Begyndelsesgrunde

i

den mathematiske Geographi

ved

Adolph Steen.

Kjöbenhavn.

Forlagt af Universitetsboghandler C. A. Reitzel.

Trykt i Bianco Lunos Bogtrykkeri.

1845.

Fortale.

Kundskab til Verdensbygningen er langtfra at være almindelig udbredt og rodfæstet; derimod möder man ofte aldeles urigtige eller forvirrede Forestillinger om de simpleste Phænomener og Forhold paa Himmel og Jord. Det hidrörer fra en af vort Skolevæsens Mangler, som den senere Tid har begyndt at afhjælpe, at nemlig Underviisningen i den mathematiske Geographi almindelig er henlagt under en Geographilærer, hvis mathematiske Kundskabsforraad som oftest er svundet betydeligt i Tidernes Löb. Vi besidde heller ingen brugbar Lærebog i den mathematiske Geographi og den Behandling, den har nydt i de geographiske Læreböger er for tarvelig til at være tilstrækkelig, naar man vil værdige den fortjent Opmærksomhed. Efter længere Tids Underviisning i Faget i Hr. Professor *Mariboes* Realskole har jeg udgivet denne Lærebog i Haab om maaskee ogsaa at befrie andre Lærere for den Ulempe, som Elevernes Afskrivning og Læsning efter Manuskript sædvanlig medförer. Som bekjendt fölger paa Erkjendelsen af et Savn gjerne en altfor ivrig Bestræbelse for grundigt at afhjælpe det — man forfalder fra den ene Yderlighed til den anden. Saaledes torde det vel med Hensyn paa nærværende Sag være et for voldsomt Skridt, om man i Skolen vilde slaae over fra slet ikke at meddele Kundskab om Verdensbygningen til at docere den hele Astronomi, især saalænge Skolens mathematiske Grundlag er saa svagt. Jeg har derfor i min Underviisning, saavel efter Hr. Professor *Mariboes* Önske, som af egen Overbeviisning, kun benyttet saameget af astronomiske Laanesætninger, som tjener til at gjöre Udviklingen klar og exact, og derefter er ogsaa Lærebogen indrettet. Vel er Læren om Verdenssystemet, Tidsregning og Tidsmaaling behandlet vidtlöftigere end det for *Geographiens* Skyld var nödvendigt, men det giver ogsaa et positivt Udbytte, erhvervet i al Korthed og Simpelhed, uden stort mathematisk Apparat. Bogen kan benyttes af Elever, der blot kjende Plangeometriens Elementer, idet de faa Steder, der stötte sig paa andre Dele af Mathematiken, uden videre kunne forbigaaes eller finde deres tilstrækkelige Forklaring i korte Digressioner. Det var nödvendigt, navnlig i sidste Afsnit, ikke reent at udelade trigonometriske Formler og vanskeligere mathematiske Fremstillinger, fordi Bogen ogsaa er bestemt til Brug for Aspiranter til den kongelige militaire Höiskole.

Juli 1845.

Indledning.

---

1. Naar man vælger sig et Standpunct, hvorfra man har fri Udsigt til alle Sider, synes man at see Himlen og Jorden stöde sammen i en Cirkel, i hvis Centrum man selv befinder sig. Denne Cirkel kaldes *Horizonten*. Jorden seer ud som en Plan og Himlen som en Hvælving derover.

2. Ved fortsat Iagttagelse seer man om Dagen Solen, om Natten Stjernerne forandre deres Sted med Hensyn til Horizonten. Nogle komme först tilsyne i Horizonten, *staae op*, dernæst stige de höiere, indtil de atter nærme sig Horizonten og forsvinde, *gaae ned*, for igjen at komme tilsyne og gjentage den samme Bevægelse. Andre vedblive at vise sig over Horizonten, men gjentage ligeledes de samme Bevægelser, saa at de afvexlende nærme sig til og fjerne sig fra Horizonten.

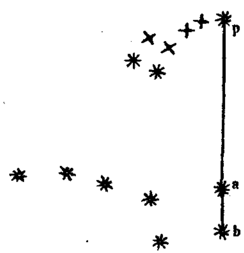
3. Alle Himmellegemer bevæge sig i den samme Retning; man siger derfor, at de *gaae fra Öst til Vest*, staae op i Öst og gaae ned i Vest.

Om Dagen, naar Stjernelyset er for svagt til at gjennemtrænge Solens stærkere Glands, kan man ved Hjælp af Teleskoper fortsætte Nattens Iagttagelser og vil da see Stjernerne vedblive deres Bevægelser.

4. De fleste Stjerner bevæge sig eensformigt og lige hurtigt, saa at de efter en vis Tids Forlöb atter indtage de Steder paa Himlen, hvor man först saae dem. Denne Tid kaldes en *Stjernedag* og mangler efter vor Tidsregning 4 Minutter i 24 Timer. Nöiagtigere angivet er Stjernedagen 23ᵗ 56′4,09″ (23 Timer 56 Minutter 4,09 Secunder). Det hele Phænomen kaldes *den daglige Rotation.*

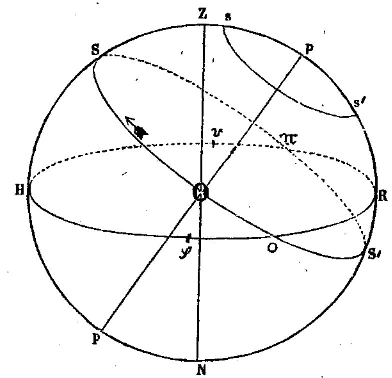
5. Da disse Stjerner bestandig maae vise sig i samme Stilling til hverandre, kaldes de *Fixstjerner.* De ere lettere at betegne og gjenfinde, naar man söger at henföre dem gruppeviis til *Stjernebilleder eller Constellationer*, som da erholde Navne efter Mennesker, Dyr eller Gjenstande. Blandt de skjönneste Stjernebilleder, der let gjenfindes, mærkes den store Björn (Carlsvognen) og Orion.

6. De Stjerner, som aldrig komme under Horizonten, gjennemlöbe Veie af forskjelligt Omfang. Een iblandt dem, ***Polarstjernen***, ***Nordstjernen***, synes endog at staae ganske stille. Ved at tænke sig en Linie igjennem *a* og *b* af den store Björn og forlænge denne vil man træffe paa Polarstjernen *p*. De Stjerner, som ere denne nærmest, gjennemlöbe smaa Cirkler, hvis Centrum synes at være Polarstjernen. Jo fjernere Stjernerne ere fra Polarstjernen, des större Cirkler beskrive de.



7. Alle de anförte Phænomener ere de samme, som om hele Himlen var en huul Kugle, hvorpaa Fixstjernerne sade fast (fixe) og hvis Centrum var paa Jorden i Iagttagerens Öie. Ved denne Kugles Omdreining fra Öst til Vest om en Linie gjennem Centrum, *Verdensaxen*, maae alle Puncter af Kuglen beskrive Cirkler, som ere desmindre, jo nærmere Puncterne ligge Axens Endepuncter, ***Verdenspolerne.*** Det Endepunct af Axen, som ligger over vor

Horizont, kaldes ***Nordpol***, det modsatte kaldes ***Sydpol.*** De Stjerner, som dreie sig omkring Nordpolen, uden at gaae ned, kaldes ***circumpolære*** om Nordpolen; andre, som dreie sig omkring Sydpolen uden at staae op, kaldes circumpolære om Sydpolen. Figuren viser Jorden i *O*, Nord- og Sydpol i *P* og *p*, Horizonten i *HR* (disse Bogstaver sættes stedse ved Verdenspolerne og Horizonten). En circumpolær Stjernes Bane er *ss′*; en anden Stjernes *SS′*, dens Op- og Nedgang skeer i Puncterne *o* og *n*. Pilen antyder Rotationsretningen.

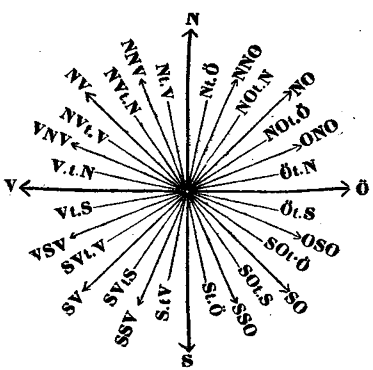


Cirklerne *ss′* og *SS′* kaldes ***Parallelcirkler*** og deres synlige Deel ***Dagbuer.*** Blandt vore circumpolære Stjernebilleder mærkes den store og den lille Björn (see Fig. til 6).

8. Foruden Fixstjernerne deeltage alle andre Himmellegemer i den daglige Rotation, men synes tillige at have deres særegne eiendommelige Bevægelse, hvorved Tiden til et Omlöb paa Himmelkuglen forandres. De Himmellegemer, hvorom dette gjælder ere ***Sol***, ***Maane***, nogle Stjerner, der kaldes ***Planeter***, og ***Kometer.***

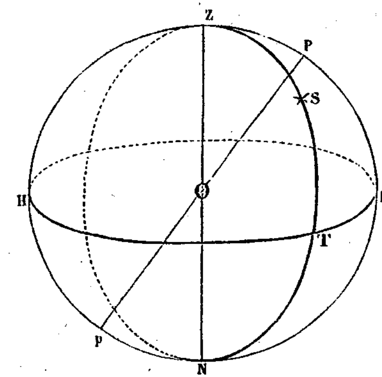
9. De Puncter paa Himmelhvælvingen, som ligge lige langt fra alle Puncter i Horizonten, kaldes ***Horizontens Poler.*** Der gives to saadanne, een over Horizonten, ***Zenith,*** een under samme, ***Nadir.*** (I Figurerne betegnes de stedse ved *Z* og *N*, som i Fig. til 7). Den Linie, som forbinder Zenith og Nadir, kaldes ***Verticalaxe.***

10. En Cirkel, som gaaer igjennem Horizontens Poler og Verdenspolerne, kaldes en *Meridian* (*HZPRNp* i Fig. til 7). Den skærer Horizonten i to Puncter, af hvilke det, som er nærmest Nordpolen (*R*), kaldes *Nordpunctet*, det andet, nærmest Sydpolen (*H*), kaldes *Sydpunctet*. 90° fra disse Puncter ligge *Öst-* og *Vestpunctet* (*Ö* og *V*). Disse fire Puncter kaldes *Cardinalpuncter*, *Hovedpuncter*. Ved at forbinde saavel Nord- og Sydpunctet som Öst- og Vestpunctet med rette Linier og halvere de Vinkler, der dannes af disse Linier, samt fortsætte Halveringen, indtil hver ret Vinkel er deelt i 8 Dele, erholdes 32 Retninger, som have



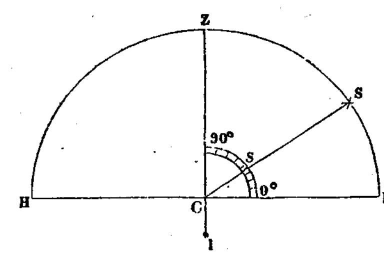
deres særskilte Benævnelser, som Nord til Öst (*N. t. O.*), Nordnordost (*NNO.*), Nordost til Nord (*NO.t N.*) o. s. v. Man kalder disse Retninger de *32 Compasstreger*. For til enhver Tid at bestemme disse Retninger paa Jorden, maa man kunne finde Linien mellem Nord- og Sydpunctet, *Middagslinien*. Hvorledes dette skeer vises i det Fölgende.

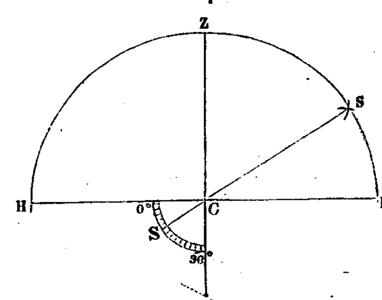
11. Lægges en Plan igjennem Zenith, Nadir og en Stjerne *S*, skæres Himmelkuglen i en ny Cirkel, *SZN*, som kaldes Stjernens *Höidecirkel*. Den Deel deraf (*ST*), som ligger imellem Horizonten og Stjernen kaldes Stjernens *Höide*.



Complementet til Stjernens Höide (*ZS*) kaldes dens *Zenithdistance*, *Zenithafstand*. Den Deel af Horizonten, som ligger imellem Höidecirklen og Sydpunctet (*HT*) kaldes Stjernens *Azimuth*. En Stjernes Sted paa Himlen er bestemt, naar man kjender Sydpunctet, dens Höide og dens Azimuth. Sydpunctet findes tilligemed Middagslinien. (Analogi med retvinklede Coordinater i Geometrien, *sphæriske Coordinater*.)

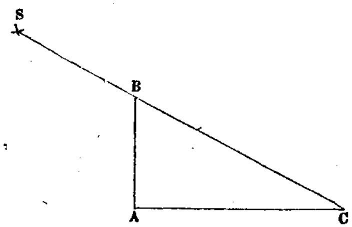
12. For at bestemme en Stjernes Höide, opstiller man *en Qvadrant*, et Instrument af Figur som en Fjerdedeel Cirkel, 0° *s* 90° *C*, med sit Centrum i det Punct, hvorfra Iagttagelsen skeer, med det ene Been *C*90° verticalt, med det andet *C*0° horizontalt. En paa Instrumentet anbragt Kikkert *Cs* dreies indtil man faaer Stjernen i Kikkerten, da vil Stjernens Höide være en Bue *SR*, som indeholder ligesaa mange Grader som Buen 0°*S*, paa Instrumentet. For at stille Qvadrantens





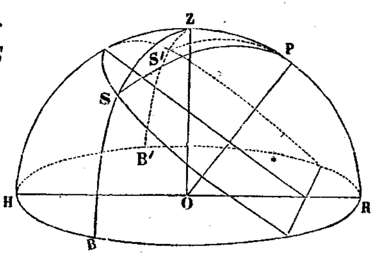
ene Been verticalt betjener man sig af en Snor med vedhængende Lod l.

Solens Höide kan ogsaa findes ved Hjælp af Længden af den Slagskygge (AC), en vertical Stok (AB) af given Længde kaster paa en horizontal Plan. Vinklen SCA, som indeholder ligesaamange Grader, som Solens Höide, kan let construeres, naar man paa to lodrette Linier afsætter AB og AC i formindsket Maal. Beregning af Vinklen SCA skeer trigonometrisk ifölge Formlen



$$\text{tg}\, SCA = \frac{AB}{AC}.$$

13. En Stjernes Höide er variabel (2). De op- og nedgaaende Stjerner naae deres störste Höide over Horizonten, naar de sees i Meridianen (S i Fig. til 7) og siges da at *culminere*. De circumpolære Stjerner seer man culminere to Gange i een Stjernedag, i den *övre* (s) og den *nedre* (s') Culmination; i hiin have de den störste, i denne den mindste Höide. De andre Stjerner ere usynlige i den nedre Culmination, da de have deres störste Höide under Horizonten (S'). Lige længe för og efter Culminationen have Fixstjernerne samme Höide og samme Afstand fra Culminationspunctet (4). Fuldstændigt Beviis herfor föres ved Stereometriens Hjælp. Naar nemlig Stjernen i S og S' har samme Höide, bliver $SB = S'B'$, og altsaa $SZ = S'Z$; men tillige er $SP = S'P$ (7) og $ZP = ZP$.



Tænker man sig nu Linier fra Z, P, S og S' til O, opstaae to tresidige Rumvinkler, hvis Planvinkler ere ligestore i samme Orden, deres tosidige Rumvinkler blive fölgelig ogsaa ligestore, altsaa

$$ZPS = ZPS',$$
$$PZS = PZS',$$

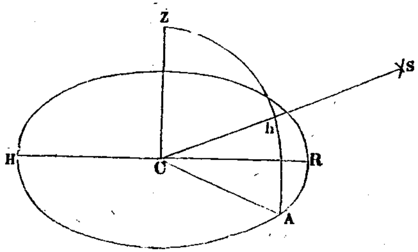
altsaa ogsaa $HZB = HZB'$

og tillige $HB = HB'$.

14. Ifölge 13 kan man bestemme Middagslinien. De to Stillinger af en Qvadrant, som svare til Stjernens ligestore Höider för og efter Culminationen, ville nemlig danne samme Vinkel med Middagslinien. Denne indsees da at være Halveringslinien for den Vinkel Qvadrantens anförte Stillinger danne. Dette kaldes *de correspondcrende Höiders Methode* til at finde Middagslinien. For at erfare Culminationsöieblikket observerer man de to Klokkeslet, som svare til de ligestore Höider; det Klokkeslet, som ligger midt imellem de observerede, angiver Culminationstiden.

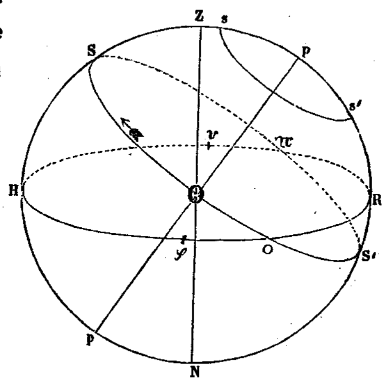
Middagslinien kan ogsaa findes ved Solhöiderne. Hertil behöves blot en lodret Stok (som i 12), der vil kaste ligestore Skygger for de samme Höider af Solen. For en vilkaarlig Længde af Formiddagsskyggen som Radius construeres en Cirkel om Stokkens Fodpunct som Centrum; man iagttager derved naar Eftermiddagsskyggen bliver ligesaa lang. Vinklen mellem begge disse Skyggeretninger halveres og Halveringslinien er den sögte Middagslinie. Denne Methode er dog ikke ganske nöiagtig paa Grund af Solens særegne Bevægelse.

15. For at finde en Stjernes Azimuth benyttes *Azimuthalinstrumentet*, som blot bestaaer i en Qvadrant Ahz stillet paa en horizontal inddeelt Cirkel *HAR*, hvis 0° vender mod Syd. Linien *HR* er altsaa opstillet i Middagslinien. Naar Qvadranten og dens Kikkert



dreies indtil man har Stjernen i Kikkerten, aflæser man Azimuth *HA* paa den inddeelte Cirkel.

16. Polens Höidecirkel er Meridianen, dens Azimuth er derfor 180°. Polen er intet kjendeligt fremtrædende Punct paa Himmelkuglen, thi Polarstjernen sees ved finere Iagttagelser blot at være en circumpolær Stjerne, der beskriver en meget lille Cirkel. Polens Höide, *Polhöiden*, *PR*, kan derfor ikke findes ved umiddelbar Iagttagelse med Qvadranten, men ved Hjælp af en circumpolær Stjernes Culminationshöider *sR* og *s'R*. Da man har



$$Ps = Ps' \;(7)$$

og
$$sR = PR + Ps$$
$$s'R = PR - Ps'$$

saa vil $sR + s'R = 2PR$ og fölgelig Polhöiden,

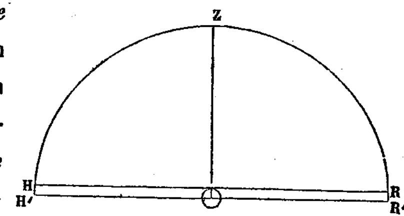
$$PR = \frac{sR + s'R}{2},$$

bestemt som *den halve Sum af de to Culminationshöider.* Complementet til Polhöiden kaldes Polens Zenithdistance. Polarstjernens Afstand fra Polen, *Poldistance*, er 1° 36'.

§ I.

Jordens Figur og Störrelse.

17. Allerede i Oldtiden blev det indseet, at Jordens Overflade var krum. Simplest var det at antage den kugleformig. Himlen synes at omslutte Jorden som en huul Kugle, hvis Centrum tillige er Jordens Centrum. En rörende Plan til det Punct af Jordkuglen, hvor en Iagttager befinder sig, maa afgrændse den for Iagttageren synlige Deel af Himmelkuglen og skære denne i en Cirkel, som er Iagttagerens *apparente*, *tilsyneladende*, *Horizont* (*HR* i Fig. til 7). For at erholde *den sande Horizont* (*HR*) maa man skære Himmelkuglen med en Plan lagt parallel med den apparente Horizont igjennem Jordens Centrum.



For mange Iagttagelser bliver Jorden ved sin ringe Störrelse i Sammenligning med Stjernernes store Afstande blot at ansee som et Punkt, der synes at være Himmelkuglens Centrum.

18. At Jorden virkelig er en lukket, rund Flade (convex), der kommer Kugleformen nær, indsees af flere Grunde.

a. Af fjerne Gjenstande sees kun de överste Dele og jo nærmere man kommer dem, des mere seer man.

b. Man overseer des större Deel af Jordens Overflade, jo höiere Standpunct man har.

c. Jordomseilinger kunne udföres saaledes, at man ved at reise ud fra et Sted stedse i samme Retning kommer tilbage til samme Sted igjen. Förste Jordomseiling begyndtes 1519 af *Ferdinand Magellan* fra den spanske Havn St. Lucar, og fuldendtes 1521 efter hans Död.

d. Naar man reiser imod Nord eller Syd, ville nogle Stjerner, som forhen saaes at staae op og gaae ned, blive circumpolære om den usynlige Pol og andre blive circumpolære om den synlige. Jorden maa være krummet i Retningen af Nord og Syd, for at hver ny Horizont saaledes kan have nye Stjerner.

e. Naar man reiser mod Öst eller Vest, staae Himmellegemerne des tidligere eller sildigere op, jo længer man fjerner sig fra sit Udgangspunct. Jorden maa være krummet i den öst-vestlige Retning, for at Tiden til Op- og Nedgang saaledes kan forandre sig.

f. Overhovedet ville Reiser i en hvilkensomhelst Retning stedse före over en ny Horizont og derved vise deels nye Stjerner deels en anden Tid for deres Op- og Nedgang. Dette taler for, at Jorden er krummet i alle Retninger.

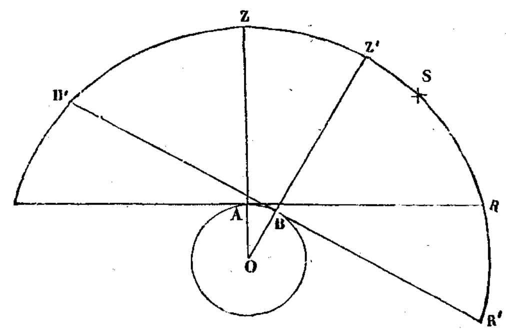
g. Maaneformörkelserne vise Jordens Slagskygge paa Maanen rund (see 39, C).

h. Alle andre Himmellegemer sees runde. Da Jorden nu er fritsvævende i Verdensrummet (16) ligesom de, maa den sandsynligviis have samme Skikkelse.

i. Det indsees af andre Videnskaber (Mechanik og Physik), at der existerer en almindelig Tiltrækning hos al Materie, ifölge hvilken det ene materielle Legeme tiltrækker det andet. Jordens Dele tiltrække altsaa hinanden. Denne Tiltrækning er omvendt proportional med Afstandenes Qvadrater, saa at den voxer stærkt, naar Afstandene aftage og bliver overordentlig stor ved nære Legemer. Naar der-

næst draabeflydende Legemer ikke tiltrækkes udenfra af andre Legemer, ville deres Dele holde sig til hinanden blot ved deres gjensidige Tiltrækning og i saa Tilfælde er det beviist, at de antage Kugleformen. En Vanddraabe vedligeholder saaledes sin runde Form, medens den falder, og ikke er i nær Beröring med fremmede tiltrækkende Legemer; de fjernere Legemer virke mere paa hele Draaben end paa dens Dele, thi Tiltrækningen til disse er kun svag i Sammenligning med deres gjensidige Indvirkninger. Man veed (af Geologien), at Jorden engang har været flydende, man veed, at den er fjern fra andre Himmellegemers Paavirkning, den har derfor fulgt de anförte Naturlove og antaget Kugelskikkelsen.

19. Idet man antager Jorden for kugleformig vil man ved astronomiske Iagttagelser kunne udmaale den. Man



observerer nemlig fra et Sted A en vis Stjernes Höide SR, finder deraf dens Zenithdistance $ZS = z$ (11) og samtidig dermed lader man fra et andet Sted B samme Iagttagelse foretage, saa at man finder $Z'S = z'$. Heraf erholdes atter

$$ZZ' = z' - z,$$

udtrykt i Gradeantal; men da ZZ' er concentrisk med AB, indeholder denne Bue ligesaamange Grader. Udmaales da

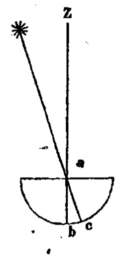
Længden af AB paa Jorden, saa faaer man, idet denne betegnes ved l og Længden af hele Jordens Omkreds ved O,

$$\frac{z'-z}{360^0} = \frac{l}{O},$$

hvoraf atter fölger

$$O = \frac{360^0 l}{z'-z}.$$

Paa denne Maade foretog Eratosthenes (c. 400 f. Ch.) den förste bekjendte Maalning af Jorden; dog benyttede han ikke en Stjernes Zenithdistancer, men Solens. Det var nemlig bekjendt i Oldtiden, at Solen stod i Zenith for Syene paa den længste Dag i Aaret. Paa denne Dag observerede han Middagssolens Zenithdistance i Alexandrien ved Hjælp af en vertical Stift ab, som kastede sin Skygge i en kugelformig Skaal, hvis indvendige Huulning havde Gradeinddelinger; Skyggen indtog en Længde bc paa $7^0 12'$, som maatte være den sögte Zenithdistance. Længden imellem Syene og Alexandrien var 5000 Stadier. Indsættes altsaa i Formlen $l = 5000$ St., $z' = 7^0 12'$, $z = 0^0$, haves



$$O = \frac{360^0}{7^0 12'} . 5000 \text{ St.} = \frac{360.60}{7.60+12} . 5000 \text{ St.}$$

$$= \frac{360.60}{35.12+12} . 5000 = \frac{360.60}{36.12} . 5000 \text{ St.} = 250000 \text{ St.}$$

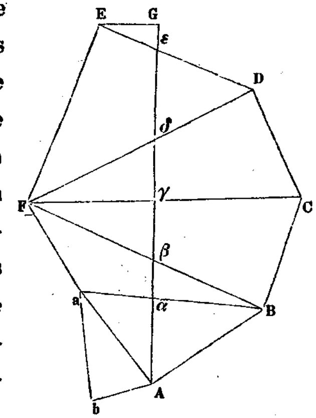
Da man ikke ganske nöie kjender Længden af de Gamles Stadium, kan man ikke sikkert bestemme, hvormeget dette Resultat afviger fra de nyere Maalninger. At det er unöiagtigt indsees allerede deraf, at Alexandrien og Syene ikke have Middag paa samme Tid, fordi Syene ligger noget östligere end Alexandrien; Værdierne $z' = 7^0 12'$ og $z = 0^0$ ere altsaa ikke samtidige Zenithdistancer.

20. En anden lignende Methode til Maalning af Jorden beroer paa, at to Steder, af hvilke det ene ligger lige Nord for det andet have forskjellige Polhöider p' og p (smlgn. 18, d), og at Differentsen mellem disse $p'-p$ tillige angiver Afstanden mellem Stederne i Grader. Man har derved en lignende Formel som i 19, nemlig

$$O = \frac{360^\circ\, l}{p'-p},$$

hvor l atter betyder Længden mellem Stederne og O hele Jordens Omkreds.

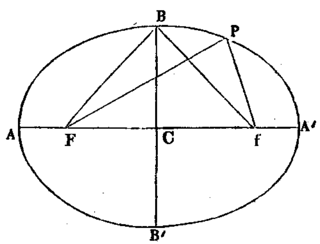
21. Til Udmaaling af Længden l imellem to Steder vilde det være for vidtlöftigt og ubeqvemt at betjene sig af simple Maaleredskaber. Man benytter derfor mathematiske Beregninger. Lad AG være den Linie, hvis Længde söges udmaalt. Man opsöger da flere Puncter B, C, D, E, F, a, b, som ere beliggende saaledes, at man kan see fra det ene til det andet. En Linie ab mellem to af disse Puncter paa 30—40000 Fod udmaales paa sædvanlig Viis. Ved at sigte fra et Punct til et andet erholdes Retningen, hvori Puncternes Forbindelseslinier, som bA, BA o. s. v., ligge, saa at man tillige kan maale alle Vinklerne ved Puncterne a, b, A, B, C, D, E, F. Derefter kan man nöiagtig construere hele Triangelnettet i formindsket Maalestok, og saaledes maale AG. Dog bruges denne Construction ikke, fordi man ved trigonometriske Beregninger er istand til successiv at finde Længderne $A\alpha$, $\alpha\beta$, $\beta\gamma$, $\gamma\delta$, $\delta\varepsilon$, εG og saaledes hele AG. Denne Anvendelse af Triangelforbindelser, *Triangulation*, er först angivet 1615 af *Willebrord Snellius*. *Picard* foretog 1669 Maalninger i Frankrig med bedre Hiælpemidler end hans Forgængere besade og



gav den förste nöiagtige Bestemmelse af Jordens Omkreds, under Forudsætning, at Jorden var en Kugle.

22. Senere Gradmaalinger bestemte Længden af en Bue fra Dunkerque til Perpignan, og da man her troede at spore en Ueensformighed i Krumningen i den nordlige og sydlige Deel og da tillige *Newton* og *Huyghens* af physiske Grunde ikke ansaae Jorden for en fuldkommen Kugle (smlgn. 27), bleve 1735 og følgende Aar Gradmaalinger foretagne i Peru (*Bouguer*) og Lapland (*Maupertuis*), hvorved det fuldkommen godtgjordes, at *Graderne ere længst paa de Steder, hvis Polhöide er störst.* Senere Maalninger paa mange forskjellige Steder have yderligere bekræftet dette. Da der nu til den större Bue hörer den större Radius, saalænge Gradeantallet er det samme, og da Buen nærmer sig mere til dens retlinede Tangent eller bliver fladere, naar Radien bliver större (smlgn. *Oppermanns* Plangeometri 50, 143 og 180), saa er det klart, at Jorden ikke er en fuldkommen Kugle, men *er noget fladtrykt*, og meest paa de Steder, hvis Polhöide er störst.

Anm. En *Ellipse* er ligesom Cirklen en i sig selv tilbageløbende krum Linie, men medens alle Puncter i en Cirkel have en vis Egenskab med Hensyn til *eet* fast Punct, saa have Puncterne i en Ellipse en lignende Egenskab med Hensyn til *to* faste Puncter F og f. I Cirklen er ethvert Puncts Afstand (Radius) fra det faste Punct constant; i Ellipsen ere ethvert Puncts to Afstande (*radii vectores*) fra de faste Puncter variable, men *Summen* af dem constant. Altsaa er



$$FP + fP = FB + fB = \ldots = a,$$

hvor a er en constant Linie Da endvidere

$$FA + fA = FA' + fA' = a$$

og $fA = Ff + FA$, $FA' = Ff + fA'$,
saa bliver

$$Ff + 2FA = Ff + 2fA',$$

og følgelig

$$FA = fA'.$$

Altsaa har man

$$a = FA + fA = fA' + fA = AA'$$
$$a = FA' + fA' = FA' + FA = AA$$

saa at den *constante Linie er lig Linien igjennem de faste Puncter.* Disse Puncter kaldes *Brændpuncter* (*foci*, i Enkelttallet *focus*) og Linien derigjennem kaldes Ellipsens *store Axe.* Opreises BB' lodret paa AA' i sammes Midtpunct, faaes to Puncter, B og B', i Ellipsen, hvis Afstande fra Brændpuncterne ere ligestore og lig den halve store Axe; BB' kaldes den *lille Axe.* Man seer heraf, at det er let at finde Brændpuncterne i en Ellipse, naar man har begge Axerne. Forholdet mellem Brændpunctets Afstand fra C, som kaldes *Centrum*, og den halve store Axe, $\frac{FC}{AC}$, betegnes ved e og kaldes *Excentriciteten.* Jo större e er, des nærmere komme Puncterne B og B' til C og des fladere bliver Ellipsen, jo mindre derimod e er, des fjernere ligge B og B' fra C. Er $e = o$, hvilket finder Sted, naar Puncterne F, C og f falde sammen, saa er Afstanden fra B til C störst mulig, nemlig lig den halve store Axe, der da tillige bliver den halve lille Axe; desuden vil i dette Tilfælde alle Ellipsens Puncter faae samme Afstand fra Centrum, saa at den bliver en Cirkel.

Ved en Cirkels Omdreining om en Diameter opstaaer en Kugle. Ved en Ellipses Omdreining om een af Axerne opstaaer en Omdreiningsellipsoide, som er nærmere ved Kugleformen jo mindre Ellipsens Excentricitet er eller jo mindre Forskjellen mellem dens Axer er.

23. Da Omdreiningsellipsoiden er den simpleste Flade, som har de i 22 udviklede Egenskaber, var det naturligt, at man efter Opdagelsen af Jordens *Fladtrykthed* (applatissement) antog den for en Omdreiningsellipsoide. For da fuldkomment at bestemme Figuren, maatte man kjende

Ellipsens Excentricitet e eller Forholdet imellem dens to Axer, $\frac{b}{a}$, idet b er den lille, a den store Axe. Söger man nu af to maalte Graders Störrelse at bestemme $\frac{b}{a}$, finder man dette Forhold forskjelligt for forskjellige Grader, uagtet det skulde blive eens, hvis Figuren var elliptisk; saaledes har man ved Sammenligning imellem Graderne i Frankrig og nordligere Lande fundet $\frac{b}{a} = \frac{153}{154}$, derimod ved Sammenligning mellem Frankrig og sydligere Lande fundet $\frac{b}{a} = \frac{312}{313}$. Jorden er da heller ikke nogen fuldkommen Omdreinings-ellipsoide, og man har ikke fundet nogen anden i Geometrien bekjendt Figur, som den kan siges nöiagtig af have. Omdreiningsellipsoiden har den Figur, som kommer Jorden nærmest og Forholdet mellem Axerne kan efter de nöiagtigste Beregninger bestemmes til $\frac{b}{a} = \frac{303}{304}$. Dette Forhold viser tillige, at Afvigningen fra Kugleformen ikke er betydelig; vilde man nemlig construere Jorden som en Globus, hvis store Axe var omtrent 1 Alen, skulde dens lille Axe ikke engang være 1''' mindre.

24. Selv om de nöiagtige Maalninger ikke havde fundet Sted, vilde man dog af flere Grunde have sluttet sig til Jordens Fladtrykthed.

a. En speciel Virkning af den almindelige Tiltrækning er, at alle Legemer have en Tyngde, ifölge hvilken de falde imod Jorden. Vel udöve Legemerne atter en Tiltrækning paa Jorden, men den er for Intet at regne i Sammenligning med den, Jorden som det större Legeme udöver paa dem. Var Jorden nu en Kugle, vilde alle Legemer paa dens Overflade tiltrækkes ligestærkt mod dens Centrum, og alle Virkninger af denne Tiltrækning vilde blive eens over hele Jorden. Saaledes vilde Svingningerne af lige lange Penduler skee lige hurtigt. Men Erfaring viser, at dette ikke er saa; Tyngdekraftens Virkninger ere störst paa de Steder, hvor Polhöiden er störst. Pendulet svinger paa saadanne Steder hurtigere, naar dets Længde bliver uforandret. 1671 undersögtes dette förste Gang; i Cajenne, hvis Polhöide er 5°, maatte et Secundpendul fra Paris (Polhöide 48°50′) forkortes $1\frac{1}{4}'''$ for at fuldende en Svingning i eet Secund. De Steder, hvor Tyngdens Virkninger ere störst, maae ligge nærmere ved Jordens Centrum (18, i), saa at derved Fladtryktheden var beviist, hvis dette Phænomen ikke kunde forklares af andre Aarsager (see 27).

b. To af Planeterne, Jupiter og Mars, have en lignende Fladtrykthed (fundet af Cassini og Herschel), og det vil af det Fölgende indlyse, at Planeterne ere de Himmellegemer, med hvilke Jorden har meest Lighed.

25. Da Jordens Fladtrykthed er störst, hvor Polhöiden er störst og da den lille Axes Endepuncter i Omdreinings-ellipsoiden have störst Fladtrykthed, ville disse Puncter have den störste Polhöide, nemlig 90°. Verdensaxen maa altsaa falde sammen med den lille Axe og denne kaldes derfor ogsaa blot *Jordens Axe.* Den store Axe kaldes derimod *Jordens Diameter* og betragtes tillige som Diameter for en Cirkel paa Jordens Overflade, som kaldes *Æqvator.* Denne Cirkel kan altsaa ogsaa tænkes frembragt ved en skærende Plan lodret paa Axens Midte; Planens Forlængelse frembringer en Linie paa Himlen, som ogsaa kaldes Æqvator. *Æqvators Höide* vil være Complement til Polhöiden. Jordaxens Endepuncter benævnes ligesom Verdensaxens, *Nordpol* og *Sydpol.* De Linier, hvori Jorden skæres af plane Snit, der lægges igjennem Axen, kaldes *Meridianer* eller *Middagslinier* og ved Planernes Forlængelse til Himmelkuglen frembringes Meridianerne paa samme (10). Ethvert Sted, som ligger östligere end et andet, har en anden

Meridian; derimod har ethvert Sted, som ligger Nord for et andet, samme Meridian som dette.

26. Man angiver i Almindelighed Störrelsen af Jorden saaledes, at Æqvator er 5400 geographiske Mile, dens Diameter er 1719 Mile og Jordaxen 1713 Mile. Paris's Meridian angives til 40000000^m (métres). Men ved disse Maal er egentlig blot udtalt, at en $\frac{1}{5400}$ af Jordens Æqvator eller at $\frac{1}{15}$ af en Grad i Æqvator skal kaldes 1 Miil, og at $\frac{1}{40000000}$ af Paris's Meridian skal kaldes 1 métre, saaledes at altsaa Jordens Störrelse er lagt til Grund for Bestemmelse af Maalet. Naar man altsaa söger at udmaale Jorden ved Miil eller métres, söger man egentlig blot at bestemme disse Maal selv nöiagtigere. Til Sammenligning med dansk Maal maa det erindres, at $1^m = 3{,}18620'$

og at $1' = 0{,}31385^m$.

En geographisk Miil er omtrent det samme som en dansk.

§ 11.

Jordens Bevægelse og Stilling til andre Himmellegemer.

27. For at forklare den daglige Rotation kan man enten antage hele Himmelkuglen virkelig at dreie sig om Verdensaxen, eller antage Jorden rotere om sin Axe. Men da nu alle de Himmellegemer, som deeltage i den daglige Rotation, have de forskjelligste Störrelser og de forskjelligste Afstande fra Jorden, synes det ikke rimeligt, at de alle med lige Hastighed skulde föres omkring Jorden. Desuden har man hos alle de Himmellegemer, som ere Jorden nærmest, opdaget en Rotation om en Axe. Dertil kommer, at Jordens Figur er en saadan, som alle roterende Legemer erholde. Ethvert

svingende Legeme har nemlig en Bestræbelse til at flyve bort fra det Punct, hvorom Svingningen skeer (*Centrifugalkraft*) og denne Bestræbelse er des stærkere, jo længere Radius den beskrevne Bane har. Naar derfor et kugledannet Legeme svinger om en Axe, ville Puncterne under dets Æqvator stræbe stærkere ud fra Axen end de ved Polerne og hvis Legemets Masse er blöd, vil deraf fölge en Ophöining ved Æqvator og en Fladtrykthed ved Polerne. (Forsög med elastiske Staalböiler.) Da nu Jorden har været flydende og tillige har den angivne Figur, bliver det end mere sandsynligt, at den virkelig roterer om Axen.

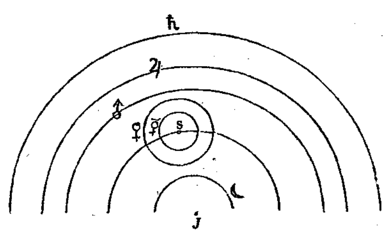
Forudsættes Jordens Rotation bekjendt för dens Figur, vil man af Lovene for den roterende Bevægelse kunne slutte sig til Skikkelsen. I Virkeligheden have ogsaa *Huyghens* og *Newton* draget disse Slutninger og gjort Beregninger af Forholdet mellem Axe og Diameter $\left(\frac{b}{a}\right)$ (slgn. 22). De virkelige Udmaalinger have, som ovenfor anfört, bekræftet deres Theori. *Picard* sluttede af de samme Love, at Tyngdekraften og som Fölge deraf Pendulsvingningerne maatte være forskjellige paa forskjellige Steder af Jorden. Ogsaa dette er bleven bekræftet (24, a), men disse Forskjelligheder ere ligesaameget en Fölge af Jordens Figur, som af Centrifugalkraftens Virkninger. Man seer saaledes, at Jordens Figur og roterende Bevægelse staae i den inderligste Forbindelse med hinanden.

28. Man antager altsaa *Jorden at dreie sig om sin Axe fra Vest til Öst* og fuldende een Omdreining i en Stjernedag (smlgn. 4). Derved blive alle Himmellegemernes daglige Rotation kun tilsyneladende. Da Solen er iblandt disse Legemer, synes den at staae op og gaae ned og *frembringer derved Afvexling i Dag og Nat.*

29. For at forklare de eiendommelige Bevægelser, som ere iagttagne hos Sol, Maane, Planeter og Kometer (8), have Astronomerne fremsat forskjellige Antagelser.

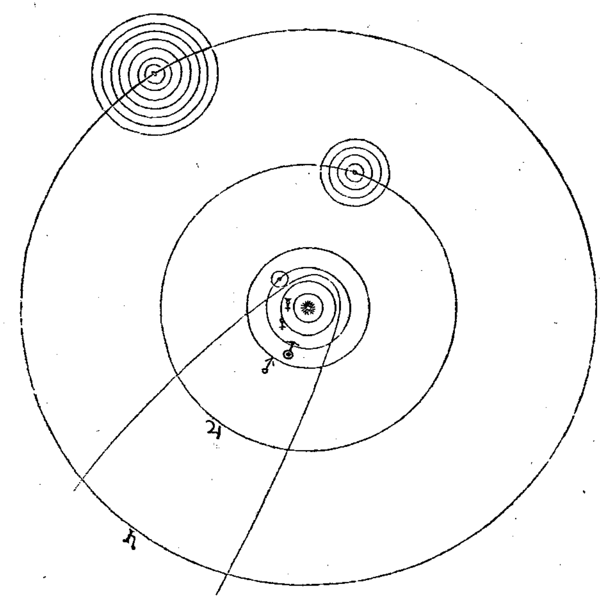
a. *Ptolemæus* har (c. 140 e. Chr.) fremsat det *Verdenssystem*, som bærer hans Navn, skjöndt det tilhörer de fleste af Oldtidens Philosopher. Jorden ansaaes for Verdens ubevægelige Centrum, nærmest derom gik Maanen, derefter fulgte Planeterne Mercur og Venus, derpaa Solen og endelig Planeterne Mars, Jupiter og Saturn, saaledes at den enes Bane bestandig omsluttede den foregaaendes.

b. Men dette Verdenssystem var altfor meget i Strid med de Observationer, som gjordes over Planeterne Mercur (☿) og Venus (♀), der aldrig fjernede sig betydeligt fra Solen. Man fremsatte derfor det saakaldte *ægyptiske System*, hvor Solen (*S*) blev Centrum for disse Planeters Baner, medens den selv vedblev at dreie sig omkring Jorden (*J*). Banerne for Mars (♂), Jupiter (♃) og Saturn (♄) ligge da udenfor og Maanens (☾) Bane indenfor Solens.



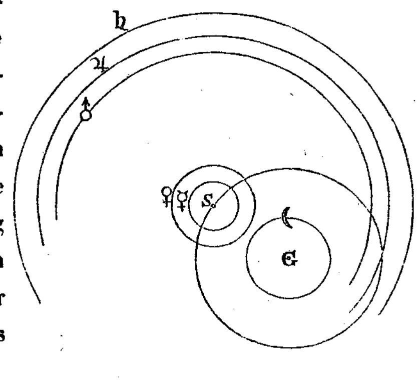
c. Ved Videnskabernes Gjenfödelse i Europa fik man disse to Systemer at bygge paa. Paa den meest indviklede og besynderlige Maade maatte man forklare alle Særegenhederne i Himmellegemernes Bevægelser. Dette kunde ikke tilfredsstille *Nicolaus Copernicus* (föd i Thorn 1472, † 1543), som derfor anstillede et grundigt Studium af de Gamles Skrifter og nöiagtige Iagttagelser paa Himlen. Han fandt, at der i Oldtiden af Pythagoras's Disciple, *Pythagoræerne*, var fremsat en Mening, som var tilbagetrængt af senere

Philosopher, men som desuagtet bedst tjente til alle Phænomeners Forklaring. Denne Antagelse bestod kortelig i, at Solen var Verdens ubevægelige Centrum og at Jorden og Planeterne dreiede sig derom. Efter 36 Aars Granskning fuldendte Copernicus endelig det System, hvortil Pythagoræernes indeholder det förste Spor, iförlge hvilket Jorden



(♁ i Figuren) er en Planet, der tilligemed de andre Planeter dreie sig omkring Solen, medens atter nogle af dem, Jorden, Jupiter og Saturn ere Centra for *Maaners, Biplaneters eller Drabanters* Baner. Uagtet den Simpelhed og Klarhed, hvormed det *copernicanske System* formaaede at forklare alle Phænomener, maatte det dog kæmpe med overtroisk Vedhængen ved Skriften og Hierarchiets Frygt for Sandhedens Udbredelse i Folket. Först efterat Kikkerten var opfunden og *Galilei* (1564—1642) i Begyndelsen af det syttende Aarhundrede havde anvendt den til astronomiske Iagttagelser og fundet nye uimodstaaelige Beviser for det copernicanske Systems Rigtighed (see 40, B), först da blev det anerkjendt af det hele oplyste Europa, trods Pave og Cardinaler, som endog tvang den halvfjerdsindstyveaarige Galilei til at fornægte Sandheden for at undgaae Kjetterstraffen.

d. Den danske Astronom, *Tycho Brahe* (1546—1601), havde ligesaalidt som Copernicus fundet sig tilfreds med de Gamles Systemer, men kunde paa den anden Side ikke beqvemme sig til tvertimod Skriften at antage Solen for Systemets faste Centrum. Han modificerede derfor det ægyptiske System derhen, at han antog de tre Planeter Mars, Jupiter og Saturn, at bevæge sig om Solen som Centrum paa samme Maade som Mercur og Venus, saa at Jorden blot blev Centrum for Maanens og Solens Baner.



30. Efterat det copernicanske System havde tilintetgjort den urigtige Tro paa Jordens Ubevægelighed, stod endnu tilbage at give en tilfredsstillende Oplysning om den Figur, Planetbanerne havde, og om Lovene for deres Gang omkring Solen. Det var forbeholdt *Johan Kepler* (1571—1631). Som Discipel af Tycho Brahe var han i Besiddelse af en Masse af dennes Iagttagelser, som han forstod saaledes at foröge og benytte, at han deraf efter 17 Aars Arbeide kunde uddrage de tre Naturlove, som bære hans Navn

og som have bragt Kundskaben til Verdenssystemets Mechanik (mécanique céleste) et betydeligt Skridt fremad. Disse keplerske Love ere fölgende.

a. Planetbanerne ere Ellipser med Solen i det ene Brændpunct.

b. De Flader (f og f_1), som radii vectores beskrive under Planeternes Bevægelse gjennem en vis Bue, forholde sig som de Tider (t og t_1), der anvendes til denne Bevægelse, det er

$$\frac{f}{f_1} = \frac{t}{t_1}.$$

c. Qvadraterne af Planeternes Omlöbstider (T og T_1) forholde sig som Cuberne af Ellipsernes store Axe (a og a_1), det er

$$\frac{T^2}{T_1^2} = \frac{a^3}{a_1^3}.$$

Det er ved Hjælp af disse Love viist af *Newton*

a, at den Kraft, hvormed Planeterne holdes i deres Baner, er rettet imod Solens Centrum;

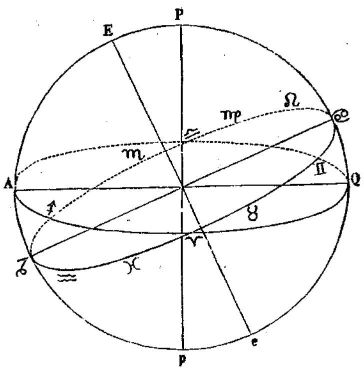
b, at Solens Tiltrækning virker paa hver i omvendt Forhold af Afstandenes Qvadrater (smlgn. 18, i); og

c, at Planeter med ligestor Masse og i ligestor Afstand fra Solen vilde paavirkes ligestærkt af den.

Det er ogsaa Newtons Fortjeneste at have viist de keplerske Loves Gyldighed for Maaner og Kometer. *Herschels* Opdagelse af Planeten *Uranus* (1781), som har sin Bane udenfor Saturn, og de senere Opdagelser (1801—1807) af Planeterne *Ceres*, *Pallas*, *Juno*, *Vesta*, hvis Baner ligge imellem Mars's og Jupiters, have saavel bekræftet de keplerske Love som fuldstændiggjort vort Planetsystem, hvis Forhold til det hele Verdenssystem neppe er anderledes end Forholdet af en Planet med sine Drabanter til Planetsystemet.

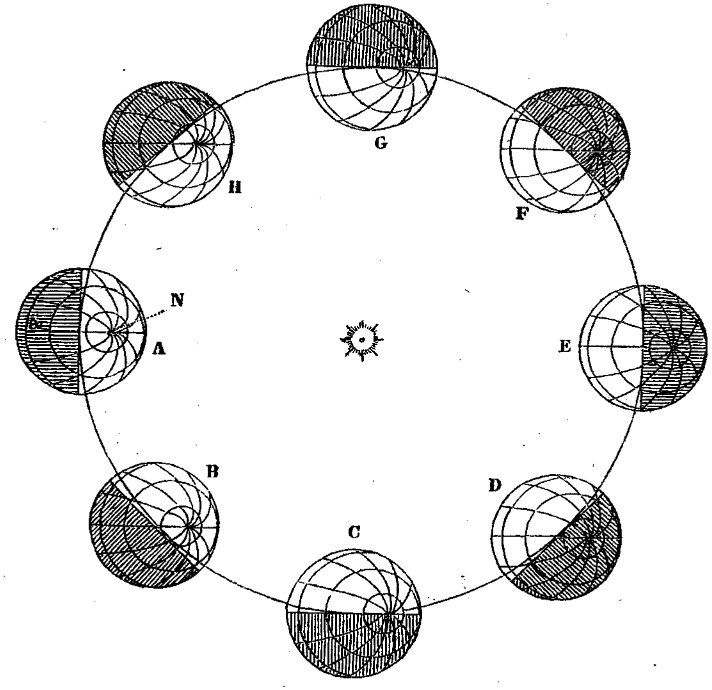
31. Jordbanen er altsaa en Ellipse og dens Excentricitet er $e = \frac{1}{60}$. Paa Grund af denne Jordens Bevægelse synes Solen at gjennemlöbe en Storcirkel paa Himmelkuglen, som kaldes *Ekliptika.* Denne passerer 12 Stjernebilleder, som have givet Anledning til Benævnelsen *Dyrekredsen* for Ekliptika og til dens Inddeling i 12 Tegn (*Himmeltegn*), hver indeholdende 30°. Sin tilsyneladende særegne Bevægelse i denne Bane fuldender Solen i 365 Dage 6ᵗ 9′ 11″, saaledes at efter denne Tids Forlöb kommer Solen tilbage til samme Stilling til de samme Stjerner, hvorfor dette Tidsrum ogsaa kaldes et *Stjerneaar.* De særegne Bevægelser, som Maane, Planeter og Kometer synes at have, ere Phænomener, der hidröre fra disse Himmellegemers og Jordens virkelige Bevægelser og som let forklares ved det copernicanske System.

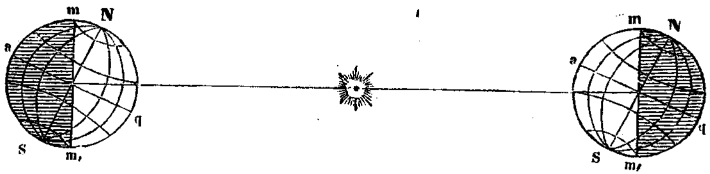
32. Da *Jordaxen danner en Vinkel paa 66°32′ med Jordbanens eller Ekliptikas Plan*, maa Æqvator og Ekliptika skære hinanden under en Vinkel paa 23°28′, som kaldes *Ekliptikas Skraahed.* Skæringspuncterne falde i 0° af *Vædderen* (0° ♈) og 0° af *Vægten* (0° ♎); imellem disse Tegn ligge Nord for Æqvator: Tyren (♉), Tvillingerne (♊), Krebsen (♋), Löven (♌) og Jomfruen (♍); Syd for Æqvator: Skorpionen (♏), Skytten (♐), Steenbukken (♑), Vandmanden (♒) og Fiskene (♓). *Krebsens og Steenbukkens* Tegn ligge længst fra Æqvator. Ekliptikas Poler, *E* og *e*, ligge 90° fra ♋ og ♑. Man har altsaa $EA = P♋ = 66°32′$ og $Q♋ = PE = 23°28′$.



Anm. Ligesom en Stjernes Sted paa Jorden er bestemt med Hensyn til Horizonten ved de sphæriske Coordinater, Höide og Azimuth, saaledes kan det ogsaa bestemmes med Hensyn til Æqvator og Ekliptika, saa at det ene Par Coordinater kaldes *Declination* og *Rectascension*, det andet *Brede* og *Længde.* Længde og Rectascension regnes da fra 0° ♈. Det er den *sphæriske Astronomi*, som lærer hvorledes disse Coordinater bestemmes.

33. Jorden bevæger sig saaledes i sin Bane, at *Axens successive Stillinger forblive parallele.* I *A*, hvor Nordpolen





vender henimod Solen, sees denne nærmest Nordpolen, altsaa i 0° ♋, i *E* viser Solen sig i 0° ♑. I *C* og *G* viser den sig i Æqvator i 0° ♎ og 0° ♈.

34. Af Jordaxens Heldning og Parallelisme fölger, at *Dag og Nat ikke kunne være lige lange* over hele Jorden og heller ikke lige lange hele Aaret igjennem. I det Tidsrum Jorden bevæger sig fra *G*, hvor den befinder sig den 21 Marts til *C*, hvor den er den 23 September, vil Adskillelseslinien *mm'* mellem Jordens mörke og belyste Deel dele de Veie, der ved Rotationen beskrives af forskjellige Puncter paa Jorden i ulige Dele saaledes, at man Nord for Æqvator vil have længere Dag end Nat, og Syd for Æqvator længere Nat end Dag. Omvendt vil Forholdet være fra den 23 September til den 21 Marts. De Puncter, der ligge Polerne nærmest, ville tillige i lang Tid rotere aldeles indenfor den mörke eller belyste Deel og saaledes have en Nat eller Dag, som er længere end selve Rotationstiden. Nordpolen har saaledes 6 Maaneder Dag fra den 21 Marts til den 23 September, og atter 6 Maaneder Nat fra den 23 September til den 21 Marts. Omvendt forholder det sig med Sydpolen. Naar Jorden er i *A*, den 21 Juni, vil hele den nordlige Halvkugle have den længste Dag og naar den er i *E*, den 21 December, har samme Halvkugle den korteste Dag. Omvendt forholder det sig med den sydlige Halvkugle. Blot paa Overgangslinien mellem den nordlige og sydlige Halvkugle, nemlig under Æqvator, forblive Dag og Nat lige lange hele Aaret igjennem, fordi denne Cirkel, bestandig vil være halveret af Skillelinien mellem den belyste og den mörke Deel. Kun i Overgangsstillingerne, *C* og *G*, da Solen viser sig i Æqvator, har hele Jorden lige lang Dag og Nat. Derfor kaldes 0° ♈ og 0° ♎, hvor Solen i disse Stillinger viser sig, *Jevndögnspuncter* eller *Æqvinoctialpuncter;* derimod 0° ♋ og 0° ♑, hvor Solen viser sig paa den længste og korteste Dag, kaldes *Solhvervspuncter* eller *Solstitialpuncter.*

35. Paa Jordaxens Heldning og Parallelisme beroer fremdeles *Aarstidernes Afvexling.* Jo mere lodret Solstraalerne nemlig træffe Jorden, desmere opvarme de den. Den Vinkel, hvorunder Solstraalerne træffe den nordlige Halvkugle, voxer fra den 21 Marts til den 21 Juni, da den naaer sit Maximum, aftager derefter atter, bliver den 23 September den samme som den 21 Marts, aftager endmere til den 21 December, da den naaer sit Minimum, hvorfra den atter voxer til den 21 Marts. Den störste Varme tilföres altsaa den nordlige Halvkugle den 21 Juni (Sommer), den mindste derimod den 21 December (Vinter); den 21 Marts og 23 September finde Overgangene Sted (Foraar og Efteraar). Omvendt forholder det sig ved den sydlige Halvkugle. Det kan tillige bemærkes, at, naar den nordlige Halvkugle har Sommer, befinder Solen sig for Tiden i det Brændpunct, som er længst fra *A*, og Jorden altsaa længst fra Solen. Men denne Stilling forandrer sig i Tidernes Löb.

36. Den Tid, der forlöber mellem Solens to paa hinanden fölgende Stillinger i 0° ♈ er 365 Dage 5t 48′ 48″ og kaldes et *Solaar, tropisk Aar.* Det er kortere end Stjerneaaret, fordi Jevndögnspunctet 0° ♈ hvert Aar rykker 50″ frem, saa at det tropiske Aar bliver saameget kortere end Stjerneaaret, som Tiden til at gjennemlöbe disse 50″ udgjör. Dette Phænomen kaldes *Æqvinoctiums Præcession* og hidrörer fra en Flytning i Æqvators eller Jordaxens Stilling, bevirket ved Solens og Maanens Attractioner. Præcessionen har foraarsaget, at de nuværende Tegn af Ekliptika ikke længere falde sammen med de Stjernebilleder, hvorefter de oprindelig ere benævnte, men i de 2000 Aar, som ere forlöbne siden Dyrekredsens Tegn fik deres Navne, er Jevndögnspunctet rykket næsten et heelt Tegn frem, saa at 0° ♈ nu ligger i Stjernebilledet Fiskene. I en Tid af 25868 Aar vil 0° ♈ fuldende et Omlöb i Ekliptika.

En lignende Variation finder Sted ved Ekliptikas Skraahed, som nu er i bestandig Aftagen med $\frac{1}{2}''$ aarlig. Dens nuværende (Aar 1845) nöiagtige Værdi er $23° 27' 34\frac{1}{2}''$.

Anm. For at de samme Dage i Aaret stedse kunne falde paa de samme Aarstider, er det tropiske Aar lagt til Grund for *den borgerlige Tidsregning*. Men da Aaret maa indeholde et heelt Antal Dage, er Solaarets Overskud over 365 Dage bleven beregnet til $\frac{1}{4}$ Dag og hvert fjerde Aar bestemt til 366 Dage. Denne Tidsregning indförtes af Julius Cæsar og bærer Navn af *den julianske Calender*. Imidlertid blev der paa denne Maade hvert Aar regnet $11' 12''$ formeget, og altsaa i 400 Aar omtrent 3 Dage formeget. Derved opstod snart en mærkelig Feil i Calenderen, som först blev rettet 1582 af Pave Gregor den Trettende, da man i Löbet af de 1600 Aar siden Julius Cæsar havde regnet 12 Skuddage formeget. Der skulde altsaa være udskudt 12 Dage, men da man troede at burde bringe Jevndögn paa den 21 Marts (paa Grund af Kirkeforsamlingens Paabud i Nicæa 325) blev kun de 10 Dage fra den 4 til den 15 October 1582 udskudte. For at hindre fremtidige Feil, bestemtes *til Skudaar alle de, hvis Aarstal var deleligt med 4, undtagen de Secularaar, hvor Hundredernes Antal ikke er deleligt med 4.* Dette er den *Gregorianske Calender.* Paa denne Maade bliver der i 400 Aar kun 97 Skudaar og 303 almindelige Aar og först i 4000 Aar regnes 1 Dag formeget, saa at hvert 4000 Aar ikke bör være Skudaar. Det vil paa denne Maade forresten ikke opnaaes at holde Jevndögn paa den 21 Marts, men vel paa den 19, 20 eller 21. Det er desuden ligegyldigt hvilket Datum hver Dag har, naar det blot ikke varierer stærkt fra det ene Aar til det ene Aar til det andet. Den gregorianske Calender blev strax indfört i de romersk-katholske Stater, först senere i de protestantiske, i Danmark 1700, i Sverrig 1752, i England 1753; den græsk-katholske Stat Rusland har bibeholdt den julianske Calender, hvorfor den russiske Tidsregning er 12 Dage tilbage for den civiliserede Verdens.

37. Jordens Middelafstand fra Solen eller Jordbanens halve store Axe er beregnet til 20000000 Mile eller omtrent 24000 Jordradier. Planeterne Jupiter, Saturn og Uranus have Afstande, der ere respective 5, 9 og 19 Gange saa store. Omlöbstiden omkring Solen er for den nærmeste Planet, Mercur, 88 Dage og for den fjerneste, Uranus, 84 Aar. Jupiters Omlöbstid er omtrent 12 Aar, Saturns 29. Planetbanernes Planer falde ikke sammen med Ekliptikas Plan, men danne meget forskjellige Vinkler dermed (de have forskjellig *Inclination*). Den mindste af alle Planeter er Vesta, hvis Diameter er 60 Mile, den största er Jupiter, hvis Diameter er omtrent 20000 Mile. Större end Jorden er ikkun Jupiter, Saturn (16000) og Uranus (7000). Solens Diameter er $111\frac{1}{2}$ Gange Jordens eller omtr. 190000 Mile.

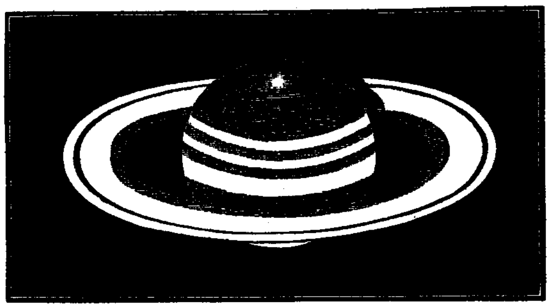
At Solen og Planeterne rotere om deres Axer sees af de Pletter paa deres Overflade, som regelmæssig komme tilsyne, vandre over Planeten og forsvinde. Da disse Pletter bruge $12\frac{1}{2}$ Dag til at gaae over Solfladen, og i ligesaa lang Tid ere usynlige, antages Solen at rotere een Gang om sin Axe i 25 Dage. Jupiters Rotationstid er omtrent 1 Dag, Saturns omtrent 10 Timer. Saavel Solen, som Planeterne rotere alle fra Vest til Öst.

38. Maanen har en Afstand fra Jorden, som er 60 Jordradier eller 50000 Mile. Hvis altsaa Solens Centrum tænktes henflyttet til Jordens, vilde det hele Rum derom næsten til Maanens dobbelte Afstand fyldes af Solens Masse (37). Maanens *sideriske Omlöbstid* omkring Jorden (Tiden mellem to paa hinanden fölgende samme Stillinger ved samme Stjerne) er omtrent $27\frac{1}{3}$ Dag, derimod den *synodiske Omlöbstid*

(Tiden mellem to paa hinanden fölgende samme Stillinger til Solen) er $29\frac{1}{2}$ Dag (en Maaned). Maanebanens Plan danner en Vinkel paa 5° med Ekliptikas Plan. Maanens Diameter er kun omtrent 470 Mile (omtrent af samme Störrelse som Planeten Pallas). Da Maanen bestandig vender de samme Pletter imod Jorden, maa dens Rotationstid være ligesaa stor som dens Omlöbstid.

Jupiter har 4 Maaner, der opdagedes 1600 af Galilei og tjente dengang i Forbindelse med flere Opdagelser til Bekræftelse af det copernicanske Systems Rigtighed, ligesom de ogsaa senere have givet Anledning til betydelige Berigelser af Videnskaben.

Saturn har 7 Drabanter, men de ere fjernere og derfor vanskeligere at iagttage end Jupiters. Men desuden er



Saturn omgivet af *to flade concentriske Ringe*, som ligge i Saturns Æqvators Plan og dreie sig om Axen i samme Tid som Planeten. Saturnsringen viser sig snart som en Linie tvers over Planeten, snart med en elliptisk Form.

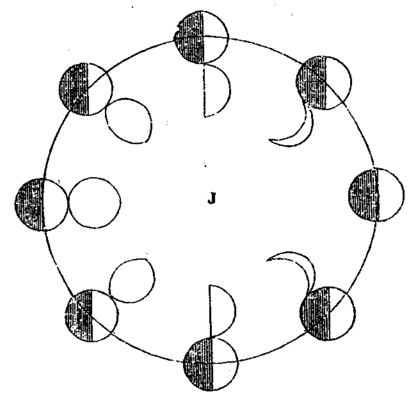
Uranus har 6 Drabanter, men kun de 2 ere nöiere bekjendte.

39. *Kometernes* Gang og Natur er mindre bekjendt end Planeternes, fordi de ere vanskeligere at iagttage. Man kan nemlig kun forfölge deres Vei et meget kort Stykke, fordi deres Baner, idetmindste de nöiere bekjendte, ere

Ellipser med meget stor Excentricitet og med Solen i det ene Brændpunct. Det er derfor kun den Deel af Banerne, som ligger indenfor Solsystemets Grændser, vi kunne iagttage. Kometerne adskille sig desuden fra Planeterne ved deres mindre faste og bestemte Form; de ere hyppig omgivne af dunstagtige Masser, som især ere synlige i Nærheden af Solen. Da der hörer en meget lang Række Observationer til den nöiagtige Bestemmelse af Kometbanerne, ere kun faa nöie bestemte saaledes, at man veed, naar de komme igjen. Om en stor Mængde er det vanskeligt at afgjöre, om de vise sig förste Gang eller ere observerede tidligere.

40. Der vise sig i Solsystemet mange Phænomener, som hidröre fra Himmellegemers Gang imellem hverandre.

A. Da Maanen erholder sit Lys fra Solen, vil dens oplyste Halvdeel bestandig være vendt imod Solen. Den Halvdeel derimod, som er synlig fra Jorden, vil kun være heelt belyst, naar Sol og Maane befinde sig paa modsatte Sider af Jorden, da Maanen siges at være *i Opposition* med Solen, og den vil være ganske mörk, naar Sol og Maane sees paa samme Side af Jorden, naar Maanen er *i Conjunction* med Solen. I Mellemstillingerne vil Maanen sees tildeels belyst og naar den netop

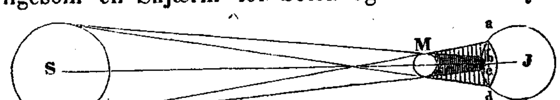


viser sig halvbelyst, siges den at være *i Qvadratur*. Vi see saaledes Maanen hver $29\frac{1}{2}$ Dag i *4 Hovedphaser*, *Nymaane*, *förste Qvarteer*, *Fuldmaane* og *sidste Qvarteer*. Figuren viser 8 Stillinger af Maanen og ved hver Siilling dens tilsvarende Udseende for Jorden.

B. Planeterne Mercur og Venus (de *nedre* Planeter) komme paa samme Maade til at vise forskjellige Phaser mod Jorden. De Planeter, som have deres Baner udenom Jorden (de *övre*), maae derimod stedse sees heelt belyste. (Venus's Phaser, Jupiters Drabanter, Solpletterne og Saturns Ring opdagedes af Galilei ved Kikkertens Brug og afgave Beviser for Copernicus's System [29, c]).

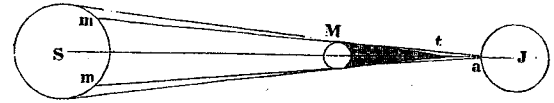
C. Da Maanebanens Plan ikke falder sammen med Jordbanens, maa Maanens Bane skære Ekliptikas Plan i to Puncter, som kaldes Maanens *Knuder* (*opstigende*, naar den gaaer fra den sydlige til den nordlige Side af Ekliptika, *nedstigende*, i det omvendte Tilfælde). Disse Knuder ligge ikke altid paa samme Sted. Naar nu Maanen er i een af sine Knuder til samme Tid som denne falder i eller nærved den rette Linie, der gaaer igjennem Solens og Jordens Centrer, opstaaer *Solformörkelse* eller *Maaneformörkelse*, hiin naar Knuden ligger imellem begge Centrer (Conjunction, Nymaane), denne naar Knuden ligger udenfor Centrerne (Opposition, Fuldmaane). Da man kalder den rette Linie igjennem begge Knuder *Knudelinie*, seer man, at denne i Tilfælde af Formörkelse enten maa falde sammen med eller danne en meget lille Vinkel med Solens og Jordens Centerlinie.

Solformörkelsen beroer altsaa paa, at Maanen stiller sig ligesom en Skjærm for Solen og hindrer Sollyset i at



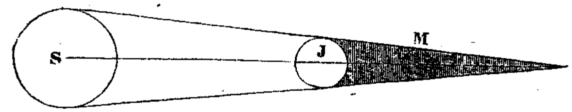
naae Jorden. Naar Jorden nemlig er i *J*, vil Maanens (*M*) Skygge falde paa Jorden, og de Dele af denne, fra *b* til *c*, som ligge i Kjerneskyggen, have *total* Solformörkelse, der-

imod de Dele, som ligge i Halvskygge, fra *a* til *b* og fra *d* til *c* have *partiel* Formörkelse. Da Maanen er mindre end



Solen, vil dens Kjerneskygge være kegleformig, og undertiden kan det indtræffe, at Skyggens Spidse *t* ikke naaer Jorden. I saa Tilfælde ville nogle Puncter paa Jorden, som f. Ex. *a*, have en *ringformig* Solformörkelse, idet de see den Deel af Solen (*S*), som ligger udenfor Puncterne *m* og *m'*.

Maaneformörkelserne beroe paa, at Sollyset hindres ved Jorden i at belyse Maanen. Denne træder altsaa ind i Jordens Skyggerum og opfanger dens Slagskygge (18, g).



Maanen kan formörkes enten *totalt* eller *partielt*, eftersom den træder heelt eller blot tildeels ind i Jordens Kjerneskygge. Da Diametren af Jordens Skygge paa de Steder, hvor Maanen kan trænge derind, er större end Maanens Diameter, kan der ikke existere ringformige Maaneformörkelser; vi see derfor aldrig nogen fuldstændig Slagskygge af Jorden, men blot en Deel deraf, nemlig under de partielle Formörkelser.

D. For de andre Planeter, som have Drabanter, opstaae lignende Phænomener. Navnlig have Jupiters Maaner hyppige Formörkelser. (Ved Hjælp af disse har *Ole Römer* bestemt Lysets Hastighed til 42500 Mile i 1''.) Saturns Ringe kaste ogsaa deres Skygge paa Planeten og give derved særegne Formörkelser, der paa nogle Steder vare 10 Aar ($\frac{1}{3}$ af Saturns Omlöbstid). For os viser dette Phænomen sig som en Saturnformörkelse; de Puncter paa Saturn, som ligge i Skyggen, have naturligviis Solformörkelse.

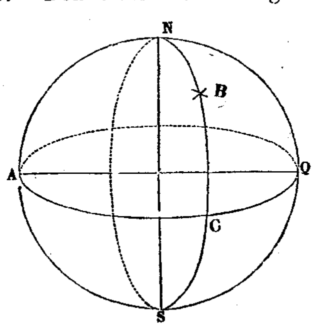
E. Naar de nedre Planeters Knudelinie falder sammen med eller danner en meget lille Vinkel med Solens og Jordens Centerlinie, seer man dem som smaa mörke Pletter gaae over Solfladen. Dette Phænomen kaldes deres *Gang forbi* (eller *Gjennemgang igjennem*) Solen, og dersom Planeterne vare större eller nærmere ved Jorden, vilde de foraarsage en Solformörkelse.

F. Foruden alle disse Phænomener, der bevirkes af Himmellegemernes Gang imellem hverandre, har det ene Legeme en Virkning paa det andet, hvorved der opstaae visse Uregelmæssigheder i deres Bevægelser, som först opdages ved nöiagtige Observationer. Disse kaldes *Perturbationer* og tjene til Bekræftelse paa Physikens og Mechanikens Lærdomme om den almindelige Tiltrækning.

§ III.

Stedsbestemmelser paa Jorden. Jordens Inddeling i Zoner.

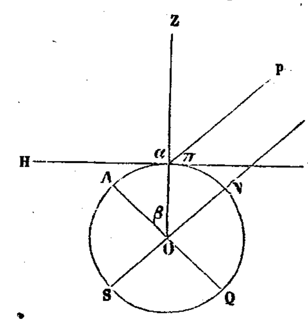
41. Beliggenheden af et Sted paa Jorden angives ved Hjælp af sphæriske Coordinater. Den Deel *BC* nemlig af et Sted *B*'s Meridian *NBS*, som ligger imellem Stedet og Meridianens Skæringspunct *C* mod Æqvator, kaldes Stedets *Brede*, og den Deel *AC* af Æqvator, som ligger imellem Stedets Meridian og en vilkaarlig valgt *förste Meridian*



ANQS, kaldes Stedets *Længde*. Til förste Meridian brugtes tidligere den gjennem Öen Ferro (Ludvig den Trettende, 1634), senere har hver Nation i Almindelighed lagt den igjennem deres Hovedobservatorium, saaledes Englænderne gjennem Greenwich, Franskmændene gjennem Paris. Breden kan ikke overstige 90° og er enten nordlig eller sydlig; Længden regnes enten til 360° eller blot til 180° og da er den enten östlig eller vestlig.

42. For at bestemme et Steds Brede findes *dets Polhöide* (16), *som netop er lig Breden.* Lad nemlig a være et Sted i Meridianen *ANQS*, *HR* dets Horizont, *NS* Jordens Axe, *AQ* Æqvators Diameter. Zenith vil da ligge i Retningen *OaZ* og Verdenspolen i Retningen *ONP*. Men fra a sees Polen i Retningen ap, idet

$$ap \neq OP,$$



fordi Verdenspolen har en uendelig Afstand fra Jorden. Vinklen π vil da være a's Polhöide og Buen Aa eller Vinklen β maaler Breden. Man har

$$\beta = 90^0 - aON = 90^0 - Zap = \pi$$

og altsaa Breden = Polhöiden. Kjöbenhavns Brede og Polhöide er 55° 41′.

43. Længdebestemmelserne beroe paa, at Solen culminerer des tidligere for et Sted, jo östligere det ligger. Overhovedet da Solen i 24ᵗ synes at gjennemlöbe en heel Cirkel, 360°, paa Himmelkuglen, vil den i 1ᵗ tilbagelægge 15°. Derfor culminerer Solen 1ᵗ tidligere paa et Sted, der ligger 15° östligere og culminerer 4′ för paa et Sted, der ligger 1° östligere. Da nu ethvert Steds Uhre vise Kl. 12, naar Solen culminerer for Stedet, vil en blot *Sammenligning af Klokkesletsdifferencerne paa to Steder give deres Længdeforskjel.* Man behöver nemlig kun at multiplicere Timer, Minutter og Secunder i Forskjellen mellem Klokkeslet med 15, for at erholde Grader, Minutter og Secunder i Forskjellen mellem Længder og omvendt ved Division med 15 udledes Klokkesletsdifferencen af Længdeforskjellen. For to Steder, der ligge 180° fra hinanden, altsaa under samme Meridian, men paa modsatte Sider af Jorden, er Tidsforskjellen netop 12ᵗ og naar det ene Sted har Middag, har det andet Midnat.

For nu at sammenligne to Steders Klokkeslet henföres et paa det ene Sted nöiagtigt reguleret Uhr, hvis Gang er er correct (*Chronometer*), til det andet, og sammenlignes med dette Steds Uhre. Man kan ogsaa samtidig observere et aftalt Signal (en Raket) eller et Phænomen paa Himlen (Formörkelse af Jupiters Drabanter, Begyndelse eller Ophör af en Maaneformörkelse) paa de to Steder og sammenligne de i Iagttagelsesöieblikket opskrevne Klokkeslet.

Söfarende medbringe paa deres Reiser et Chronometer, stillet efter en bestemt Meridian. Den Længde, hvorunder de befinde sig, bestemmes da ved at beregne Klokkeslettet efter visse Iagttagelser af Solens og Stjernernes Gang og derpaa sammenligne det med den Tid, Chronometret viser.

Anm. Klokkeslettet kan enten angives ved *Stjernetid*, saa at Klokken er 12, naar en vis Fixstjerne culminerer, og Stjernedagen er deelt i 24ᵗ, eller efter *Soltid.* En Soldag, Tiden mellem Solens to paa hinanden fölgende Culminationer, er imidlertid variabel, fordi Jorden ikke altid beholder samme Afstand fra og Stilling til Solen (smlgn. 30, a og 33), saa at Solens Bevægelse i Ekliptika bliver ujevn og ikke svarende til nogen eensformig Bevægelse i Æqvater. Den borgerlige Tid er derfor indrettet efter en *fingeret Sol, Middelsolen*, som antages eensformig at gjennemlöbe Æqvator i östlig Retning og i et tropisk Aar at fuldende eet Omlöb. *Middelsoldagen*, Tiden imellem Middelsolens paa hinanden fölgende Culminationer, er da constant og deles i 24ᵗ. I den borgerlige Tidsregning regnes Dagen fra den nedre Culmination og deles i 12 Formiddegs- og 12 Eftermiddagstimer. I den astronomiske Tidsregning derimod begynder Dagen med den övre Culmination og Timerne tælles lige til 24. Ifölge heraf vil den 18 Mai Kl. 12 Formiddag i borgerlig Tid være den 17 Mai Kl. 24 eller den 18 Mai Kl. 0 i astronomisk Tid. Forskjellen imellem sand Soltid og Middeltid kaldes *Tidsæqvationen*, og er variabel, undertiden positiv, undertiden negativ. Soluhre (Solskiver) vise Klokkeslettet efter sand Soltid; for derefter at stille Uhre, der skulle vise Middeltid maa Tidsæqvationen drages fra den sande Tid. Vor Almanak angiver umiddelbart det Klokkeslet i Middeltid, der svarer til den sande Sols Culmination; vilde man subtrahere dette fra 12ᵗ, fik man Tidsæqvationen.

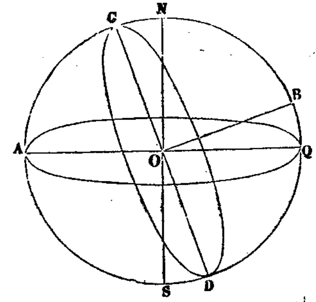
44. Dersom man kunde reise mod Vest med saadan Hurtighed, at en heel *Bredecirkel* (en Cirkel paa Jorden parallel med Æqvator, som ogsaa kaldes *Parallelcirkel*) gjennemlöbes i 24ᵗ, vilde man bestandig see Solen i samme Stilling paa Himlen og fölgelig bestandig have samme Klokkeslet; hvis Solen f. Ex. culminerede ved Reisens Begyndelse, vilde man stedse see Solen culminere og stedse have Kl. 12. De 24ᵗ vilde paa denne Maade tilsyneladende forsvinde og Datum ikke skride frem. Kunde man derimod reise mod Öst med samme Hurtighed, vilde Solen synes at bevæge sig dobbelt saa hurtigt, som ellers; naar man var kommen 15° mod Öst, altsaa efter 1 Times Reise, vilde Solen være 30° videre paa sin Vei og Klokken være 2ᵗ mere. Efter 12ᵗ vilde Solen atter culminere og Klokken altsaa være skredet 24ᵗ videre; den ene Dag vilde forekomme som 2 og Datum altsaa skride 2 Dage frem istedetfor 1.

Ved en langsommere Bevægelse vil en Reise om Jorden mod Vest eller Öst medföre samme Tab eller Gevinst af 1 Dag, men fordeelt paa en længere Tid, saa at Forskjellen först opdages efter Reisens Fuldendelse. Dette viste sig ogsaa ved Magellans Verdensomseiling, da man i Skibet ved Ankomsten til St. Lucar skrev den 6te September og i Land havde den 7de. Det er ogsaa bemærket, at Portugiserne i Macao ere en Dag forud for Spanierne paa Philipinerne, uagtet Afstanden imellem begge Steder kun er ringe, men det hidrörer fra, at Macao er besat af Portugisere fra det gode Haabs Forbjerg, som altsaa ere reiste mod Öst, medens Philipinerne ere besatte af Spaniere, udgaaede fra Amerika, altsaa mod Vest. Et lignende Sammenstöd har fundet Sted paa Grændsen mellem det russiske og engelske Nordamerica.

45. En ret Linie, som forbinder Solens og Jordens Centrer, vil træffe Jordens Overflade i et Punct, for hvilket Solen befinder sig i Zenith; men dette vil paa Grund af Jordens daglige og aarlige Bevægelse være variabelt hele Dögnet og hele Aaret igjennem. Den 21 Juni vil det ligge 23° 28′ Nord for Æqvator, og da Jorden i Löbet af den 21 Junis 24ᵗ dreier sig om Axen, faaer efterhaanden hvert Punct i den Parallelcirkel, der ligger 23° 28′ Nord for Æqvator, Solen i Zenith paa denne Dag. Det samme vil den 21 December finde Sted med Hensyn til den Parallelcirkel, som ligger 23° 28′ Syd for Æqvator og den 21 Marts og 23 September med Hensyn til alle Steder under Æqvator (0° Brede). Overhovedet ville *alle Steder mellem 23° 28′ nordlig og sydlig Brede 2 Gange aarligt faae Solen i Zenith*, nemlig lige længe för og efter den 21 Juni eller 21 December. De Steder, der netop ligge under de anförte Breder faae kun eengang aarligt Solen i Zenith,

nemlig naar den sees i Solstitialpuncterne, i 0° ♋ og 0° ♑. De to Parallelcirkler 23° 28′ Nord og Syd for Æqvator kaldes *Krebsens og Steenbukkens Vendekredse.* Naar Solen er i Jevndögnspuncterne, 0° ♈ og 0° ♎, er den i Zenith for Stederne under Æqvator. Nord for Krebsens og Syd for Steenbukkens Vendekreds kommer Solen aldrig i Zenith.

46. Naar Solen staaer i Zenith for et Sted *B*, vil dens oplyse den Halvkugle af Jorden, som en Cirkel gjennem *CD* ⊥ *BO* afskærer. Under Jordens Omdreining ville fölgelig alle Puncter mellem *N* og *C* forblive i den belyste Deel og stedse have Solen over Horizonten (circumpolær), derimod alle Puncter mellem *S* og *D*



forblive i den mörke Deel og faae slet ikke Solen over Horizonten (circumpolær om den usynlige Pol). Da man nu har

$$SOD = NOC = 90^\circ - NOB = BOQ,$$

og fölgelig

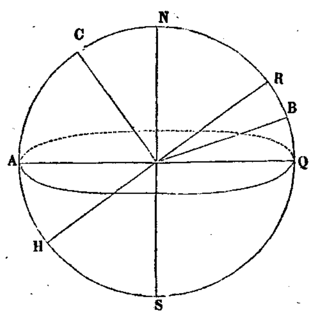
$$\smile SD = \smile NC = \smile BQ,$$

saa vil Solen, paa den Dag, da den er i Zenith for Stederne under en nordlig Brede af n° (BQ), være circumpolær over Horizonten for alle Steder, der ikke ligge længere end n° (NC) fra Nordpolen eller ikke have mindre nordlig Brede end $90^\circ - n^\circ$, og circumpolær under Horizonten for alle Steder, der ikke ligge længere end n° (SD) fra Sydpolen eller ikke have mindre sydlig Brede end $90^\circ - n^\circ$ Noget Lignende gjælder, naar Solen er i Zenith for Steder under n° sydlig Brede. Da Solen nu kun kommer i Zenith for Steder, der ikke have större Brede end 23° 28′, kan den kun blive circumpolær for Steder, der ikke have mindre Brede end

$$90^0 - 23^0\,28' = 66^0\,32'.$$

Parallelcirkler under $66^0\,32'$ nordlig og sydlig Brede kaldes *den nordlige og sydlige Polarcirkel.* Steder, der ligge sydligere end den förste og nordligere end den anden Polarcirkel, have altsaa aldrig Solen circumpolær. Solen begynder at blive circumoplær for et Sted, der ligger n^0 fra Nordpolen, paa den Dag för den 21 Juni, da den er i Zenith for de Steder, der have n^0 nordlig Brede, og den ophörer at være circumpolær for samme Sted paa den Dag efter den 21 Juni, da den igjen er i Zenith for de samme Steder.

47. Hele Jordens Overflade bliver saaledes deelt i fem Zoner, den *varme*, imellem begge Vendekredsene, de *to tempererede*, imellem Vendekredsene og Polarcirklerne, og de *to kolde*, omkring begge Poler indtil Polarcirklerne. Overgangen imellem Dag og Nat skeer hurtigere paa de Steder, der ligge nærmere ved Æqvator, fordi deres Horizont danner en större Vinkel med Solens Dagbue og Solen altsaa hurtigere naaer en saadan Dybde under Horizonten, at dens Straaler ophöre at lyse. Man kalder den Belysning, der finder Sted fra Solens Nedgang til den er 18^0 under Horizonten, *Tusmörke.* Dette varer altsaa længere paa Steder, der ere fjernere fra Æqvator. Der gives derfor ogsaa en Deel af Jorden, hvor Tusmörket undertiden kan vare hele Natten. Dette finder Sted, naar Solen ikke kan komme dybere end 18^0 under Horizonten. Antage vi Solen at have naaet sin



störste Höide under Stedet C's Horizont og at denne Höide er 18^0, saa vil den være i Zenith for Stedet B, idet HR er C's sande Horizont, $BR = 18^0$ og $ANQS$ den for B og C fælles Meridian. Endvidere har man

$$AC + RQ = 180^0 - CR = 90^0$$

eller, idet

$$AC = p,\ BQ = n,\ BR = 18^0,$$
$$p + n + 18^0 = 90^0$$

og fölgelig

$$p = 72^0 - n.$$

Man finder altsaa Breden af de Steder, der paa en bestemt Dag have Tusmörke hele Natten, naar man fra 72^0 subtraherer Breden af de Steder, der paa denne Dag have Solen i Zenith (eller ifölge 32 Anm. fra 72^0 subtraherer Solens Declination BQ, som for hver Dag kan findes i visse Tabeller, Soltavler). Da Solen nu kun kan komme i Zenith for Steder, der ikke have större Brede end $23^0\,28'$, kan Tusmörket kun vare hele Natten for de Steder, der ikke have mindre Brede end

$$72^0 - 23^0\,28' = 48^0\,32'.$$

Det er endvidere indlysende, at C vil have Tusmörke hele Natten i al den Tid, der varer fra Solen förstegang var i Zenith for B, til dette atter skeer.

§ IV.

Construction af Landkort.

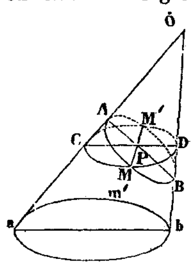
48. Den nöiagtigste Fremstilling af Jordens Overflade erholdes ved at afbilde den paa en Kugelflade, og derved faaer man *en Globus.* Men denne tjener kun til at give en Oversigt over Landenes Beliggenhed. En tydeligere

Fremstilling vilde fordre en stor Kugelflade, som vilde blive ubeqvem.

49. Det er derfor beqvemmere at afsætte Landenes Figur paa en Plan, og naar de ere meget smaa vil dette kunne skee tilstrækkelig nöiagtig. Jo större derimod Landene ere, des mere uovereensstemmende med Virkeligheden blive Afbildningerne. Det kommer derfor ved Constructionen af *Landkort* an paa at forbinde den störst mulige Nöiagtighed med den Beqvemmelighed, som en plan Afbildning yder. De Constructioner, man anvender kunne henföres til to Classer.

Anm. Man forstaaer ved et Puncts *Perspectiv* eller *perspectiviske Projection* paa en Plan Skæringspunctet mellem denne Plan og en ret Linie gjennem det givne og et andet fast Punct, som kaldes *Öiepunctet.* Planen, hvorpaa Projectionen skeer, kaldes *Projectionsplan* eller *Perspectivplan*, og den rette Linie kaldes den *projicerende Linie.* Denne kommer i forskjellig Stilling til Planen efter Punctets forskjellige Beliggenhed. Perspectivet af en heel Figur dannes af alle dens Puncters Perspectiver. Derfor bliver den perspectivisk Projection af en ret Linie eller en anden plan Linie, hvis Plan indeholder Öiepunctet, en ret Linie. I det specielle Tilfælde, hvor den rette Linies Forlængelse gaaer igjennem Öiepunctet, projiceres den som et Punct.

Perspectivet af en Cirkel sees let i Almindelighed at maatte blive en krum Linie af anden Grad, fordi det geometriske Sted for alle de projicerende Linier til Cirklens Peripheri bliver en circulær Kegle (i Almindelighed skjæv), hvis Overskæring ved Projectionsplanen frembringer en krum Linie af anden Grad, der som bekiendt i specielle Tilfælde er en Cirkel. For at bestemme disse Tilfælde construeres den projicerende Kegle gjennem $\ddot{O}$ til Cirklen $AMBM'$, hvis Diameter AB antages at ligge



i en paa Projectionsplanen $ambm'$ lodret Plan $a\ddot{O}b$. Gjennem et Punct P af denne Diameter lægges en ny skærende Plan parallel med Projectionsplanen, hvorved opstaaer et Snit $CMD'M'$, som er ligedannet med Perspectivet af Cirklen. Man har

$$PM^2 = AP \,.\, PB,$$

og, idet $\ddot{O}AB = \alpha$, $\ddot{O}BA = \beta$, $\ddot{O}ab = \alpha'$, $\ddot{O}ba = \beta'$,

$$AP = CP \,.\, \frac{\sin\alpha'}{\sin\alpha}, \quad PB = PD \,.\, \frac{\sin\beta'}{\sin\beta},$$

hvoraf fölger

$$MP^2 = CP \,.\, PB \,.\, \frac{\sin\alpha' \sin\beta'}{\sin\alpha \sin\beta}.$$

Saasnart nu

$$\alpha = \alpha' \text{ og } \beta = \beta',$$

det er, naar Cirklens Plan er parallel med Projectionsplanen, eller naar

$$\alpha = \beta' \text{ og } \beta = \alpha'$$

det er naar Cirklens Plan og Projectionsplanen danne samme Vinkler med Halveringslinien for $\angle\, a\ddot{O}b$, bliver

$$MP^2 = CP \,.\, PD$$

og altsaa er (*Oppermanns* Plangeometri 375) $CMDM'$ en Cirkel. I de fleste Tilfælde bliver MP blot proportional med $\sqrt{CP \,.\, PD}$, som er den halve Chorde lodret paa CD til Cirklen om Diameteren CD, og altsaa er Cirklens Perspectiv i Almindelighed en Ellipse. Hvis α eller β er 0 kommer Cirklens Plan til at indeholde Öiepunctet og Perspectivet bliver en ret Linie.

Naar de projicerende Linier ikke udgaae fra eet Punct, men ere parallele, faaer man den *retvinklede* (*orthogonale* eller *orthographiske*) *Projection*, der kan betragtes som et Perspectiv, svarende til et Öiepunct i en uendelig Afstand fra Projectionsplanen. Det geometriske Sted for en Cirkels projicerende Linier bliver i dette Tilfælde en Cylinder og dens Projection bliver i Almindelighed en Ellipse, kun naar Cirklens Plan er parallel med Projectionsplanen, bliver Projectionen ogsaa en Cirkel.

Man skjelner imellem *perspectiviske og geometriske Tegninger*, eftersom de ere udförte ved perspectiviske eller retvinklede Projectioner. Figuren til 33 er et Exempel paa en geometrisk Tegning. Den Videnskab, som fuldstændigt behandler Projectionslæren kaldes beskrivende Geometri (géométrie descriptive).

50. Den förste Methode, hvorved Landkort construeres, beroer paa Projectionslæren, som anvendes paa forskjellig Maade.

A. Naar man bruger den retvinklede Projection, blive Parallelcirklerne i Almindelighed Ellipser, undtagen naar Æqvator eller en Meridianplan blive Projectionsplaner. I förste Tilfælde blive nemlig Parallelcirklerne projicerede som Cirkler, hvis fælleds Centrum er Polens Projection og hvis Radier (ϱ) ere bestemte ved

$$\varrho = r\cos\beta,$$

hvor r betyder Jordens Radius og β Parallelcirklens Brede; Meridianerne blive rette Linier igjennem Polens Projection. Skeer Projectionen paa en Meridianplan, vise Parallelcirklerne sig som rette Linier, hvis Afstande (α) fra Æqvators Projection ere bestemte ved

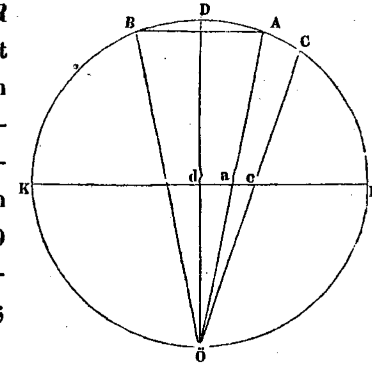
$$\alpha = r\sin\beta,$$

og alle Meridianer, undtagen den i Projectionsplanen, der bliver en Cirkel, og den derpaa lodrette, der bliver en Diameter i denne Cirkel, vise sig som Ellipser, hvis store Axe er Jordaxen og hvis halve lille Axe (b) er bestemt ved

$$b = r\cos\lambda,$$

hvor λ betyder Vinklen mellem Meridianens Plan og Projectionsplanen eller Længdeforskjellen mellem denne Meridianen og den, der er projiceret som en Cirkel. $\lambda = 0$ giver $b = r$ og $\lambda = 90^0$ giver $b = 0$, hvilke Værdier tilhöre de to som Cirkel og ret Linie projicerede Meridianer. Ifölge Formlerne for ϱ, α, b er det let at udföre Constructionerne af Kortets Hovedlinier.

B. Naar man vil bruge den perspectiviske Projection, kan man lægge Öiepunctet $\ddot{O}$ i det modsatte Endepunct af en gjennem Kortets midterste Punct D gaaende Diameter



og Projectionsplanen KR igjennem Centrum lodret paa denne Diameter. Man kalder dette den *stereographiske Projection.* Enhver Cirkel paa Jorden (som den igjennem A og C) vil projiceres som en Cirkel (igjennem a og c); thi da

$$Kc\ddot{O} = \tfrac{1}{2}(K\ddot{O} + CR) = \tfrac{1}{2}(90^0 + CR),$$
$$\ddot{O}AC = \tfrac{1}{2}(\ddot{O}R + CR) = \tfrac{1}{2}(90^0 + CR)$$

og

$$Ra\ddot{O} = \tfrac{1}{2}(\ddot{O}R + KD + AD) = \tfrac{1}{2}(180^0 + AD)$$
$$\ddot{O}CA = \tfrac{1}{2}(DK\ddot{O} + AD) = \tfrac{1}{2}(180^0 + AD),$$

bliver

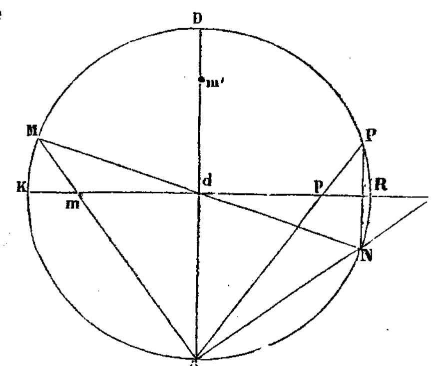
$$Kc\ddot{O} = \ddot{O}AC \text{ og } Ra\ddot{O} = \ddot{O}AC$$

og Projectionen altsaa en Cirkel. Projectionen skeer enten paa Æqvators Plan eller paa den sande Horizont til Kortets Midtpunct.

I förste Tilfælde bliver Parallelcirklerne AB projicerede som Cirkler, hvis Centrer ere i Polens Projection og hvis Radier ($da = \varrho$) ere bestemte ved

$$\varrho = r \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} DA = r \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(90^0 - AR) = r \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(90 - \beta),$$

og Meridianerne blive rette Linier igjennem Polens Projection.



I andet Tilfælde ligger Kortet KR i en Meridianplan og Projectionen af en anden Meridian MN (idet d er Polen) faaer Diametren

$$mn = md + dn = r\ (\mathrm{tg}\ \tfrac{1}{2}\ (90 - \lambda) + \cot\ \tfrac{1}{2}\ (90 - \lambda)),$$

idet

$$KM = \lambda,$$

eller

$$mn = 2r \sec \lambda = 2r\ \mathrm{cosec}\ \lambda',$$

idet λ' betegner Længden fra den Meridian, der gaaer gjennem Kortets midterste Punct. Antages derefter i samme Figur Jordaxen i KR, vil man have Diametren i en Parallelcirkel PN, hvis Brede er $DP = \beta$, given ved

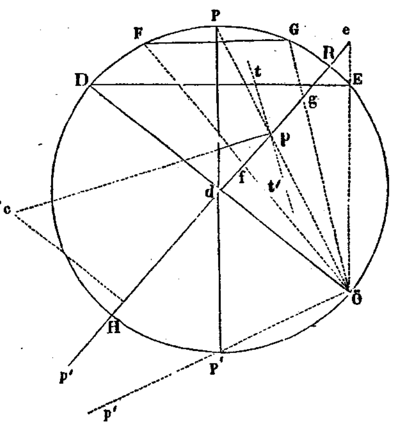
$$pn = nd - dp = r\ (\cot\ \tfrac{1}{2}\ \beta - \mathrm{tg}\ \tfrac{1}{2}\ \beta) = 2r \cot \beta.$$

Constructionen af disse Cirkler forstaaes let saavel af Formlerne for deres Diametre som af Figuren. Tænkes saaledes Kortet dreiet om KR, idet denne betyder en Linie mellem begge Polers Projectioner, vil Parallelcirklen PN's Projection gaae igjennem Puncterne P, p og N og en Meridian, hvis Længde fra D's Meridian er λ', igjennem Puncterne K, R og m', idet $dm' = dm$.

Vælges endelig den sande Horizonts Plan HR for Punctet D (Brede β) til Perspectivplan, vil Polen P projiceres i p' i en Afstand fra D's Projection d, som er

$$dp = r\ \mathrm{tg}\ \tfrac{1}{2}\ (90 - \beta).$$

Diametren af D's Parallelcirkel er projiceret i



$$de = r\ \mathrm{tg}\ \tfrac{1}{2}\ (180 - 2\beta) = r \cot \beta.$$

En hvilkensomhelst anden Parallelcirkel FG vil i Projectionen faae en Diameter, som er

$$fg = r\,[\mathrm{tg}\tfrac{1}{2}(180 - (\beta' + \beta)) - \mathrm{tg}\tfrac{1}{2}(\beta' - \beta)]$$
$$= r\,[\cot\tfrac{1}{2}(\beta' + \beta) - \mathrm{tg}\ \tfrac{1}{2}\ (\beta' - \beta]$$
$$= r\,\frac{\cos\beta}{\sin\frac{1}{2}(\beta'+\beta)\cos\frac{1}{2}(\beta'-\beta)} = 2r\,\frac{\cos\beta}{\sin\beta' + \sin\beta}$$

$\beta = \beta'$ giver atter Formlen for de og for Æqvator faaes idet $\beta = 0$ Diametren $2r$ cosec β. Projectionerne p og p' af begge Poler giver Diametren af den Meridian, der er lodret paa Stedets Meridian, og man har

$$pp' = r\ (\mathrm{tg}\ \tfrac{1}{2}(90 - \beta) + \mathrm{tg}\ \tfrac{1}{2}\ (90 + \beta)) = \frac{2r}{\cos\beta} = 2r \sec \beta.$$

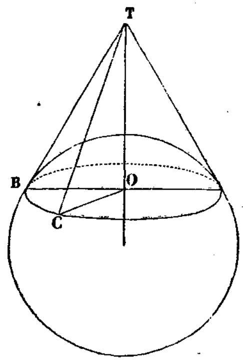
Alle andre Meridianer gaae igjennem p og p' og have følgelig deres Centrer i den paa Midten af pp' perpendiculære Linie. Længdeforskjellen λ imellem Stedets og en hvilkensomhelst Meridian maa være lig Vinklen imellem Tangenterne til begge Meridianer i deres Skæringspunct. Construeres derfor en ret Linie tt' igjennem p saaledes, at den danner Vinklen λ med pp', vil den blive rörende til den sögte Meridian og Radien (pc) bliver lodret derpaa. Man faaer da

$$pc = \tfrac{1}{2}\ pp'\ \mathrm{cosec}\ \lambda = r \sec \beta\ \mathrm{cosec}\ \lambda.$$

Saavel den orthographiske, som den stereographiske Projection bruges især til Construction af Kort over den halve Jordflade (*Planiglober*).

51. Nogle krumme Flader kunne dannes ved Sammenrulning af plane Flader og kunne omvendt udfoldes saaledes, at alle deres Puncter ligge i een Plan. Saadanne ere Keglen, Cylindren og flere; de kaldes almindelig *udfoldelige Flader*. Da Jordens Overflade ikke har denne Egenskab, kan man ikke fremstille Kortene ved dens umiddelbare Udfoldning, men kun ved Udfoldning af en rörende eller skærende Kegle eller Cylinder. Man erholder derved tilstrækkelig nöiagtige Kort over mindre Landstrækninger, som kunne antages at falde sammen med den udfoldelige Flade.

A. En circulær Kegle frembringer ved sin Udfoldning en Cirkelsector. Naar man altsaa tænker sig en Kegle rörende Jorden i den Parallelcirkel BC, som skal ligge midt i Kortet, og udfolder den, ville alle Parallelcirkler vise sig som concentriske Cirkelbuer og alle Meridianer som rette Linier igjennem Buernes fælleds Centrum, som er Keglens Toppunct T. Ligger Parallelcirklen BC under Breden β, vil man have Radien til dens Udfoldning



$$TB = r \cot \beta.$$

Paa en med denne Radius construeret Cirkelbue afsættes saameget af Parallelcirklen, som Kortet skal indeholde. Man maa derfor bestemme en Centervinkel v^0, svarende til den Deel af Udfoldningen, som i Længde er lig $BC = \lambda^0$. Da nu Parallelcirklen har Radien

$$BO = r \cos \beta,$$

og de lige lange Buers Gradeantal forholde sig omvendt som deres Radier, har man

$$v^0 : \lambda^0 = r \cos \beta : r \cot \beta = \sin \beta : 1$$

og fölgelig

$$v^0 = \lambda^0 \sin \beta.$$

Constructionen af de övrige Parallelcirkler og af Meridianerne fölger let af det Foregaaende. Istedetfor en rörende Kegle kan ogsaa benyttes en skærende, som gaaer igjennem de to Parallelcirkler, der ligge lige langt fra Kortets midterste og yderste Parallelcirkler. Ved disse Kort erholdes en temmelig nöiagtig Fremstilling af Landenes Figur og Stedernes Afstande.

B. En ret Cylinder frembringer ved sin Udfoldning en Rectangel. Naar man altsaa tænker sig en Cylinder rörende Jorden i Æqvator eller skærende i en Parallelcirkel og udfolder den, ville alle Parallelcirkler og Meridianer fremstille sig som flere paa hinanden lodrette Linier. Derved opstaae de saakaldte *plane* eller *platte* Kort. Men Parallelcirklernes Grader vise sig derved alle ligestore paa Kortet, medens de i Virkeligheden ere proportionale med $\cos \beta$, og Meridiangraderne paa Kortet blive ligesom i Virkeligheden ligestore. Dette urigtige Forhold mellem Bredegrader og Længdegrader hæves, ved at lade Bredegraderne forblive ligestore og gjöre Meridiangraderne proportionale med $\sec \beta$. Det fölger heraf, at Meridiangraderne ved Polerne blive uendelige, fordi $\beta = 90$ giver $\sec \beta = \infty$. Disse Kort före Navn af *voxende* eller Kort i *Mercators Projection* og bruges ligesom de platte kun som Sökort, fordi de vise Skibenes Veie i samme Retning som rette Linier.