuberans er brudt frem fra Solranden, *ser* vi den altsaa her fra Jorden.

Hele den Verden, vi iagttager om os, er kun et *Billede*, som vi ved Hjælp af vore Sanser danner os af den virkelige Omverden. For den, der ikke er fortrolig med denne Tanke, er der noget mær-

keligt deri, at vi kan »se« en Begivenhed indtræde paa en anden Tid, end den, paa hvilken den »virkelig« indtræder. Sagen er dog lige saa forstaaelig som den Kendsgerning, at to Mennesker kan høre det *samme* Tordenskrald til *forskellige* Tider.



Fig. 121. Ole Rømer, f. 1644 i Aarhus, d. 1710, kaldtes 1672 til Frankrig, hvor han bl. a. opdagede Lysets Hastighed og opfandt forskellige Instrumenter. Hjemvendt 1681 udfoldede han som Professor i Astronomi, Politimester m.m. en betydningsfuld Virksomhed

Som næsten alle geniale Tanker mødte Rømers Paastand om, at Lyset bruger Tid til at naa gennem Rummet, stærk Modstand.

Rømer døde uden at se sin Tankes endelige Sejr. I vore Dage er Sagen hævet over enhver Tvivl. Det er lykkedes — oven i Købet ad forskellige Veje — her paa Jorden at maale Lysets Hastighed ved Forsøg, der i Nøjagtighed langt overgaar Rømers, og hans Forklaring er blevet fuldstændig bekræftet. Rømers Beregning af selve Lyshastighedens Størrelse har dog nu kun historisk Interesse. Jupitermaanernes Kredsen er nemlig ret uregelmæssig, og dette vanskeliggør i høj Grad en nøjagtig Beregning.

Mellem Solsystemets øvrige Planeter kredser Jupiter, selv omkredset af sine Maaner — en Stat i Staten. Er end vor *sikre* Viden om Jupiters fysiske Forhold ringe, saa maa vi dog sige, at der er temmelig stor Sandsynlighed for, at Planeten danner et Overgangstrin mellem Solens hvidglødende Kugle og Jorden med sin størknede Skal.

SATURN.

Ringen. Blandt de Mærkeligheder, som Kikkerten i 1610 lod Galilei se, var *den* ikke den mindst overraskende, som vedrørte Saturns Udseende. Efter Galileis Beskrivelse saa det ud, som om Saturn var tredobbelt; den midterste Stjerne syntes at være den største.

Galilei skriver i et Brev: »De to mindre Stjerner er som to Tjenere, der hjælper og støtter den gamle Saturn paa dens Vandring om Solen, og som altid holder sig ved hans Side. Gennem en Kikkert af mindre Forstørring ser Saturn ud som en aflang Stjerne af Form som en Oliven.«

Galileis Opdagelse blev modtaget med Spot og Mistillid — saaledes synes nu engang de overraskende astronomiske Opdagelsers Lod at skulle være. Tvivlerne fik til en Begyndelse Overmagten: Ingen kunde se de to smaa Stjerner, og det mærkeligste var, at da Galilei i 1612 vilde gense dem, kunde han heller ikke selv opdage dem. Man kan forestille sig Galileis Skuffelse. Der fortælles, at han blev saa forbitret, at han svor aldrig mere at se i Kikkert paa den forræderiske Saturn.

Men andre Astronomer tog Sagen op, og de saa da, hvorledes de to smaa Stjerner senere voksede ud igen. Saa forsvandt de atter, og i Aarenes Løb gentog dette sig ganske regelmæssigt. De forskellige Astronomer opfattede dog Planetens Udseende paa forskellig Maade. Paa Fig. 122 vises nogle af deres Tegninger. Øverst til højre er Scheiners fra 1614; han har set Maanerne fastgjort ved »Stilke«! Den nederste Tegning til højre er fra Midten af det syttende Aarhundrede og giver allerede et ret nøjagtigt Billede af Planetens Udseende paa den paagældende Tid. Det var dog først *Huygens'* Iagttagelsesevne og Skarpsindighed, der i 1656 formaaede at finde Aarsagen til disse mærkværdige Formforandringer. Vi har flere Gange set Eksempler paa, at det paa den Tid var ret almindeligt, at Videnskabsmændene meddelte deres Venner deres Opdagelser

skjult i Anagrammer for derved at vinde Tid til at sikre sig, at Opdagelsen var rigtig, uden at andre skulde kunne bemægtige sig Førsteretten. Den Meddelelse, Huygens udsendte, havde følgende lidet interessante Udseende: a a a a a a a c c c c c d e e e e e g h i i i i i i i l l l l m m n n n n n n n n o o o o p p q r r s t t t t t u u u u u. Løsningen paa denne Gaade var samtidig Saturngaadens Løsning: »Annulo cingitur tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato.« — »Den omgives af en Ring, som er tynd, plan, fritsvævende og skraatstillet mod Jordbanens Plan.«

Disse Ord forklarer alt. For bedre at kunne følge Udviklingen vil vi kaste et Blik paa Fig. 123. Da Saturns Størrelse er forsvindende mod dens Banes Størrelse, har det været nødvendigt at overdrive den første paa Tegningen. I Midten i Punktet S svæver Solen,

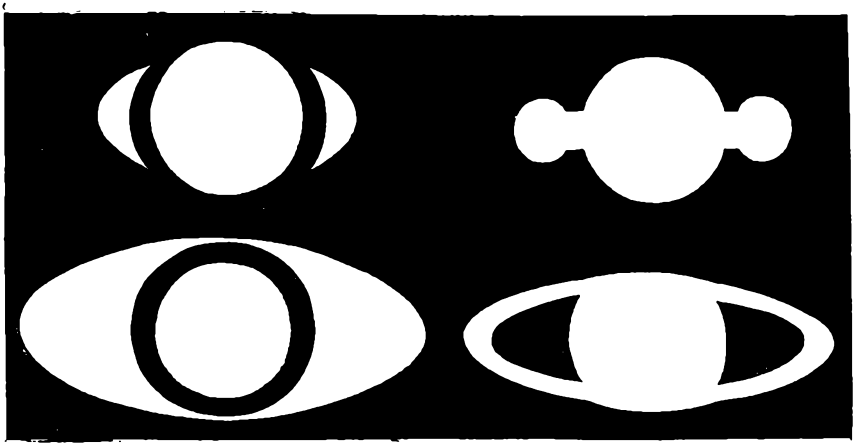


Fig. 122. Tegninger af Saturn fra det syttende Aarhundrede.

og om den kredser inderst Jorden og yderst Saturn. Den sidste gennemløber sin Bane, hvis Tværmaal er 10 Gange saa stort som Jordbanens, i et »Saturn-Aar«, hvis Længde udgøres af omtrent 30 jordiske Aar. Huygens indsaa nu, at Saturn paa sin Fart gennem Verdensrummet fører en plan, fritsvævende Ring med sig. Denne hælder mod Saturnbanens Plan og bevarer, saaledes som Figuren viser, under hele Saturns Omløb sin Retning i Verdensrummet uforandret. Figuren viser os de to Planetbaners Beliggenhed set fra et Sted, der ligger endnu længere borte fra Solen end Saturn. Da denne belyses af Solen, vilde den set fra et saadant Sted vise »Faser« som paa Figuren. Da vi Mennesker imidlertid er bundet til at se paa Planeten inde fra et Sted paa den lille Kreds EE′ om S, vil vi forstaa, at Saturn altid vender saa at sige hele den belyste Side mod Jorden.

Tænker vi os hensat til Jordens Kreds, vil vi forstaa, at naar Saturn er i Stillingen længst til højre paa Figuren, saa ser vi Ringens »øverste« Side fuldt belyst. Et kvart »Saturn-Aar« eller omtrent 7 jordiske Aar senere er Planeten naaet til den bageste Stilling, og kun Kanten af Ringen vender imod os; da Ringen er temmelig flad, vil den være helt usynlig, hvis Iagttageren da ikke er i Besiddelse af en meget stærk Kikkert. I Løbet af de følgende Aar faar vi Ringens anden Sideflade bedre og bedre at se, indtil Saturn har naaet Stillingen længst til venstre paa Figuren. Derpaa viser de samme Ting sig atter i baglængs Rækkefølge i Løbet af den anden Halvdel af Saturn-Aaret.

Saaledes opstaar de regelmæssig tilbagevendende Forandringer i Saturnringens Udseende, som er anskueliggjort i Fig. 124. Tager vi Hensyn til, at Kikkerterne var meget tarvelige i den første Del af det syttende Aarhundrede, vil vi kunne forstaa, at det kunde se ud, som om to Maaner voksede ud paa Siderne af Planeten og saa igen svandt bort.

Efterhaanden lærte man Ringens Udseende bedre at kende. En halv Snes Aar efter Huygens Opdagelse, saa en engelsk Astronom, *Ball*, at Ringen ved en mørk Linie var delt i to Dele, at der altsaa egentlig var to Ringe. Og i 1850 opdagede en Amerikaner, *Bond*, at der indenfor disse findes endnu en tredie, meget svag Ring, som tildels synes at være gennemsigtig. Foruden disse Hoveddelinger er der iagttaget flere finere Inddelinger, særlig i den yderste Ring.

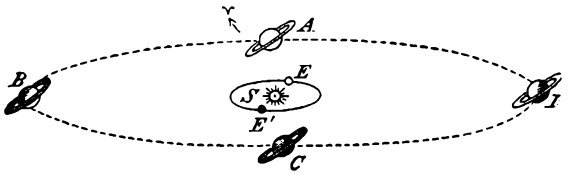


Fig. 123. Skematisk Fremstilling af Saturnringens Stilling i Verdensrummet paa forskellige Steder af Saturnbanen.

Hovedkloden. Saturn er næsten dobbelt saa langt borte fra Solen som Jupiter; dens Afstand er gennemsnitlig 1425 Mill. km. Imod denne Afstand er de halvanden Hundrede Mill. km., som Jorden kan komme nærmere henimod Planeten, af ringe Betydning. Jupiter er i det gunstigste Tilfælde — nemlig naar vi ser den i Opposition — omtrent 4 Gange saa langt borte fra os som Solen. Saturn er derimod i det tilsvarende Tilfælde fjernet omtrent 8 Gange saa langt fra os som Solen. Naar det er forbundet med Vanskeligheder at sige noget sikkert om den fjerne Jupiters Natur, saa er det selvfølgelig endnu vanskeligere, naar Talen er om Saturn, der er dobbelt saa langt borte.

Selve Kloden ligner i mangt og meget Jupiter. Den er Solsystemets næststørste Planet, idet dens Tværmaal er 9 Gange Jordens, mens Jupiters er 11 (se Fig. 91). I Overensstemmelse med Be-

tragtningerne over Jupiters Natur (S. 166) maa vi da vente, at Saturnkloden endnu befinder sig paa et langt ringere Trin af Afkøling end Jorden, men et Trin, der dog maaske er noget mere fremskredent end Jupiters.

Dette bekræftes ganske af Iagttagelserne. Spektret ligner fuldstændig Jupiters; ogsaa Indsugningsbaandet i det røde genfindes. Vægtfylden er ringe, Lysstyrken overraskende stor.

Henover Skiven strækker sig ligeledes Striber som hos Jupiter, men der ses langt færre Enkeltheder. Omdrejningstiden er omtrent den samme for begge Planeter.

Ringens Natur. Efterhaanden som Astronomerne blev klar over de Love, Himmellegemerne følger i deres Bevægelser, og kunde støtte de direkte Iagttagelser med matematiske Regninger, forvoldte Saturnringen dem mange Bryderier. Omtrent som en bygningskyndig kan se, at en Murbue, som en fantasifuld Maler har anbragt paa et Billede, ikke er hentet fra Virkeligheden, saaledes kan man ved Beregninger indse, at Saturnringen ikke kan være bygget af en sammenhængende, fast Masse. Senere viste Beregningerne, at den heller ikke kan være flydende. Der var nu den Udvej tilbage at tænke sig Ringen som en Sværm af Smaalegemer, af hvilke hver enkelt kredser i sin selvstændige Bane. Ringen dannes efter denne Opfattelse af en Sværm af et uhyre Antal smaa Maaner, der kredser i en mægtig Strøm — eller rettere i flere.

Denne Opfattelse bekræftes fuldstændig af en overordentlig smuk Anvendelse af *Dopplers Princip.* Efter dette forskydes de fraunhoferske Linier ubetydeligt henimod Spektrets røde Del, naar Lysgiveren fjerner sig, mens Forskydningen gaar i modsat Retning, naar Lysgiveren nærmer sig (se S. 108). Princippet er f. Eks. af *Dunér* i Upsala blevet benyttet til at bestemme, hvor hurtig Solen drejer sig om sig selv (1 Gang rundt i 25—26 Døgn). Paa Grund af Omdrejningen vil nemlig Punkterne langs den ene Halvdel af Solranden fjerne sig fra os, mens de langs den anden Halvdel nærmer sig til os. De fraunhoferske Linier i Lyset fra de to Rande forskydes altsaa i Retninger, der er indbyrdes modsatte. Ved at maale hvor meget, kan vi beregne de Hastigheder, med hvilke Delene af Soloverfladen fjerner og nærmer sig, og derigennem atter Omløbstiden. For øvrigt viser det sig da, at de forskellige Dele af Solen ikke

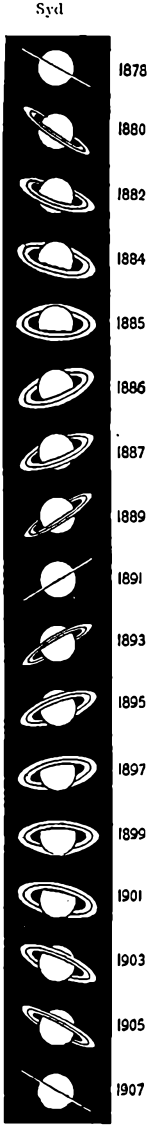


Fig. 124. Saturnringens vekslende Stilling set i en astronomisk Kikkert.

har samme Omløbstid, hvilket ganske stemmer med, hvad vi hørte om Solpletterne (S. 129).

Den nu afdøde amerikanske Astronom, *Keeler*, undersøgte paa lignende Maade Saturns Omdrejningsforhold ved Hjælp af Spektroskopet. Han indstillede sit Instrument saaledes, at Spektroskopets smalle Spalte overskar Midten af Saturnskivens Billede og desuden Ringens to yderste Dele (Fig. 126). Spektret bestod da af tre langstrakte Striber hver med sine fraunhoferske Linier. Den midterste var selve Hovedklodens Spektrum, og de to andre var Spektrerne af de af Ringens to Dele, der dannede deres Billede paa Spalten. For at have Holdepunkter ved Bestemmelsen af de fraun-

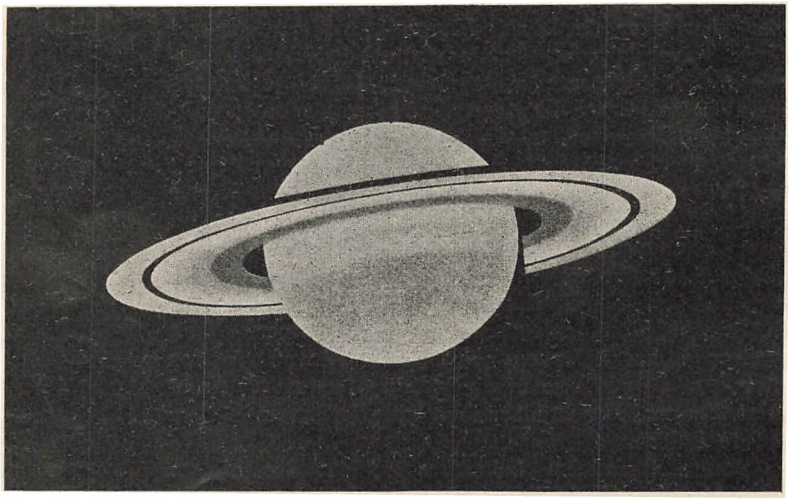


Fig. 125. Saturn, efter en Tegning udført paa Lick-Observatoriet i Juli 1894 af Barnard.

hoferske Liniers Stilling blev der dannet et Spektrum af Jordens Maane paa begge Sider af Saturnspektret.

Hele det saaledes dannede Spektrum blev fotograferet. Lad os først omtale de fraunhoferske Linier i det midterste Spektrum, *Hovedklodens*. Det viste sig, at Linierne hældede noget, og vi forstaar efter ovenstaaende, at dette skyldes Saturnklodens Omdrejning. De øverste Endepunkter af de fraunhoferske Linier svarer nemlig til den Rand af Saturn, der fjerner sig fra os, og de forskydes altsaa lidt mod Spektrets røde Del; de modsatte Endepunkter svarer derimod til den Rand, der nærmer sig til os, og de forskydes lidt mod den violette Del. Saa maa Linierne komme til at hælde.

Lad os nu betragte et af de to Spektrer, som *Ringen* danner. Hvis Ringen var en fast Masse, vilde dens yderste Dele drejes med

langt større Fart end de inderste, og i saa Fald vilde de fraunhoferske Linier i de to Ringspektrer komme til at hælde til samme Side som i Hovedklodens Spektrum. *Men nu viste det sig, at de hældede den modsatte Vej.* Ringens yderste Dele har altsaa *mindre* Fart end de inderste.

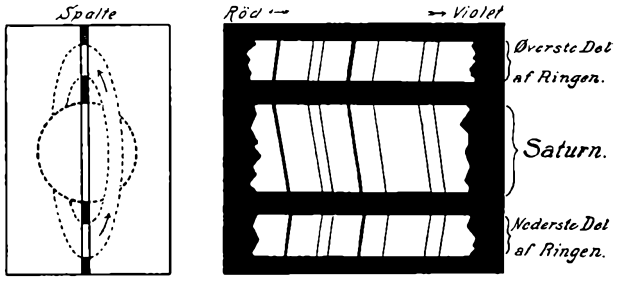


Fig. 126. Tegningen til venstre viser Spektroskopspaltens Stilling til Saturnbilledet. Tegningen til højre anskueliggør de fraunhoferske Liniers Stilling i en lille Del af Spektret.

Hermed er det bevist, at Ringen ikke bevæger sig som et samlet Hele. Vi kan yderligere tilføje, at efter de Love, som *Kepler* og *Newton* fandt for Himmellegemernes Bevægelser, og som vi i det følgende skal komme til at omtale nærmere, maa vi netop vente, at i en saadan Strøm af smaa Maaner som den, der efter vor Forudsætning danner Saturnringen, har de yderste Maaner den ringeste Fart.

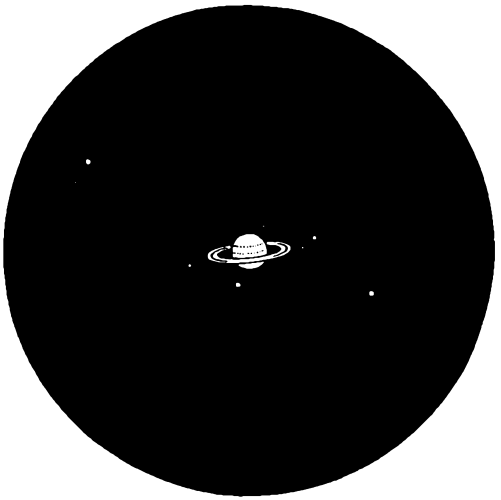


Fig. 127. Saturn med Maaner.

Det fortjener at tilføjes, at man i Ringens Spektrum ikke kan opdage Spor af det mærkelige, røde Absorptionsbaand, som selve Saturnklodens Atmosfære frembringer.

Hvor store — eller maaske rettere: hvor smaa — er nu disse Maaner, hvis Sværm danner Ringen? Er de som Støvkorn? Eller paa Størrelse med Kampesten? Eller større endnu? Vi maa lade disse Spørgsmaal staa hen. Saturn er for langt borte, til at vi kan se Ringens enkelte Bestanddele. Vi ser kun deres samlede Masse, idet de, belyste af den fjerne Sols Straaler, kredser i deres stadige Ringdans om Saturn.

Saturnmaanerne. Udenfor Ringen kredser spredt et betydeligt Antal Maaner af forskellig Størrelse. Ingen af dem synes i virkeligt Tværmaal at naa vor egen Maane, de fleste er betydelig mindre. *Huygens* opdagede den første i 1655. Siden da er der med Sikkerhed fundet yderligere 7 Maaner. Den sidste blev opdaget i 1848 af *Bond.*

URANUS OG NEPTUN.

Disse to Planeter kredser i saa stor Afstand fra os, at vi paa Grund af manglende Stof kan fatte os i Korthed.

Uranus' Opdagelse ved *Herschel* har vi allerede tidligere omtalt. Først troede man, at det var en lille Komet der var dukket frem. Ingen tænkte, at der kunde kredse flere end de seks fra gammel Tid kendte Planeter om Solen. *Laplace* var den første, som paaviste, at Uranus virkelig var en Planet.

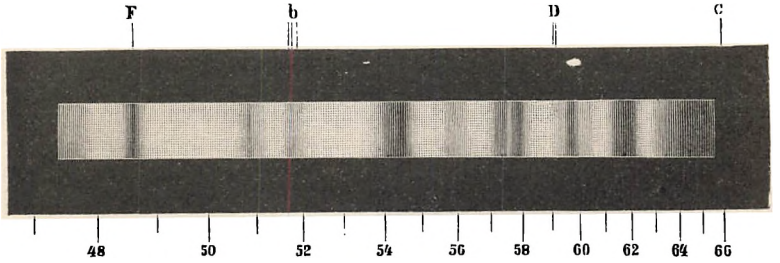


Fig. 128. Absorptionsbaandene i en Del af Uranusspektret. Efter Keelers Tegning.

Uranus fuldfører sit Kredsløb om Solen i ca. 84 Aar og i en gennemsnitlig Afstand fra den af næsten tre Tusind Millioner Kilometer; naar den er os nærmest, er den omtrent 18 Gange saa langt borte fra os som Solen.

Paa Grund af den store Afstand er det vanskeligt med Bestemthed at sige noget om Overfladens Udseende. *Spektret tyder paa en høj og tæt Atmosfære.* Foruden nogle af Jordatmosfærens Indsugningsbaand ses det samme mørke Baand i det røde, som findes i Jupiter- og Saturnspektret. Det stærkeste Baand ligger midt i det grønne, og dette saa vel som et i det blaa kendes ikke i andre Spektrer end i Neptuns. Maaske vil Astrofysikerne en Dag lære at forstaa, hvad disse forskellige Baand kan fortælle os om de fire Kæmpeplaneters Atmosfærer.

Neptuns Opdagelse i 1846 skal vi ved en senere Lejlighed berøre.

Planeten kredser om Solen i en Afstand af halvfemte Tusind Millioner Kilometer, og naar den i Opposition er os nærmest, er den 29 Gange saa langt borte som Solen. Den fuldfører et Kredsløb i henved 165 Aar.

Uranus kan under gunstige Omstændigheder lige ses med blotte Øjne, naar man ved, mellem hvilke Stjerner den skal søges. For at se Neptun maa man derimod bruge en lille Kikkert.

Det er ganske forstaaeligt, at det er vanskeligt at bestemme de to Planeters Størrelse med Nøjagtighed. De forskellige Maalinger giver Tværmaal omkring 4 eller 5 Gange Jordens.

Uranus har man fundet omkredset af fire Maaner, af hvilke de to er meget vanskelige at se. Ved Neptun kender man kun en Maane. —

Fantasiens Planeter. Lige fra Oldtiden og til Opdagelsen af Uranus i 1781 havde Saturn staaet som Grænsevagten mod Fiksstjernernes Rige. Med Neptuns Opdagelse var Solsystemets Grænse blevet flyttet mer end 3 Gange saa langt ud i Verdensrummet. Det laa da nær at spørge, om der ikke kunde være Planeter *endnu længere ude* end Neptun. Helt at benægte Muligheden heraf vilde være taabeligt, men endnu har dog ingen, der har spejdet efter saadanne Planeter, faaet Løn for deres Anstrængelser.

Enkelte Astronomer har ogsaa tænkt paa den Mulighed, at der kunde være en større Planet, som kredsede *indenfor* Merkurs Bane, ja man har været saa forsynlig paa Forhaand at holde Navnet *Vulkan* rede til den. Her kan man dog udtale sig med temmelig stor Sikkerhed *imod* Tanken. Mulige Planeter indenfor Merkurbanen maatte saa hyppig passere henover Solskiven, at man ikke godt kan tænke sig, at de helt skulde være undgaaet Fagastronomernes Opmærksomhed. Heller ikke under de totale Solformørkelser har man kunnet godtgøre, at Vulkan hører andre Steder hjemme end i Fantasiens Verden. —

Hermed ender vi vor Mønstring af Solsystemets Kloder. Det Spørgsmaal: »*Hvad er en Planet?* er i Tidens Løb blevet besvaret paa højst forskellig Maade. Først hed det: En Planet er en Stjerne, der stadig skifter Plads mellem Fiksstjernerne, uafladelig vandrer fra det ene Stjernebillede til det andet.

Det Svar vor Tid giver er: En Planet er en Klode, der kredser om Solen efter de samme Love, som vor egen Jord. Til Trods for at alle Planeterne er bygget af de samme Stoffer, er der dog paa Grund af deres forskellige Størrelse, Varmeforhold o. s. v. saa stor Forskel paa de Betingelser, deres Overflader frembyder, at det er højst usandsynligt, at der skulde findes nogen anden Klode i vort Solsystem, hvor Forholdene blot nogenlunde ligner dem, som vi Mennesker kender fra den »Verden« i snævreste Forstand, i hvilken vi færdes. De fleste Planeter lyser udelukkende med tilbagekastet Sollys; kun de største Planeter udsender maaske desuden selv noget Lys.

KOMETER.

Kometerne, deres Bevægelse omkring Solen og deres Udseende. Kometjagt. Kometernes Natur. Frygt for Sammenstød. Ildkugler, Stjerneskud og Meteorsten; Stjerneskudssværme. Bielas Komet

Vi er nu færdige med, hvad vi har at fortælle om Solsystemets enkelte Kloder. Nogle af vore Læsere har muligvis undret sig over, hvor hyppigt det har været nødvendigt at indskyde et »maaske« i Fremstillingen, og hvor ofte vi har maattet lade et Spørgsmaal henstaa ubesvaret. Vi Nutidsmennesker er nu engang blevet saa vant til korte, klare, bestemte Svar fra Naturvidenskabens Side, at det er paa Tide at minde om, at den Del af Astronomien, vi hidtil har behandlet — Astrofysikken —, i Følge Sagens Natur har Vanskelighed ved, i hvert Fald for Øjeblikket, at opnaa den samme Grad af Sikkerhed som den øvrige Naturvidenskab. For det første er Astrofysikken endnu kun en ung Videnskab, som sikkert har mange Fremskridt at gøre, for det andet er Astrofysikerne i Sammenligning med de andre Naturforskere stillet meget ugunstig overfor alt, hvad deres Undersøgelser er rettet imod, idet de maa nøjes med blot at undersøge det Lys, som Himmellegemerne sender til dem fra det fjerne. Lad da ikke Astronomiens yngste Skud bringe selve den oprindelige, Aartusinder gamle Stamme i Forglemmelse — den Videnskab, der *nu* paa uangribelig Maade kan lære os, hvor langt borte Kloderne er, hvor store de er, og efter hvilke Love de bevæger sig gennem Verdensrummet. Astrofysikken med alle sine interessante Undersøgelsesmetoder og Resultater tiltaler ganske vist vor Fantasi mere og er lettere tilgængelig end den gammeldags, strenge Astronomi, der kræver omtrent et halvt Livs Forstudium af den, som vil naa at forstaa til Bunds. Men vi bør huske, at denne gammeldags Astronomi er Forudsætningen for enhver Undersøgelse af Himmellegemernes Forhold. Den danner det sikre Grundlag, paa hvilken hele Astronomiens Bygning maa opføres.

Inden vi forlader Astrofysikken, skal vi endnu høre noget om, hvad den har at fortælle om *Kometerne* og om *Fiksstjerneverdenen*.

Selv om ikke alle vore Læsere har set en *Komet*, kender de sikkert alle af Omtale disse mærkværdige Himmellegemer, som fra

Tid til anden, oftest ganske uventet, viser sig paa Himlen. Den ældre Astronomis Viden om Kometerne var meget ringe, og dens Opfattelse var ganske falsk. Man troede, at Kometerne opstod i selve Jordens



Fig. 129. Kometen fra 1811. Efter et samtidigt Maleri fra Rhinegnen.

Atmosfære — ganske vist højt oppe, men dog langt nærmere ved os end Maanen. Snart troede man, at de bestod af brændende Dampe, som var uddunstet fra Hulheder i Jorden, snart, at de var

dannede af et Baal af Menneskenes Synder, som Guds Vrede havde tændt. Naar vi tager Hensyn til Oldtidens og Middelalderens Overtro, særlig dens astrologiske Fordomme, vil vi let forstaa den Rædsel, som Kometerne indgød. Det laa hele Datidens Tankegang nær at tro, at de varslede alle Slags Ulykker: Krig, Pest og Hungersnød.

Tyge Brahe var den første, som paaviste, at Kometerne tilhører det egentlige Himmelrum, at de ikke svæver i Jordens Atmosfære. Hans omhyggelige Maalinger af Kometen i 1577 viste nemlig, at denne befandt sig i større Afstand fra Jorden end Maanen. Senere lykkedes det *Newton* at paavise, at Kometerne bevæger sig om Solen efter de samme Grundlove som Planeterne. Han havde allerede tidligere vist, at det var Solens Tiltrækningskraft — Soltyngden, om man vil —, der tvang Planeterne til at kredse om Solen. Nu paaviste han, at det ogsaa var Soltyngden, der beherskede Kometernes Fart gennem Rummet. Men medens Planeternes Baner var meget nær ved at være Cirkler, saa var Kometernes Baner meget langstrakte; Solen trækker dem til sig fra Verdensrummet. Faldet ind mod Solen foregaar med stadig voksende Fart. Kometen har dog ogsaa lidt af sin oprindelige Fart til Siden. Mekanikkens Beregninger viser da, at Kometen ikke styrter ned mod selve Soloverfladen og opsluges af dens Ildhav, men at den med svimlende Fart snurrer uden om Solen i en Bue. Og netop den store Fart, Kometen har naaet, sætter den i Stand til atter at fjerne sig fra Solen til Trods for dennes Tiltrækningskraft.

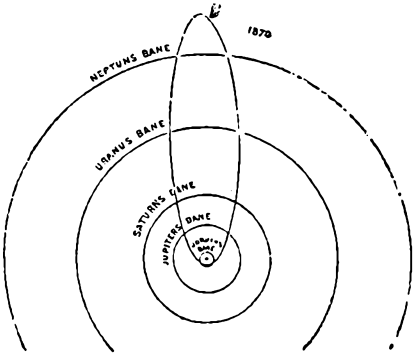


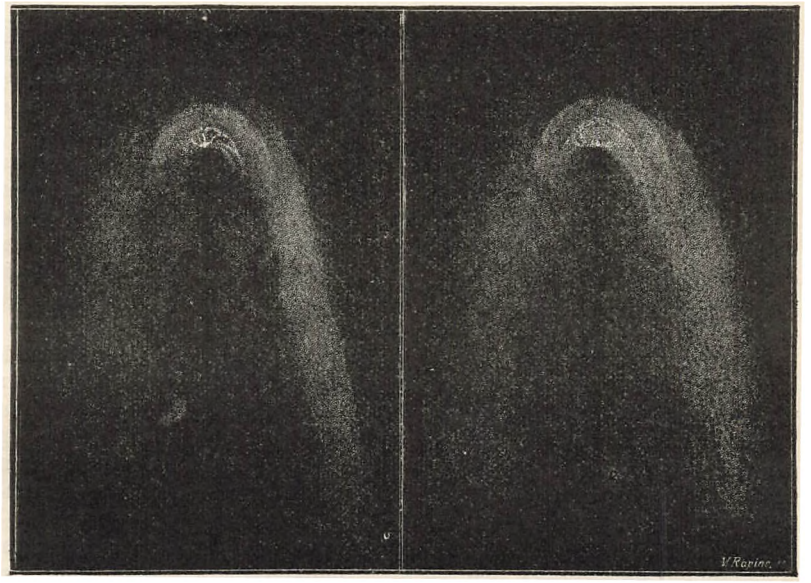
Fig. 130. Solsystemet med den ovale Bane, som Halleys Komet gennemløber.

Undertiden er Farten tilstrækkelig til, at Kometen kan fjerne sig saa langt fra Solen, at den helt frigør sig for Soltyngdens Tiltrækningskraft, og da tager Kometen for stedse Afsked med vort Solsystem. Ført frem af sin Inerti bevæger den sig fremad gennem Verdensrummet, stadig fremad mod Fiksstjerneverdenens fjerne Solrige, indtil den maaske i en uoverskuelig fjern Fremtid kommer saa nær ved et andet af Verdensrummets Solsystemer, at den ved Tiltrækningen derfra styrter ind imod det.

Men Farten er ikke altid saa stor, at det lykkes Kometen at løsrive sig. Hvis ikke, fjerner Kometen sig vel i Begyndelsen fra Solen, men med stadig aftagende Fart. Tilsidst faar Solens Tiltrækningskraft helt Bugt med Kometens Løsgængertendens, og nu begynder Kometen et nyt Fald. *Periodisk* vil den da svinge til og fra Solen i en meget langstrakt oval Bane (se Fig. 130). Beregningerne

viser, at et stort Antal Kometer paa denne Maade lystrer Solens Bud. Mange af dem bruger dog Hundreder, ja Tusinder af Aar til at gennemløbe hele Banen, saa at det er forholdsvis faa — i 1901 var det 17 — hvis Periodicitet er godtgjort ligefrem ved, at Kometen er kommet igen til forudberegnet Tid.

For den almindelige Forestilling staar Kometens *Hale* — den mægtige, lysende Stribe, man ser henover Himmelhvælvingen — som det mest karakteristiske ved hele Fremtoningen. Det er imidlertid slet ikke altid, at Kometen har en Hale. Naar den ude fra Verdensrummet nærmer sig Jorden og er kommet saa nær, at den kan



6. Oktbr. 1858 8. Oktbr. 1858

Fig. 131. Hovedet af Donatis Komet. Haledannelsen begynder.

skimtes i en Kikkert, da ser man i Reglen kun en svag Lystaage, ofte med et stærkere lysende Midtparti, *Kærnen*. Det første Glimt af dette saakaldte *Komethoved* faar man næppe at se, før Kometen er kommen indenfor Jupiters Kreds. Idet Kometen nu stadig nærmer sig Solen, begynder der at komme Uro i den. Man ser ligesom Straaler, der strømmer ud fra den Side, *der vender mod Solen*. Men som i et Springvand bøjer disse Straaler om, bevæger sig ud i Rummet i en Retning *bort fra Solen og danner derved efterhaanden Kometens Hale* (se Fig. 131). Ved den fortsatte Udstrømning bliver Halen længere og længere, men under Kometens Fart *vender Halen*

stadig bort fra Solen (se Fig. 132). Denne meget vigtige Kendsgerning havde allerede de gamle Kinesere bemærket.

Der er i Tidens Løb blevet iagttaget et ikke ringe Antal Kometer paa Himlen, henved 1000, men af disse har dog henved 100 været Gentagelser, periodiske Kometer, som er kommet tilbage. Før det attende Aarhundrede blev der gennemsnitlig set 24 i hvert Aarhundrede, men Talen var dengang kun om iøjnefaldende Kometer. I den nyeste Tid har en Del Astronomer givet sig af med en planlagt Søgen efter Kometer og efter den Tid er Antallet af iagttagne Kometer vokset betydeligt. I det attende Aarhundrede blev der set 62 Kometer og i det nittende ca. 300, men mange af disse var saa smaa, at de kun kunde ses i Kikkert. Den store *Donatis Komet* fra 1858 (Fig. 26) vil sikkert mange endnu erindre. Siden dens Tilsynekomst har der været store Kometer f. Eks. i 1861, 1874 og 1882. Men Forholdene var ikke gunstige for Iagttagelser af dem fra vor Del af Jordkloden.

Vil nogen spørge, hvor længe der er til det Tidspunkt, da en stor Komet atter vil blive synlig, maa dertil svares, at en saadan kan komme uventet, naar det skal være. Om ikke før, saa vil vi dog i hvert Fald efter Beregningerne faa en at se i 1910. Til den Tid vil nemlig *Halleys* store Komet, som sidst blev set i 1835, vende tilbage i Solens Nærhed. Om den vil vise sig med en lige saa stor Hale som tidligere, er dog tvivlsomt.

Aarsagen til, at den nyeste Tid har et saa stort Antal Kometopdagelser at opvise, er, at der nu findes Specialister, der betragter det som deres Hovedopgave *at opspore nyopdukkede Kometer*. Den Fremgangsmaade, som disse »Kometjægere« følger, er i og for sig meget simpel og kræver ingen særlig kostbare Instrumenter, men saa meget desto mere Taalmodighed, Udholdenhed og Opmærksomhed. Kikkerten, der benyttes, — den saakaldte »Kometsøger« — forstørrer kun lidt, da Billedet ellers vilde blive lyssvagt; den har et temmelig stort »Felt«, det vil sige, Iagttageren har, naar han ser gennem Kikkerten, Overblik over en forholdsvis stor Del af Himlen. Kometjægeren gennemsøger nu omhyggeligt ved Hjælp af denne Kikkert den ene Stribe af Himlen efter den anden. Hver Gang han støder paa en lille Lystaage, som han ikke kender i Forvejen, undersøger han sin Fortegnelse over Stjernetaager for at se, om den Taage, han har fundet, er opført blandt det, som altid ses paa det paagældende Sted af Fiksstjernehimlen. Hvis dette ikke er Tilfældet, saa har han enten opdaget en ny Stjernetaage, eller ogsaa har han en Komet for sig. For nu at afgøre, hvad der er Tilfældet, mærker han sig meget nøjagtig Lystaagens Stilling til de omgivende Fiksstjerner. Hvis den da efterhaanden forandrer Plads, er den en Komet.

Det kan være passende her at fremhæve, at Kometens Bevægelse mellem Stjernerne er forholdsvis langsom. Mennesker, der aldrig har set en Komet, tror undertiden, at en saadan pludselig kommer farende henover Himlen som et mægtigt Stjerneskud. Ganske vist

er Kometernes Fart gennem Verdensrummet stærk, særlig i Nærheden af Solen. Men de er dog i en saa stor Afstand fra os, at vi Uger, ja Maaneder igennem kan se dem paa deres Vandring forbi de fjerne Fiksstjerner. Selvfølgelig deltager en Komet i al denne Tid sammen med de øvrige Himmellegemer i den Himlens tilsyneladende Omdrejning, som foraarsages af Jordens Drejning om sin Akse.

Har Astronomen nu først fundet en ny Komet, gælder det om at faa dens Bane beregnet. For at kunne gøre dette, maa han have flere paa hinanden følgende Iagttagelser af Kometens skiftende Plads (mindst tre). Nu kunde det imidlertid hænde, at det blev daarligt Vejr i saa lang Tid efter den første Iagttagelse af Kometen, at denne imidlertid havde fjernet sig saa langt fra det oprindelige Sted, at den kunde være vanskelig at finde igen imellem Fiksstjernernes Vrimmel. Derfor sendes der straks Meddelelse om Opdagelsen til et internationalt »*Centralbureau for astronomiske Telegrammer*«, som er oprettet i *Kiel*. Herfra telegraferes Opdagelsen da videre ud til en Mængde Observatorier spredt over hele Jorden. Ogsaa andre vigtige Opdagelser paa Astronomiens Omraade udbredes ved »Centralbureauets« Hjælp, en Ordning, som ofte har vist sig heldig. For at forstaa dens Nytte behøver vi blot at erindre, hvor nær den først opdagede Asteroide igen var gaaet tabt for vor Viden.

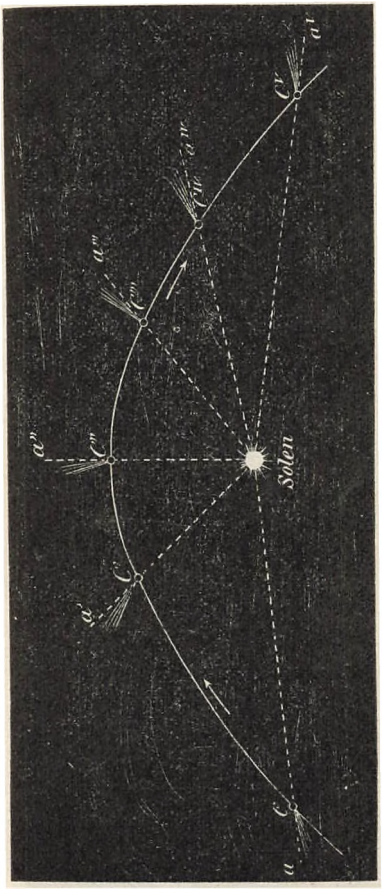


Fig. 132. En Bue af en Kometbane nær Solen. Halen peger under Kometens Fart stadig bort fra Solen.

Beregningen af en Kometbane kræver betydelig teoretisk Kundskab, Opdagelsen af en Komet kræver derimod saa at sige ingen. Vi kan da forstaa, at et meget stort Antal Kometer er blevet opdaget af Amatørastronomer. I Begyndelsen af det nittende Aarhundrede blev især mange Kometer opdagede af *Pons* og *Caroline Her-*

schel. Den første var oprindelig Portner ved Observatoriet i Marseille; den sidste var William Herschels Søster.

Følgende Spørgsmaal ligger nu nær: *Hvoraf er Kometerne dannet? Hvordan opstaar de kæmpemæssige Haler?* Der er i de senere Aar kommet overordentlig mange Bidrag frem til Besvarelse af disse Spørgsmaal, men i mange Retninger er Kometerne endnu en Gaade. De vigtigste Spørgsmaal er vel løst, men mange Enkeltheder maa endnu ved fortsatte Undersøgelser bringes for Dagen. Emnets vanskelige Natur tillader os ikke her at komme ind paa en indgaaende Omtale af de mange Undersøgelser. Vi maa nøjes med at paapege enkelte Hovedpunkter.



Fig. 133 Swifts Komet fotograferet af Barnard paa Lick-Observatoriet. Da Kikkerten i den lange Ekspositionstid stadig er blevet flyttet efter Kometen, har Stjernerne tegnet smaa Streger.

Hvor store er nu for det første disse mærkelige Himmellegemer i Virkeligheden? Spørgsmaalet er vanskeligt at besvare i Korthed, da der nemlig kan være saa overordentlig stor Forskel paa deres Størrelse. Der eksisterer sikkert mange *Komethoveder*, som er saa smaa, at vi slet ikke kan se dem. De mindste, vi kan faa Øje paa i Kikkert, er i Tværmaal omtr. tre Gange saa store som Jorden, men mange Komethoveder er langt, langt større. Kometen fra 1811 havde det største, hidtil iagttagne; det fyldte i Verdensrummet mere end hele Solens mægtige Klode. Ogsaa *Halerne* kan opnaa højst forskellige Længder. Haler paa en Snes Millioner Kilometer hører ikke til de lange. Den store Komet fra 1882 havde en Hale, der var mere end halvanden Hundrede Millioner Kilometer — hvis vi tænker os denne Komets Hoved tæt ved Solen, vilde Halen

altsaa kunne naa udenfor Jordbanen. — Man kan forstaa, at saalænge Kometernes sande Natur var ukendt, kunde selv besindige Forskere nære Frygt for Følgerne af Sammenstød med disse Kometer, der i stort Antal slynger deres Vej paa tværs af alle Planetbanerne. Hvis Kometernes Masse blot tilnærmelsesvis var af samme Tæthed og faste Beskaffenhed som Jordens, vilde en stor Komets Kølleslag mod vor Klode virke absolut knusende. Alt paa Jordens Overflade — Huse, Dyr, Mennesker, hele Byer, alt hvad vor Civilisation har frembragt, vilde i ukendelig Tilstand rives med af Kometen eller i vanvittig Fart spredes i Verdensrummet. Man forstaar da, at Fortidens Frygt for de Ulykker, Kometerne formentlig varslede, blev afløst af Frygten for at støde sammen med dem. Flere Gange rygtedes det, at Astronomerne havde beregnet, at Jorden maatte passere tæt forbi en Komet. Særlig var Kometfrygten stor, da Folk fik at vide, at den saakaldte *Biela's* Komet den 29. Oktbr. 1832 vilde passere ganske tæt forbi Jord*banen*. Ganske vist kunde *Littrow* berolige Sindene med, at *Jorden selv* paa den Tid var paa et ganske andet Sted af sin Bane. Men det maatte indrømmes, at da Biela's Komet periodisk med $6^1/_2$ Aars Mellemrum vilde passere det samme Sted af Jordbanen, var Faren for Sammenstød i Fremtiden altid til Stede. Astronomerne søgte at berolige de ængstelige ved at henvise til, at Kometerne øjensynlig kun havde en forsvindende Tæthed og Masse. Vi ser Fiksstjernerne lyse med usvækket Glans gennem »Halen«. Desuden afviger en Komet langt fra sin oprindelige Bane, hver Gang den kommer indenfor en af Planeternes Tyngdeomraade, men Kometerne virker aldrig selv i kendelig Grad tilbage paa Planeternes Bevægelser. Heraf kan man slutte, at en Komets samlede Masse er ganske forsvindende, og tager vi Hensyn til det umaadelige Rum, over hvilket denne Masse er spredt, forstaar vi, at Stoffet i Kometen — især i dens Hale — er saa fint fordelt, at dens Tæthed maa være ganske overordentlig ringe.

Selv om Astronomerne saaledes lover, at et Sammenstød med en Komet ikke vil blive nogen skæbnesvanger Katastrofe for vor kære Jord, vil muligvis en og anden af vore Læsere dog ikke føle sig helt beroliget. Det vil da maaske være en Trøst at høre, at Astronomerne i 1861 opdagede, at Jorden det Aar var gaaet lige midt igennnem en Komethale, uden at man havde mærket det mindste dertil, eller havde haft nogen Anelse derom, og at det i sin Tid saa stærkt frygtede Sammenstød med Biela's Komet fandt Sted i 1872 — *og fandt sit Udtryk i et pragtfuldt Fald af Tusinder af Stjerneskud.*

Vi maa her kortelig berøre de velkendte Fænomener *Stjerneskud*, *Ildkugler* og *Meteorstensfald*. De opstaar ved, at et større eller mindre, fast Legeme, en saakaldet *Meteorsten*, fra Verdensrummet kommer farende ind i vor Atmosfære med en uhyre stor Fart — Snese af Kilometer i Sekundet. Allerede den yderst tynde Luft, som findes højt oppe i Atmosfæren, vil paa Grund af Meteorstenens

vældige Fart hæmme Stenens Bevægelse betydelig. Faa Sekunder efter at Stenen havde Verdensrummets Kuldegrad, er den ved den store Modstand blevet glødende, og Øjet ser den tegne en Lysstribe paa Himlen. Maaske farer den atter ud i Verdensrummet, maaske naar den ned til Jordens Overflade, maaske fordamper den forinden ved den store Varme, maaske eksploderer den højt oppe i Luften med et voldsomt Knald. Det sidste var for Eksempel Tilfældet med den store Ildkugle, der sprang over Madrid i Febr. 1896 (se Fig. 134).

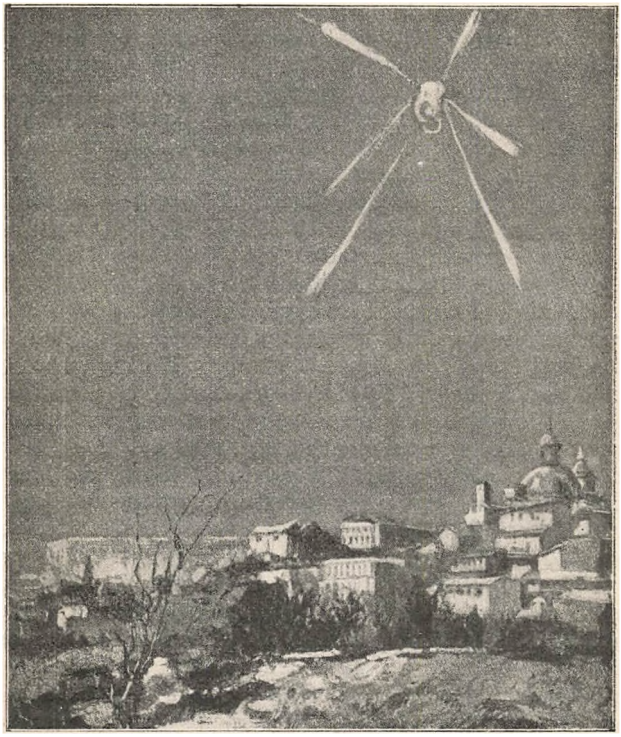


Fig. 134. Ildkugle over Madrid i 1896.

Hvis Mennesker i ret betydelig Afstand fra hinanden ser det samme Stjerneskud, vil de maaske se det fare hen gennem helt forskellige Stjernebilleder, fordi Meteorstenens Bane ligger helt inde i Jordens Atmosfære, *altsaa astronomisk set ganske nær ved Jorden.* Ved at lægge Mærke til de Retninger, i hvilke forskellige Iagttagere har set Stjerneskuddene, kan man regne ud, hvor højt over Jorden Meteorstenens Bane har ligget, og hvor hurtigt den har bevæget sig. Eksempelvis skal vi blot (efter *Ball*) nævne, at en Ildkugle, der i 1869 bevægede sig henover Syd-England til en Begyndelse var i en Højde af

144 km., og at den forsvandt i en Højde af kun 33 km., efter i 5 Sekunder at have gennemløbet den paa Fig. 135 viste Vej med en gennemsnitlig Fart af 54 km. i Sekundet. — I Danmark har især *Thorvald Køhl* i mange Aar indsamlet Beretninger om Stjerneskud o. s. v. og paa den ovenfor antydede Maade beregnet Meteorernes Baner.

Meteorstenenes Størrelse er højst forskellig. Den største, *som man hidtil har set falde* (1866 i Ungarn), vejer 250 Kilogram, men der gives sikkert langt større. Det Antal Stjerneskud, som rammer *hele* Jorden i hvert Døgn, er meget stort. Mange Aars Iagttagelser har gjort det sandsynligt, at det gennemsnitlige Antal *i hvert Døgn* er flere Millioner! Det er dog heldigvis en meget ringe Del af disse Meteorer, der som faldende Sten naar ned til selve Jordens Overflade. Ialt har man Optegnelser om henved tre Hundrede Stenfald.

I enkelte af Aarets Døgn falder Stjerneskuddene i usædvanlig Mængde. Alle de Lysstriber, som tegnes over Himlen af Stjerneskuddene i en saadan Sværm, udstraaler altid fra et bestemt Punkt paa Himlen, som kaldes *Radiationspunktet*. For Sværmen, der viser sig hvert Aar i Døgnene omkring den 10. August, ligger Punktet i Stjernebilledet *Perseus*, og for Sværmen, der viser sig i Døgnene omkring den 27. November, ligger det i *Andromeda*. Denne Udstraalen fra et bestemt Punkt er kun et perspektivisk Fænomen, som betyder, *at de forskellige Meteorbaner har samme Retning i Verdensrummet — er parallelle* (se Frem's »Praktisk Tegnekursus« S. 21). Stjerneskudssværmene maa altsaa opstaa ved, at Jorden paa visse Steder af sin Bane passerer gennem en Sværm af talrige Meteorstene. Da Jorden Aar efter Aar stadig paa dette Sted træffer en saadan Sværm, maa der altsaa rundt omkring i Verdensrummet *løbe mægtige Strømme af Meteorstene*. Det er Schiaparellis Fortjeneste først at have godtgjort, *at flere af disse Strømme af Meteorstene netop løber langs kendte Kometers Baner*.

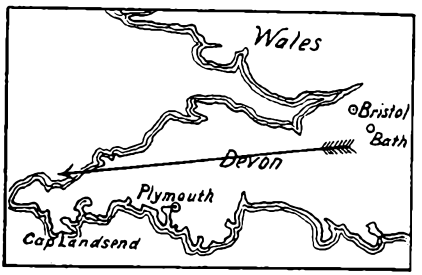


Fig. 135. Den Vej, en Ildkugle i 1869 tilbagelagde henover Syd-England.

Særlig interessant stiller Sagen sig for den ovenfor omtalte Novembersværm, *Andromedidernes* Sværm. Med denne forholder det sig paa følgende Maade: Biela's periodiske Komet var 1845 gaaet i to Stykker. Ved Genkomsten i 1852 var de to smaa Kometer allerede temmelig langt fra hinanden. I 1859 kunde man ikke se noget til dem paa Grund af den ugunstige Stilling til Solen, og i 1865—66 ledte man forgæves efter dem paa de forud beregnede Steder. Tilsidst opgav man Kometen som tabt — opløst

Da *Klinkerfues* i Göttingen den 27. November 1872 iagttog den glimrende Stjerneskudssværm, som viden om paa Jorden tiltrak sig Menneskenes beundrende Opmærksomhed, og da han fandt, at den skyldtes Meteoriter, der kredsede langs Bielakometens Bane, slog den Tanke ham, at det maaske var Resterne af den forsvundne Komet, som Jorden havde passeret. Han telegraferede til Madras, at Bielas Komet sandsynligvis fjernede sig fra Jorden i en Retning i Verdensrummet, der var lige modsat Stjernebilledet Andromeda. Og det lykkedes virkelig efter nogen Søgen at finde en lille svagtlysende Komet, som fjernede sig i den opgivne Retning.

Astronomernes Resultat er blevet: En periodisk Komet kan i Tidens Løb opløses, »tværes ud«, saa at dens Meteoriter kredser i en lang Strøm om Solen. Passerer Jorden en saadan, ser vi en Stjerneskudssværm. —

Det maa herefter betragtes som fastslaaet, *at en Komet er bygget af en mægtig Sværm af Meteoriter*, imellem hvilke der baade findes store Stene og ganske smaa Støvkorn. Naar Sværmen nærmer sig vort Solsystem, tiltrukket af Kraften, der udgaar derfra, belyses den af Solens Straaler. Efterhaanden som Kometen nærmer sig, tiltager den Lysstyrke, med hvilken den viser sig for vort Blik, men i et stærkere Forhold, end hvis Kometens Lys udelukkende var tilbagekastet Sollys. Kometen bliver stærkere og stærkere selvlysende, jo nærmere den kommer Solen. Baade ved denne Lysudstraaling og ved Haledannelsen spiller sikkert elektriske Kræfter, der udstraaler fra Solen, en stor Rolle. Pladsen tillader os dog ikke at komme ind paa disse endnu ufuldstændige Undersøgelser. —

Til Slutning skal det blot nævnes, at de nedfaldne Meteorstene bringer Bud om, at det Stof, der findes i Himmelrummets fjerne Egne, er af samme Natur som det, der opbygger Jorden. Mange Meteorsten bestaar af Jern, og for øvrigt indeholder de Mineralier, der er stærkt beslægtede med dem, der findes i Jordens ældste geologiske Dannelser. Kulstof findes i Meteorstenene i Form af Grafit og fint Diamantstøv. De Luftarter, som Meteorstenene afgiver ved Opvarmning, viser især tydeligt det samme Kulbrinte-Spektrum, hvis Lysbaand kan ses i ethvert veludviklet Komet-Spektrum.

FIKSSTJERNEHIMLEN.

Stjernehimlen. Himmelkuglens Rotation. Kunsten at lære Stjerner at kende. Fiksstjernernes Natur. Foranderlige og ny opdukkede Stjerner.

Fra de ældste Tider har man lagt Mærke til, at det er de samme Stjerner, der Nat efter Nat i et stadigt Kredsløb flytter sig henover Himlen. Man har samlet Stjernerne til Figurer, der let fastholdes af Hukommelsen, og man har givet disse »*Stjernebilleder*« Navne. Vi skal her give en Vejledning til at lære de vigtigste af disse at kende. For at kunne følge den maa vi dog først og fremmest søge at faa en klar, anskuelig Forestilling om *Himmelkuglens omdrejende Bevægelse.*

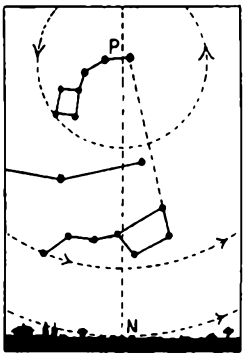


Fig. 136. Polarstjernens Plads.

Vi vil ikke lægge videre Vægt paa de Fantasibilleder, som Menneskene i sin Tid har ment at se i Stjernernes Figurer. Vi vil i Tankerne forbinde Stjernerne med Linier. Læseren maa da ved Hjælp af Stjernekortene indprente sig de dannede Figurer i Hukommelsen og derpaa søge at genkende dem paa selve Himlen ved Hjælp af de følgende Beskrivelser. Læseren bør ikke vige tilbage for den Ulejlighed, det er med egne Øjne en stjerneklar Nat at se paa Himlen. Den blotte Læsning kan ikke give et tilstrækkeligt levende Indtryk. Vi bør til vore Iagttagelser vælge et Sted, hvor vi saa vidt muligt har fri Udsigt til alle Sider og ikke forstyrres af noget stærkt Lysskær fra Bygninger eller Gaslygter. Thi naar kun faa Stjerner er synlige, hører der stor Øvelse til at kende dem. For øvrigt forudsætter vi, at Læseren befinder sig i det sydlige Skandinavien. Længere Nord paa vil enkelte af de Stjerner, vi her omtaler, altid være usynlige, skjult af Jorden.

Vi vil tage vort Udgangspunkt i et Stjernebillede, som sikkert de fleste kender, og som i hvert Fald alle vil kunne finde paa Himlen, naar de først ved Hjælp af en af vore Tegninger har indprentet sig dets Udseende. Vi mener *Karlsvognen*. Dette Stjernebillede kan

staa i mange forskellige Stillinger paa Himlen, men paa vore Breddegrader gaar det aldrig ned under Horisonten. Lad os f. Eks. tænke os, at det staar lavt ude i Nord, som vist paa Fig. 136. De syv klare Stjerner danner en Figur sammensat af en Firkant og en Bue, der udgaar fra dennes øverste Hjørne til venstre.



Fig. 137. Ægyptiske Stjernebilleder, fra Templet i Denderah.

Er Karlsvognen først fundet, *lader vi vort Blik* gaa fra den underste Stjerne til højre til den øverste til højre og *derpaa videre i den samme Retning*, et Stykke omtrent *fire Gange saa langt*. Vort Blik træffer da en temmelig klar Stjerne, *Polarstjernen*.

Hvis Natten er stjerneklar, og hvis vi har valgt et gunstigt Iagttagelsessted, vil vi kunne finde et lille Stjernebillede, *der udgaar fra*



Fig. 138. Stjernebillederne Orion og Tyren.

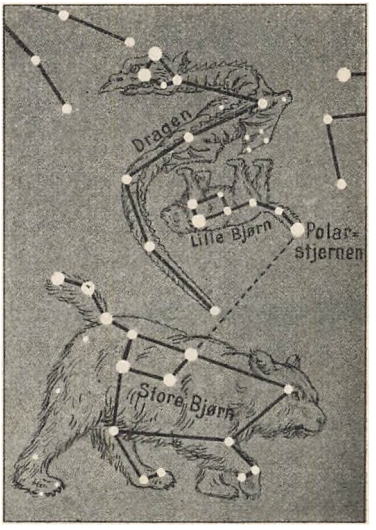


Fig. 139. Stjernebillederne den store og den lille Bjørn.

Polarstjernen (Fig. 136) og har en vis Lighed med Karlsvognen, idet det bestaar af en Firkant, fra hvilken der udgaar en Bue dannet af tre Stjerner; men Buen krummer modsat Karlsvognens. Stjerne-

billedet kaldes *den lille Bjørn*. Fig. 139 viser os, hvorledes man med en temmelig levende Fantasi har tænkt sig, at de syv Stjerner er Billedet af en lille Bjørn, hvis »opadvendte« Halespids er i Polarstjernen. Ligeledes ses paa Figuren, hvorledes den samme livlige Fantasi tænker sig Karlsvognen som en Del af Stjernebilledet *den store Bjørn*. Allerede de gamle Grækere forestillede sig, at de omtalte Stjerner var Billedet af en Bjørn. Ægypterne mente, at de syv Stjerner i Karlsvognen var et Billede af den hellige Tyrs Ben (Fig. 137). — Den midterste af de tre Stjerner i den store Bjørns Hale kan tjene som Prøve paa Læserens Synsstyrke. Folk med gode Øjne kan nemlig se, at »Stjernen« bestaar af to Stjerner, der staar ganske tæt ved hinanden. I en Kikkert kan man se, at den ene af disse atter er en »*Dobbeltstjerne*«, bestaar af to meget tæt ved hinanden siddende Stjerner. — Mellem den store og den lille Bjørn finder vi nogle Stjerner, som hører til *Dragens* Billede. Dette danner en stor Bue uden om den lille Bjørn. Hovedet dannes af 4 Stjerner.

Oprindelig havde ikke alene Stjernebillederne, men ogsaa de mest fremtrædende Stjerner Navne. Disse Navne eksisterer ganske vist endnu — i det væsentlige i den Form, Araberne gav dem i Middelalderen — men i Reglen betegnes disse Stjerner nu ved Hjælp af græske Bogstaver*). En af de klareste Stjerner i ethvert Stjernebillede kaldes α, og derpaa faar de andre Stjerner i Billedet Navn efter de andre Bogstaver, saa langt som Bogstaverne slaar til. —

Stjernebillederne Dragen, den store og den lille Bjørn staar her i Norden altid *over* Horisonten. Følger vi deres Bevægelse i Løbet af Natten, vil vi se, *at de stadig drejer sig rundt om Polarstjernen*, som selv ikke flytter sig kendelig (Fig. 140). Efter et Døgns Forløb vil alle Stjernerne praktisk talt være kommet tilbage til de Pladser, de indtog til en Begyndelse.

Lad os efterligne de gamle Grækere og i Tanken forestille os Himmelhvælvingens Kuppel forenet langs Horisonten med en lige saa stor Halvkugle, der som en Skaal hænger under Jorden (se S. 21). Vi indesluttes paa denne Maade i en mægtig Kugleskal, i hvis Midte vi befinder os. Selv om det har vist sig, at en saadan »*Himmelkugle*« ikke eksisterer i Virkeligheden, saa er den dog endnu i vore Dage et bekvemt Middel for Tanken til at forstaa Stjernernes Bevægelser.

Vi vil nu tænke os, at Himmelkuglen er ophængt i to Tapper, der rager frem fra dens *Yderside*. Den ene Tap skal sidde i Nærheden af Polarstjernen i et Punkt, som kaldes *Himlens Nordpol*, og den anden skal sidde nøjagtig modsat, altsaa paa den underste, for os usynlige Del. Hvis vi nu tænker os, at Stjernerne sidder fast

*) Det græske Alfabets smaa Bogstaver er: α (Alpha), β (Beta), γ (Gamma), δ (Delta), ε (Epsilon), ζ (Zeta), η (Eta), ϑ (Theta), ι (Jota), $\varkappa$ (Kappa), λ (Lambda), μ (My), ν (Ny), ξ (Xi), o (Omikron), π (Pi), ϱ (Ro), σ (Sigma), τ (Tau), υ (Ypsilon), φ (Fi), χ (Chi), ψ (Psi), ω (Omega).

paa Himmelkuglens Inderside, og at hele Kuglen drejer sig langsomt rundt om de to Tapper, saa faar vi et simpelt Billede af alle Stjernernes Bevægelser.

Lad os tænke os, at vi holder en Passers ene Ben op i Retning af Himlens Nordpol og bøjer Passerens andet Ben hen mod en Stjerne. Vil vi nu, at det sidste Ben stadig skal pege mod Stjernen, naar denne paa Grund af Himmelkuglens Rotation flytter sig,

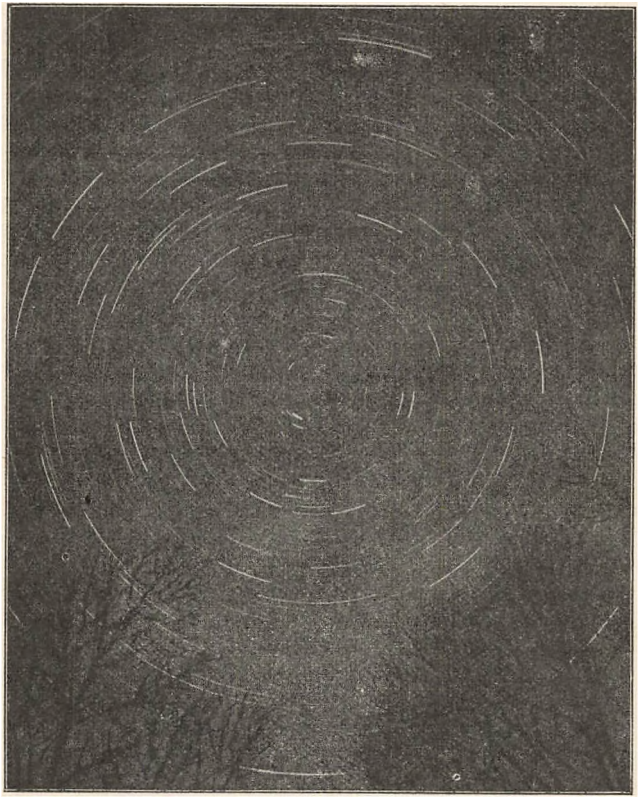


Fig. 140. Himmelkuglens Rotation anskueliggjort ved at fotografere den nordlige Del af Himlen i en Time. Forneden Trætoppe.

saa behøver vi blot at dreje hele Passeren om det Ben, der er rettet mod Himmelpolen. Drejer vi blot med en Fart, der er passende langsom i Forhold til Himmelkuglens Omdrejning, vil det bevægelige Passerben stadig følge Stjernen.

Det er efter et saadant Princip, at de store astronomiske Kikkerter er ophængt, saaledes som tidligere beskrevet (S. 53). Paa Fig. 141 ser vi *Yerkes Observatoriets Kæmpekikkert.* Den punkterede

Linie AB viser Retningen af den af Kikkertens Omdrejningsakser, der peger mod Himlens Nordpol. Desuden kan Kikkerten drejes om CD og derved indstilles mod Stjerner, der staar nærmere ved

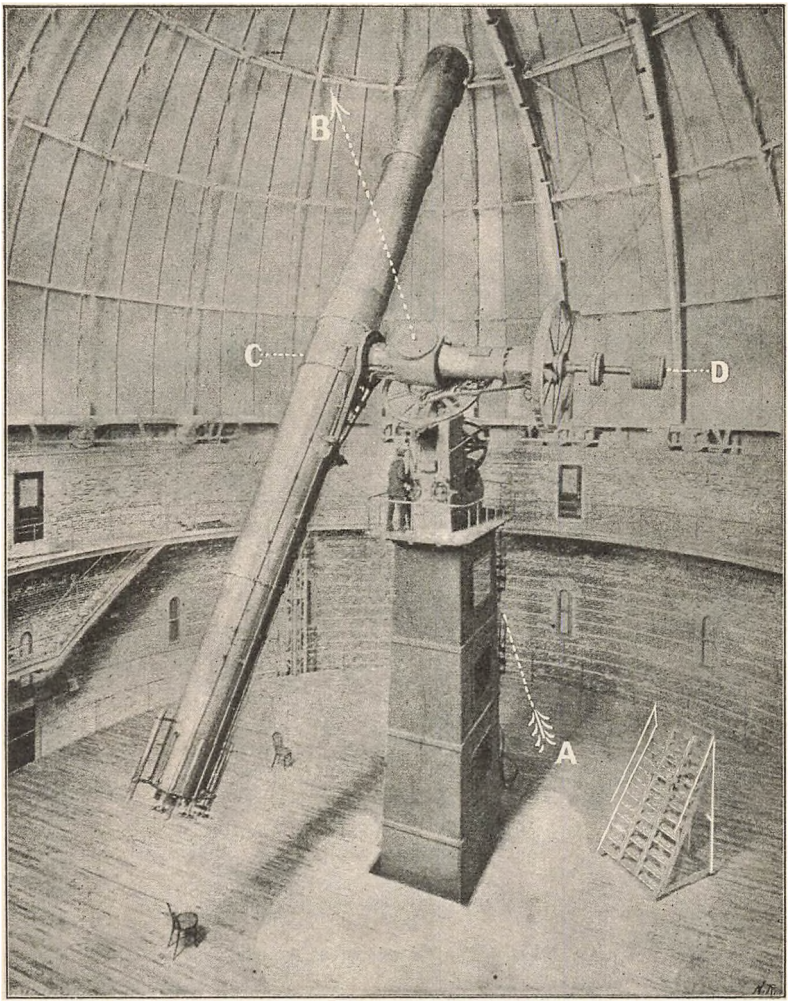


Fig 141. Kæmpekikkert i det amerikanske Yerkes-Observatorium.

eller fjernere fra Himmelpolen. Er Kikkerten først indstillet, sættes Urværket i Gang, og dette drejer Aksen AB og alt, hvad der hviler paa den, altsaa ogsaa Kikkerten, rundt med Himmelkuglen.

Hvor nødvendigt det er at sørge for, at Kikkerten følger Him-

melkuglens Omdrejning, naar man vil fotografere Stjernehimlen, har allerede Fig. 140 anskueliggjort. —

Stjernekortet Fig. 142 viser en hel Del Stjerner, der kredser rundt om Polarstjernen i Løbet af Døgnet. Lad os trække en Linie, der fra Midten af Karlsvognen løber til Polarstjernen, og lad os forlænge den lige saa langt til den anden Side. Vi kommer da til Stjernebilledet *Kassiopeja*, som er let kendelig ved sin Form

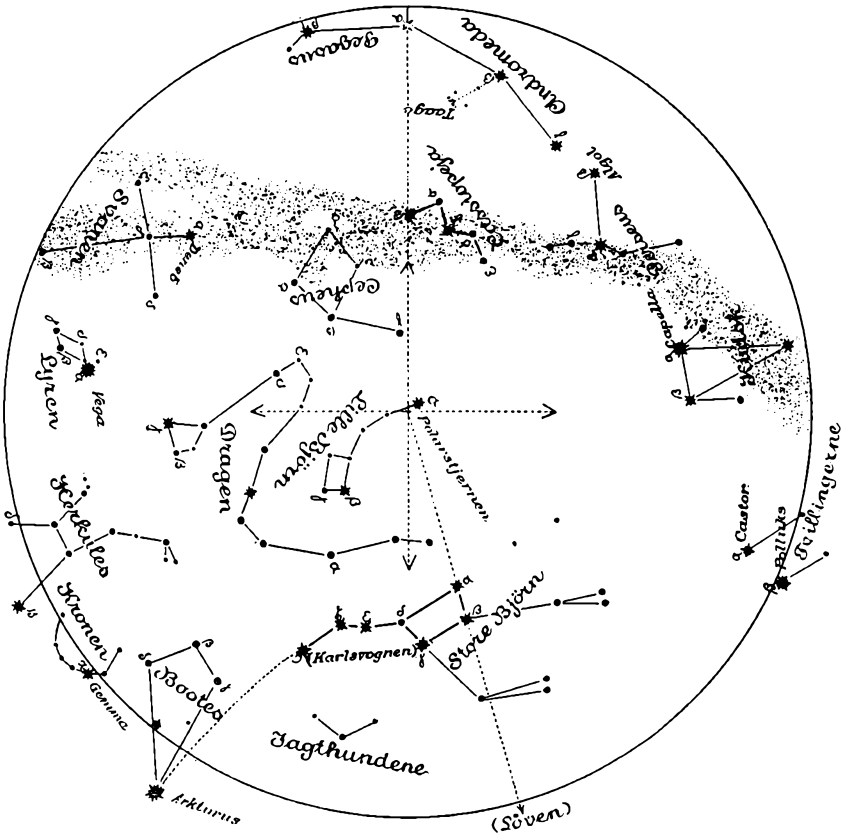


Fig. 142. Polarstjernens Omegn.

som et W. Trækker vi gennem Polarstjernen en Linie lige paa tværs af den gennem δ i Karlsvognen og α i Kassiopeja, saa viser den til den ene Side hen mod Dragens Hoved, til den anden Side hen mod *Kuskens* Stjernebillede med den klare Stjerne *Capella*.

Vi vil nu følge den Bevægelse, som bliver de Stjerner til Del, der sidder længere borte fra Polarstjernen. Mens vi hidtil har staaet med Ansigtet mod Nord, *vender vi nu Ryggen mod Polar-*

stjernen og ser mod Syd. Paa højre Haand har vi da Vest og paa venstre Haand Øst. Den Del af Stjernehimlen, vi da har for os, naar vi ser lidt i Vejret, skal vi kunne finde paa et af de fire Stjernekort Fig. 143—146. Hvilken Del vi ser, er afhængigt af Nattetimen og Aarstiden.

Sæt, at vi ved at lægge Hovedet helt tilbage ser Karlsvognens kendte Billede højt oppe, nær ved Himmelhvælvingens øverste Punkt. Længere nede paa Himlen ser vi da de Stjerner, der er afbildet paa Fig. 143. Den samme Linie $\alpha\beta$ i den store Bjørn, som fører til Polarstjernen, vil forlænget den modsatte Vej føre til *Løvens* Stjernebillede. Til højre i dette ligger α, ogsaa kaldet *Regulus*, til venstre β eller *Denebola*.

Regulus danner sammen med *Polluks* (β i Tvillingerne), *Prokyon*

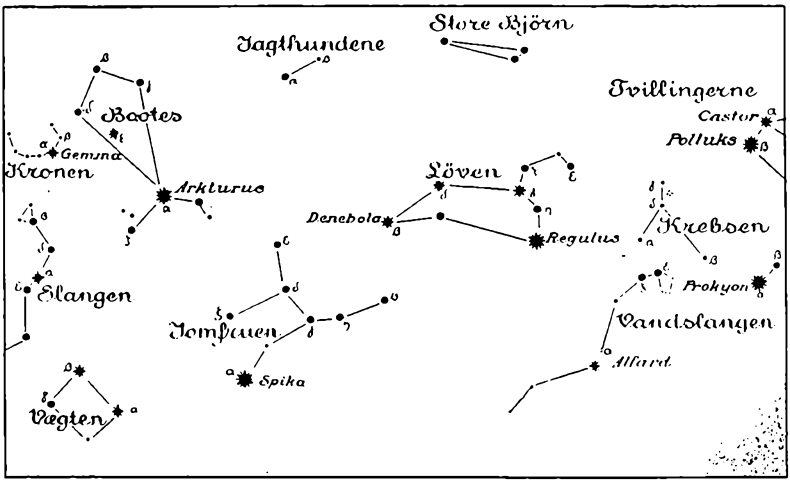


Fig. 143. Løvens Omegn.

(α i den lille Hund) og α i *Vandslangen* en stor Firkant, indenfor hvilken *Krebsens* Stjernebillede staar; i dette kan man nær ved γ og δ se den lille *Stjernehob* »Krybben«. *Castor* og *Polluks* er Hovedstjernerne i *Tvillingernes* Stjernebillede. Ud fra Karlsvognen finder vi dette ved Forlængelse af Linien $\delta\beta$.

Til venstre for Løven staar en lignende stor Firkant, dannet af Denebola, γ i Karlsvognen, den stærkt lysende, rødlige Stjerne *Arkturus* og *Spika*, og indenfor Firkanten findes en Gruppe svage Stjerner, der kaldes *Berenikes Hovedhaar*. Arkturus og Spika kan man komme til ved med nogenlunde jævn Krumning at fortsætte Buen i Karlsvognens Stang. Spika er α i *Jomfruens* Billede, Arkturus α i *Bootes*. Baade Krebsen, Løven og Jomfruen hører til Dyrekredsens Stjernebilleder.

Lægger vi Mærke f. Eks. til Løvens Stilling fra Time til Time, ser vi, hvorledes den vandrer over mod Vest, og hvorledes ny Stjerner stiger op fra den østlige Horisont. Naar vi saa tager med i Hukommelsen, hvor det er, at vi tænker os Himmelkuglens to Tapper siddende, ser vi, at denne Bevægelse er ganske i Overensstemmelse med hele det Billede, vi har dannet os af Himmelkuglens Omdrejning.

Lad os tænke os, at Dragens Hoved er kommet hen omtrent paa den Plads, Karlsvognen før indtog. Det er da i Hovedsagen Stjernerne paa Kortet Fig. 144, vi ser ud for os, naar vi som før ser mod Syd. Til venstre for Bootes ser vi det smukke lille Stjernebillede *Kronen*, i hvis Bue *Gemma* er den klareste Stjerne.

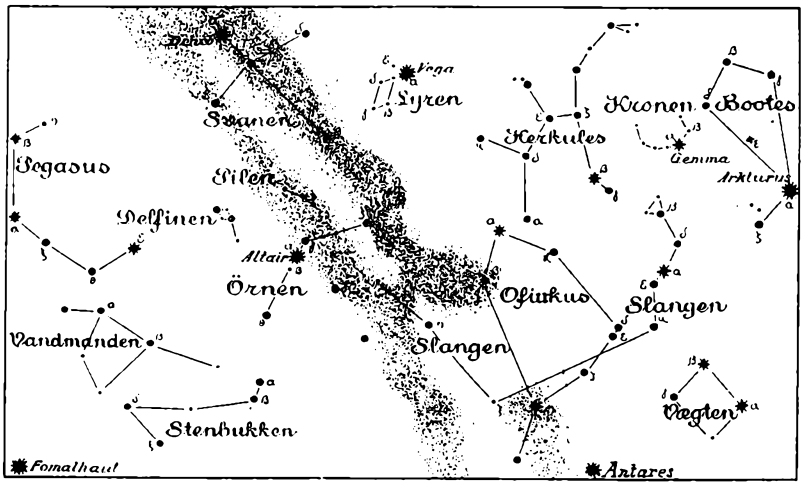


Fig. 114 Lyrens Omegn.

Til venstre for Kronen staar atter *Herkules*. Hvis vi fra Polarstjernen trækker en Linie ned mellem Kronen og Herkules, peger den mod en klar Stjerne, *Antares*, i *Skorpionen*, som i vore nordlige Egne aldrig hæver sig videre højt over Horisonten. Arkturus og Antares danner en stor Trekant med den klare Stjerne *Vega* i *Lyren* til venstre for Herkules. Vega med den nærstaaende lille Firkant er let at genkende. I Kikkert ses, at ε i Lyren er en meget sammensat, flerdobbelt Stjerne. De af Dyrekredsens Billeder, som er paa denne Del af Himlen, er *Vægten*, delvis *Skorpionen* og *Skytten*, samt *Stenbukken og Vandmanden*. Hos os staar de altid lavt paa Himlen og tiltrækker sig derfor kun ringe Opmærksomhed. Til venstre paa vort Kort ser vi dels *Svanens* store Kors, dels *Ørnen*, kendelig paa de tre Stjerner, der ligger i samme rette Linie.

Naar Himmelkuglen atter har drejet sig en kvart Omdrejning

om sine Poler, faar vi de Stjerner i Syd, som ses midt paa Kortet Fig. 145.

Den mest fremtrædende Figur dannes her af Hovedstjernerne i *Pegasus* og *Andromeda* sammen med α i *Perseus*. Figuren har en svag Lighed med de to Bjørne, men er langt større. Hvis vi forlænger Linien fra Midten af Karlsvognen til Polarstjernen et lige saa langt Stykke paa den anden Side af den sidste Stjerne, træffer vi α i Kassiopejas »W«. Forlænges denne Linie atter det samme Stykke, kommer vi til »Pegasusfirkanten«s ene Hjørne, α i Andromeda, og lader vi vort Blik endnu engang løbe et lige saa langt Stykke i samme Retning, kommer vi først langs Pegasusfirkantens ene Side og derpaa til *det Punkt mellem Stjernerne, i hvilket Solcentret ses*

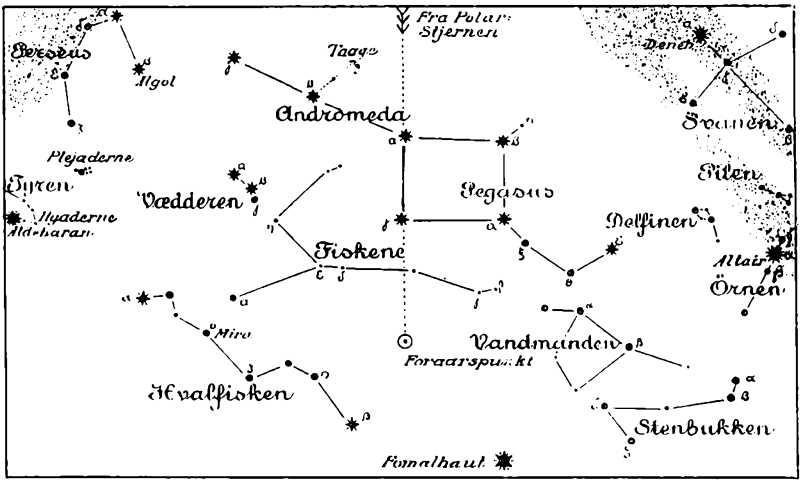


Fig. 145. Pegasusfirkantens Omegn.

ved Foraarsjævndøgn. Forlænger vi Pegasusfirkantens vestlige Side nedad, træffer den *Fomalhaut* i den sydlige Fisk, som dog kun lige netop naar op over Horisonten i den sydligste Del af Skandinavien. I Nærheden af β i Andromeda ser man i en Kikkert den langagtige *Andromedataage*, som kan skimtes med blotte Øjne af Mennesker med et skarpt Syn. Fig. 148 viser en Gengivelse af et smukt Fotografi af den. Linien gennem Andromedas tre Stjerner peger mod *Perseus*, i hvilken β er den mærkelige, foranderlige Stjerne *Algol*, om hvilken senere. Af Dyrekredsens Billeder ser vi *Stenbukken*, *Vandmanden*, *Fiskene*, *Vædderen* og *Tyren*.

Vi mangler nu den Del af Himlen, som kommer henover den sydlige Horisont, naar Kuskens Stjernebillede staar højt paa Himlen. Denne Del af Himlen (Fig. 146) beherskes af det straalende Stjernebillede *Orion*. Vi har ikke overfyldt vore Stjernekort med

de ganske værdiløse Figurer, som Fantasien vil, at Stjernebillederne skal fremstille. Den der vil se, hvorledes Orion kan forestille en Jæger, kan betragte Fig. 138. Orion ses i Syd, naar Kuskens Stjernebillede staar højest paa Himlen.

Neden for de tre Stjerner, som danner Orions Bælte, ser vi med de blotte Øjne ligesom en Lystaage eller Sammenhobning af Stjerner. I en Kikkert ser man her en stor Mængde Stjerner, samt en pragtfuld Lystaage, den saakaldte *Orionstaage*, af hvilken vi allerede har bragt en fotografisk Gengivelse i Fig. 27. Fotografier med lang Eksponationstid viser, at Lystaagen strækker sig langt videre, end Øjet kan følge den i Kikkerten. Forlænger vi den Linie, som de tre Stjerner i Orions Bælte danner, nedad til venstre, træffer vi Himlens

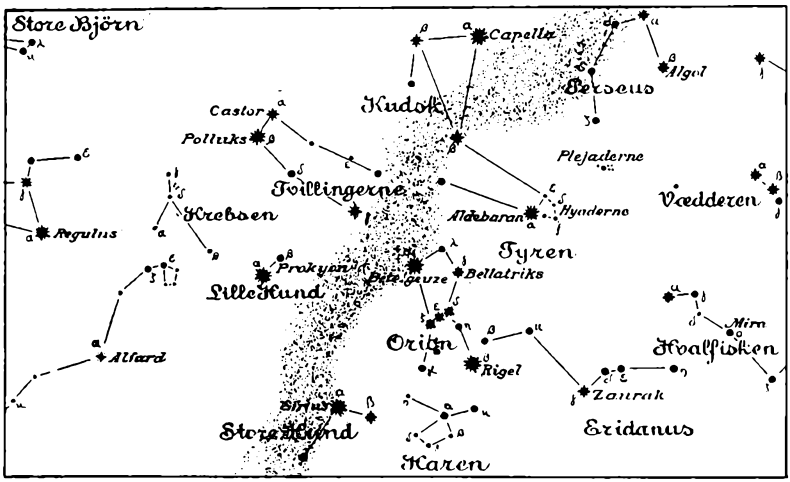


Fig. 146. Orions Omegn.

stærkest lysende Stjerne, *Sirius*. Den samme Linie forlænget lige saa meget opad til højre fører til *Tyrens* Stjernebillede, op til en Figur af Form som et V, dannet af nogle smaa Stjerner og en stor, rødlig — *Aldebaran* eller *Tyrens Øje*. Noget længere fremme i samme Retning ses en stor Gruppe Stjerner, *Plejaderne* eller *Syvstjernen*. Folk med mindre gode Øjne ser kun en svag Lystaage. Kun faa kan med de blotte Øjne se mere end 6 Stjerner, men i Kikkerten ser man mange Hundreder. Ad fotografisk Vej er det blevet vist, at de store Stjerner i Plejaderne er indhyllet i Lystaager, der udsender lange Taagebaand. β i Tyren, den ene Hornspids, danner med α og β i Kusken en langstrakt Trekant. Midtvejs mellem *Pegasus* og *Plejaderne* ligger *Vædderens* lille Stjernebillede, som hører til Dyrekredsen lige saa vel som Tyren, Tvillingerne og Krebsen. *Sirius* og *Betelgeuze* (α i Orion) danner en regelmæssig Trekant med

Prokyon, og vi opdager ved atter at se den store Firkant, hvis Vinkelspidser er Prokyon, Polluks, Regulus og α i Vandslangen, at vi er kommet Himlen helt rundt.

Vi slutter vort Overblik med at nævne den Række Stjernebilleder, gennem hvilke *Mælkevejens* svage Lysstribe løber. Lad os begynde med den Del, der ligger mellem Orion og Tyren paa den ene Side og Prokyon og Tvillingerne paa den anden Side. Derfra strækker Striben sig gennem Kusken, Perseus, Cassiopeja og hen til Svanen; her deler den sig i to Strømme, som dog flere Steder er forbundne med svagtlysende »Broer«. Strømmene løber over paa den for os Nordboer altid usynlige Del af Himlen, hvor de forenes; saa løber Strømmene atter tilbage til Udgangsstedet. Hvis vi kunde flyve ud i det tomme, mørke Verdensrum, vilde vi se Mælkevejen som et lysende Bælte, der løb hele Himlen rundt.

Stjernerne paa de sidste 4 Kort vil efterhaanden staa op i den østlige Horisont, bevæge sig henover den sydlige Horisont og gaa ned i den vestlige — naar vi da undtager de øverste Stjerner, der altid er over Horisonten og kredser om Polarstjernen. Hvis Stjernerne ikke om Dagen blev skjult af Himmelhvælvingens spredte Sollys, maatte vi i Løbet af et Døgn kunne se dem alle i Kredsløb passere forbi vort Blik. En stor Del af dem vil kunne ses en mørk Vinternat fra Solnedgang til Solopgang. Bekvemmere er det at iagttage Stjernerne paa samme Klokkeslet hele Aaret igennem. Da faar man efterhaanden alle de Stjerner at se, som overhovedet bliver synlige paa vor Del af Jordkloden, thi »*en Maaned* senere til *samme Klokkeslet* har Fiksstjernehimlen samme Udseende som *to Timer* senere *i samme Døgn*«. Hvis man rejser Syd for Jordens Ækvator, kan man se alle de Stjerner omkring Himlens Sydpol, som aldrig kommer op over *vor* Horisont, fordi Jorden altid skjuler dem. Man bemærker særlig *Sydkorset* og Lystaagerne »*de Magellanske Skyer*«.

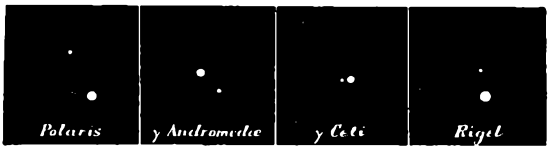


Fig. 147. Dobbeltstjernetyper.

De Mærkeligheder, som Kikkerten har ladet os opdage paa Fiksstjernehimlen, falder efter det foregaaende i faa, simple Grupper. De *flerdobbelte Stjerner* danner Overgangen mellem *Dobbeltstjernerne* (Fig. 147) og *Stjernehobene* (Fig. 28). Undertiden staar Stjernerne saa tæt, at hele Hoben danner en *Lystaage*, som ikke den kraftigste Kikkert formaar at opløse i enkelte Stjerner (Fig. 148). Spektralanalysen har vist, at disse »uopløselige« Taager dog undertiden er virkelige Lystaager og ikke sammenhobede Stjerner. Thi nogle af disse Taager, f. Eks. Orionstaagen, giver Liniespektrer, i hvilke særlig Brintlinierne

og Heliumlinierne spiller en fremtrædende Rolle. Disse Taager dannes af glødende Luftmasser af en ufattelig Udstrækning.

Fiksstjernernes Natur. Før Spektroskopets Opfindelse havde man kun ringe sikker Viden om Fiksstjernernes Natur. Man vidste, at deres Afstande fra vort Solsystem var saa store, at selv Afstanden til den fjerneste Planet var ganske ringe i Sammenligning med dem, og man vidste, at mange af Stjernerne var *flerdobbelte*, at de dannede Systemer af større og mindre Kloder. Man kunde i stærke Kikkerter se, hvorledes hvert Dobbeltstjernesystems Kloder i Aarenes Løb kredser om hinanden efter de samme Love som Kloderne i vort Solsystem, styrede af Kræfter af samme Natur. Det var da rimeligt at tro, at disse fjerne Kloder var opbygget af ganske de samme Grundstoffer som Jorden og vort Solsystems andre Kloder.

Spektralanalysen har ganske bekræftet Rigtigheden af denne Mening. Retter man en med Spektroskop forsynet Kikkert mod en Stjerne, saa at dennes Billede dannes paa Spektroskopets Spalte (S. 107), ser man et Spektrum, der ligesom Solspektret viser en Del fraunhoferske Linier. Hermed er vist, at den fjerne Stjerne er en glødende, selvlysende Sol, som er omgivet af glødende Dampe. Ved Spektroskopets Hjælp kunde *William Huggins* allerede i 1864 for mange af disse Sol-Atmosfærers Vedkommende paavise Eksistensen af Brint og af Dampe af Kalcium, Jern og Natrium. I de senere Aar er vort Kendskab til Fiksstjernernes Spektrer vokset i en betydelig Grad. I Hovedsagen kan Stjernerne ordnes i tre Klasser.

Den *første* Klasse omfatter Stjerner, i hvis Spektrer *Brintens* og til Dels *Heliumets* fraunhoferske Linier er kraftige, mens alle andre Linier helt eller næsten mangler. Til denne meget almindelige Klasse hører Sirius, Vega og Altair. Stjernernes Lys er nærmest *hvidblaat*, og Ejendommeligheder ved Spektret tyder paa, at Stjernerne har en meget høj Temperatur.

Den *anden* Klasse omfatter Stjerner, hvis Spektrer ligesom vor Sols Spektrum indeholder en stor Mængde Metallers fraunhoferske Linier. Til denne Klasse Fiksstjerner hører Capella og Arkturus — og, om man vil, vor Sol. Sammenlignet med Stjernerne i første Klasse har disse Stjerner et noget *gulligt* Skær, og deres Varmegrad er rimeligvis lavere.

Den *tredie* Klasse omfatter Stjerner, i hvis Spektrer Linierne findes i saa stort Antal, at de hober sig sammen til hele mørke Baand. Til denne Klasse hører f. Eks. Betelgeuze, Antares og den foranderlige Stjerne Mira i Hvalfisken. I Sammenligning med de forrige to Klasser har disse Stjerner et *rødligt* Lys, og deres Varmegrad er lavere.

Foranderlige og »ny« Stjerner. Stjernerne inddeles efter deres Lysstyrke i »Størrelsesgrader«. Sirius er den stærkest lysende, og efter den kommer blandt de for os synlige Stjerner Arkturus, Vega og Capella. Ikke alle Fiksstjerner lyser altid med samme uforanderlige Styrke. De to Stjerner *Algol* i Perseus og *Mira* i Hvalfisken staar

som Typer paa to forskellige Klasser af Stjerner med foranderlig Lysstyrke.

I omtrent halvtredje Døgn holder Algol sig uforandret i Lysstyrke; saa aftager den i Løbet af nogle Timer, men naar saa atter efter nogle Timers Forløb igen sin oprindelige Styrke, som den saa i de følgende halvtredie Døgn bevarer uforandret. Den forbigaaende, regelmæssig tilbagevendende Formindskelse i Lysstyrke



Fig. 148. Andromedataagen, efter et Fotografi fra Lick-Observatoriet.

kunde opfattes som Virkningen af en Formørkelse af »Algol-Solen«. Hvis Algol omkredses af en stor Planet, som er mørk, eller i hvert Fald mindre stærkt lysende end Algol selv, og hvis denne Planet med visse Mellemrum passerer mellem Algol-Solen og os, maa Stjernens Lysstyrke formindskes, saa længe Passagen varer. *Vogel* i Potsdam har ved en overordentlig smuk Anvendelse af Dopplers Princip (S. 108) paavist, at denne Forklaring er rigtig. Den gensi-

dige Tiltrækning mellem den »mørke« og den »lysende« Algolklode bevirker nemlig, at den lysende Klode ved den mørkes Kredsen tvinges til ogsaa at kredse lidt. I Sammenligning med Stjernens uhyre Afstand er denne Bevægelse ganske vist for ringe til, at vi ligefrem kan se den i en Kikkert, men da Stjernen ved sin Kredsen bringes til skiftevis at løbe hen mod os og bort fra os, saa maa de fraunhoferske Linier i Spektret forskydes lidt frem og tilbage med samme Periode som Omløbet. Her er kun Tale om meget smaa Forskydninger, men det lykkedes dog Vogel gennem sine omhyggelige Maalinger at paavise, at Algol bestaar af en lysere og mørkere (eller helt mørk) Klode. De to Himmellegemer kredser om hinanden med en indbyrdes Afstand af 5 Millioner km. Den første Klode er noget større, den anden noget mindre end vor Sol.

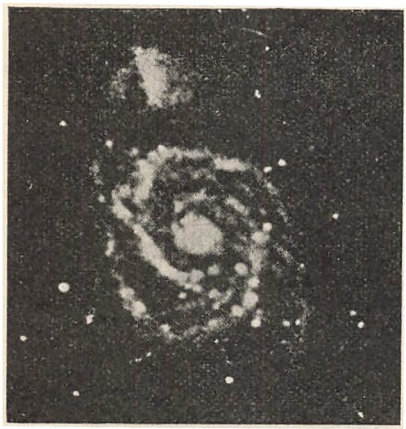


Fig. 149. Spiraltaage i Stjernebilledet Jagthundene, efter Fotografi.

Af de omtrent Tusind kendte foranderlige Stjerner er en halv Snes af den her beskrevne Algoltype. De øvrige er derimod enten af samme Type som Mira, hvis Lysstyrke med en lang Periode svinger mellem to Ydergrænser, eller ogsaa forandrer de Lysstyrken ganske uregelmæssig. Hvad der er Aarsagen hertil, vides ikke med Sikkerhed, og Pladsen tillader os ikke at komme ind paa de mere eller mindre løse Formodninger. —

I Forbindelse med de foranderlige Stjerner kan vi nævne de »*ny Stjerner*«, som fra Tid til anden pludselig dukker op, hvor man før ingen kendte. Disse Stjerner lyser kun med deres stærke Glans en kortere Tid, nogle Uger eller Maaneder. Saa aftager de og forsvinder enten helt eller er synlige i stærke Kikkerter som ganske svage Stjerner, ved hvilke der intet mærkeligt er at se. Man har mer eller mindre paalidelige Beretninger om en halvanden Snes ny Stjerner. I det andet Aarhundrede før Kristi Fødsel saa *Hippark* en ny Stjerne, som ogsaa kinesiske Historieskrivere taler om. I 1572 blussede *Tyge Brahes* Stjerne op i Cassiopeja, og i 1604 saa *Kepler* en ny Stjerne i Ofiukus. Siden 1866 er 10 ny Stjerner blevet iagttaget. Den sidste viste sig i Stjernebilledet Perseus i Februar 1901 og den kunde endnu, da dette blev skrevet (Februar 1902) ses i Kikkert. Baade Spektralanalysen og Himmelfotografien har givet os mange Bidrag til Forstaaelsen af de ny Stjerners Opblussen, men endnu ikke tilstrækkelig mange til, at en sikker Forklaring kan gives. Enhver

ny opdukket Stjerne staar, saa længe den er synlig, paa nøjagtig samme Plads mellem de øvrige Fiksstjerner, og er altfor langt borte fra os til, at dens hurtige Opblussen kan være fremkaldt ved, at Stjernen nærmer sig til os. Man er mest tilbøjelig til at tro, at Aarsagen til Fænomenet er den Varme, som fremkaldes ved et Sammenstød, f. Eks. *ved at en mørk, udslukt Sol bliver glødende, idet den farer gennem en af Verdensrummets udstrakte Stjernetaager* — men som sagt, noget sikkert kan ikke siges.

Af *Nova Persei* — det vil sige »Perseus' ny« — har baade Yerkes- og Lick-observatoriet taget en Række interessante Fotografier, der viser, at Stjernen omkredses af mægtige Taagemasser. Disse slynges bort fra Stjernen ud i Verdensrummet med næsten ufattelige Hastigheder, som vidner om den indtraadte Katastrofes Mægtighed. For vort Solsystem er Katastrofen dog uden Betydning, thi den er foregaaet et Sted i Verdensrummet, som er saa langt borte fra os, at Lyset bruger mange, mange Aar, sandsynligvis flere Aarhundreder for at naa til os Mennesker — og dog gennemløber Lyset 300 000 Km. i hvert Sekund. Den her omtalte Katastrofe, som vi var Øjenvidner til i Februar 1901, fandt altsaa *i Virkeligheden* Sted for lange Tider siden. Af hvad Natur Katastrofen har været, hvad den betyder, det ved vi Mennesker ikke. Er et Sted ude i Verdensrummet et Solsystem, en Verden gaaet til Grunde? Eller har maaske en udslukt Sol faaet ny Energi, ny Livsbetingelser? —

Efter *Kapteyns* og *Seeligers* Mening er selve den *Fart*, med hvilken Taagemasserne om Nova Persei bevæger sig, et Øjenbedrag, som blot skyldes, at det pludselig opblussende Lys bruger en vis Tid om at bevæge sig gennem de udstrakte Stofmasser, der ude i Verdensrummet omgiver Stjernen. Som en stadig voksende Bølgering vil Lyset spredes til alle Sider.

Enhver kender Stjernernes »*Funklen*«. Især Sirius kan en kold Vinternat blinke med et pragtfuldt Farvespil. Hvad er Aarsagen dertil? Denne maa ikke søges ved Stjernen selv, men i Jordens Atmosfære. Vi har allerede tidligere omtalt den ejendommelige Virren, som Synsbillederne i stærke Kikkerter lider under paa Grund af Luftstrømningerne og de forskelligt opvarmede Luftdeles forskellige Lysbrydning. Det er de samme Forhold i Atmosfæren, der faar Stjernerne til at funkle. —

Vi har allerede ved vore Beskrivelser af Stjernebillederne nævnt Eksempler paa Dobbeltstjerner, Stjernehobe og Stjernetaager. Pladsen tillader os ikke at fortælle mere i Enkelthederne om alle disse vidunderlige Ting, som kun Kikkerten har ladet Menneskets Øje faa Indblik i. Vi maa blive staaende ved det her givne Overblik af Hovedresultaterne.

DAG OG NAT, SOMMER OG VINTER.

Jordens Form og Størrelse. Jordens Omdrejning om sin Akse. Solens Vej mellem Stjernerne. Skiftende Horisonter; Midnatssolens Land. Jordens Bevægelse om Solen; aarlig Parallakse; Aberration; Præcession.

Aar ud og Aar ind veksler Dagen med Natten og Sommeren med Vinteren. Vi er blevet saa vant til denne Vekslen, at vi knap tænker over, hvilken indgribende Betydning den har for hele det Liv, der rører sig paa Jordens Overflade.

Har Nutidsmenneskerne mange Hjælpekilder at ty til, naar Solen svigter, saa var Forholdet helt anderledes for de første Mennesker. De var i den Grad afhængige af det Lys og den Varme, som Solen sender os, at hele denne Naturlivets Pulseren har været noget af det første, som fik Menneskerne til at rette deres Blik mod Himmellegemerne.

Nu til Dags er enhver næsten født med at vide, at det bliver Dag, fordi Solen staar op og sender sit Lys udover Jorden. Men til en Begyndelse mægtede den menneskelige Tanke ikke at se saa klart paa Sagen. Hvis man overhovedet skænkede den en Tanke, saa forestillede man sig den lysende Daghimmel som noget selvstændigt. Endnu saa sent i Menneskeslægtens Udviklingshistorie som i det femte Aarhundrede før Kristi Fødsel opstillede en græsk Filosof, *Empedokles fra Agrigent*, følgende Forklaring: Jordkuglen er omgivet af en Skal af Luft, der er i en stadig omdrejende Bevægelse, og hvis ene Halvdel er lysende. Saalænge denne lysende Halvdel hvælver sin Kuppel over os, er det Dag, men det bliver Nat, naar den er under Jorden.

Efterhaanden trængte dog den rigtige Forstaaelse igennem: *det bliver Dag, fordi Solen ikke længer skjules af Jorden. Idet Sollyset spredes i Atmosfæren, bliver hele Himmelhvælvingen saa stærkt lysende, at Stjernerne fordunkles.*

Den, der vil trænge til Bunds i Sagen, standser dog ikke med denne Forklaring. Det næste Spørgsmaal bliver: *Hvordan kan det gaa til, at Solen regelmæssig hver Dag foretager sin lange Fart henover Himlen.*

Saalænge Tanken endnu arbejdede med Forestillinger som den

ægyptiske og kaldæiske Astronomis »Verdenssal«, var der vel neppe nogen rimeligere Forklaring end den, at en særlig Guddom førte den lysende Sol henunder Himlens Kuppelhvælving. Men hermed kunde den græske Astronomi ikke lade sig nøje. Grækernes Verdensbillede fordrede en mere dybtgaaende Forklaring af de Aarsager, der laa bag Dagens og Nattens Vekslen.

Vil vi forstaa denne, maa vi huske, at Grundtanken i det græske Verdensbillede er følgende (se S. 21 og 22): Jorden er en Kugle, der ubevægelig svæver i Midten af den roterende Himmelkugleskal, til hvilken Stjernerne er fæstet.

Det er paa Tide, at vi skaffer os Klarhed over, hvorledes man havde lært Jordens sande Form at kende.

JORDENS FORM OG STØRRELSE.

Naar vi staar i fri Luft og følger Stjernernes Løb henover Himlen, har vi ingen Vanskelighed ved at danne os et anskueligt Billede af »Himmelkuglen«. Ganske anderledes forholder det sig, naar Talen er om at danne et anskueligt Billede af Jorden som Helhed.

Den faste Jordoverflade har en meget uregelmæssig Form. Højdedrag veksler med Dalstrøg; mægtige Bjærge gennemskæres af dybe Kløfter. Men naar vi fra højtliggende Steder ser ud over Jorden, faar vi dog det Indtryk, at alle disse Uregelmæssigheder kun er af ringe Størrelse i Sammenligning med Jordens egen Udstrækning. For at faa fat paa det *væsentlige* i Jordens Form vil vi undersøge *Havoverfladens* Form.

Lad os tænke os, at vi staar udenfor Lanternen paa et højt Fyrtaarn, der er opført paa en Klippe langt ude i Havet. Rundt om os til alle Sider breder Havets Flade sig, helt rundt begrænset af Horisontens Kreds. Det Billede af Jorden, som da frembyder sig af sig selv, er dette: *Jorden er en stor, kredsrund Skive.*

Opmærksom lagttagen viser imidlertid, at saaledes kan det ikke forholde sig. Et stort Skib, som sejler bort, bliver for vort Syn mindre og mindre, og hvis Havet var plant, vilde vi kunne se Skibet, selv naar det var saa langt borte, at det kun viste sig som en ganske lille Prik; med stærkere og stærkere Kikkerter vilde vi kunne følge det længere og længere bort. Men saaledes gaar det ikke. Skibet nærmer sig Synskredsens Grænse, og saa, medens det endnu kan ses med kendelig Størrelse, forsvinder det paa den Maade, at *først Skroget og senere Rejsningen* skjules for vort Blik (Fig. 150).

Dette forklares ved, at Jorden runder, hvilket vi vil kunne forstaa, naar vi betragter Fig. 151. Fyrtaarnet er selvfølgelig tegnet uforholdsmæssigt højt, for at det væsentlige ved Sagen skal træde tydeligere frem. Ser vi fra I lige ud i den vandrette Retning IH standser intet vort Blik. Hvis vi ser nedad, ser vi Havet, og kan følge dets Overflade fra Klippens Fod og helt ud til k. Men den Del af

Havet, som ligger længere borte end k, kan vi ikke se. Vi vil da kunne forstaa, at man fra Fyrets Top slet ikke vil kunne se noget af det Skib, der paa Figuren ligger længst til venstre. Kommer det nærmere, vil man kunne se den Del, der rager op over den punkterede Linie, og kommer Skibet endnu nærmere, vil man kunne se det helt.

Paa denne Maade kan vi slutte os til, at Jordoverfladen runder. Da Skibet maa sejle lige langt bort for at forsvinde, i hvilken Retning end Bortsejlingen foregaar, maa Havoverfladen altsaa runde lige stærkt i enhver Retning, og da det samme Fænomen gentager sig, hvor paa Havet vi end befinder os, maa vi slutte, at Havoverfladen overalt har samme Runding. Men den Flade, der har denne Egenskab, *er netop Kuglefladen.*

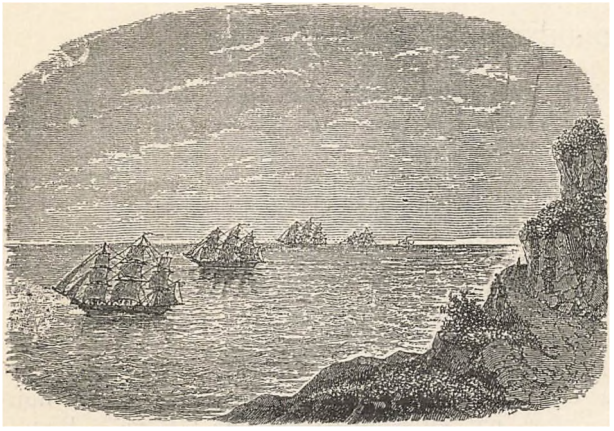


Fig. 150. Af et bortsejlende Skib kan Toppen ses længere end Skroget.

Saaledes begrundede de græske Oldtidsastronomer, at Jorden i Hovedsagen har Form af en Kugle, og de støttede yderligere deres Paastand paa forskellige andre Iagttagelser, af hvilke vi blot skal nævne den, at Randen af den Skygge, som Jorden kaster paa Maanen under en Maaneformørkelse, altid er buet efter en Cirkel.

I Løbet af de sidste Aarhundreder har den europæiske Civilisation bredt sig over hele Jorden, og den har omspændt Kloden med et Net af Maalinger, der giver en meget nøje Bestemmelse af Jordoverfladens Form. Det vil her føre os for vidt at komme ind paa den særlige Gren af den astronomiske Videnskab, der vedrører Jordmaalingen — *Geodæsien*, som den kaldes. Det maa være tilstrækkeligt at meddele, at Resultatet, der er fundet, er, at det faste Lands Ujævnheder, Bjærge og Dale, er af forsvindende Størrelse i Sammenligning med Jorkloden, og at denne selv vel i de grove Hovedtræk er kugleformet, men dog i de finere Enkeltheder afviger en Del fra Kuglen.

Trods de gode, matematiske Grunde, som Oldtidens Astronomer havde, vandt Troen paa Jordens Kugleform kun ringe Fodfæste udenfor Fagmændenes Kreds, ja den forsvandt næsten ganske i

Middelalderen. I og for sig er dette dog slet ikke mærkeligt, naar vi husker, at den Del af Menneskeheden, som Talen er om her, kun beboede en temmelig ringe Del af hele Jordoverfladen. Til en Begyndelse kendte Geograferne kun Landene omkring Middelhavet, og først senere fik de et mer eller mindre taaget Kendskab til Europas nordlige, Asiens østlige og Afrikas sydlige Egne. Men ingen havde endnu dengang leveret *det* haandgribelige Bevis for Jordens Kugleform, som ligger i Jordomsejlingerne.

Da saaledes paa den ene Side Fagastronomernes Overbevisning var naaet gennem matematiske Regninger og Overvejelser, og paa den anden Side Folk, der ikke kunde følge disse, manglede Forudsætningerne til at værdsætte den Beviskraft, som Astronomernes Slutninger havde, er det let forstaaeligt, at Folk i Almindelighed ikke kunde løsrive sig fra de Fordomme, der til en Begyndelse stiller sig imod den Paastand, at Jorden er rund.

Den stærkeste Fordom har *Tyngdekraften* indgivet os. Hele vort Liv igennem forfølges vi af dens nedaddragende Kraft. Det er den,

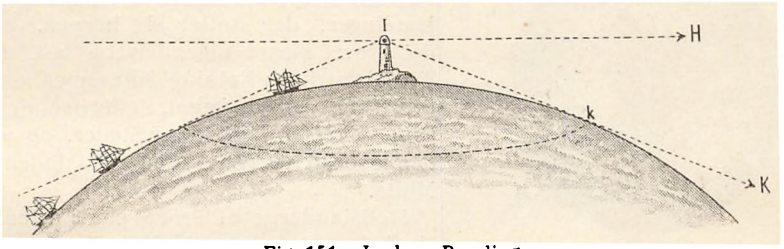


Fig 151. Jordens Runding.

som strammer Lodsnoren, og det »nedad«, som Snoren bestemmer, forandres tilsyneladende ikke, fordi Snoren flyttes. Alle Lodsnore synes at være parallelle, overalt synes »nedad« at være den samme Retning. Men hvis dette er rigtigt, og hvis dernæst vi Mennesker lever paa en stor Kugle, kommer vi til et mærkeligt Resultat. Den Retning i Rummet, der hos os gaar »nedad«, vil nemlig da paa den modsatte Side af Jordkuglen vise *bort* fra Jorden, og Troen paa, at Tyngdekraften overalt i Rummet har samme Retning, er altsaa uforenelig med den Mening, at der skulde kunne leve Mennesker paa den Side af Jordkloden, som er modsat det Sted, paa hvilket vi lever.

Det var dog ikke vanskeligt for Astronomerne at se, hvor Fejlen i dette Ræsonnement laa. I Virkeligheden er Tyngdekræfterne paa de forskellige Steder af Jorden nemlig overalt rettet ind imod Jordens Midte, saa at Lodliniens Retning i Rummet forandres fra Sted til Sted. Naar vi ikke til daglig lægger Mærke til denne Forandring, er Grunden, at den Del af Jordens Flade, som et Menneske i et

bestemt Øjeblik har Overblik over, kun er en overordentlig lille Del af hele Jordoverfladen. Hvis vi flytter en Lodsnor et Par Alen til Siden, peger den ganske vist matematisk talt i en ny Retning, men Forandringen er saa lille, at den aldeles ikke kan paavises ved de Maalcapparater, der staar til vor Raadighed. Derimod maa Lodlinierne f. Eks. i Kristiania og København danne en kendelig Vinkel med hinanden.

Men hvorledes skal Astronomerne paa disse to Steder kunne sammenligne dem med hinanden? Ingen af dem kan samtidig komme til at se begge Lodlinierne.

Denne Vanskelighed kommer Astronomerne udover ved at lægge Mærke *til de to Lodliniers Stilling til Stjernerne.* Det er nemlig de samme fjerne Stjerner, som begge Astronomer ser oppe paa Himlen, og nu viser det sig, at de to Lodlinier *i et bestemt Øjeblik* peger mod forskellige Punkter af Stjernehimlen.



Fig. 152. Paa forskellige Steder af Jorden angiver Lodlinien forskellige Retninger i Verdensrummet.

Stjernerne giver os altsaa Holdepunkter til Sammenligning mellem fjerntliggende Steders Lodlinier, og gennem Maalinger, der støtter sig herpaa, er det blevet slaaet uigendrivelig fast, at Tyngdekraftens Retning i Rummet ændrer sig ganske jævnt, efterhaanden som vi rejser hen til ny Steder, og at den overalt er rettet mod Jordklodens Midte.

Modstanderne af Troen paa Jordens Kugleform havde sagt: Hvis Jorden er rund, maa de Mennesker, der lever paa den modsatte Side af Jorden, *vore Antipoder*, have Fødderne opad og Hovedet nedad, og Kornet maa gro med Aksene nedad. Vi ser nu, at dette kun er en Leg med Ord. Ude i Verdensrummet er der ingen Ting, der hedder »opad« og »nedad«. Paa hvert enkelt Sted af Jordoverfladen betyder »nedad«: »ind mod Jordens Midte«, og naar vi rejser, forandrer denne Retning sig ganske langsomt.

Dette illustrerer Fig. 152. Vi ser foroven ved Asien en Mand, der er tegnet i kæmpemæssig Maalestok, for at vi overhovedet skal kunne se ham. De følgende Tegninger viser hans Stilling i Verdensrummet, efterhaanden som han kommer hen til andre Egne af Jordkuglen. Tilsidst er han naaet om til den modsatte Side af Jorden, til Amerika. For »Asiaten« ser det ud, som om »Amerikaneren« »hænger ned« fra Jorden, men drejer vi Bogen om, ser vi, at »Amerikaneren« lige saa godt kan sige, at »Asiaten« hænger nedad med Hovedet. I Virkeligheden har ingen af dem Ret. Tyngdekraften trækker alle Mændene paa aldeles ensartet Maade indad

mod Jordens Midte. »Op« og »ned« har kun en rent lokal Betydning.

Den græske Oldtidsvidenskab gjorde gentagne Gange Forsøg paa at maale *Jordens Omkreds*. Læseren vil maaske finde det mærkeligt, at Geograferne paa en Tid, da de endnu kun kendte en ringe Del af hele Jordens Flade, alligevel kunde have et godt Begreb om Størrelsen af dens Omkreds. For i alt Fald at faa en Forestilling om, hvordan dette kunde lade sig gøre, vil vi atter benytte Fig. 152. Sæt, at baade »Asiaten« og den følgende Mand til højre i *et bestemt Øjeblik* lægger Mærke til, hvilken Del af Stjernehimlen, der er over deres Hoveder. Hvis de to Mænd nu ved Maalinger og Beregninger finder, at Afstanden mellem de to Steder af *Himlen* er $^1/_8$ af hele *Himmelkuglens* Omkreds, saa maa ogsaa *Mændenes Afstand* udgøre $^1/_8$ af hele *Jordkuglens Omkreds*; thi gennemvandrer Manden hele Jordens Omkreds (langs Tegningens Rand), saa drejer hans Lodlinies Retning sig netop en hel Gang rundt. Hvis »Asiaten« nu endvidere ved, at han skal rejse 5000 Kilometer for at komme til den anden Mand, saa ved han, at hele Jordens Omkreds er 8 × 5000 eller 40 000 Kilometer.

Paa en Maade, der i Grundtanken minder meget om denne, fandt *Eratostenes*, der *i det 3die Aarhundrede før Kristi Fødsel* var Bibliotekar i Aleksandria, at Jordens Omkreds var 250 000 Stadier eller over 39 Tusind Kilometer. Selv om det gode Resultat maaske skyldes et heldigt Sammentræf — forskellige mindre Fejlmaalinger, der har ophævet hinanden — maa det dog vække vor Beundring, at Eratostenes kendte Jordens Omkreds saa nøjagtig, at Fejlen kun er omtrent $1^1/_2$ pCt. af den virkelige Værdi.

Med Oldtidsvidenskabens Undergang gik ogsaa Kendskabet til Jordens Form og Størrelse tabt, og da Astronomien igen spirede frem paa europæisk Grund, og Oldtidsskrifterne gennempløjedes, havde man forlængst glemt, hvor lang den Stadie var, som Eratostenes havde brugt. Det er først den nyere Tids Filologi, der ved Sammenligning af forskellige Tekststeder har kunnet fastslaa dens Længde ($157^1/_2$ Meter).

I Mellemtiden havde ganske vist den muhammedanske Kalif *Almamun* paa to forskellige Steder af Mesopotamiens Sletter ladet udføre Maalinger efter Eratostenes' Mønster, men i Europa havde man lige saa uklare Forestillinger om Længden af den arabiske Mil som om Længden af Stadien. Dette forklarer, at Geograferne i Slutningen af det 15de Aarhundrede havde temmelig vrange Forestillinger om Jordens Størrelse og Landenes indbyrdes Beliggenhed. Paa et Verdenskort, som kom Kolumbus for Øje, fyldte det ukendte Hav mellem Europas Vestkyst og Asiens Østkyst kun $^1/_4$ af Jordens Omkreds.

Man forstaar da, hvorledes Kolumbus kunde faa Mod til at sætte over Atlanterhavet for at gennemføre den Plan, som allerede Oldtiden havde drømt om, nemlig at naa Indien ved at rejse Vest om

Jorden i Stedet for at rejse Øst om den. Ingen vidste dengang, at Vejen fra Spanien vestpaa til Asiens Østkyst var mere end dobbelt saa lang som paa Kortet, og at et mægtigt Fastland spærrede den fra Nord til Syd.

Kolumbus fik aldrig at vide, hvor langt de vestindiske Øer laa fra det Indien, som han med saa stor Iver havde søgt. Da Magellan i Slutningen af 1520 endelig fandt et Stræde, der Syd om Amerika førte ham over i det Stille Hav, troede han, at en kort Sejlads vilde føre ham over til Asien, men Uge efter Uge sejlede hans Skibe uden at se Land. Først efter et Fjerdingaars Forløb naaede han Filippinerne.

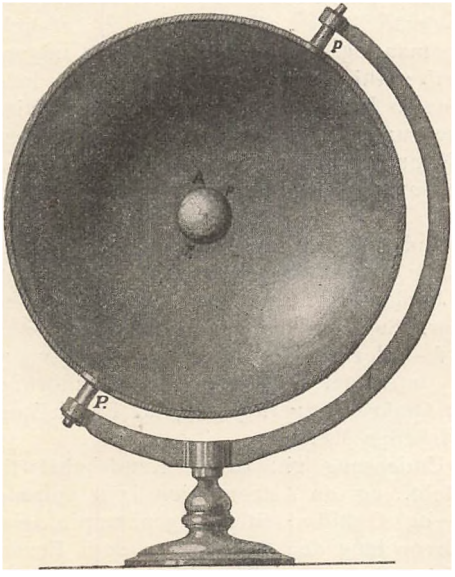


Fig. 153. Gennemsnit af en Model af den tænkte Himmelkugle. Den lille Kugle i Midten forestiller Jorden.

Magellans Jordomsejling var ganske anderledes overbevisende for Menigmand end Astronomernes teoretiske Betragtninger. Det er meget lettere at forstaa, at Jorden er rund, naar man hører, at Folk er rejst om paa den anden Side af af den og har mærket, at Tyngdekraften ogsaa paa den Side trækker »nedad« som hos os, end naar man kun har Astronomernes teoretiske Forklaringer at støtte sig til.

Nu er Verdenshavene gennemsejlet paa Kryds og tværs, og det er kun mindre, isolerede Strækninger af Jorden, som den rejsende ikke har betraadt — som ikke endnu er udmaalt og kortlagt. I vore Dage kan ingen længere tvivle om, *at Jorden er en i Rummet fritsvævende Klode, tilnærmelsesvis af Kugleform, og at alt paa Jordens Overflade bindes til den ved den mærkværdige Tiltrækningskraft (Tyngden), der udgaar fra Jordkloden og overalt er rettet ind mod dens Midte.*

JORDENS OMDREJNING OM SIN AKSE.

Vort Billede af Verdensbygningen er altsaa foreløbig blevet dette: *Jordkuglen svæver ubevægelig i Midten af den umaadelige Himmelkugle, og denne drejer sig med jævn Fart rundt om to Tapper, idet den fører Stjernerne med sig.* Dette Billede omformede *Kopernikus.*

Lad os engang tænke os, at vi sidder i en Karrusel, der er i Gang. Vi ser da Omgivelserne fare forbi i uafbrudt Rækkefølge. Men akkurat samme Syn vilde vi faa, hvis Karrusellen stod fast, og Omgivelserne drejede sig lige saa hurtig rundt den modsatte Vej.

Dette benyttes undertiden paa Forlystelsesanstalter paa forskellig Maade. Snart er en faststaaende Karrusel omgivet af et kredsrundt roterende Lærred, paa hvilket der er malet et Panorama. Snart kommer Tilskuerne ind i et lille Rum, der er udstyret som det indre af en Elevator, og ned forbi dets Vindu drejes et langt Lærred, paa hvilket der er malet Mursten eller lignende. Disse Eksempler kunde forøges med mange andre. I alle Tilfælde bedrages vore Sanser, idet vi tror, at det, som er fast, bevæger sig, og omvendt.

Allerede enkelte Oldtidsastronomer havde indset, at man lige saa godt kunde forklare sig Himmellegemernes Vandring henover Himlen i hvert Døgn, deres Opgang i Øst og deres Nedgang i Vest, ved at *Jorden* drejer sig, som ved at *Himmelkuglen* drejer sig. Lad os tænke os den rette Linie trukket, der tværs gennem Himmelkuglen forbinder dens Nordpol og Sydpol (PP_1 paa Fig. 153); det er den Akse, om hvilken Himmelkuglen efter den gammeldags Opfattelse drejer sig. Midt paa den maa vi tænke os Jordkuglen siddende. De to Punkter, i hvilke Linien gennembryder Jordoverfladen, kaldes Jordens Poler. Det er nu klart, at Himmelkuglens Stjerner vil drage forbi vort Blik nøjagtig paa samme Maade, *hvad enten* det er Jordkloden, som vi staar paa, der er fast, og det er Himmelkuglen, der med alle sine Stjerner drejer sig om PP_1, *eller* det er Himmelkuglen med dens Stjerner, der staar fast, og det er Jorden, der med os drejer sig om PP_1 den modsatte Vej, en Gang rundt i samme Tid. Ja i og for sig kunde det tænkes, at de *begge* drejer sig, blot med forskellig Fart.

Hvilken Opfattelse der er den rigtige, kan Synssansen alene ikke afgøre. Allerede omkring Aar 400 før Kristi Fødsel diskuterede Astronomerne de forskellige Muligheder. Naar den Opfattelse, at Jorden var den faste, ubevægelige, til en Begyndelse sejrede, er dette begrundet i, at den modsatte Antagelse i saa høj Grad strider mod vore dagligdags Erfaringer, at mange Slægtleds Tankearbejde var nødvendigt for at fjerne alle de Fordomme, vore Sanser er blevet hildet i. Men at det varede to Aartusinder, før den rette Opfattelse sejrede, det er Verdenshistoriens Værk; den Udvikling, den græske Videnskab havde vist Tegn til at gaa i Møde, blev afbrudt, og først den ny Tid, Renæssancen, sammenknyttede Udviklingens Traad.

Det er i og for sig ganske naturligt, at Tanken til en Begyndelse vægrer sig ved at tro, at Jorden drejer sig. Vi er fra Barnsben af saa vant til at tænke os Jordoverfladen som det faste, det som i hvert Fald er urokkeligt, at vi har ondt ved at tænke os, at et Punkt ved Jordens Ækvator i et Døgn skulde hvirvles rundt gennem de 40 Tusind Kilometer, som er Jordens Omkreds, eller at

f. Eks. Kristiania i samme Tid skulde gennemløbe en halv saa stor Cirkel eller 20 Tusind Kilometer. Kun i Nærheden af Jordens to Poler vil vi kunne undfly disse næsten utrolige Hastigheder.

Men hertil kom i Oldtiden, at et mangelfuldt Kendskab til Mekanikkens Grundlove skabte ny Vanskeligheder for Troen paa Jordens Omdrejning. Modstanderne af denne Tro mente, at hvis Jorden drejede sig saa hurtig mod Øst, vilde en Sten, man kastede i Vejret, falde ned igen langt borte mod Vest; thi i de faa Sekunder, Stenen havde svævet i Luften, var Jordoverfladen drejet et langt Stykke mod Øst. Skyerne, der svævede i Luften, Fuglene, der flagrede frit omkring, vilde ikke kunne følge Jorden i dens rasende Fart.

Man havde end videre lagt Mærke til, at naar et Hjul, paa hvis Rand der sidder en Del Vejsnavs, drejes hurtig rundt, saa slynges Snavset bort fra Hjulet — vi kender Resultatet fra Cyklisternes Rygge en Regnvejrsdag. Og man mente, at Mennesker og Dyr, overhovedet alt, hvad der ikke var tilstrækkelig fæstet til Jorden, vilde slynges ud i Verdensrummet, hvis Jorden drejede sig.

Mod alle disse Grunde kunde Forkæmperne for Jordens Bevægelse kun anføre, at det var langt simplere at tro, at det var det *ene* Legeme, Jorden, der drejede sig, end de *mange*, Stjernerne — at det i det Hele var meget vanskeligt at tænke sig, at den mægtige Himmelkugle drejede sig. Thi allerede i Oldtiden var man klar over, at Himmelkuglen i Tværmaal maatte være mindst Tusinder af Gange saa stor som Jorden, og hvis denne sidste stod fast, maatte Stjernerne bevæge sig rundt om den med Hastigheder, der var mindst Tusinder af Gange saa store som de Hastigheder, vi før beregnede for Punkter af Jordens Overflade, da vi forudsatte at Stjernerne stod fast.

Galileis Undersøgelser. Da *Kopernikus* i det femtende Aarhundrede atter rejste Kampen, kunde han endnu ikke møde Modstanderne med bedre Grunde. Det var først, da *Galilei* omkring Aar 1600 havde fundet Mekanikkens rigtige Grundlove, fremfor alt *Inertiens Lov* (»Naturen og dens Kræfter« Sp. 185 og 186), at det kunde lægges klart frem, at de ovenstaaende Beviser var falske, og at Jordens Aksedrejning virkelig var i fuld Overensstemmelse med Naturens Love.

Punkt for Punkt kunde Galilei imødegaa de ovenstaaende Grunde. At Stenen, der blev kastet lige i Vejret, faldt lige ned igen, kan godt forstaas, selv om Jorden drejer sig; thi dengang, da Stenen var i Haanden, havde den Jordens Hastighed, og denne bevarer den paa Grund af sin Inerti, efter at den er kastet i Vejret. At dette er rigtigt, kan enhver selv se ved at lade f. Eks. en 5-Øre falde mod Gulvet, mens man sidder i en Jernbanevogn i Fart. Pengestykket rammer da Gulvet lige under det Sted, fra hvilket det faldt, fordi det under Faldet har bevæget sig fremad med samme Fart som Jernbanetoget. Paa samme Maade følger Skyerne og Fuglene Jorden, fordi de fra Begyndelsen har haft samme Hastighed som Jorden.

Ej heller behøver vi at frygte, at vi skal slynges ud i Rummet. Tyngdekraften er mer end tilstrækkelig stor til at holde godt fast paa os.

Og mens det endelig er let at forstaa, at Jorden paa Grund af sin Inerti kan vedblive at dreje sig om sin Akse, saa vilde det være meget vanskeligt at forstaa, hvor de uhyre store Kræfter skulde komme fra, der efter Beregningen skulde til for at holde Stjernerne i deres mægtige Baner om Jorden.

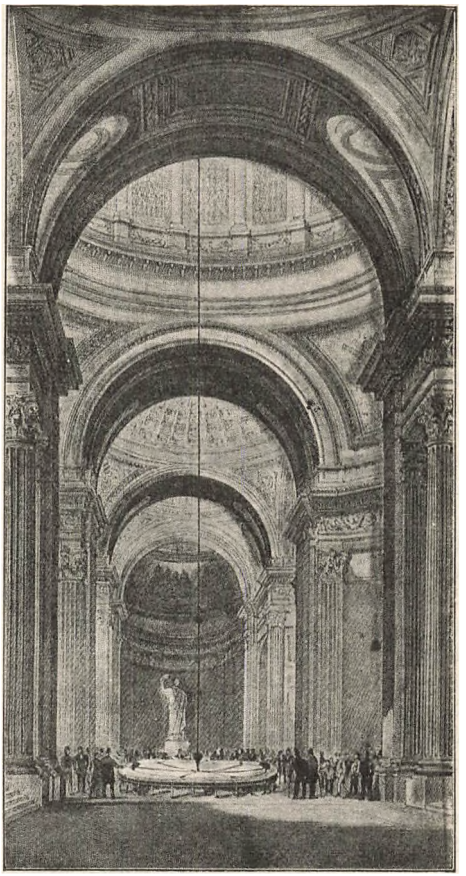


Fig. 154. Foucaults Pendulforsøg i Pantheon i Paris.

Foucaults Pendulforsøg. Sammen med det kopernikanske Systems andre Paastande vandt nu Teorien om Jordens Aksedrejning i Løbet af det syttende Aarhundrede mere og mere Fodfæste. Senere er Teoriens Rigtighed blevet uigendrivelig godtgjort paa forskellig Maade. Vi skal blot holde os til de Pendulforsøg, som *Foucault* foretog i Pantheon i Paris i 1851. Vi kan fatte os i Korthed, da Forsøget er blevet udførlig omtalt og forklaret i »Naturen og dens Kræfter« Sp. 238 og flg.

Ophænger vi et tungt Lod i en fin Metaltraad, har vi et Pendul. Fører vi det ud til Siden, og slipper vi det, saa at det ikke faar det mindste Stød til Siden, svinger det frem og tilbage i et bestemt Plan. Allerede i Midten af det syttende Aarhundrede havde italienske Fysikere gjort opmærksom paa, at hvis et Pendul svinger i en Vogn, der kører henad en Landevej, saa vil Pendulets Svingeplan beholde sin Retning i Rummet uforandret, selv om Landevejen slaar Bugter, men den vil altsaa skifte i Forhold til Vognens Indre. Hvis Vognen til en Begyndelse kører f. Eks. i nordlig Retning, og Pendulet svinger paa

langs af Vognen, altsaa i Retningen Nord-Syd, saa vil Svingeplanen blive ved at ligge i Retningen Nord-Syd, hvis Vognen drejer til venstre og kører mod Vest, og Pendulet vil altsaa komme til at svinge paa tværs af Vognen. Vejens Krumninger vil altsaa kunne følges ved Svingeplanens *tilsyneladende* Drejninger inde i Vognen.

Skønt allerede de omtalte italienske Fysikere havde vist, at man paa en lignende Maade maatte kunne prøve, om Jorden drejer sig, saa er det dog først *Foucaults* Forsøg fra 1851, der blev almindelig bekendt. Fig. 154 illustrerer hans Fremgangsmaade. Pendulet maatte gøres langt og dets Vægt stor, for at alle uvedkommende, forstyrrende Indflydelser saavidt muligt skulde være uden Betydning, og for at Pendulet skulde kunne holde sig i Svingning i flere Timer i Træk trods Luftens Modstand. Loddet forneden vejede 28 Kilogram, og det blev ved en 61 Meter lang Traad ophængt under Kuplen i Pantheon i Paris. Stillingen af Pendulets oprindelige Svingeplan i Forhold til Jorden blev fastholdt ved de Mærker, som blev afsat i en Sandvold, som Pendulets nedadvendte Spids slog igennem under hver af sine Svingninger. Allerede efter faa Minutters Forløb viste det sig, at Svingeplanet havde drejet sig, og netop saa meget som forudberegnet ved Teorien om Jordens Aksedrejning. Dennes Rigtighed kan neppe anskueliggøres paa nogen mere iøjnefaldende Maade. Senere er Forsøget ofte blevet gentaget, og Beregningerne har altid stemmet godt med de fundne Resultater.

Dag og Nat. Vi er nu i Stand til at give en langt mere dybtgaaende Forklaring af Dagens og Nattens Vekslen end før. Vi tænker os svævende ude i Verdensrummet i nogen Afstand fra Jorden. Vi ser, hvorledes Jorden Døgn efter Døgn drejer sig om sin Akse. Fra det fjerne sender Solen sine Straaler og belyser den Del af Jorden, der vender imod Lyset, mens Himmelrummets Mørke ruger over den anden Side. *Det bliver altsaa Dag paa et bestemt Sted af Jorden, naar dette ved Omdrejningen kommer over paa den mod Solen vendte Side, og det bliver Nat, naar Stedet kommer over paa den bortvendte Side.*

Efter den kopernikanske Opfattelse staar Fiksstjernerne ubevægelige paa den fjerne Himmelkugle. Hvis dette ogsaa galdt for Solens Vedkommende, vilde Dagens Længde paa hvert bestemt Sted af Jorden altid være uforandret den samme. At dette ikke er Tilfældet, vil fremgaa af det følgende.

SOLENS VEJ MELLEM STJERNERNE.

Lad os atter en kort Stund vende tilbage til den gammeldags Opfattelse, efter hvilken Jorden ubevægelig svæver i Midten af Himmelkuglen, der ved sin Omdrejning fører Stjernerne rundt. Selv om dette Billede, saaledes som udviklet i det foregaaende, fysisk set er galt — er et Sansebedrag — saa kan det dog stadig bruges,

hvor vi blot vil beskrive, hvordan Himmellegemernes Bevægelser hen over Himmelhvælvingen tager sig ud for en Iagttager paa et bestemt Sted af Jordens Overflade.

Hvis Solen havde en bestemt Plads mellem Stjernerne, vilde dens daglige Bane henover Himlen altid være den samme; vi vilde se Solen staa op i et bestemt Punkt af Horisonten, og vi vilde se den gaa ned i et tilsvarende bestemt Punkt. Dette finder imidlertid ikke Sted. Enhver, der har Udsigt til den østlige eller vestlige Horisont, vil kunne se, hvorledes Solens Op- eller Nedgangssted forandrer sig fra Dag til Dag. End videre fuldfører Fiksstjernehimlen hvert Døgn sin Omdrejning omtrent 4 Minutter hurtigere end Solen.

Alt dette viser, at vi ikke uden videre kan forklare Solens daglige Bane henover Himlen som et Resultat alene af Himmelkuglens Omdrejning. Vi kan ikke anvise Solen nogen fast Plads mellem Fiksstjernerne paa den omdrejende Kugle. Vi maa lade den uafladelig skifte Stilling; dog er Forandringen temmelig lille i hvert Døgn.

Hvorledes skal vi udfinde, hvilken Bane Solen paa den Maade beskriver mellem Stjernerne?

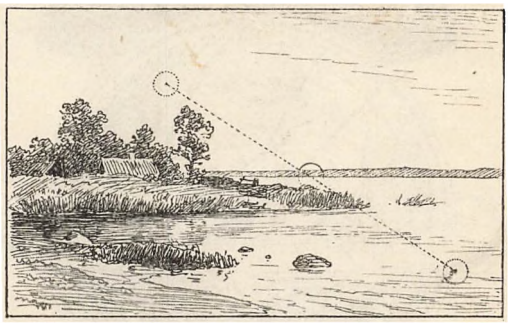


Fig. 155. Solens Plads nogen Tid efter Solnedgang.

Hvis vi blot kunde se Stjernerne samtidig med Solen, vilde dette Spørgsmaal være temmelig let at besvare. Vi behøvede blot Dag efter Dag at mærke os Solens Plads mellem de omgivende Fiksstjerner. Nu skjules imidlertid disse for vort Blik af Himlens spredte Dagslys, saa at vi ikke kan foretage Sammenligningen paa denne Maade. Lad os tænke os, at vi f. Eks. to Timer før Solnedgang mærker os Solens Plads paa Himlen ved at indprente i vor Hukommelse, over hvilket Punkt af Horisonten Solen staar, og hvor højt den befinder sig over dette Punkt (Fig. 155). Dernæst mærker vi os paa lignende Maade det Punkt, i hvilket Solen gaar ned. Tænker vi os de to Stillinger af Solen forbundne ved en Linie, har vi et Billede af Solens Bevægelse i de to forløbne Timer hen mod sit Nedgangssted. Ved at tænke os denne Bane fortsat et tilsvarende Stykke under Horisonten faar vi et Begreb om Solens Plads bag denne to Timer senere. Ved da at lægge Mærke til Beliggenheden i Forhold til de Stjerner, der imidlertid er traadt frem paa Himlen, kan vi saa nogenlunde nøjagtig *paa et Stjernekort indføre Solens Plads mellem Stjernerne til den paagældende Tid.* Vi kan yderligere støtte denne Bestemmelse ved paa tilsvarende Maade at sammenligne den opgaaende Sols Stilling med

Morgenrødens svindende Stjerners. Vedbliver vi nu i lang Tid med at foretage disse Bestemmelser, vil de vekslende Stillinger af Solen paa Stjernekortet vise os dens Bane.

Ved saadanne ganske grove Iagttagelser har de kaldæiske og de ægyptiske Astronomer uden egentlige Instrumenter allerede mange,

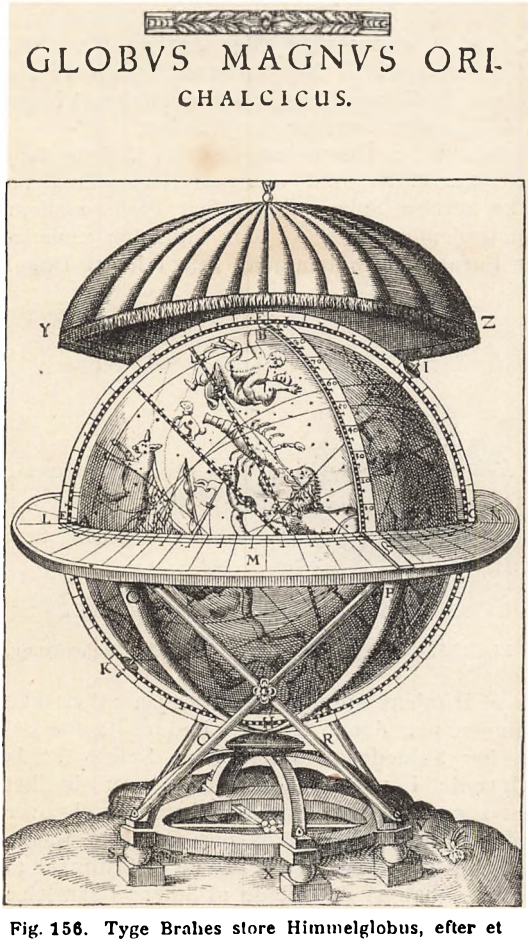


Fig. 156. Tyge Brahes store Himmelglobus, efter et Kobberstik i den Bog, i hvilken han beskriver sine Instrumenter. Globen gik tabt ved den store Brand i København 1728.

mange Aarhundreder før vor Tidsregnings Begyndelse opdaget, *at Solen netop i Løbet af et Aar gennemvandrer en Kreds, der strækker sig hele Himmelkuglen rundt* (S. 10), *og det i en Retning, som er modsat Himmelkuglens Omdrejning.* Senere er denne Opdagelse i det væsentlige blevet bekræftet ved Maalinger, der er blevet udført med stadig finere og finere Maaleapparater, og Beliggenheden af Solens Bane mellem Stjernerne er blevet bestemt med større og større Nøjagtighed.

Ekliptika paa en Himmelglobus. Solens Bane mellem Fiksstjernerne kaldes *Ekliptika.* Dens Beliggenhed er, som vi nu nærmere skal se, vist paa Fig. 156. Naar vi vil bringe det, som denne Tegning giver, i Overensstemmelse med, hvad vi selv en Nat kan se paa Himlen, maa vi huske, at Tegningen viser Himmelkuglen set *udvendig* fra, mens vi selv befinder os i Himmelkuglens Midte og betragter den *indvendig* fra. Ved I ser vi Himlens Nordpol og ved K dens — for os usynlige — Sydpol. Tapperne ved I og K, om hvilke Himmelkuglen drejer sig, hviler i den yderste Messingring, som fastholdes af Stativet, og som for

øvrigt bærer den vandrette Ring, L M N, Horisonten. Skal Himmelgloben bruges, drejer vi den om i en saadan Stilling, at netop de Stjerner er over L M N, som er synlige oppe paa Himlen. *)

Henne til højre ved N har vi Horisontens Nordpunkt, og tænker vi os staaende inde i Himmelglobens Midte — selvfølgelig formindskede til mindre end mikroskopiske Væsner for at være i Modellens Maalestoksforhold — ser vi, at Øst er foran omtrent ved M paa den vandrette Ring, Vest bagpaa og Syd henne ved L.

Det Punkt af Himmelkuglen, der staar op i Øst, føres ved Himmelkuglens Omdrejning om I K henover Himmelhvælvingen langs en Linie, der hedder *Himlens Ækvator*. Paa Figuren udgaar der omtrent fra M to tykke, punkterede Linier, der løber opad til venstre paa Globen. Den laveste af dem er Himlens Ækvator, og den fortsættes paa Bagsiden med en tilsvarende Linie, der løber ned til Vestpunktet. Den anden Linie, den øverste, er netop *Ekliptika*. Dens ene Skæringspunkt med Ækvator ligger i Nærheden af M, skjult af Horisontringen; det andet Skæringspunkt ligger modsat det første paa Himmelglobens Bagside.

Ækvators Beliggenhed paa Himlen forandres aabenbart ikke ved Himmelkuglens Omdrejning om Polerne I og K; den forskydes i sig selv. Ekliptika derimod ligger skraat i Forhold til I K og kan derfor komme til at indtage temmelig forskellige, mer eller mindre skraa Stillinger ved Kuglens Omdrejning.

Vi maa huske, at der ved den Bevægelse af Solen i Ekliptika, vi her har talt om, den saakaldte *aarlige* Bevægelse, kun er Tale om Solens Bevægelse i Forhold til Fiksstjernerne. Vi lærer, hvilke Stjerner, der paa en bestemt Tid af Aaret staar paa samme Del af Himlen som Solen, altsaa skjules i dens Straaler. Men selve de Baner, som vi Dag efter Dag ser Solen beskrive henover Himmelhvælvingen, faar vi først frem, naar vi »*sammensætter*« Solens aarlige Bevægelse i Ekliptika med Himmelkuglens *daglige* — eller som det korrekt burde hedde »døgnlige« — Omdrejning.

Lad os for at forstaa dette Udtryk »sammensætte« f. Eks. tænke os, at vi foran os ser en Mand langsomt gaa til venstre paa en Pram, der føres afsted til højre af Strømmen. Mandens virkelige Bevægelse fremad i Rummet er da »sammensat« af hans Bevægelse paa Prammen, og dennes egen Bevægelse fremad i Rummet. Vi behøver nu blot at lade Himmelkuglen svare til Prammen og Solen til Manden for at forstaa, hvorledes Solens Bevægelse i Ekliptika skal sammensættes med Himmelkuglens Omdrejning.

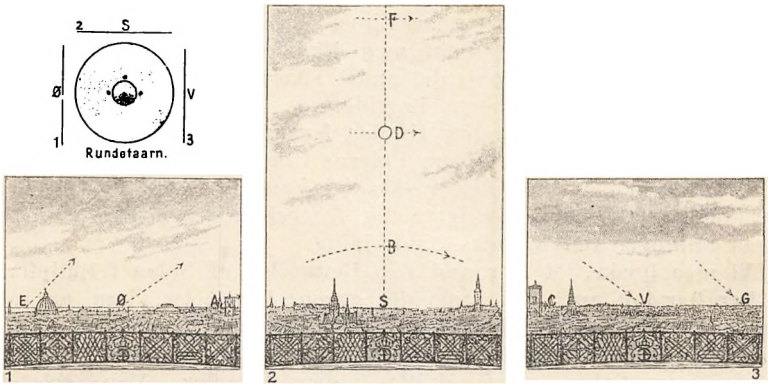
For yderligere at tydeliggøre denne vigtige Ting, vil vi endnu

---

*) I ældre Tider har Himmelglober spillet en stor Rolle. Nu er de i hvert Fald uden videnskabelig Værd, og de erstattes med Held af bevægelige Stjernekort, som kan indstilles efter Stjernehimlen. Et saadant Kort, konstrueret for det sydlige Skandinavien, kan faas i Boghandlen for 2 Kr.

engang betragte Fig. 156. Lad os tænke os, at et Urværk drejer Kuglen rundt med samme Omløbsfart som Fiksstjernehimlen, og lad os tænke os, at en Flue kravler henad Globens Ekliptika i modsat Retning af Omdrejningen, d. v. s. forpaa nedad til højre, og saa langsomt, at den vil være et helt Aar om at naa rundt. Ved en enkelt Omdrejning af Kuglen flytter Fluen sig kun saa lidt, at dens Vej rundt om I K ikke afviger videre fra Cirkelformen. men efterhaanden hober de smaa Forskydninger sig op, saa at dens Bane i Rummet kommer til at afvige kendelig fra den oprindelige.

Solens daglige Bane. Paa lignende Maade maa det gaa med Solens Bane henover Himmelhvælvingen paa forskellige Tider af Aaret. Vi forudsætter, at Iagttageren befinder sig i det sydlige



Morgen. Middag. Aften.

Fig. 157. Solens Bane henover Himlen.

Skandinavien. Hvorledes Forholdene er andre Steder skal vi senere omtale.

Lad os paa Himmelgloben (Fig. 156) opsøge Solens Plads mellem Stjernerne ved *Midsommertid* den 21. Juni. Solen staar da paa det Sted af Ekliptika, hvor den er naaet længst bort fra Ækvator op mod Himlens Nordpol. Det er omtrent i det Punkt af Ekliptika, der paa Figuren ligger øverst til venstre. Lad os nu lægge Mærke til den Bane, Solen beskriver henover Himlen paa denne Tid af Aaret. Den fremkommer ved Drejning om I K. Vi ser, at Solen er staaet op omtrent i Nordost, og efter ved Middagstid at være naaet højt op paa Himlen (i Syd) nærmer den sig atter Horisonten og gaar ned omtrent i Nordvest (paa Fig. 156 bag paa Kuglen).

Vi skal nu udmale os, hvorledes denne Bevægelse tager sig ud for den Iagttager, der befinder sig i Himmelkuglens Midte. Hertil skal Fig. 157 med de tre Udsigter fra Rundetaarn i København

hjælpe. Paa Tegningen til venstre ser vi lige mod Øst, ud over Øresund. Helt henne til venstre ved E er Midsommersolens Opgangssted, og en Pil antyder den skraa Bane, langs hvilken Solen i Løbet af Morgentimerne hæver sig fra Horisonten.

Paa den næste Tegning har vi gjort en kvart Omdrejning til højre og ser altsaa mod Syd ud over Kallebodstrand. Højt oppe paa Himlen ved F ser vi Midsommersolens Bane ved Middagstid.

Saa drejer vi os atter en kvart Omdrejning og ser mod Vest ud over Frederiksberg. Her viser Pilen ved G Solens Nedgangssted.

Dette var Solens Bane henover Himlen ved *Sommersolhvervstid*. I Løbet af det følgende Fjerdingaar flytter Solen sig mellem Stjernerne langs Ekliptika henimod det Skæringspunkt med Ækvator, som paa Fig. 156 ligger i Nærheden af M. Solen kommer til at staa nærmere og nærmere ved Ækvator, og dens daglige Bane henover Himlen nærmer sig mere og mere til denne Linie.

Endelig ved *Efteraarsjævndøgn*, d. 23. September, staar Solen i selve det omtalte Skæringspunkt mellem Ekliptika og Ækvator. (Egentlig er det kun et rent Tidsmoment, at Solen staar nøjagtig i Ækvator, men praktisk talt kan vi godt regne, at den hele Dagen staar i denne Linie.) Jævndøgnssolen staar op nøjagtig i Øst (Ø, Fig. $157_{,1}$), naar langs Himlens Ækvator sit Højdepunkt ved Middagstid i D (Fig. $157_{,2}$) og gaar ned nøjagtig i Vest (V paa Fig. $157_{,3}$).

I det følgende Fjerdingaar føres Solen ved sin Vandring i Ekliptika ned paa den anden Side af Ækvator, »Syd« for denne (se Fig. 156). Solens daglige Bane henover Himlen kommer til at ligge længere og længere under Himlens Ækvator. Lavest ligger den ved *Vintersolhverv* d. 21. December. Mellem Fiksstjernerne staar Solen da omtrent paa det Sted af Ekliptika, der er nederst paa Fig. 156. Tænker vi os dette Punkt drejet om I K, ser vi, at det kun er over Horisonten paa en temmelig kort Strækning. Solen staar op omtrent i Sydost og gaar ned i Sydvest; selv ved Middagstid naar den ikke videre højt op paa Himlen. Midvintersolens lavtliggende Bane er paa Fig. 157 betegnet ved Bogstaverne A, B og C.

I det følgende Halvaar, fra Vintersolhverv til det paafølgende Sommersolhverv, gentager de samme Fænomener sig i modsat Rækkefølge. Banen kommer igen til at ligge højere og højere paa Himlen. Ved *Foraarsjævndøgn*, d. 21. Marts, har den naaet Himlens Ækvator (Ø D V), og ved Sommersolhverv genfinder vi den atter i sin højeste Stilling (E F G).

Sommer og Vinter. Hvis vi i korte Træk i et samlet Overblik skal kendetegne Forskellighederne i Solens Bane henover Himlen paa forskellige Tider af Aaret, kan vi altsaa sige:

Ved Foraars- og Efteraarsjævndøgn bevæger Solen sig i Himlens Ækvator; den staar op i Øst og gaar ned i Vest. Dag og Nat er lige lange.

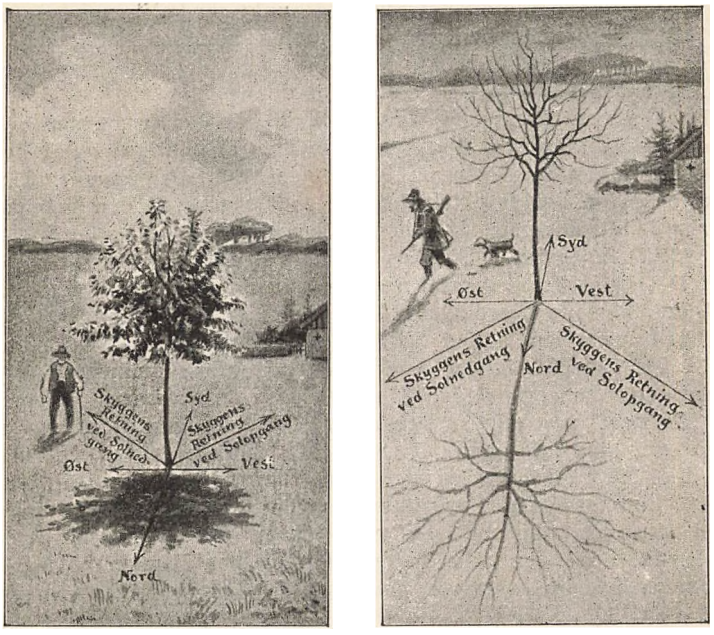
I Sommerhalvaaret ligger Solens Bane højere end Himlens Ækva-

tor, Op- og Nedgangssted har nærmet sig Nordpunktet hver langs sin Del af Horisonten, og Dagen er længere end Natten.

I Vinterhalvaaret ligger Solens Bane derimod lavere end Himlens Ækvator. Op- og Nedgangen finder Sted nærmere Sydpunktet, og Dagen er kortere end Natten.

De to Ydergrænser naas ved Sommer- og Vintersolhverv. *Alle de Baner, vi ser Solen beskrive i Løbet af et Aar, ligger i et Bælte, der er begrænset af Solbanerne i disse to Døgn* (A B C og E F G paa Fig. 157). —

Vi vil paa en meget simpel Maade kunne følge disse Forandrin-



Sommer. Vinter.

Fig. 158—159. Skyggen af et Træ ved Sommer- og ved Vintertid.

ger gennem den vekslende Længde af den Skygge, som f. Eks. et Træ kaster henover Jorden.

Ved *Midsommertid* (Fig. 158) maa Træets Skygge ved Solopgang falde i omtrent sydvestlig Retning. I Løbet af Formiddagen drejer Skyggen over Vest mod Nord, og den bliver kort, da Solen kommer højt paa Himlen. I Løbet af Eftermiddagen drejer Skyggen sig videre og vokser i Længde. Ved Solnedgang falder den omtrent i sydostlig Retning.

Ser vi derimod paa Skyggen *midt om Vinteren*, saa begynder

den ved Solopgang omtrent i Nordvest og drejer sig over Nord til omtrentlig Nordost. Den er kortest, naar den midt paa Dagen falder i nordlig Retning, men selv da er den lang sammenlignet med Midsommerens Middagsskygge. Thi Solen staar kun lavt paa Himlen. —

Hele denne Solbanernes Vekslen, som hænger nøje sammen med Aarstidernes Vekslen, *er altsaa en ganske simpel, geometrisk Følge af Solens aarlige Vandring i Ekliptika.* Den har været kendt meget langt tilbage i Tiden, men dens Sammenhæng med *Aarstiderne* har ikke altid været forstaaet.

I det femte Aarhundrede før Kristi Fødsel gør den græske Historieskrivnings Skaber *Herodot* sig skyldig i en i vor Tids Øjne latterlig Forveksling af Aarsag og Virkning. Han mener nemlig, at det er Vinterstormene, som blæser Vintersolen lavt ned paa Himlen.

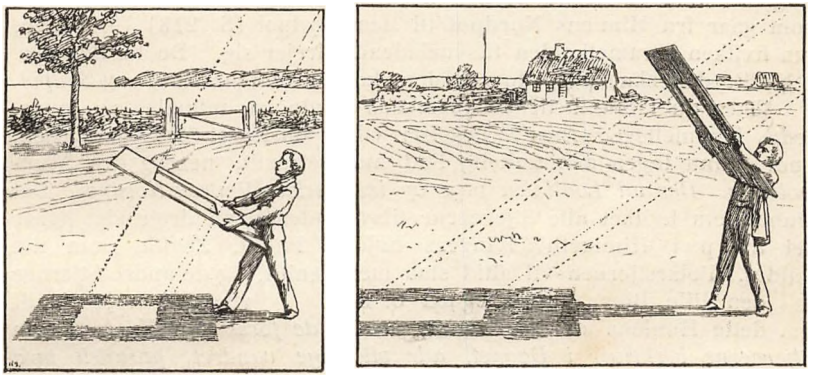


Fig. 160. Solen varmer mere om Sommeren end om Vinteren.

I Virkeligheden er det saa langt fra, at det er Vinteren, der er Aarsagen til Solens lave Stand, at det tværtimod er Solens ringe Højde, der er Skyld i Vinteren.

For at forstaa dette maa vi erindre, at Solens varmende Kraft er desto større, jo mere Straalerne nærmer sig til at falde lodret. Dette illustrerer Fig. 160. Vi lader en Strøm af Sollys falde gennem et Hul i en Skærm. Til venstre rammer den Varme, Solstraalerne fører med sig, den belyste Firkant paa Jorden. Til højre, hvor Straalerne kommer i en mere skraa Retning, spredes den *samme* Varmemængde over en langt større Flade.

Vi forstaar da, at den samlede Varmemængde, som Solen sender f. Eks. Sjælland i et Døgn i Juni Maaned, er langt større end den, som den sender i et Døgn i December Maaned. I det første Tilfælde er Dagene nemlig meget længere end i det sidste, og Solen kommer meget højere paa Himlen.

SKIFTENDE HORISONTER.

Vi har nu beskrevet, hvorledes Solens daglige Bane forandrer sig Aaret igennem, idet vi er gaaet ud fra, at vi befinder os et Sted i det sydlige Skandinavien. Og vi har vist, hvorledes alle Forandringerne kan føres tilbage til den Omstændighed, at Solen ganske langsomt i Løbet af Aaret forandrer sin Stilling i Forhold til Fiksstjernerne. Inden vi gaar over til at forklare, hvad der er den dybere liggende Grund til denne Solens aarlige Vandring, skal vi kort berøre, hvorledes Beskrivelserne maa ændres, naar Talen er om andre af Jordens Egne.

Lad os, som vi flere Gange har gjort, tænke os, at vi svæver i Verdensrummet i en betydelig Afstand fra Jorden. Den store Himmelkugle omslutter os paa alle Sider, og i dens Midte ser vi Jordkuglen. Lad os tænke os den Linie draget gennem Verdensrummet, som gaar fra Himlens Nordpol til dens Sydpol (S. 213) — Linien, om hvilken Himmelkuglen tilsyneladende drejer sig. De to Punkter, i hvilke den skærer Jordoverfladen, kaldes *Jordens Nord-* og *Sydpol*.

Vi er nu i Stand til ved Tankens Hjælp at udmale os, hvorledes Himmellegemernes Bevægelser vil se ud fra et Sted paa Jorden, som endnu ingen menneskelig Fod har betraadt, nemlig fra *Nordpolen* p. *Der vil Lodlinien pege op imod selve Himlens Nordpol.* Det Punkt, om hvilket alle Stjernerne tilsyneladende vil dreje sig, ligger set fra p i Himmelhvælvingens højeste Punkt, *Zenith*, som det kaldes. Polarstjernen vil altid staa nær Zenith, og de andre Stjerner — den lille Bjørn, Karlsvognen o. s. v. — vil alle dreje rundt om dette Himlens øverste Punkt, *saa at de forskellige Kredse*, som *Stjernerne beskriver i Døgnet, alle vil ligge vandret, parallelt med Horisonten.*

Dette Forhold illustrerer den øverste Tegning til højre, 1, paa Fig. 161. Den forestiller Himmelkuglen set *udvendig* fra. P er Himlens Nordpol, P_1 dens Sydpol; den midterste, vandrette Streg er Horisonten, og den underste, med en mørk Tone betegnede Del af Himmelkuglen, er altsaa den Del, som Jorden skjuler for »Polarastronomernes« Blik. De vandrette Linier skal særlig illustrere Solens Bevægelse henover Himlen paa de forskellige Aarstider. Naar Linien mellem Himmelpolerne, P P_1, staar lodret, vil det Bælte af Himmelkuglen, der indeslutter Solens forskellige Baner, ligge vandret.

Ved Foraarsjævndøgn staar Solen i Himlens Ækvator, der ved Nordpolen ses sammenfaldende med Horisonten. Solen vil derfor bevæge sig rundt i Horisonten selv, og kun ganske langsomt hæve sig op fra den. I Sandhed en Solopgang, som er temmelig forskellig fra den, vi Skandinaver kender. Fra det Øjeblik, da den første Rand af Solskiven viser sig over Horisonten, og indtil Skiven er blevet helt synlig, forløber næsten $1^1/_2$ Døgn.

I det følgende Fjerdingaar »skruer« Solen sig langsomt op paa Himlen. Døgn efter Døgn gaar den Himlen rundt og samtidig hæver den sig langsomt. Dette bliver ved indtil Sommersolhverv; saa har Solens Bane naaet sin højeste Stilling. For at støtte Forstaaelsen af Fig. 1. er der til venstre for den skitseret et Snelandskab samt Beliggenheden af Solens Bane 1, 2 og 3 Maaneder efter Foraarsjævndøgn.

I det Fjerdingaar, der ligger mellem Sommersolhverv og Efteraarsjævndøgn, vil en »Polarastronom« atter se Solen langsomt skrue sig ned mod Horisonten. Et halvt Aar har Solen uafbrudt været synlig. Efter at Solen i henved $1^1/_2$ Døgn har kredset rundt i Horisonten som en nedgaaende Sol, forsvinder den, og Natten breder sit Mørke over Nordpolen i det følgende halve Aar. I denne Tid vil Solen først et Fjerdingaar skrue sig længere og længere ned under Horisonten og derpaa igen hæve sig til denne. Atter staar Solen op, og Kredsløbet begynder forfra.

Vi finder saaledes, at det er en simpel Følge af, at Lodlinien ved Jordens Nordpol peger mod Himlens Nordpol, at Solen dér kun staar op en Gang om Aaret, nemlig ved Foraarsjævndøgn, og kun gaar ned en Gang om Aaret — ved Efteraarsjævndøgn. Sommerhalvaaret er *en* lysende Dag og Vinterhalvaaret *en* mørk Nat.

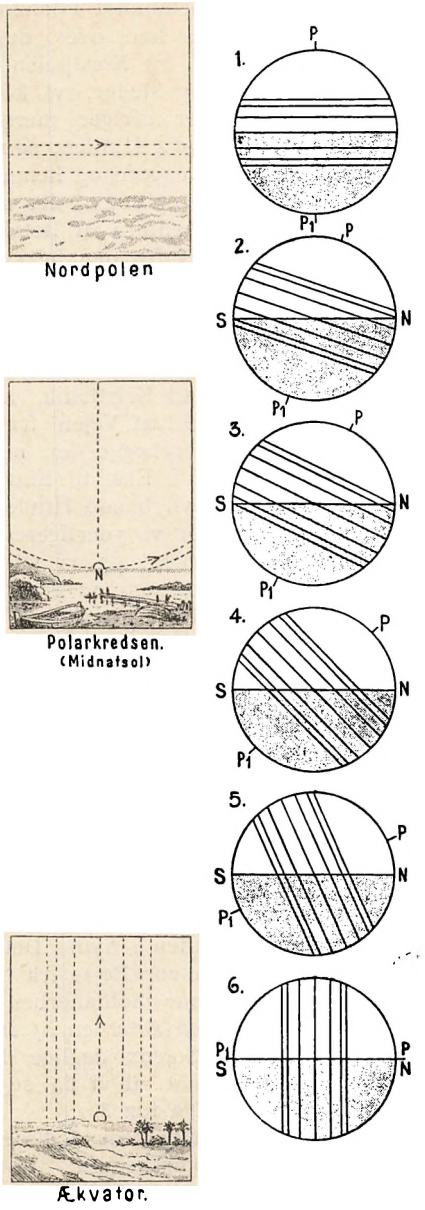


Fig. 161. Himmelpolernes Stilling mod Lodlinien paa forskellige Steder af Jorden.

Efter at have behandlet Forholdene ved Nordpolen ret udførligt kan vi gaa lettere hen over Beskrivelserne for andre Egne af Jorden. Rejser vi fra Nordpolen Syd paa ned ad Jordkuglen, vil *Lodlinien* paa de ny Steder, vi kommer til, pege ud i Retninger i Verdensrummet, der afviger mere og mere fra den oprindelige. Zenith, det Punkt paa Himlen, som Lodlinien peger imod, kommer altsaa til at ligge længere og længere borte fra Himmelpolen. Det er i Virkeligheden Lodlinien, der skifter Retning i Rummet, men vi er saa vant til at henføre al Retningsbestemmelse til Lodlinien, at vi ikke kan fri os fra den falske Forestilling, at det altid er det samme Punkt af Himlen, der ligger lige over vore Hoveder, hvor paa den runde Jord vi end befinder os. Det ser derfor ud, som om Himmelpolen flytter sig længere og længere ned langs Himmelhvælvingen, efterhaanden som vi fra Nordpolen rejser Syd paa.

Er vi kommen til Kristiania, har Himlens Nordpol allerede tilbagelagt en Trediedel af Vejen fra Zenith til Horisonten. For at faa den til at tilbagelægge den næste Trediedel, maa vi rejse saa langt Syd paa som f. Eks. til Kairo, og hvis vi rejser helt ned til Jordens Ækvator, vil baade Himlens Nord- og Sydpol ligge i Horisonten selv. Drager vi yderligere mod Syd, vil Himlens Nordpol helt skjules af Jorden, og vi vil se Sydhimlens Stjerner dreje sig om Himlens Sydpol, som nu er blevet synlig.

Det er denne Himmelkuglens forskellige Stilling til Lodlinien paa forskellige Steder af Jorden, som Fig. 161 skal illustrere. I Virkeligheden er det altsaa Lodlinien, der skifter Stilling i Verdensrummet, mens Himmelpolens Beliggenhed ikke forandres. Men for den rejsende synes det omvendte at finde Sted.

Efterhaanden som P P_1 (Fig. 161) kommer til at hælde mere og mere mod Lodlinien, kommer Solbanernes Bælte til at staa mere og mere skraat. Paa 2. er der endnu en Del af Solbanerne, som ligger helt over Horisonten. Der er altsaa omkring Sommersolhvervstid en Del Døgn, i hvilke Solens daglige Bane ligger helt *over* Horisonten. *Ved Midnat staar Solen over Horisonten i Nord.* I et tilsvarende Antal Døgn ved Vintersolhvervstid staar Solen ved Middagstid helt under Horisonten i Syd. Det er mørkt hele Døgnet igennem.

Kommer vi paa vor Rejse fra Nordpolen mod Syd til *den nordlige Polarkreds*, staar Solbanernes Bælte saa skraat som paa 3. i Fig. 161. *Vi er paa Grænsen af Midnatsolens Land.* Ved Sommersolhverv berører Solens daglige Bane netop Horisonten i Nordpunktet. Ved Midnat vil vi da se Solen lige i Nord, som vist paa Tegningen til venstre for 3.

4. viser Himmelkuglens Stilling, naar vi befinder os et godt Stykke Syd for Polarkredsen. Som en Erindring om Midnatsolen har vi her *ved Sommertid »de lyse Nætter«*. Solen er ganske vist under Horisonten ved Midnatstid, men den staar ikke saa dybt under den, at det bliver helt mørkt. Halvmørket efter Solnedgang og Dæmringen før Solopgang har faaet saa lang Varighed, at de

gaar over i hinanden ved Midnat og udfylder hele Natten. I Danmark kan man regne, at de lyse Nætter varer fra d. 5. Maj til d. 8. August ($^5/_5$—$^8/_8$). Mere mod Nord bliver Tidsrummet længere.

Solbæltets Stilling mod Horisonten paa 4. viser, at der er stor Forskel paa Sommerdagens og Vinterdagens Længde. I Danmark f. Eks. er den længste Dag omtrent 17 Timer, den korteste omtrent 7 Timer. Denne Forskel udviskes mere og mere, efterhaanden som vi kommer Syd paa. Tilsidst, naar vi kommer til *Jordens Ækvator*, ligger Solbanernes Bælte paa den Maade, som 6. viser. Paa Tegningen til venstre ses den østlige Horisont. Solen hæver sig lige op fra denne, staar i eller nærved Zenith ved Middagstid og sænker sig derpaa lige ned mod den vestlige Horisont. Dag og Nat er lige lange hele Aaret igennem, og Solen virker med stor Kraft, naar dens Straaler ved Middagstid falder helt eller næsten lodret.

Fortsætter vi vor Rejse fra Ækvator til Sydpolen, møder vi den samme Række Fænomener i modsat Orden. Vi kan lægge Mærke til, at vore *Antipoder* — de Mennesker, der lever i Nærheden af Ny-Seeland nøjagtig paa den modsatte Side af Jordkloden — netop kan se den Del af Himmelkuglen, som Jorden skjuler for vort Blik. Antipodernes Zenith ligger lige modsat *vort* (som »Asiatens« og »Amerikanerens« paa Fig. 152). Hvis 4. paa Fig. 161 viser Himmelkuglens Stilling for *vor* Horisont, faar vi dens Stilling for *Antipodernes* Horisont ved at vende Tegningen om og lade den øverste Halvkugle forestille den synlige Himmelkuppel. Naar det er Dag hos os, er det Nat hos Antipoderne. Den 21. Juni vil Dagen kun være kort hos vore Antipoder, og Solen vil ikke naa højt paa Himlen. *Er det Sommer paa den nordlige Halvkugle, bliver det altsaa Vinter paa den sydlige, og omvendt.*

Solbanernes forskellige Stilling mod Horisonten paa Jordens forskellige Steder bevirker, at Solen Aaret igennem sender langt mere Varme til Egnene om Jordens Ækvator end til Polaregnene. *Klimaet* paa et bestemt Sted af Jorden afhænger dog ikke alene af den Varmemængde, som Solen sender det. Mange andre Forhold griber ind: Fordelingen af Land og Vand, fremherskende Luft- og Havstrømninger o. s. v. Det bliver Meteorologens og ikke Astronomens Sag nærmere at efterspore Lovene for de forskellige Egnes Klima.

JORDENS BEVÆGELSE OMKRING SOLEN.

Jordens Bane. Vi har nu set, at *Dagens og Nattens Vekslen* til en Begyndelse synes at skyldes Himmelkuglens Omdrejning, men at den i Virkeligheden viser sig at være fremkaldt ved *Jordens Omdrejning.* Vi har derpaa set, at *Aarstidernes Vekslen* i hvert Fald tilsyneladende skyldes Solens aarlige Vandring gennem Dyrekredsens Stjernebilleder, og at den forskellige Stilling, Solbanerne indtager

mod Horisonten for Jordens forskellige Egne, er en Følge af Lodliniernes forskellige Stilling i Verdensrummet. *Vi skal nu efterspore, hvad Aarsagen kan være til, at Solen saaledes i et Aar gennemløber Ekliptika.*

Det Svar, som til en Begyndelse ligger nærmest for, er, at Grunden simpelt hen er den, at Solen *virkelig* i et Aar kredser rundt om Jorden langs Dyrekredsen modsat den Retning, i hvilken vi ser Himlen som Helhed dreje sig rundt hvert enkelt Døgn. Allerede i Oldtiden var der en Astronom, *Aristark fra Samos*, der havde et tilstrækkeligt genialt Blik til at se, at der ogsaa kunde tænkes

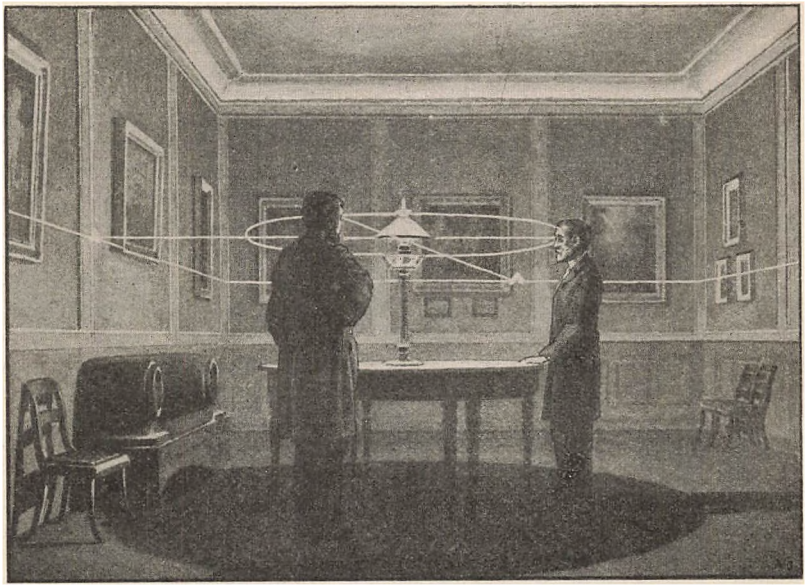


Fig. 162. Forklaring af Jordens aarlige Bevægelse omkring Solen.

en anden Forklaring, nemlig den, at Solen staar stille, og Jorden bevæger sig uden om den

For at indse, at dette virkelig kan forklare Solens tilsyneladende Vandring gennem Dyrekredsen i et Aar, vil vi tænke os, at Kuplen paa en Lampe befinder sig midt i en Stue og i Højde med vort Hoved. Kuplen skal forestille Solen, vort Hoved Jorden og Væggene med Skilderier o. s. v. Himmelkuglen med dens Stjernebilleder. At Væggene, Gulvet og Loftet ikke danner en Kugle, gør intet til Sagen, da det her blot gælder om at forstaa Kærnen i Sagen.

Lad os nu tænke os, at vi gaar i en Kreds uden om Lampen. Til en Begyndelse skjuler den maaske et Portræt, der hænger paa Væggen. Et Par Skridt længere fremme ser vi den maaske midt i

et Landskabsbillede og saaledes videre. Har vi endt vor Vandring omkring Lampen, vil den for vort Blik have passeret henover en Stribe af Væggen, der gaar hele Stuen rundt i Højde med vort Hoved (Fig. 162).

Aristarks Paastand var altsaa, at vi paa lignende Maade kan tænke os Solens aarlige Vandring mellem Stjernerne fremkaldt ved, at *Solen staar rolig i Himmelkuglens Midte, mens Jorden i et Aar kredser omkring den.* Efter at have gennemtænkt ovenstaaende Eksempel vil Læseren muligvis fremkomme med en Indvending, som Aristark for øvrigt havde forudset og taget Hensyn til. Sagen er, at vi paa vor Vandring om Lampen snart er nær ved en Væg, snart ved en anden; snart ser vi et Skilderi noget større, snart noget mindre. Paa lignende Maade maatte man vente at se en Forskel i Stjernebilledernes Størrelse, naar Bevægelsen om Solen snart fører Jorden nærmere til den ene Side af Himmelkuglen, snart nærmere til den anden. Noget saadant havde Aristark imidlertid ikke kunnet iagttage. Han sluttede da, at ikke alene er Jorden saa lille »som et Punkt« i Forhold til Himmelkuglens Størrelse, men selve *Jordbanen* omkring Solen er det. Bevæger Jorden sig virkelig om Solen, maa Afstanden mellem de to Kloder altsaa i hvert Fald være aldeles forsvindende i Sammenligning med Afstandene til Fiksstjernerne.

Aristark var to Aartusinder forud for sin Tid. Hans Paastand var i alt for høj Grad i Strid med det Billede af Verdensbygningen, som Menneskeheden nødvendigvis maa begynde med, til at den kunde vinde Tiltro. Og vi maa for at være retfærdige indrømme, at Aristark *kun* kunde sige: *Vi kan lige saa godt* forklare Solens tilsyneladende Vandring langs Ekliptika ved at antage, at *Jorden* bevæger sig om Solen, *som* ved, at *Solen* bevæger sig om Jorden. For vort Blik vil det endelige Resultat blive det samme i begge Tilfælde. Men Aristark kunde ikke give tvingende Grunde for, at det var den førstnævnte Forklaring, der var den rigtige.

I det sekstende Aarhundrede genoptog *Kopernikus* atter Aristarks Paastand og gjorde den til en af Hovedhjørnestenene i sit System. Kopernikus havde ikke væsentlig bedre Grunde at støtte sig til end Aristark, og hans System vandt til en Begyndelse ikke stor Udbredelse. Vi skal endnu ikke her komme nærmere ind paa den Kamp, gennem hvilken det syttende Aarhundrede tilkæmpede sig Troen paa Jordens Bevægelse, men blot fremføre to afgørende Beviser, der til sidst er fundet.

Den aarlige Parallakse og Aberrationen. De to Beviser støtter sig paa to Fænomener, som Astronomerne har givet Navnene *den aarlige Parallakse og Aberrationen.*

Lad os først sætte os ind i, hvad der forstaas ved Ordet *Parallakse.*

Hvis vi gaar paa en Vej, vil alle Ting, som vi ser om os, i hver enkelt Øjeblik indtage bestemte Pladser i Forhold til hverandre og ses i bestemte Retninger. Gaar vi frem, skifter Retningerne, og

denne Skiften er gennemgaaende tydeligere, jo nærmere Tingene er ved os — især da, hvis Tingene er til højre eller til venstre for den Retning, i hvilken vi gaar (Fig. 163).

De Retninger, i hvilke vi ser Himmellegemerne i Verdensrummet, maa paa ganske lignende Maade skifte, naar Iagttagelsesstedet bliver et andet. Det er dette Fænomen, som Astronomerne kalder Parallakse.

Et er nu, at vi ad Tankens Vej kan indse, at Himmellegemerne maa være underkastet en Parallakse, ses i ny Retninger, naar Iagttgelsesstedet skifter. *Noget andet* er det at maale den, eftervise den. Thi paa Forhaand maa vi være forberedt paa den Mulighed, at Himmellegemerne er saa langt borte fra os, at Parallaksen overhovedet er mindre end, hvad vi kan opdage med vore bedste, mest fintmærkende Maaleinstrumenter.

Hvis Jorden bevæger sig om Solen, skifter den Plads i Verdensrummet, og den Forandring i Fiksstjernernes indbyrdes Stilling, som efter det ovenstaaende maa være en Følge heraf, kaldes den *aarlige* Parallakse. Aristarks Paastand om, at Jordbanen er forsvindende i Sammenligning med Afstandene til Fiksstjernerne, er i Grunden kun et Udtryk for, at han ingen aarlig Parallakse havde fundet. Senere, under det kopernikanske Systems Kamp og efter dets Sejr, var der mange Astronomer, der forsøgte at maale Parallaksen. De astronomiske Maaleinstrumenter blev finere og finere, men stadig spottede Stjernernes Afstande de mange Anstrængelser. *Tyge Brahe*, der gav Iagttagelseskunsten et saa mægtigt Fremskridt, kunde ikke finde den eftersøgte Forandring. Hverken *Kikkertens* Opfindelse i det syttende Aarhundrede eller det attende Aarhundredes stadig forbedrede Iagttagelsesmetoder bragte Sagen videre frem. Først midt i det nittende Aarhundrede førte omtrent samtidig to Astronomer, *Bessel* og *Struve*, Spørgsmaalet til en heldig Løsning.

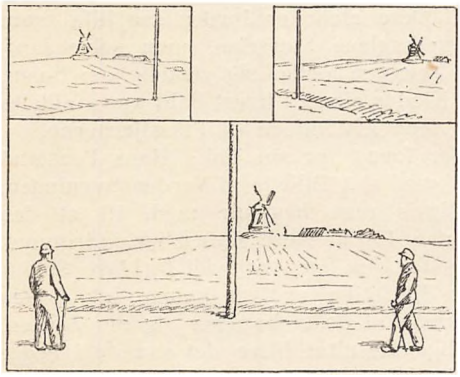


Fig. 163. Naar vi skifter Plads, forandrer de Retninger sig, i hvilke vi ser de forskellige Ting i Omgivelserne.

For at forstaa den Vej, disse to Astronomer gik, maa man erindre, at den Forestilling, at Stjernerne sidder fast paa Indersiden af en stor Kugleskal, forlængst var forsvundet fra Astronomernes Tanker (S. 41). Allerede *Tyge Brahe* havde ment, at Stjernerne var i forskellige Afstande fra os, og *Kepler* havde fremsat den Formodning, at jo svagere Stjernernes Lys er, desto længere borte er de

fra os. Som en meget fintmærkende Prøve paa, om Jorden bevæger sig, havde Galilei foreslaaet Aaret igennem at maale Afstanden mellem to Stjerner, der paa Himlen ses ganske tæt op ad hinanden. Hvis nemlig den ene Stjernes Afstand fra os er betydelig større end den andens, vil Jordens Bevægelse vise sig ved, at Stjernernes tilsyneladende Afstand forandrer sig med Jordens forskellige Stillinger i Verdensrummet, noget man let anskueliggør sig, ved at lukke venstre Øje, holde de to Pegefingre (»Stjernerne«) foran højre Øje (»Jorden«), den ene i et Kvarters og den anden i en halv Alens Afstand, og derpaa bevæge Hovedet lidt til Siden. Ved dette Princip lykkedes det i 1836 *Struve* at paavise Stjernen Vegas aarlige Parallakse, og kort efter fandt *Bessel* ved meget omhyggelige Maalinger, at ogsaa en Stjerne, »Nr. 61 i Svanen«, i Løbet af Aaret ganske svagt skifter Stilling i Forhold til de omgivende Stjerner. Senere er den aarlige Parallakse bleven maalt for et temmelig stort Antal Stjerner (ca 30). Alle disse Maalinger har tilfulde godtgjort, dels at Jorden bevæger sig omkring Solen, dels at Fiksstjernernes Afstande fra os praktisk talt er uendelig store i Sammenligning med Solens Afstand fra os. Talstørrelser, der oplyser dette, skal gives paa et senere Sted. —

Hermed har vi fremført vort ene Bevis for Jordens Bevægelse. Under selve de frugtesløse Forsøg paa at finde den aarlige Parallakse var enkelte Astronomer i Slutningen af det syttende Aarhundrede stødt paa et Fænomen, som i *Bradleys* Haand i 1728 aldeles uventet gav et andet Bevis for Jordens Bevægelse — altsaa i Tiden det første. Bradley saa, at Fiksstjernerne ikke sidder i absolut faste, uforanderlige Stillinger i Forhold til Himmelkuglen, men at hver Stjerne i Løbet af Aaret tilsyneladende beskriver *en ganske lille*, oval Bane. Denne svage Bevægelse af Fiksstjernerne kunde for en overfladisk Betragtning se ud som en Virkning af Jordens Bevægelse, men en nøjere Undersøgelse viste, at Stjernerne paa de forskellige Tider af Aaret slet ikke var paa de Steder af deres smaa Baner, hvor de i saa Fald skulde have været. Det er Bradleys Fortjeneste at have vist, at det omtalte Fænomen, der kaldes *Aberrationen*, skyldes, at den Hastighed, med hvilken Jorden i sin Kredsen om Solen gennemfarer Verdensrummet, ikke er helt forsvindende i Sammenligning med Lysstraalernes Hastighed.

For at forstaa, at denne Omstændighed kan have nogen Indflydelse paa den Retning, i hvilken vi *ser* Stjernerne, vil vi først betragte et andet Tilfælde, hvor vore Sanser til en vis Grad bedrages. Lad os nemlig tænke os, at vi sidder i en Jernbanevogn, og at der, mens Toget er i fuld Fart, bliver affyret et Skud imod den i en saadan Retning, at Kuglen trænger nøjagtig midt gennem det ene Kupevindu (Fig. 164) og f. Eks. $^1/_{100}$ Sekund efter gennemborer Midten af det andet Kupevindu. Paa Figuren er kun Jernbanevognens bageste Del tegnet svarende til det første Tidspunkt, men dens forreste Dels Stilling er angivet til det sidste Tidspunkt. Den Vejstrækning, som Toget er kommet frem i Løbet af den mel-

lemliggende korte Tid, er stærkt overdrevet paa Figuren. Det er nu klart, at Kuglen i Virkeligheden *i Rummet* gaar i den Retning, som Linien paa Figuren viser, men for den, der sidder i den rullende Jernbanevogn, vil det se ud, som om Kuglen havde bevæget sig nøjagtig paa tværs af Jernbanelinien. Hvis der havde været anbragt et Rør fra Midten af det første Kupevindu til Midten af det andet, vilde Kuglen være passeret frit igennem det. For dem, der er i Vognen, synes Kuglen derfor at komme fra en lidt anden Kant end den, som den virkelig kommer fra, simpelt hen fordi Jernbanevognen bevæger sig frem, mens Kuglen passerer den (se ogsaa Fig. 165). Afvigelsen fra den rigtige Retning bliver desto mindre, jo større Kuglens Fart er i Forhold til Vognens.

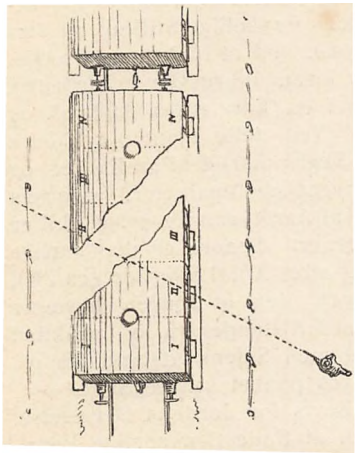


Fig. 164. En Bøssekugle skydes gennem et Kupevindu. Jernbanevognen set fra oven i to Stillinger.

Naar vi nu erindrer, at Ole Rømer havde fundet, at Lysstraalerne bruger en vis Tid til at bevæge sig gennem Verdensrummet, indser vi, at Jordens Bevægelse maa vise sig ved, at vi ser Stjernerne i en lidt anden Retning end den, i hvilken de virkelig staar. Men da Jordens Hastighed gennem Verdensrummet kun er ca. 30 Kilometer i Sekundet, mens Lyset i samme Tid gennemløber 300 000 Kilometer, er Afvigelsen selvfølgelig overordentlig ringe — kun til at paavise ved de omhyggeligste Maalinger. Ved Beregningen maa vi tage Hensyn til at den Retning i Verdensrummet, i hvilken Jorden bevæger sig, forandres hele Aaret igennem paa Grund af Jordens Kredsen om Solen. Deraf kommer det, at Stjernens Aberration viser sig ved en Kredsen omkring den Stilling, i hvilken vi vilde se Stjernen, hvis Jorden stod stille. Da Beregningerne viser sig at stemme med Iagttagelserne, giver Aberrationen et overordentlig smukt Bevis paa Jordens Bevægelse, et Bevis, der støtter sig paa alle Stjerners enstemmige Vidnesbyrd. —

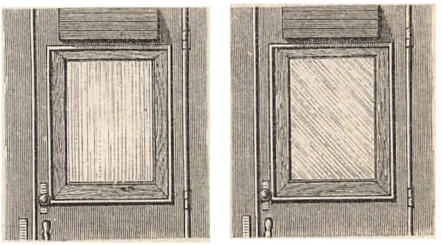


Fig. 165. Lodret faldende Regndraaber set gennem Kupevinduet i en stillestaaende og kørende Jernbanevogn.

Præcessionen. Hvis vi vil anskueliggøre os Jordens sammensatte Bevægelse i Verdensrummet, kan vi tage f. Eks. et Garnnøgle og

stikke det paa en Strikkepind. Nøglet skal forestille Jorden og Strikkepinden Linien fra Nordpolen til Sydpolen, altsaa Jordens Omdrejningsakse. En Lampe kan forestille Solen. Samtidig med at vi langsomt fører Nøglet rundt om Lampen, maa vi lade det snurre rundt om Strikkepinden.

Vi har tidligere set, at de to Forlængelser af Jordens Akse peger i de to Retninger i Verdensrummet, i hvilke vi — med den gammeldags Talemaade — ser Himmelkuglens Poler. Da disse ikke flytter sig væsentligt i Aarets Løb, maa Jordaksen bevare sin Retning i Rummet uforandret under Jordens Fart om Solen (se Fig. 167). Helt nøjagtigt er dette dog ikke. Vi har allerede i Indled-

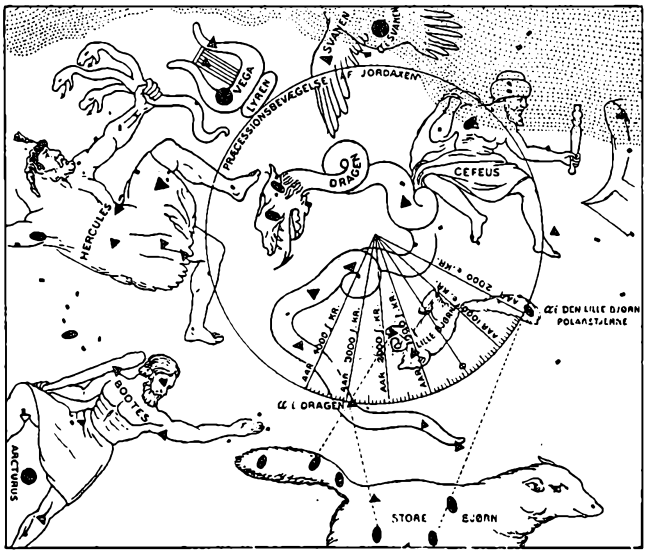


Fig. 166. Stjernekort, som viser, hvilke Punkter der i Løbet af 26 000 Aar kommer til at staa ved Himlens Nordpol. Nu ligger Polen nær α i den lille Bjørn, men den vandrer stadig rundt langs Cirklen.

ningen (S. 7) omtalt, at de gamle ægyptiske Præster kendte et Fænomen, der er i Strid med Paastanden om Fiksstjernehimlens absolut uforanderlige Omdrejning om Himmelpolerne. Den Astronom, som fik Klarhed over dette Fænomen, var Grækeren *Hippark*, som med Rette regnes for Oldtidens største Astronom. I al Korthed var det, Hippark opdagede, at Fiksstjernerne foruden Omdrejningen i hvert Døgn har en overordentlig langsom Bevægelse, der, uden at forandre Stjernernes indbyrdes Stilling, efterhaanden bringer de Stjerner, der staar i Omegnen af Himmelpolerne, bort derfra og bringer andre derhen. Efter vor Tids Viden maa dette betyde, at Jordaksen ganske langsomt i Aarhundredernes

Løb skifter sin Retning i Verdensrummet. Hvis den i Øjeblikket peger i Retningen ba (Fig. 167), vil den efter Beregningen om ca. 13 000 Aar pege i Retningen βa, og om ca. 26 000 Aar atter i den oprindelige Retning. De Punkter paa Himmelkuglen, som Jordaksen har peget imod i dette lange Tidsrum, har efterhaanden været Himmelpoler. Paa Stjernekortet Fig. 166 viser Kredsen, hvilke Punkter der paa denne Maade i Tidens Løb passerer Himlens Nordpol. For Tiden ligger dette Punkt i Nærheden af α i den lille Bjørn, som altsaa nu er »Polarstjerne«, men Tegningen, hvis smaa Inddelinger viser os Himmelpolens Forskydninger i Løbet af hvert Aarhundrede, tydeliggør, hvor langt Himmelpolen var fra α i den lille Bjørn i Oldtiden. Den Gang var der ingen Grund til at kalde den »Polarstjernen«, og den kunde ikke saaledes som i vore Dage bruges til en tilnærmet Bestemmelse af Verdenshjørnerne.

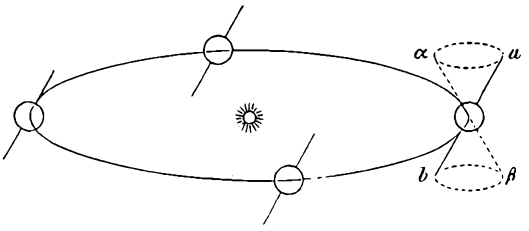


Fig. 167. Jordaksens Stilling i Verdensrummet, mens Jorden gennemløber sin aarlige Bane om Solen.

Vil vi nu til Slutning samle Resultatet af vore Undersøgelser, kan vi sige: *Samtidig med, at Jorden i et Aar kredser omkring Solen, drejer den sig Døgn efter Døgn om sig selv. Den sidstnævnte Bevægelse er Skyld i, at man fra hvert Sted af Jorden ser Himmellegemerne bevæge sig henover Himlen; den er Aarsagen til Dagens og Nattens Vekslen. Den førstnævnte Bevægelse derimod er Aarsag til, at Solen staar i Retning af forskellige Stjernebilleder i Løbet af Aaret. Jordaksen hælder imod den Plan, i hvilken Jordbanen ligger. Heraf kommer det, at den Kreds af Stjernebilleder, som Solen tilsyneladende gennemløber, kommer til at ligge skævt i Forhold til Himlens Omdrejning. Dette er Aarsagen til Aarstidernes Vekslen.*

TIDEN.

Klokkeslet. Meridianen; Stjernetid; Soltid; Solskiver; Klokkeslætsforskel; Zonetid.

En Dame beklagede sig engang i et Selskab over Astronomiens fuldstændige Unyttighed. De tilstedeværende spurgte hende om, hvorledes man da skulde finde Rede i Aarene, Klokkeslettet o. s. v. uden Astronomernes Hjælp. »Ih! saa har vi jo Almanakken«, var hendes Svar.

Der er dog Mennesker, der søger at støtte deres Mangel paa Interesse for Astronomi med bedre Grunde. Deres Tanker er ganske bundet til den forsvindende Del af Verdensrummet, som vi Mennesker kalder »Verden«; det øvrige »kommer ikke os ved«. Disse Mennesker maa dog i hvert Fald indrømme, at Astronomien giver et stort Bidrag til Civilisationen gennem dens Bestemmelse af *Tiden* — ved *Klokkeslettet* og *Kalenderen* — og gennem dens Bestemmelse af *den geografiske Beliggenhed* — f. Eks. under *Skibenes Navigeren* paa de store Verdenshave. Til Gengæld maa Astronomiens Beundrere indrømme de ligegyldige, at Kendskab til de fjerne Himmellegemers Natur i og for sig er lige saa lidt nødvendig for det rent materielle Liv som f. Eks. Musik, Maler- eller Billedhuggerkunst, selv om *noget* Kendskab til Verdensklodernes Forhold dog altid har været et Led i al aandelig Kultur.

Det ligger udenfor denne Bogs Plan at give en udførlig Behandling af de Dele af Astronomien, der direkte har Betydning for det praktiske Liv. Vi skal blot her i største Korthed paapege, hvorledes de astronomiske Kundskaber hjælper til Tidens Bestemmelse.

Naar Talen er om Klokkeslettet, ledes Tanken hen paa *Uret*. Meget Snille er blevet lagt for Dagen, før man fra Oldtidens tarvelige »Vandure« naaede Nutidens sammensatte og nøjagtige Urværker. Og dog er vor Tids nøjagtigste Ure ikke i Stand til alene, uden Støtte andet Steds fra, at maale Tiden. Trods det høje Standpunkt, Urmagerkunstens Teknik har naaet, er der dog intet Ur, der gaar saa nøjagtig, at det gennem Tiderne hverken taber eller vinder et eneste Sekund. *Urets Gang maa fra Tid til anden kontrolleres.*

Almindelige Dødelige kan stille deres Ure efter Urmagerens.

Dette stilles atter efter Observatoriernes Signaler eller Ure. Men hvorfra faar Astronomerne deres Tid? Her kommer Hjælpen fra Stjernernes store Himmelur — det, som aldrig gaar forkert.

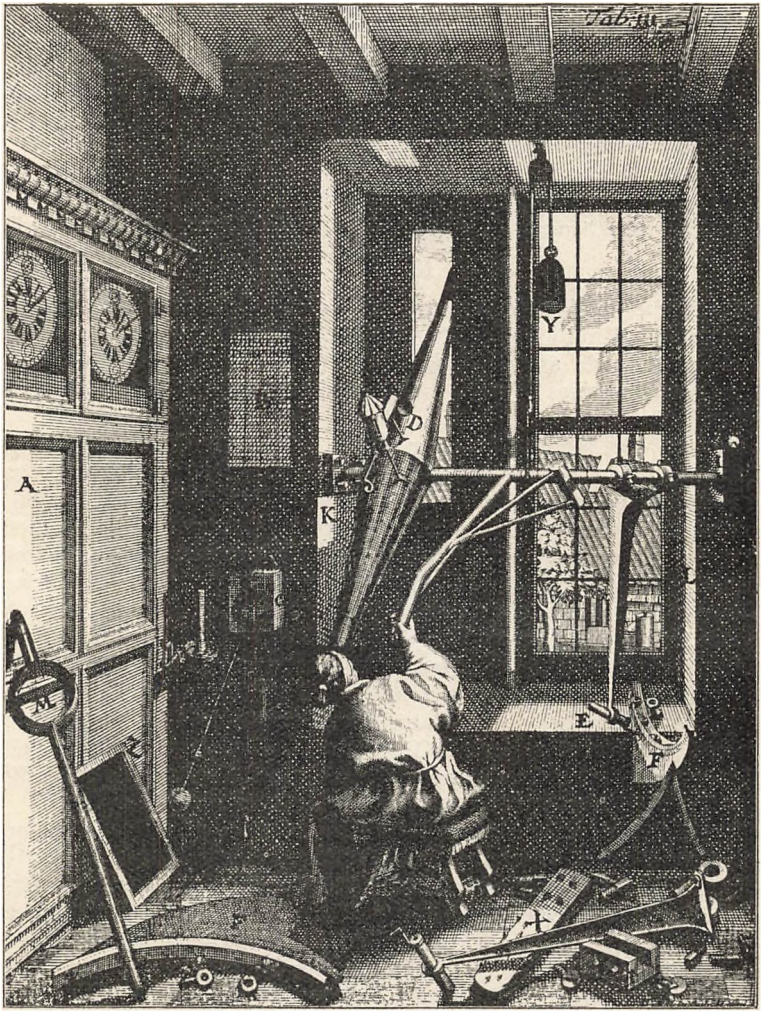


Fig. 168. Ole Romers Meridiankikkert (efter Horrebows Basis Astronomiae).

Man kan baade bruge *Solen* og *Fiksstjernerne* til Tidsmaaling. Tidsbestemmelsen ved Solen er den, som mest naturlig knytter sig til Menneskets daglige Liv, men den ved Fiksstjernerne er, som vi

skal se, rent matematisk talt den simpleste. Derfor regner Astronomerne ofte med »*Stjernetid*«.

Meridianen. Idet en Stjerne i Nattens Løb bevæger sig hen over Himlen, bliver den som Viseren, der paa et Ur drejer sig hen over Skiven. Himmeluret mangler blot de faste Holdepunkter, som Urskivens Tal giver. Vi har ganske vist Synskredsen; den angiver Stjernens Op- og Nedgangstid. Men Synskredsen er i Reglen dannet af saa mange tilfældige Uregelmæssigheder i Jordens Overflade, at vi, selv hvor Horisonten er fri, ikke kan bruge den til nøjagtig Tidsbestemmelse. Astronomerne bedømmer Himmelkuglens Omdrejning i Forhold til en tænkt Linie, som kaldes *Meridianen* (af latinsk »meridies« ɔ: Middag).

For at faa et Billede af denne Linies Forløb tænker vi os staaende paa Jorden med Ansigtet mod Syd. Meridianen løber da fra Sydpunktet op til Himmelhvælvingens højeste Punkt, Zenit, derfra videre til Himlens Nordpol og tilsidst ned til Horisontens Nordpunkt. Paa Fig. 157,$_2$ er den punkterede, lodrette Linie Meridianens sydlige Del; paa Fig. 136 ses dens nordligeDel. Meridianen deler Himmelkuglen i to Halvdele, en østlig og en vestlig.

Meridianinstrumentet. Astronomisk bestemmes Klokkeslettet ved Himmellegemernes Stilling til Meridianen. Da denne sidste imidlertid ikke viser sig uden videre for Øjet, maa man ved særlige Instrumenter bestemme det Øjeblik, da Stjernen passerer Meridianen — »*kulminerer*«, som det hedder. Allerede Oldtidsastronomerne bestemte Himmellegemernes Kulmination ved at iagttage det Øjeblik, da de ses i Flugt med et Plan, som er opstillet nøjagtig i Retningen Nord-Syd. I Reglen var saadanne Instrumenter forsynede med en bevægelig Sigtelinie, ved hvilken tillige det kulminerende Himmellegemes Højde over Horisonten kunde bestemmes. Et saadant Instrument havde f. Eks. Tyge Brahe opstillet paa Uranienborg (»Vor Jord« 1901, Nr. 51, Fig. 4).

Sin rette Betydning fik Meridianinstrumentet dog først, da *Ole Rømer* (S. 169) fandt paa at erstatte Sigtelinien med en Kikkert med Traadkors (S. 49; S. 67). Fig. 168 viser den Meridiankikkert, som Ole Rømer havde ladet opstille i sit Hjem. Kikkerten kan ved et Haandtag drejes om den vandrette Akse IK, der peger nøjagtig i Retningen Øst-Vest. Kikkerten selv peger altid ud mod Meridianen. I det Øjeblik en Stjerne ses at passere bag en lodret Traad, der er udspændt i Kikkertfeltet, kulminerer den. Dens større eller mindre Højde over Horisonten kan aflæses paa Cirkelbuen F ved Hjælp af Mikroskopet E, der drejes med Kikkerten.

Stjernetid. Det Klokkeslet, der kaldes »Stjernetid«, retter sig efter det Punkt mellem Fiksstjernerne, der kaldes *Foraarspunktet* (se S. 199 og Fig. 145). Det angives paa Observatorierne af et saakaldet *Stjerneur;* dettes Skive er delt i 24 lige store Dele, og det gaar saaledes, at Timeviseren netop gennemløber alle Skivens 24 Dele i samme Tid, som Himmelkuglen tilsyneladende bruger til at

fuldføre en hel Omdrejning — eller til at føre Foraarspunktet fra Kulmination til Kulmination. Ved hver af disse Kulminationer skal Timeviseren staa paa 24, og samtidig med at Foraarspunktet med jævn Fart vandrer Himlen rundt, drejer Stjerneurets Timeviser sig Skiven rundt.

Da Foraarspunktet kun er et tænkt Punkt, kan man ikke stille Stjerneuret ved uden videre ved Hjælp af Meridiankikkerten at iagttage Foraarspunktets Kulmination. I Stedet herfor iagttages en eller anden Stjernes Kulmination, og man kan da i de astronomiske Almanakker se, hvad Klokken skal være i Stjernetid i det Øjeblik, den paagældende Stjerne kulminerer. Paa denne Maade kontrollerer Observatorierne til Stadighed deres Stjerneures Gang ved Iagttagelse af Fiksstjernerne. Men til Brug i det borgerlige Liv egner Stjernetiden sig ikke, da ethvert af dens Klokkeslet i Løbet af et Aar kommer til at falde paa alle mulige af Soldøgnets Tider.

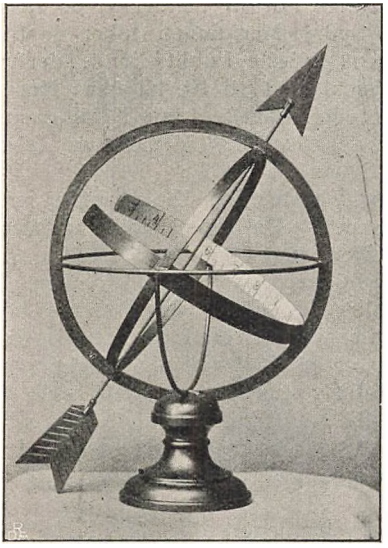


Fig. 169. En Solskive.

Soltid. Ogsaa Solens daglige Bevægelse kan bruges til Bestemmelse af Klokkeslet. Ved *Solskiverne* betegnes Klokkeslettet ved den Skygge, som en Viser kaster paa en passende inddelt Flade. Her behøves ingen Urværk. Solen selv flytter ved sin Bevægelse Skyggen paa rette Maade. Fig. 169 viser en ret almindelig Form for en Solskive. Den skal være opstillet saaledes, at Pilen peger nøjagtig mod Himlens Nordpol. Paa Figuren er Nord til højre og Syd til venstre. Pilen viser Retningen af den Akse, om hvilken Himmellegemernes daglige Omdrejning synes at foregaa. Naar Sollyset falder paa Apparatet kaster Pileskaftet sin Skygge paa et Sted af det Metalbaand, paa hvis Inderside der ses en Række Inddelinger og Tal. Skyggen falder f. Eks. Kl. 8 om Morgenen ved Tallet 8 — hvis Sollyset overhovedet rammer Solskiven; og i Løbet af Formiddagen vandrer Skyggen forbi Tallene 9, 10 og 11, mens Solen nærmer sig mere og mere til Meridianen. Idet Solen passerer denne, gaar Skyggen forbi Tallet 12, der staar nederst til højre paa Metalbaandet, og mens nu Solen nærmer sig den vestlige Horisont, vandrer Skyggen forbi Tallene 1, 2, 3 paa den Del af Baandet, hvis Bagside vender ud imod os.

Omhyggelige Iagttagelser viser, at Solens daglige Omdrejning ikke

er absolut jævn, saaledes som Fiksstjernernes. Dette skyldes dens aarlige Bevægelse i Ekliptika. Da Pendulurene efterhaanden blev forbedrede (17.—18. Aarhundrede), blev Soltidens Ujævnhed tilsidst følelig. Det er ganske vist ikke svært at faa et Urværk til at gaa ujævnt, men at faa det til netop at gaa uregelmæssigt paa samme Maade som Solen er næsten ugørligt. Det Kunststykke præsterer vore almindelige Ure heller ikke. De gaar — eller bør i alt Fald gaa — hele Aaret igennem med samme jævne Gang, der afpasses saaledes, at Afvigelsen mellem Urets Tid og den sande Soltid aldrig bliver saa stor, at den volder praktiske Vanskeligheder.

Klokkesletsforskel. Lad os tænke os, at Nordamerika i et bestemt Øjeblik under Jordens Omdrejning er ved at dukke frem fra Nattens Mørke (se S. 216). Europa (se Fig. 152, hvor Solen maa tænkes henne til højre) ligger da i fuldt Sollys, og Kina er ved at glide ind i Mørket, som nu hviler over »det stille Ocean«. I det omtalte Øjeblik er det altsaa Morgen i Nordamerika, højlys Dag i Europa, Aften i Kina og Nat paa det stille Ocean. De forskellige Steders Klokkesletsforskel kan være ret besværlig for vore Tiders stærkt udviklede Samfærdsels- og Telegrafvæsen. Man har i den senere Tid søgt at gøre Forholdene saa let overskuelige som muligt ved at opgive at regne med den Tid, som astronomisk set tilkommer hvert Sted, og erstatte den med en saakaldet »*Zonetid*«. Jorden deles ved 24 Meridianer fra Pol til Pol i 24 lige store »Timezoner«. Klokkeslettet i hele den Zone, i hvilken *Greenwich-Observatoriet* ligger, skal da rette sig efter dettes Tid. I hele den følgende Zone mod Øst er Klokken nøjagtig 1 Time mere; Zonen omfatter blandt andet Skandinavien og Tyskland. Og for hver følgende Zone mod Øst springer Klokkeslettet nøjagtig 1 Time frem. Det er let for den rejsende at holde Rede paa Klokkeslettet, og alligevel fjerner de forskellige Steders Zonetid sig ikke følelig fra den astronomiske Soltid.

VERDENSBYGNINGEN.

Astronomiens Reformation ved Kopernikus, Tyge Brahe, Galilei, Kepler og Newton. Den almindelige Tiltrækningskraft. Opdagelsen af Neptun og Siriusledsageren. Afstandene til Himmellegemerne.

Aleksandrineren *Ptolemæus* gav Oldtidens Astronomi sin endelige Form. Oldtiden havde vel formaaet at skabe sig et Billede af Verdensbygningen, der gav en Forklaring af alle dengang kendte astronomiske Fænomener, og som i alt Fald i de grove Hovedtræk var i Overensstemmelse med Iagttagelserne. Men hele Billedet var overordentlig kunstigt. Efter det svævede Jorden ubevægelig i Verdens Midte, og Himmellegemerne førtes rundt om Jorden paa en mer eller mindre indviklet og sammensat Maade. Himmellegemerne var som Visere paa et mægtigt Ur, hvis Gang man nogenlunde kendte, men hvis Værk var usynligt og af ukendt Natur.

Vi har tidligere omtalt (S. 32), hvorledes *det ptolemæiske Verdenssystem* gik i Arv til *Araberne* og fra dem i *Renæssancetiden* kom til Europa. End videre, hvorledes *Kopernikus*, utilfreds med det nedarvede, kunstige System og under Paavirkning af enkelte Oldtidsastronomers Tanker, fremsatte en helt ny Forklaring af de astronomiske Fænomener.

Efter *det kopernikanske System* skal, som ofte nævnt, Solen være i Himmelkuglens Midtpunkt, mens Jorden med de andre Planeter skal kredse om den.

I Begyndelsen vandt det kopernikanske System kun faa Tilhængere. Blandt de Astronomer, der særlig bekæmpede det, maa vi nævne *Tyge Brahe.* Den Modstand, som denne rejste, er undertiden blevet taget som et Tegn paa, at vor berømte Landsmand alligevel ikke var saa stor en Videnskabsmand, som han i Reglen regnes for. Der kan da være Grund til her med faa Ord at paapege det uretfærdige i en saadan Dom. Lad os da for det første huske, at Kopernikus ikke kunde føre virkelige Beviser for, at hans Verdenssystem var rigtigere end det ptolemæiske. Han kunde kun henvise til den Simpelhed, som hans System havde i Forhold til det ptolemæiske, men paa dette Punkt maa vi yderligere tage med i Betragtningen, at Systemet, saaledes som det var fremsat af Ko-

pernikus og kendt af Tyge Brahe, langt fra havde naaet den Simpelhed, som det fik, da *Kepler* havde fundet de Love, efter hvilke Planeterne kredser om Solen, og da *Newton* havde vist, at deres Kredsen om Solen kunde forklares som Virkningen af en eneste Aarsag, en til alt Stof knyttet Naturkraft: *den almindelige Tiltrækningskraft.*

Systemets Simpelhed vejede da paa Tyge Brahes Tid ikke saa stærkt i Vægtskaalen som senere, men *imod* vejede tusindaarige Fordomme. Hvor skulde man kunne tro, at Jordkloden ikke var Verdens faste Midte? Man kan ikke bebrejde Tyge Brahe, at han her delte sin Samtids Vildfarelse.

Hertil kom, at Tyge Brahes Maalinger ikke talte til Gunst for det kopernikanske System. Forgæves havde Tyge Brahe søgt at finde en aarlig Parallakse (S. 230). Hans Maalinger var saa nøjagtige, at han med Sikkerhed kunde sige, at Fiksstjernerne maatte være mere end Tusind Gange saa langt borte som Solen, hvis det kopernikanske System var rigtigt. Til dette i og for sig fuldstændig rigtige Resultat sluttede sig en ejendommelig, men i Betragtning af Datidens Kundskaber ganske tilgivelig Fejltagelse. Astronomerne mente nemlig paa Tyge Brahes Tid, at man kunde se Fiksstjernerne som smaa Skiver, ja man angav ligefrem Maal for disses Størrelse. I vore Dage ved vi, at Fiksstjernerne er saa langt borte, at vi ikke engang i de stærkeste Kikkerter kan se deres virkelige Skiver, men at de Skiver, vi ser, blot skyldes en ufuldkommen Billeddannelse paa Øjets Nethinde.



Fig. 170. Tyge Brahe. Efter en Akvareltegning fra 1597 i Klostret Strahof i Prag.

Men dette var ukendt paa Tyge Brahes Tid. Ved nu at sammenholde Skivernes tilsyneladende Størrelse med den mindste Værdi, som Afstandene til Fiksstjernerne kunde have, kom Tyge Brahe til det Resultat, at *Fiksstjernernes Tværmaal* var større end hele *Jordbanens* Tværmaal. Saadanne Konsekvenser syntes det kopernikanske Verdenssystem altsaa at føre med sig.

Tyge Brahe fjernede, især ved sine Studier af Kometernes Bevægelse, forskellige meningsløse Forestillinger, der havde samlet sig om det ptolemæiske System, og forsøgte selv at udkaste Ideen til et Verdenssystem. Efter dette staar Jorden vel ubevægelig i Verdens Midte, og Solen kredser omkring den i et Aar; men i Stedet for med Ptolemæus at tænke sig, at Planeterne bevæger sig om Jorden, tænker Tyge Brahe sig dem kredsende om Solen, samtidig med at de følger den sidste paa dens Fart omkring Jorden.

Det tychoniske System havde kun en kort Levetid, men dan-

nede dog et heldigt Overgangsled mellem det ptolemæiske og det kopernikanske.

Tyge Brahes Betydning ligger imidlertid ikke her, men — som paapeget andet Steds i »Frem« (Vor Jord 1901, Nr. 1) — i den hidtil ukendte Omhu og Flid, med hvilken han observerede Himmellegemerne. Selv naaede han dog langt fra at høste alle Frugterne af det store Materiale af Iagttagelser, han havde samlet.

I Prag var *Kepler* blevet Assistent hos Tyge Brahe, og efter dennes Død fortsatte Kepler Bearbejdelsen af Iagttagelserne. Efter aarelange møjsommelige Regninger, ved hvilke han særlig støttede sig til Tyge Brahes Observationer af Planeten Mars' Bevægelse, udfandt Kepler endelig de Love, efter hvilke Planeterne bevæger sig om Solen.

For at forstaa Keplers Resultat maa vi først kortelig forklare, hvad der forstaas ved en *Ellipse*. Sæt, at der i en Plæne, som vi vil anlægge, skal være en oval Gruppe. Hvis vi ikke vil nøjes med at tegne dens Omrids efter Øjemaal, kan vi gaa frem paa følgende Maade: Ned i Jorden rammer vi to Pæle (Fig. 171), og vi sammenknytter Enderne af en Snor, der er mer end dobbelt saa lang som Afstanden mellem Pælene. Snoren lægges paa Jorden, saa at den omslutter begge Pæle, og med en spids Pind strammer vi den, saa at den danner en Trekant med Vinkelspidser ved Pælene og i Spidsen af Pinden. Vi ridser nu en Oval i Jorden, idet vi fører Pinden saaledes, at Snoren stadig er strammet. Den Linie, der fremkommer, kaldes en *Ellipse*, og de to Punkter ved Pælene kaldes dens *Brændpunkter*. Jo nærmere man rykker de to Pæle til hinanden, desto mere nærmer Ellipsen sig til at være kredsrund.

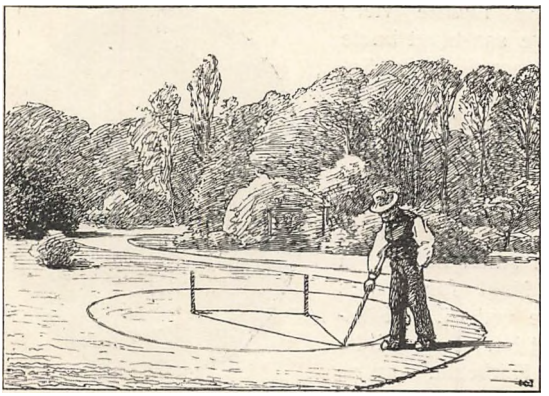


Fig. 171. En Gartner ridser en Ellipse i Jorden.

Paa et Stykke Papir tegnes en Ellipse let paa lignende Maade ved Hjælp af en Blyant, to Knappenaale og et Stykke fint Seglgarn. —

De Love, Kepler fandt, kan udtales paa følgende Maade:

1ste keplerske Lov. Planeterne bevæger sig i Ellipser, hvis ene Brændpunkt er i Solen. En Planets Afstand fra Solen forandrer sig derfor noget under dens Omløb. De fleste Planetbaner er dog temmelig kredsrunde.

2den keplerske Lov. En Planet har ikke altid samme Fart. Kepler fandt, at en Planets Fart netop forandrer sig saaledes, at det Areal, som Linien fra Solen til Planeten glider henover *i f. Eks. et Sekund*, paa alle Steder af Banen er det samme. Jo nærmere Planeten er ved det Brændpunkt, i hvilket Solen staar, desto hurtigere maa den bevæge sig. Jorden f. Eks. har den største Fart i Begyndelsen af Januar, thi da er den Solen nærmest. Læseren forbauses maaske over, at Jorden er Solen nærmest netop paa den Tid, da det her i Norden er Vinter. Hertil kan siges, at Forandringen i Jordens Afstand kun er forholdsvis ringe i Sammenligning med Afstanden selv — Jordens største Afstand er ca. 151 Millioner km., og den mindste ca. 147 Millioner km. Forandringen er saa lille, at den for Varmens Vekslen paa hvert Sted af Jorden er af underordnet Betydning i Sammenligning med den Rolle, som Lodliniens vekslende Stilling mod Solen spiller (S. 223).

3die keplerske Lov. Jo større en Planetbanes Tværmaal er, desto længere er den om at gennemløbe sin Bane. Mens Jorden gennemløber sin i 1 Aar, er den yderste Planet, Neptun, henved 165 Aar om at gennemløbe sin 30 Gange saa store Bane. Hvorledes Kepler nøjere matematisk udformede Loven, maa vi forbigaa. —

Først Kepler gav det kopernikanske Verdensbillede den Skikkelse, hvori dets simple Form var iøjnefaldende. Samtidig fjernede Galilei de Fordomme, som fejlagtige fysiske Begreber havde taarnet op imod det (se S. 214). Men medens Tilhængernes Tal forøgedes, voksede ogsaa Modstanden. Kampen for og imod det kopernikanske System blev et Led i den almindelige Kamp mellem gammelt og nyt, mellem Middelalder og Renæssance.

Den italienske Munk, *Giordano Bruno*, der havde bygget sit mærkværdige Drømmesyn af Verdensbygningen paa det kopernikanske System, blev brændt som Kætter i Aaret 1600. *Galilei* blev i sit 69de Aar af Inkvisitionen tvunget til at afsværge sin Tro paa, at Jorden bevæger sig, og *Kepler* blev for sine Meningers Skyld idelig forulempet. Kampen fortsattes, indtil den efter *Newtons* Undersøgelser døde hen.

I Løbet af det syttende Aarhundrede var Kendskabet til Mekanikkens Love, særlig ved *Galileis* og *Huygens'* Undersøgelser, vokset saa meget, at Englænderen *Isaac Newton* (1643—1727) formaaede med et genialt Blik at se, hvad de keplerske Love betød. Newton tog sit Udgangspunkt i Maanens Kredsen om Jorden. Hvis Maanen ikke bliver fastholdt af en Kraft, der udgaar fra Jorden, vil dens Fart føre den bort fra Jorden ud i Verdensrummet, ligesom en Sten, der svinges rundt i en Snor, slynges bort, hvis Snoren brister. Newton paaviste nu, at den Kraft der fastholder Maanen, er af samme Oprindelse som den, vi her paa Jorden kalder Tyngdekraften. Den samme Tyngde, som trækker os ind mod Jordens Midte og fastholder os til dens Overflade, rækker, skønt betydelig svækket, helt ud til Maanen og tvinger denne til at kredse om Jorden.

Newton paaviste videre ved Hjælp af Keplers Love, at Planeterne tvinges til at kredse om Solen af en Kraft, der paa ganske tilsvarende Maade udgaar fra dette Himmellegeme, og at ogsaa Jupiters Maaner fastholdes til Jupiter af ganske lignende Kræfter. Han samlede sine Forklaringer i den ene, *at alt eksisterende Stof har den mærkelige Egenskab at tiltrække alt andet Stof, og det desto stærkere, jo mindre Afstanden er.* Naar vi til daglig ikke lægger Mærke til denne Tiltrækningskraft mellem Legemerne omkring os, er det, fordi Kraften dér er ringe. Af *Cavendish's* meget fine Maalinger fremgaar, at hvis 2 Masser f. Eks. paa 10 Kilogram er koncentrede i en Afstand af f. Eks. 1 cm. fra hinanden, da tiltrækker de hinanden med en Kraft lig Vægten af 7 Milligram — syv Tusindedele af et Gram! Men naar de tiltrækkende Stofmasser er samlet i saa stor Mængde som i Himmellegemerne — i Jorden, Solen o. s. v., da bliver Resultatet betydeligt.

Hvad der er Aarsagen til den almindelige Tiltrækningskraft, der findes mellem alt eksisterende Stof, véd vor Tid lige saa lidt som Newton. Vi ser kun, hvorledes denne Kraft styrer Planeterne i deres Løb om Solen, og vi ser yderligere i Kikkerten, hvorledes den samme Kraft er virksom i Verdensrummets fjerne Egne, hvor den tvinger Dobbeltstjerneparrene til at kredse om hinanden. —

De keplerske Love vilde have været absolut rigtige, hvis Soltyngden havde været den eneste styrende Kraft i Solsystemet; men Planeterne tiltrækker ogsaa hinanden indbyrdes, og skønt disse Kræfter er smaa i Forhold til Solens Tiltrækning, saa er deres Virkninger dog tilstrækkelig store til, at de med Sikkerhed kan paavises. En særlig mærkelig Rolle har de derved fremkaldte Afvigelser spillet ved *Planeten Neptuns Opdagelse.* Beregningerne af Uranusbanen viste nemlig, at denne var underkastet mærkelige Forandringer, der tydede paa, at der fandtes en tiltrækkende Planet uden for Uranusbanen. Uafhængig af hinanden beregnede Englænderen *Adams* og Franskmanden *Le Verrier*, hvor paa Himlen denne Planet i Øjeblikket maatte staa, og efter den sidstes Opgivelse fandt *Galle* i Berlin virkelig Planeten d. 23. Sept. 1846 ganske nær ved det Sted, som var forudberegnet.

Denne Opdagelse af Neptun kan man sammenstille med Opdagelsen af det Himmellegeme, der kredser om den fjerne *Sirius.* Af nogle ganske smaa Uregelmæssigheder, som Sirius' Plads mellem Stjernerne er underkastet i Aarenes Løb, sluttede *Bessel* (i 1844), at Sirius er omkredset af et Himmellegeme, der ved sin Tiltrækningskraft virker tilbage paa Sirius og trækker den bort fra dens Plads. Først i 1862 lykkedes det den amerikanske Optiker *Alvan Clark* at se denne Ledsager som en svag Stjerne ganske tæt ved Sirius. Ledsageren er siden observeret at kredse om Sirius ganske i Overensstemmelse med Beregningerne.

SLUTNING.

Inden vi slutter vort Overblik, skal vi blot endnu med et Par Ord berøre Himmellegemernes Afstandsforhold. Det Spørgsmaal ligger nær, *hvorledes det har været muligt at maale alle disse svimlende Afstande.* At forklare dette til Bunds vilde kræve matematiske Kundskaber, som ikke tør forudsættes. Vi maa derfor nøjes med nogle Antydninger.

Grundprincippet i de astronomiske Afstandsmaalinger er det, at hvis 2 forskellige Iagttagere fra to forskellige Steder, A og B, ser mod det samme Maal, C, da vil de ad matematisk Vej kunne udregne, hvor langt Maalet er borte, hvis de blot bestemmer, hvor langt borte de er fra hinanden, og hvorledes Retningerne af de to Sigtelinier til Maalet ligger i Forhold til A B. I Midten af det 18de Aarhundrede blev Maanens Afstand saaledes funden ved at sammenligne den Retning, i hvilken den i et bestemt Øjeblik blev set fra Berlin og fra et Observatorium i Sydafrika. Jo fjernere et Himmellegeme er fra Jorden, desto vanskeligere bliver denne Metode at anvende. Gennemgaaende er Planeterne saa langt borte fra os, at Astronomerne her paa Jorden ikke kan komme tilstrækkelig langt bort fra hinanden, til at der kan komme en saa stor Parallakse frem, at Metoden kan bruges. I tre Tilfælde kan det dog lykkes. Naar Planeten *Venus* en sjælden Gang passerer forbi Solen (S. 139) er den kun ca. 40 Millioner km. fjærnet fra os, og naar *Mars* er i Opposition kan den nærme sig Jorden indtil en Afstand af ca. 55 Millioner km. (S. 145). Betydelig nærmere end disse to kommer Planeten *Eros* (S. 164). Da denne imidlertid først er blevet opdaget i 1898, har den gunstige Lejlighed endnu ikke tilbudt sig.

Afstandene til Fikssstjernerne findes som tidligere omtalt (S. 231) ved den aarlige Parallakse. Der er dog kun faa af de utallige Stjerner, der er saa nær ved os, at deres Afstand kan maales blot med nogenlunde Nøjagtighed. Den nærmeste er α i Centauren, et Stjærnebillede, der ikke er synlig i Skandinavien. Den er næsten 300 000 Gange saa langt borte som Solen, og Lyset fra den *bruger henved halvfemte Aar om at naa Jorden.* — —

Vor Fremstilling er til Ende. Mange Undersøgelser har Pladsen tvunget os til at lade ligge, og endnu flere Spørgsmaal maatte vi lade ubesvarede, fordi Menneskets Evne til at løse dem er svagere end Evnen til at stille dem.

Tanken trænger ud i Verdensrummets Dybder og søger der at opdage den Plan, efter hvilken Solene er spredt i Verdensrummet. Den aner, at vort Solsystem og Fiksstjernerne er Led i en Helhed, der ogsaa omfatter de talløse Sole, der danner Mælkevejen. Men hvilken Stilling indtager Stjernetaagerne og Stjernehobene til dette System? Og hvad findes der i det uendelige Verdensrum uden for dette System? Vi har her naaet Grænsen for Astronomiens Viden.

Og ikke alene mod Rummets, men ogsaa mod Tidens Uendelighed rettes Tankerne og Spørgsmaalene, men ogsaa her træffer den sikkre Viden snart sine Grænser.

INDHOLD.

Side

Astronomiens Oprindelse og Vækst ... 3
Astronomiske Observatorier ... 44
Kikkerten ... 56
Maanen ... 74
Spektroskopet ... 98
Solen ... 109
Planeterne ... 131
Merkur ... 133
Venus ... 137
Jorden ... 141
Mars ... 141
Asteroiderne ... 159
Jupiter ... 164
Saturn ... 172
Uranus og Neptun ... 178
Kometerne ... 180
Fiksstjernehimlen ... 191
Dag og Nat, Sommer og Vinter ... 206
Jordens Form og Størrelse ... 207
Jordens Omdrejning om sin Akse ... 212
Solens Vej mellem Stjernerne ... 216
Skiftende Horisonter ... 224
Jordens Bevægelse omkring Solen ... 227
Tiden ... 235
Verdensbygningen ... 240