

# LEERBOEK

DER

# ZEEVAARTKUNDE

DOOR

S. J. GROUSTRĀ,

*Directeur van de Zeevaartschool te Amsterdam.*

IN DRIE AFDEELINGEN,

Met aanvullingstafels, kaartjes en ruim 260 figuren.



AMSTERDAM

H. G. B O M.

1891.

## VOORWOORD.

Hoewel de gewijzigde toestanden van de scheepvaart voldoende de gronden aangeven voor de afwijkingen van vroegere wijzen van behandeling en voor de opname van leerstof, die men oppervlakkig niet in een boek als dit zou verwachten, zal het toch gepast zijn die handelwijze te verklaren, of zoo men wil te verdedigen.

Van de lagere wiskunde moet men zóóveel nemen, dat zulks een afzonderlijk boekdeel zou vormen. Daar er echter vele uitmuntende leerboeken over dit vak bestaan, meende ik dat aan de opname ervan althans geene dringende behoefte was. Wat ik van de wiskunde opnam, is meestal geteekend met een (\*), hetgeen aanduidt, dat de behandeling daarvan of achterwege kan blijven, of eerst in den derden leerkring dient te worden behandeld. Dat gedeelte is daarom ook zoo beknopt mogelijk bewerkt, wijl het niet voor alle gebruikers van nut is.

De werktuigkunde is bovenal hoe langer zoo meer een onmisbaar vak geworden. Zij dient tot voorbereiding van de studie der meteorologie, stoomwerktuigkunde, scheepsbouw, instrumentenkennis en van het manoeuvreeren, en deze veelzijdige strekking maakt, dat zij in één geheel moet worden gegeven. Of ik den besten weg gevolgd ben, dan wel of ik beter gedaan had, met naar bestaande werken te verwijzen, moge de ondervinding leeren. Het is mijne overtuiging, dat hier de stelling »natuurkunde gaat van waarneming uit» niet van toepassing kan zijn. Niet dat de aanschouwing mag ontbreken, maar die moet uit het leven komen en niet uit het boek. De praktijkleeraar heeft hieraan eene dankbare taak.

De sterrekunde heeft het geven van begrippen, niet het mededeelen van feiten ten doel. Het verklaren van KEPLER'S wetten, alsook het geven van een goed inzicht in den tijd en de oorzaken der tijdvereffening, golden hier als hoofdzaken. De zogenaamde middelbare Zon No. 1 is met voordacht niet genoemd. De soberheid, die dit hoofdstuk kenmerkt, geve den onderwijzer aanleiding tot mondelinge mededeeling van bijzonderheden. Hij zal echter allicht van oordeel zijn, dat de begrippen vooraf dienen te gaan.

Ook bij werktuigkunde en sterrekunde zijn enkele paragrafen met een (\*) geleekend, die pas bij den derden leerkring kunnen worden meegenomen.

Door bij de bepaling der deviatie de in de praktijk van geene beteekenis zijnde grootheden, alsook de richtkracht  $\lambda$  (lambda) weg te laten, heb ik een beknopt geheel kunnen verkrijgen. De hier gevolgde wijze sluit zich nauw aan bij de aanschouwelijke, met behulp van een deviascoop; alleen het remanent magnetisme mist het voordeel van door proeven onmiddellijk verklaarbaar te zijn. Men beware al het desbetreffende voor den derden leerkring, en lichte de  $p$  en  $q$  er dus eenvoudig uit bij de eerste behandeling. De theorie van POISSON is zeker vollediger, doch wij gaan te hoog, als wij het daarmede beproeven. Ons standaardwerk, de »Admiralty Manual», noch »BROUWER» heb ik mij ten voorbeeld gesteld. Wel heb ik, op gezag van »Der Kompas aan Bord», gebroken met A en E, en de  $p$  en  $q$  ingevoerd. Meer echter, dan in de hier genoemde werken gedaan wordt, heb ik de Flindersbar vooropgesteld.

De absolute richtkracht valt buiten het bestek van den zeeman, wel op het veld van den »adjuster». Daarom is de »dipping needle» niet afzonderlijk beschreven; de deflector daarentegen is opgenomen. De kennis der deviatie kan op een gegeven oogenblik van onberekenbaar groot belang zijn. Een schip wordt hoe langer zoo duurder, dus het zuiver materiele belang steeds grooter. Geen middel, dat binnen 't bereik van den zeevaarder valt, mag hem dus onbekend zijn, als het te bereiken doel zóó groot is. Laat ons dan den moed hebben aan de theorie te gelooven, al moeten wij toegeven, dat men soms terecht praktisch = doeltreffend, en theoretisch = onbruikbaar verklaart. Laat ons erkennen, dat de verbeteringen in de techniek, en de daarmede gelijken tred houdende verbeteringen in de wijze van zeevaren, aan de theorie te danken zijn. Waar men vooral zorg voor drage, is, vóór 't gebruik van den deflector in zee, zich der moeite te getroosten van goede oefening aan wal.

Bij het regelen van den stand van een tijdmetr heb ik den tijdsinvloed weggelaten; ik kan geen grond vinden voor de evenredigheid van dien invloed met den tijd; is er een tijdsinvloed dan verandert de  $p$ , ziedaar alles.

Ten einde den pas beginnenden leerling, die van de goniometrie nog niets geleerd heeft, onmiddellijk leerstof te bieden; ten einde verder hen, die het niet verder brengen dan tot de allereenvoudigste vergelijkingen en de eerste beginselen der goniometrie, toch het onmisbare der stuurmanskunst grondig te leeren, is de weg gevolgd, dien men in de eerste afdeeling aantreft. Zulke leerlingen nemen uit de derde afdeeling zooveel als men noodig acht, zonder in alles de vraag naar het »waarom» te beantwoorden. Tot zoover dan den eersten leerkring.

Is de lagere wiskunde, met weglating van enkele minder toepassing wijdende zaken, behandeld, is met name de bol-driehoeksmeting, voor zooveel noodig (3 gevallen), geleerd, dan kan de meer uitvoerige zeevaarkunde onder handen worden genomen, tegelijk met de werktuigkunde. Dit alles weder met weglating van het door (\*) geteekende. De sterrekunde is een vak, waaraan gedurende den geheelen leertijd gewerkt moet worden.

Vergelijkt men dit werk met andere, reeds bestaande op het gebied der zeevaarkunde, dan zal men hier den tijdmeten en het kompas meer op den voorgrond zien treden. Soms neigde ik er zelfs toe den tijdmeten bij alle observatiën te raadplegen. Mocht ik onderstellen, dat een tijdmeten steeds geheel »bij de hand» was aan boord, dan had ik het gedaan, en de zaak ware er des te eenvoudiger door geworden.

Eene van de redenen, die men aangeeft voor de behoefte aan een zeevaarkundig leerboek is, dat »BROUWER» te veel wiskunde onderstelt. Ik beschouw dit niet aldus, en heb vaak leerlingen op de hoogte van »BROUWER» gebracht, enkele zaken, waaronder de »nouvelle navigation» uitgezonderd, welke laatste intusschen nu door den Heer VAN DOORN prachtig ontbolsterd en derhalve ook bruikbaar gemaakt is. Maar zoo waar het is, dat de differentiaal-rekening het beste hulpmiddel is om vele zaken goed in te zien, minstens even sterk spreekt het feit, dat betrekkelijk weinigen dat hulpmiddel goed weten te gebruiken. Daarom heb ik er mij op toegelegd het schip uitsluitend met den bijl te bouwen. De methode van PILAAR toch, is m. i. de minst aanbevelenswaardige van allen. Alleen bij den invloed der declinatie-verandering op de plaats, naar LOBATTO en HAZEWINKEL gevonden, ben ik buiten de perken gegaan, daar ik geene elementaire oplossing ervoor vond. Voor de vergelijking der verschillende methoden, kon ik echter het resultaat niet missen; bovendien is het tafeltje, dat die uitkomsten bevat, zóó beknopt, dat het m. i. bruikbaar zal bevonden worden.

Enkele wijzen van voorstellen hebben boven de anderen vóór, dat zij aanschouwelijker zijn. De »VILLARCEAU» kon zeer kort behandeld worden, met het oog op het door den Heer VAN DOORN geleverde.

Mijn welgemeenden dank aan de Heeren W. J. SWART en D. MARS, voor menige nuttige opmerking. Het stukje »Berghoogte» is nagenoeg onveranderd uit »de Zee» overgenomen, en dank ik den Heer VAN DOORN; eenige denkbeelden betreffende de Meteorologie, en een en ander over Kompassen den Heer W. VAN HASSELT. Eenige ambtgenooten gaven vraagstukken ten beste, waarvoor ook hun mijn dank zij gebracht.

De Heer G. VISSER, 1<sup>e</sup> Officier b. d. Maatschappij »Nederland», heeft de tafels VIB, VIIA en VIIIA berekend, en mijne tafel bevattende de

*verbeteringen op L. en B. naar HAZEWINKEL, gedurende een drietal reizen naar Indië beproefd. De tafel, bevattende cotg. T sec. B, heb ik, na 't verbeteren van vrij talrijke fouten, uit »LECKY" overgenomen, omdat zij m. i. beter past dan tafel XXXII van »BROUWER" bij de eenvoudige wijze, waarop SUMNER's methode in de eerste afdeeling behandeld is.*

*Overtuigd dat ook in mijn arbeid het volmaakte niet is bereikt, reken ik gaarne op den goeden wil van allen, die tot verbetering mede kunnen werken, en beveel mij voor hunne opmerkingen aan, opdat wanneer een herdruk mocht noodig zijn, die een »veel verbeterde" zal mogen heeten.*

• AMSTERDAM, 1891.

S. J. GROUSTR.

## EERSTE HOOFDSTUK.

---

# INLEIDING TOT DE ZEEVAARTKUNDE.

---

### De horizon en de vertikale lijn.

§ 1. Denken wij ons op zee buiten 't gezicht van land, dan zien wij de grens van zee en lucht cirkelvormig. Behouden wij dezelfde ooghoogte boven den horizon, dan zien wij dien cirkel even groot, waar wij ons ook bevinden. Het is duidelijk, dat die cirkel met ons mede gaat, als wij ons verplaatsen; wij blijven overal in zijn middelpunt. Vergrooten wij onze ooghoogte, dan wordt de straal van dien cirkel eveneens grooter; dalen wij met ons oog tot op het zeevlak, dan verdwijnt de cirkel: hij is overgegaan in een punt, het punt dat wij met het oog innemen.

De cirkelomtrek, die lucht en zee begrenst, heet *kim*.

Uit het bovenstaande volgt dat de aarde een bol is. De aardglobe is ook een bol, dus is zij gelijkvormig aan de aarde.

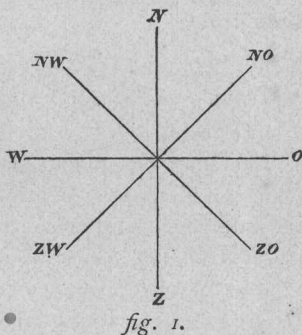
Als eene watermassa in rust is, heeft hare oppervlakte een stand, dien wij waterpas of horizontaal noemen. Waar wij ons op de aarde bevinden, het platte vlak, dat op die plaats de aarde raakt, is horizontaal. Het horizontale platte vlak, dat door ons oog gaat, is daaraan evenwijdig; men noemt dat den plaatselijken of lokalen horizon. Een plat vlak, dat weder hieraan evenwijdig is en door het middelpunt der aarde gaat, heet de ware horizon.

De houten rand, die de aardglobe omgeeft, stelt den waren horizon voor. De kompasroos stelt den lokalen horizon voor. De verdeeling der kompasroos is de verdeeling van den lokalen horizon, die van den houten rand evenzoo de verdeeling van den waren horizon; beide ver-

deelingen komen overeen, als men slechts zorgt beider Noordpunten in dezelfde richting te draaien. Die verdeling telt van Noord rechtsom in 32 streken of  $360^\circ$ . Daar alle streken evengroot zijn, telt elke streek  $11\frac{1}{4}^\circ$ .

### Kompasverdeling.

1e KWADRANT.			2e KWADRANT.			3e KWADRANT.			4e KWADRANT.		
0	Noord	$0^\circ$	8	Oost	$90^\circ$	16	Zuid	$180^\circ$	24	West	$270^\circ$
1	N.t.O.	$11^\circ,2$	9	O.t.Z.	$101^\circ,2$	17	Z.t.W.	$191^\circ,2$	25	W.t.N.	$281^\circ,2$
2	N.N.O.	$22^\circ,5$	10	O.Z.O.	$112^\circ,5$	18	Z.Z.W.	$202^\circ,5$	26	W.N.W.	$292^\circ,5$
3	N.O.t.N.	$33^\circ,7$	11	Z.O.t.O.	$123^\circ,7$	19	Z.W.t.Z.	$213^\circ,7$	27	N.W.t.W.	$303^\circ,7$
4	N.O.	$45^\circ$	12	Z.O.	$135^\circ$	20	Z.W.	$225^\circ$	28	N.W.	$315^\circ$
5	N.O.t.O.	$56^\circ,2$	13	Z.O.t.Z.	$146^\circ,2$	21	Z.W.t.W.	$236^\circ,2$	29	N.W.t.W.	$326^\circ,2$
6	O.N.O.	$67^\circ,5$	14	Z.Z.O.	$157^\circ,5$	22	W.Z.W.	$247^\circ,5$	30	N.N.W.	$337^\circ,5$
7	O.t.N.	$78^\circ,7$	15	Z.t.O.	$168^\circ,7$	23	W.t.Z.	$258^\circ,7$	31	N.t.W.	$348^\circ,7$
8	Oost	$90^\circ$	16	Zuid	$180^\circ$	24	West	$270^\circ$	32	Noord	$360^\circ$



Noord, Oost, Zuid en West zijn hoofdstreken, N.O., Z.O., Z.W. en N.W. hoofdtusschenstreken. De richting Noord-Zuid is die van den meridiaan.

#### Vraagstukken:

1. Welke vier streken maken een hoek van 3 streken met den meridiaan?
2. Hoeveel streken maken een hoek van 5 streken met den meridiaan?

### Onderverdeling van een kwadrant.

Hoek m. d. meridiaan.	Streek	Graden	Hoek m. d. meridiaan.	Streek	Graden	Hoek m. d. meridiaan.	Streek	Graden	Hoek m. d. meridiaan.	Streek	Graden
0	Noord	0	2 str.	N.N.O.	22,5	4 str.	N.O.	45	6 str.	O.t.N.	67,5
$\frac{1}{4}$ str.	N. $\frac{1}{4}$ O.	2,8	$2\frac{1}{4}$ »	N.N.O. $\frac{1}{4}$ O.	25,3	$4\frac{1}{4}$ »	N.O. $\frac{1}{4}$ O.	47,8	$6\frac{1}{4}$ »	O.N.O. $\frac{1}{4}$ O.	70,3
$\frac{1}{2}$ »	N. $\frac{1}{2}$ O.	5,6	$2\frac{1}{2}$ »	N.N.O. $\frac{1}{2}$ O.	28,1	$4\frac{1}{2}$ »	N.O. $\frac{1}{2}$ O.	50,6	$6\frac{1}{2}$ »	O.N.O. $\frac{1}{2}$ O.	73,1
$\frac{3}{4}$ »	N. $\frac{3}{4}$ O.	8,4	$2\frac{3}{4}$ »	N.N.O. $\frac{3}{4}$ O.	30,9	$4\frac{3}{4}$ »	N.O. $\frac{3}{4}$ O.	53,4	$6\frac{3}{4}$ »	O.N.O. $\frac{3}{4}$ O.	75,9
1 »	N.t.O.	11,2	3 »	N.O.t.N.	33,7	5 »	N.O.t.O.	56,2	7 »	O.t.N.	78,7
$1\frac{1}{4}$ str.	N.t.O. $\frac{1}{4}$ O.	14,1	$3\frac{1}{4}$ »	N.O. $\frac{3}{4}$ N.	36,6	$5\frac{1}{4}$ »	N.O.t.O. $\frac{1}{4}$ O.	59,1	$7\frac{1}{4}$ »	O. $\frac{3}{4}$ N.	81,6
$1\frac{1}{2}$ »	N.t.O. $\frac{1}{2}$ O.	16,9	$3\frac{1}{2}$ »	N.O. $\frac{1}{2}$ N.	39,4	$5\frac{1}{2}$ »	N.O.t.O. $\frac{1}{2}$ O.	61,9	$7\frac{1}{2}$ »	O. $\frac{1}{2}$ N.	84,4
$1\frac{3}{4}$ str.	N.t.O. $\frac{3}{4}$ O.	19,7	$3\frac{3}{4}$ »	N.O. $\frac{1}{4}$ N.	42,2	$5\frac{3}{4}$ »	N.O.t.O. $\frac{3}{4}$ O.	64,7	$7\frac{3}{4}$ »	O. $\frac{1}{4}$ N.	87,2
2 »	N.N.O.	22,5	4 »	N.O.	45	6 »	* O.N.O.	67,5	8 »	Oost	90

In het 2<sup>e</sup> kwadrant verwissel men N. met Z.

In het 3<sup>e</sup> » » » » » en O. met W.

In het 4<sup>e</sup> » » » » » » » » »

Bij de onderverdeling telt men, van den meridiaan af, 3 streken vooruit en een vierde terug, dan weer drie streken vooruit en weder een terug.

De streken, die men in tafel VI, en de graden, die men in tafel VI<sup>A</sup> van BROUWER, aan 't hoofd en den voet van elke bladzijde vindt, zijn hoeken met den meridiaan.

De richting, rechthoekig of normaal op den horizon, heet vertikaal. Die richting wordt door een schietlood aangegeven; naar beneden wijst zij het voetpunt, naar boven het toppunt aan. De vertikale lijn gaat door het middelpunt der aarde; dat middelpunt ligt in de richting van 't voetpunt. Waar de waarnemer gaat, overal neemt hij zijne vertikale lijn mede; overal staat zij normaal op den lokalen en den waren horizon.

3. Welke plaatsen op de aarde hebben nochtans dezelfde vertikale lijn en denzelfden waren horizon?

Om te maken dat de ware horizon van de globe die van eene bepaalde plaats zij, moet die plaats, door de globe te draaien, precies boven gebracht worden. Immers dan staat de lijn, getrokken van die plaats naar 't middelpunt der globe, vertikaal; dan alleen ligt het middelpunt in de richting van 't voetpunt en komt haar stand overeen met de vertikale lijn van die plaats op de aarde.

*Opgave.* De globe te stellen voor eenige plaatsen achtereenvolgens.

### Meridianen en parallellen. — Lengte en breedte.

§ 2. De lijn, om welke wij de aardglobe kunnen wentelen, als zij op haar voetstuk staat, is de as. De richting dier as is de ware Noord-Zuidrichting. De uiteinden dier as zijn de Noord- en Zuidpolen. Door die polen zijn cirkels getrokken, die den naam van meridianen dragen. De meridiaan, die over Greenwich loopt, heet meridiaan van Greenwich, mits men deze telt van Greenwich tot aan de polen; de andere helft van dien cirkel behoort dus niet tot dien meridiaan. Zoo opgevat, is elke meridiaan slechts een halve cirkel, gaande van pool tot pool. Daar de as in 't vlak van elken meridiaancirkel ligt, loopen alle meridianen recht Noord-Zuid, en daarom liggen ook alle plaatsen, die op denzelfden meridiaan liggen, Noord-Zuid van elkander, en liggen, om-



gekeerd, alle plaatsen, die recht Noord-Zuid van elkander liggen, op denzelfden meridiaan. De meridiaan, die over onze plaats loopt, heet onze meridiaan, of meridiaan van de plaats.

Omdat de plaats, waarvoor de globe gesteld is, altijd precies boven moet staan en dus altijd onder den koperen meridiaan van de globe ligt, stelt die koperen meridiaan den »meridiaan van de plaats» voor.

Normaal op de aardas en door het middelpunt der aarde, gaat het equatorvlak. Het snijdt het aardoppervlak volgens een grooten cirkel, dien wij op de globe vinden, en die 't aardoppervlak verdeelt in een Noordelijk en een Zuidelijk halfmond.

*Opgave.* Stel de globe zoo, dat de equator samenvalt met den horizon, *a* met het Noordelijk halfmond boven, *b* met het Zuidelijk halfmond boven. Stel de globe zoo, dat de as samenvalt met den horizon, de Noordpool in 't Noordpunt des horizons.

Evenwijdig aan den equator, vindt men cirkels op de globe, die den naam dragen van parallellen. Wij zien dat die parallellen kleiner zijn naarmate zij verder van den equator liggen. Draaien wij de globe om hare as, in den laatst aangegeven stand, dan zien wij dat de parallellen met den equator evenwijdig loopen, als wij slechts in 't oog houden, dat elk punt van eene parallel hetzelfde punt van den koperen meridiaan passeert.

Om de ligging van eene plaats op de aarde te bepalen, is het noodig aan te geven, op welken meridiaan en op welke parallel die plaats ligt. Het is namelijk duidelijk dat men door elke plaats een meridiaan en eene parallel kan trekken, al is het dat de globe dien meridiaan of die parallel niet aangeeft. De meridiaan, die over Greenwich (of over Ferro) gaat, is de meridiaan van  $0^{\circ}$  lengte, hij heet »de eerste meridiaan». Een meridiaan, die den equator snijdt  $10^{\circ}$  beoosten 't snijpunt van den eersten meridiaan met dezen, is de meridiaan van  $10^{\circ}$  O.-lengte, en bijgevolg is de lengte van alle plaatsen onder dien meridiaan  $10^{\circ}$  O. Evenzoo liggen alle plaatsen op  $10^{\circ}$  W.-lengte, als zij liggen op den meridiaan, die den equator snijdt  $10^{\circ}$  bewesten 't snijpunt van den eersten meridiaan met dezen.

*Opgave.* Overtuig u dat de globe  $30^{\circ}$  gedraaid moet worden om achtereenvolgens twee plaatsen onder den koperen meridiaan te brengen, die  $30^{\circ}$  in lengte verschillen. Bedien u daarbij van het koperen uurcirkeltje, dat gij bij een der polen vindt.

Men telt de lengte van 't snijpunt van den eersten meridiaan met den equator, langs dezen tot aan den

meridiaan van de plaats. Men telt haar Oostwaarts en Westwaarts tot  $180^\circ$ .

De koperen meridiaan is verdeeld in graden. Aan den eenen kant gaat die verdeeling van den equator uit, en deze verdeeling geeft de breedte aan. Hieruit volgt dat alle punten van ééne parallel op dezelfde breedte liggen.

Men telt de breedte van den equator af, langs den meridiaan van de plaats, tot aan de gevraagde plaats. Men telt haar Noordwaarts en Zuidwaarts tot aan de Noord- en Zuidpool.

Daarmede in overeenstemming, onderscheidt men Noorder- en Zuiderbreedte.

*Opgave.* Stel de globe voor  $80^\circ$  W.-L. en  $40^\circ$  Z.-B.; herhaal dit voor eenige andere lengten en breedten. Bepaal de lengte en breedte van St. Helena; herhaal dit voor eenige andere plaatsen.

*Vraagstuk.* Als Ferro  $17^\circ 40'$  bewesten Greenwich ligt en eene plaats ligt  $76^\circ 13'$  beoosten Ferro, op welke O.-L. van Greenwich ligt zij dan? En als eene plaats op  $179^\circ$  W.-L. van Ferro ligt, op welke lengte van Greenwich ligt zij dan?

• Onder de parallellen merken wij in 't bijzonder op die, welke op  $23\frac{1}{2}^\circ$  en  $66\frac{1}{2}^\circ$  N. en Z.-B. liggen. Deze heeten in de opgenoemde volgorde: de Kreeftskeerkring en de Steenbokskeerkring, de Noordpoolcirkel en de Zuidpoolcirkel. Die vier cirkels verdeelen 't aardoppervlak in klimaatgordels: tusschen de beide keerkringen vindt men keerkringsklimaat; tusschen den Kreeftskeerkring en den Noordpoolcirkel, alsmede tusschen den Steenbokskeerkring en den Zuidpoolcirkel heeft men de gematigde luchtstreek, terwijl binnen de Poolcirkels het bevrozen klimaat is gelegen.  $39,8\%$  van 't aardoppervlak heeft keerkringsklimaat,  $8,3\%$  bevroren klimaat, dus behoort  $51,9\%$  tot de gematigde luchtstreek.

Eindelijk vindt men op de aardglobe nog een grooten cirkel, die met den horizon samenvalt, als men de globe stelt op  $66\frac{1}{2}^\circ$  N.-B. en  $90^\circ$  W.-L. Dan raken de keerkringen den horizon, gaat de Noordpoolcirkel door het toppunt en de Zuidpoolcirkel door 't voetpunt. Op den horizon vindt men teekens, overeenkomende met dezelfde teekens bij dien cirkel. Die cirkel heet ecliptica.

### Grootte der aarde. — Verheid en vaart. — Loggen.

§ 3. Wij merkten op dat de equator een groote cirkel is; hij is dit omdat zijn vlak door 't middelpunt van den bol gaat, en dus eene

middellijn van dien cirkel tevens middellijn van den bol is. Zien wij dit laatste als het kenmerk van een grooten cirkel aan, dan herkennen wij in de meridianen eveneens groote cirkels, immers zij allen hebben de aardas (dus eene middellijn der aarde) tot gemeenschappelijke middellijn.

Om de grootte der aarde te meten, 't zij men daaronder mocht verstaan haren inhoud, haar oppervlak of hare middellijn, moet men uitgaan van de lengte van den omtrek des grooten cirkels. Hiertoe is niet noodig den geheelen omtrek te meten, een boog van dien cirkel is voldoende, mits men weet hoeveel graden boogs die boog bevat. Stellen wij ons voor dat Dunkerque en Barcelona op één meridiaan liggen, en dat de breedte van eerstgenoemde plaats precies  $9^\circ$  verschilt met die van laatstgenoemde: die meridiaanboog is dan een boog van  $9^\circ$  van een grooten cirkel. Laat eene zekere lengtemaat, toise genaamd, 512820,5 maal in dien boog begrepen zijn. Nu wil men de nieuwe lengte-eenheid, den Meter, vaststellen en bepaalt dat de lengte van die  $9^\circ$ boogs 1000000 M. zal bedragen. Dan heeft men:

$$\begin{aligned} 512820,5 \text{ toise} &= 1000000 \text{ M.} \\ 1 \text{ »} &= 1,95 \text{ »} \end{aligned}$$

waardoor dus de lengte van den Meter uit die van de gebezigde lengtemaat was afgeleid.

Daar nu

$$\begin{aligned} 9^\circ &= 1000000 \text{ M.} \\ \text{is } 360^\circ &= 40000000 \text{ »} \\ 1^\circ &= 111111,1 \text{ »} \\ \text{en } 1' &= 1852 \text{ M. bijna.} \end{aligned}$$

Deze minuut is de eenheid, waarmede de zeeman zijn afgelegden weg meet. Daar hij die weg verheid noemt, is deze minuut dus de »minuut verheid». De Engelschen noemen dezelve »nautical mile» of »mile»; maar, daar zij er ook eene »statute mile» op na houden, die korter is (1609 M.), mag de bijvoeging »nautical» niet altijd overbodig heeten.

Natuurlijk kan men de verheid-minuut ook meridiaan-minuut en equator-minuut noemen; beide uitdrukkingen worden samengevat in den naam grootcirkel-minuut.

$$\begin{aligned} 1 \text{ Duitse mijl} &= 4' = 7407,4 \text{ M.} \\ 1 \text{ uur gaans} &= 3' = 5555,5 \text{ »} \\ 360^\circ &= 360 \times 60' = 360 \times 15 \text{ D.mijl} = 5400 \text{ D.mijl.} \\ 1 &= \frac{\text{omtrek}}{2\pi} = \frac{5400 \text{ D.m.}}{2\pi} = \frac{1719 \text{ D.m.}}{2} = 859,5 \text{ D.mijl.} \end{aligned}$$

Het is duidelijk, dat de zeeman zijn weg niet meet, zooals men aan wal de lengte van een weg zou meten. Hij doet dit op eene der twee volgende manieren.

Ten eerste kan hij de patentlog laten slepen. De bladen vormen eene schroef, zoodat de log met het voortgaan van het schip om hare as draait. Het aantal omwentelingen wordt door middel van raderwerk op de wijzerplaat overgebracht. De eerste wijzer draait eens rond als het schip ééne minuut verheid, de tweede als het tien minuten, de derde als het honderd verheid-minuten heeft gemaakt. De eerste wijzerplaat is gewoonlijk in vieren, de andere twee zijn in tien verdeeld. Men kan dus gemakkelijk zien hoeveel verheid 't schip heeft afgelegd, vooral dan, als men bij 't overboord gooien, of wel 's middags te 12 uren, de wijzers op nul heeft gesteld.

Ten tweede kan hij de gewone log bezigen. Doch voor wij hierover iets zeggen, moeten wij eerst duidelijk maken wat de zeeman door vaart verstaat. Rekent men met Engelsche mijlen of grootcirkelminuten, dan is de tijdseenheid een uur; rekent men met Duitsche mijlen, dan is de tijdseenheid eene wacht. Daar nu eene Duitsche mijl = vier Engelsche is en eene wacht vier uren duurt, geeft, bij onveranderde snelheid, een zeker aantal Eng. mijlen per uur juist zooveel Duitsche mijlen per wacht.

Vaart is de verheid gedeeld door den tijd; vaart is dus de verheid per tijdseenheid, of ook 't aantal Engelsche mijlen verheid per uur of 't aantal Duitsche mijlen verheid per wacht. Welnu, met de gewone log meet men de vaart.

Nederlanders rekenen nogal veel met Duitsche mijlen; aanbeveling verdient dit niet. Men rekent 't gemakkelijkst met Engelsche mijlen. De getallen, die in de tafels VI en VI<sup>A</sup> van BROUWER voorkomen, zijn ook Engelsche mijlen.

Volgens het bovenstaande is de vaart dus het aantal malen, dat er in 1 uur of in 3600 seconden één Eng. mijl of 1852 M. is afgelegd; of 't aantal malen  $\frac{1852 \text{ M}}{3600} = 0,514 \text{ M.}$  per seconde. Loopt nu het logglaasje bijv. in 15 sec. leeg, dan meet men hoeveel lijn er in dien tijd is uitgelopen. Die lijn is in dat geval gemerkt met »knoopen» van  $15 \times 0,514 \text{ M.} = 7,7 \text{ M.}$  lengte, en daar 't schip, met éénmijls vaart loopende, 7,7 M. zou afleggen in de 15 sec., geeft het aantal uitgelopen knoopen onmiddellijk de vaart aan.

Eene nieuwe loglijn willende merken, zet men haar uit en spant haar. Dan bevochtigt men ze en, als ze droog is, spant men ze op nieuw;

men kan haar nu weer bevochtigen en deze bewerking een keer of drie herhalen, waarna zij voldoende gerekt is. Dan maakt men eene oog-splits met een oog zoo groot, dat het logplankje er door kan worden gestoken; 10 à 50 M. van daar steekt men eene lap vlaggedoek tusschen de tieren der lijn. Dat eind lijn is de voorloop en de lap is 't aanvangspunt van de eigenlijke gemeten lijn; van die lap begint men dus te meten.

Nadat men nauwkeurig bepaald heeft hoe lang het logglaasje loopt, bepaalt men de knooplengte. Die lengte zet men op de lijn af en merkt de verkregen punten achtereenvolgens met een lus, een touwtje met één knoop, eene lus, een touwtje met twee knoopen, eene lus, enz., tot zeven of acht knoopen toe.

Om te loggen wordt een persoon vereischt, die 't logplankje over boord werpt en de lijn door de hand laat looper, zorgende dat ze zóó willig uitloopt, dat 't plankje op zijne plaats blijft. Op 't oogenblik, dat de lap door zijne hand gaat, roept hij »torn», waarop een tweede persoon 't glas keert. Is 't glas leeg dan roept deze »stop», de eerstgenoemde houdt de lijn aan en ziet hoeveel er is uitgelopen. Hij telt het touwtje met één knoop voor 2 mijl, dat met 2 knoopen voor 4 mijl, enz.

Loopt het schip langzaam, bijv. minder dan 4 mijls vaart, dan bezigt men een logglaasje, dat dubbel zoo lang loopt als het gewone. Dan telt het touwtje met één knoop voor 1 mijl, met twee knoopen voor 2 mijl, enz. Dit wordt gedaan omdat de nauwkeurigheid, die men bij 't loggen verkrijgt, evenredig is aan de lengte der uitgelopen lijn, van de tornlap af gerekend; loopt het schip nu zeer langzaam, dan komt men door die verdubbeling tegemoet aan 't weinige der uitgelopen lijn.

Om altijd even nauwkeurig te loggen, moest men altijd evenveel meters lijn laten uitloopen en den tijd noteeren, voor dat uitloopen besteed. Dit was ook daarom beter, dewijl men met een gewoon secondehorloge een tijdsverloop nauwkeuriger bepaalt, dan met een zandlooper. Als men daarvoor een uurwerk bezigde, zooals men bij wedrennen gebruikt om den duur van den rit te bepalen, zou men de nauwkeurigste manier van loggen hebben. Dat aantal M. diende dan een zoodanig veelvoud van 0,514 M. te zijn, dat veel deelaars bevat, bijv.  $144 \times 0,514$  M. of nauw-

keuriger  $144 \times \frac{1852 \text{ M.}}{3600} = 0,04 \times 1852 \text{ M.} = 74,1 \text{ M.}$  Nu is 't duidelijik, dat het bij éénmijls vaart 144 sec. zou duren eer de 74,1 M. zouden zijn uitgelopen, dat eene bijv. driemaal grootere vaart driemaal kleiner tijd voor dat uitloopen zou eischen en dat dus 't product van 't aantal

mijlen vaart en 't aantal sec., voor 't uitloopen besteed, standvastig = 144 is. Deelt men bijgevolg 't aantal seconden, voor 't uitloopen besteed, op 144, dan is het quotient de vaart.

Dit komt overeen met het gissen buiten boord, waaromtrent men op blz. 412 van BROUWER'S tafel het noodige vindt Wij namen voor  $n$  144.

De voorloop dient om 't logplankje te voeren in water, dat niet door 't schip in beweging gebracht is, voor men met het eigenlijke vaart meten aanvangt. Bij een zeilschip moet het plankje aan lij over boord worden geworpen en buiten 't kielzog zijn, als de voorloop uitgelopen is; eene lengte van 25 à 30 M. mag daartoe voldoende geacht worden. Op een schroefstoomschip moet het plankje buiten het door de schroef in beweging gebrachte water zijn, en daartoe dient de voorloop op een groot schip eene lengte van 50 M. te hebben: een weg, die soms in 7 à 8 sec. wordt afgelegd. Op eene raderboot bezige men daarentegen eene zeer korte voorloop en werpe men 't plankje recht midscheeps achteruit; zoodoende blijft het 't best buiten den wielslag.

Bij snelle vaart willende loggen met eene standvastige lengte en een secondehorloge, neme men  $n$  grooter dan 144, bijv. 216; doch dan moet ook de lijn sterker zijn en kan men haar niet meer met de hand inhalen.

Ons blijft nog over, te verklaren, hoe men uit de gelogde vaart tot de verheid besluit. Logt men elk uur eens (en dan bij voorkeur op de halfuren) dan is de gelogde vaart de verheid in verheid-minuten, en men heeft dus eenvoudig samen te tellen wat men achtereenvolgens logde, om de gemaakte verheid in de wacht, in minuten uitgedrukt, te bekomen. Begeert men echter de verheid in Duitsche mijlen, dan deelt men de uitkomst door 4.

*Vraagstukken:*

1. Hoeveel meridiaan-minuten bedraagt de afstand van de Zuidpunt van Waigatz tot Punt-Zyghur (Vóór-Indie)?
2. Hoe ver ligt San Juan (Peru) van den lichttoren van Lewis (New-Yersey)?
3. Hoe groot is de afstand van Hoek-Darve of Dato (Oostkust van Sumatra) tot Mexiana-eiland (Brazilië)?
4. Hoeveel bedraagt het breedteverschil en het lengteverschil van Kaap Skagen en den Hoek van Spurn? Insgelijks van de Pentland-skerries en Kijkduin? En van Vanikoro (Nieuwe Hebriden) en Honoloele (Sandwich-eilanden)?
5. Een schip bevindt zich 's middags op  $29^{\circ}43'$  N.-B. en  $14^{\circ}49'$

W.-L. Het loopt 269' om de Zuid; op welke B. en L. bevindt het zich nu?

6. Gevraagd de afstand van twee plaatsen op  $0^{\circ}$  breedte, als de W.-L. der eene  $124^{\circ}16'$  en de O.-L. der andere  $103^{\circ}19'$  is. Twee antwoorden te geven.

7. Als een logglas in 22 sec. leegloopt, hoe lang moet dan de knoop der loglijn wezen?

8. Welken invloed heeft het op de verheid, zooals de log die geeft: *a* als het glaasje te lang loopt, *b* als de knopen te lang zijn?

9. Als een voetganger per uur 5555,5 M. aflegt, hoeveel mijls vaart loopt hij dan?

10. Een trein, die op elk station eventjes stopt, legt 30 K.M. per uur af, hoeveel mijls vaart maakt hij dan?

11. In hoeveel tijd zou een trein, die 50 K.M. per uur aflegt, een grooten cirkel van de aarde afleggen?

### Het net der wassende kaart.

§ 4. De globe is gelijkvormig aan de aarde, die zij afbeeldt; zij is dus eene getrouwe afbeelding. Alle landen en zeeën, die zij afbeeldt, hebben op de globe dezelfde betrekkelijke grootte als op de aarde. Het is echter licht in te zien, dat eene globe of groot en onhandelbaar, of klein en oppervlakkig moet zijn. Het zou n.l. onmogelijk zijn om op eene globe eene voldoende nauwkeurige afbeelding te geven van een zee-gat, als die globe niet eene middellijn had, grooter dan de breedte van het grootste schip. Aan den anderen kant is het evenwel onmogelijk om eene getrouwe afbeelding van 't aardoppervlak op een plat vlak te teekenen.

Uit het vorenstaande blijkt dat men nog andere afbeeldingen van de aarde, of van een deel er van, heeft moeten maken, al is het ook, dat men dan geene afbeelding kreeg, die met de aarde, of met dat deel ervan, gelijkvormig is. Die afbeeldingen moeten bovendien op een plat vlak zijn geteekend, om voor den zeeman bruikbaar te zijn. Men zal wel reeds begrepen hebben, dat die afbeeldingen de kaarten zijn.

Om eene kaart te maken, moet men eerst het net, d.i. het samenstel van meridianen en parallellen, teekenen. De wijze, waarop het net is samengesteld, bepaalt den naam der kaartprojectie. De zeeman gebruikt

kaarten naar Mercator's projectie, dat wil zeggen, dat de wijze van projecteeren der zeekaarten die is, welke door Mercator is uitgevonden. Men noemt zoodanige kaarten veelal wassende kaarten.

Wij zullen onze globe op eene kaart naar Mercator's projectie, dus op eene wassende kaart, overbrengen. De breedte van 't papier, gemeten van links naar rechts, zoo als het vóór ons ligt, moet overeenkomen met de lengte van den equator op de globe; de hoogte moet zeer groot zijn. Wij trekken eene streep van links naar rechts, ter halver hoogte, en verdeelen die in 36 gelijke deelen, elk van 10°. Die deelen komen dus overeen met 10° van den equator op de globe. Door elk dier deelpunten trekken wij eene loodlijn naar boven en beneden, zoo lang als zij vallen kan. De eerste lijn is de equator, de laatstgenoemden zijn de meridianen van 0°, 10°, 20° enz. O.- en W.-lengte. Zal Afrika aan den linkerkant vallen, dan nemen wij 20° W.-L. aan den linkerkant; men kan dit evenwel nemen zooals men wil.

Het blijkt nu alvast, daar de meridianen op de aarde recht Zuid-Noord loopen, dat op de wassende kaart alle Zuid-Noord-lijnen evenwijdig zijn en rechthoekig op den equator staan. Ook blijkt dat, evenals op de globe, de equator op de kaart rechthoekig op de meridianen staat, dus eene Oost-West-lijn is, rechthoekig op eene Noord-Zuid-lijn. Eindelijk nog valt het in te zien, dat de meridianen op de kaart elkaar nooit zullen ontmoeten, dat men dus op de kaart nooit aan de pool zou komen. Vandaar dat wij de hoogte der kaart niet nader hebben aangegeven, dan alleen door te zeggen dat die zeer groot moet zijn.

Voor dat wij het net verder afwerken, zal het dienstig zijn, eerst te verklaren wat wij verstaan onder de schaal van eene kaart of van eene teekening. Nemen wij eene lijn op eene teekening en diezelfde lijn van het voorwerp, waarvan de teekening is genomen, dan is de verhouding van de eerste tot de laatste de schaal. En als de teekening gelijkvormig is met het afgeteekende platte vlak van 't voorwerp, dan is die schaal voor alle lijnen dezelfde. Is bijv. eene lijn van 1 M. op 't voorwerp gemeten, op de teekening overgebracht als eene lijn van 2 cM., dan is de schaal  $\frac{2 \text{ c.M.}}{1 \text{ M.}} = \frac{1}{50}$

*Vraagstukken:*

1. Als 10° van den equator, op de globe en op de kaart overgebracht is door eene lijn van 37,837 m.M., welke is dan de schaal?

De gevonden schaal,  $\frac{1}{3000000}$ , geldt nu voor de geheele globe, want



die is gelijkvormig aan de aarde. Die schaal geldt eveneens voor den equator op de kaart; maar niet verder!

2. In de school hangt eene teekening van den romp van een schip; welke is hare schaal?

Thans zullen wij er toe overgaan, de parallellen te teekenen. Op de globe waren  $10^\circ$  op den equator  $37,037$  m.M. lang, dan zijn  $10^\circ$  van de parallellen van  $10^\circ$  N.- en Z.-breedte op de globe  $0,985 \times 37,037$  m.M., en  $10^\circ$  over 't midden tusschen  $0^\circ$  en  $10^\circ$  B.  $0,996 \times 37,037$  m.M. lang. Op de kaart worden ze  $37,037$  m.M. lang. Maar  $10^\circ$  van den meridiaan zijn op de globe  $37,037$  m.M. lang en op de kaart maken wij deze  $1,005 \times 37,037$  m.M. lang. Zoo komt het dat wij krijgen:

Breedte op de globe over 't midden van de ruit: breedte op de kaart =  
 lengte op de globe: lengte op de kaart of

$$0,996 \times 37,037 \text{ m.M.} : 37,037 \text{ m.M.} = 37,037 \text{ m.M.} : 1,005 \times 37,037 \text{ m.M. nagenoeg.}$$

De  $37,037$  m.M. kan men schrappen uit de evenredigheid; dat beteekent, dat die evenredigheid niets met de schaal zelve te maken heeft. De  $10^\circ$  van de parallellen van  $20^\circ$  N.- en Z.-B. zijn op de globe  $0,94 \times 37,037$  m.M. en die van  $15^\circ$  N.- en Z.-B.  $0,966 \times 37,037$  m.M. lang. Op de kaart worden ze  $37,037$  m.M. lang. Maar  $10^\circ$  van den meridiaan zijn op de globe  $37,037$  m.M. en op de kaart maken wij deze (van  $10^\circ$  tot  $20^\circ$  B.)  $1,035 \times 37,037$  m.M. lang. En weer is:

$$0,966 \times 37,037 \text{ m.M.} : 37,037 \text{ m.M.} = 37,037 \text{ m.M.} : 1,035 \times 37,037 \text{ m.M.}$$

Zoo gaan wij steeds voort; naarmate de parallellen op de globe kleiner worden, als wij ons van den equator verwijderen, maken wij de bogen van  $10$  meridiaan-graden op de kaart langer. Steeds wordt daarbij de opgegeven evenredigheid in acht genomen. Maar daar eene parallel op de globe bij 't naderen tot de polen eindelijk oneindig klein wordt, zou daar een meridiaan-deel op de kaart oneindig groot worden. Wij kunnen dus geene wassende kaart maken van de geheele aarde, steeds moet het poolgebied overblijven.

Daar alle meridiaan-graden in werkelijkheid, evenals op de globe, even lang zijn, en wij ze op de kaart langer hebben genomen naarmate de breedte toenam; daar verder de parallel-graden in werkelijkheid, even als op de globe, afnemen, naarmate de breedte toeneemt, en wij ze op de kaart even lang hebben genomen, blijkt het dat de schaal van de wassende kaart toeneemt met de breedte. Om echter te kunnen blijven spreken van eene schaal, was het noodig dat die toename van de schaal in de breedte en in de lengte naar dezelfde verhouding plaats greep. Daarvoor is gezorgd door bovengenoemde evenredigheid.