Over de afwijkingen van het kompas, voortgebracht door de aantrekking van het scheepsijzer

OVER

DE AFWIJKINGEN VAN HET KOMPAS,

VOORTGEBRAGT DOOR DE

AANTREKKING VAN HET SCHEEPS-IJZER.

DOOR

F. J. STAMKART.

Uitgegeven door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1856.

OVER

DE AFWIJKINGEN VAN HET KOMPAS,

VOORTGEBRAGT DOOR DE

AANTREKKING VAN HET SCHEEPS-IJZER.

DOOR

F. J. STAMKART.

Uitgegeven door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

AMSTERDAM,
C. G. VAN DER POST.
1856.

OVER

DE AFWIJKINGEN VAN HET KOMPAS,

VOORTGEBRAGT DOOR DE

AANTREKKING VAN HET SCHEEPS-IJZER.

DOOR

F. J. STAMKART.

Het ijzer, zooals het aan boord van schepen voorkomt, hetzij dat het een deel van de zamenstelling en uitrusting van het schip uitmaakt, dat het tot de lading behoort, of dat het geheele schip van ijzer vervaardigd is, kan noch beschouwd worden alsof het geheel geen blijvend magnetismus bevatte, zooals geheel week ijzer, noch als hard ijzer of staal, dat in eene bepaalde rigting of rigtingen gemagnetiseerd is. Een tusschentoestand is hier veel meer aanwezig, in dien zin, dat het ijzer gedeeltelijk op de kompasnaald werkt alsof het geheel alleen door den invloed van het aard-magnetismus magnetisch was geworden, telkens in andere rigtingen, naar gelang van de bewegingen van het schip; gedeeltelijk alsof het blijvend magnetismus bevat in bepaalde rigtingen met betrekking tot het schip. Het is bekend, dat dit blijvend magnetismus, voor zoover week en meer of minder hard ijzer betreft, niet zoo standvastig is als het magnetismus in staal-magneten; dat het door buigen, slaan, stooten enz. verandert, en ook daardoor, dat het ijzer langdurig in eenen zelfden stand aan de inductie van het aard-magnetismus wordt blootgesteld. Met betrekking tot het magnetismus in ijzer hebben wij alzoo eene opklimmende reeks van toestanden: te beginnen met dien toestand, waarbij de magnetische kracht alleen bepaald wordt door de *inductie van het oogenblik* van het aard-magnetismus, terstond veranderende met elke draaijende beweging der ijzermassa; vervolgens den toestand, waarbij de magnetische kracht minder of meerder blijvend is; tot eindelijk de standvastige magnetische kracht, zooals in goede staal-magneten, die wij ons geheel onafhankelijk van tijd en stelling (des staals) kunnen voorstellen. Wij zullen, kortheidshalve, den geheel beweeglijken toestand dien van *week* ijzer, de meer standvastige kracht die van *hard* ijzer noemen: beide toestanden komen in het algemeen gelijktijdig in elk stuk ijzer voor.

De voorstelling eener onvolkomene beweeglijkheid van het magnetismus brengt mede, dat als een schip langen tijd in rust blijft, het meer en meer nadert tot eenen toestand, waarbij een maximum van standvastig magnetismus plaats vindt, afhangende van de plaats op de aarde waar het schip zich bevindt, en van de stelling die het heeft ten opzigte van de rigting eener in haar zwaartepunt vrij opgehangen magneetnaald. Wanneer een schip zich in eenen met betrekking tot de aarde kleinen omtrek beweegt, zal de verhouding van het vaste en beweeglijke magnetismus eene andere kunnen zijn. Hierbij echter blijft in het schip ééne rigting, met betrekking tot de rigting der inclinerende naald, bijna standvastig, te weten de vertikale rigting. Ontbindt men de werking van het aard-magnetismus in drie rigtingen, naar het Noorden, Oosten en vertikaal nederwaarts, en beschouwt men de geheele werking als voortgebragt door de werkingen in de drie rigtingen afzonderlijk, dan zal de werking in de vertikale rigting aan het schip de eigenschap van eenen bijna standvastigen magneet mededeelen. Wanneer het schip zich op eene verre reis over de oppervlakte verplaatst en in streken komt, waar de rigting der inclinerende naald merkelijk anders is, dan zal op den togt derwaarts, gaande weg, spoediger of langzamer, de magnetische toestand van het schip gewijzigd kunnen worden, in dier voege, dat bij de aankomst op eenig ver van de plaats van het vertrek verwijderd punt, de magnetische toestand, — en meer bepaald, zoo het schijnt de meer blijvende toestand van het schip, — nog niet geworden is, wat hij na eenigen tijd van verblijf aldaar worden moet. Hierbij echter blijft op elk oogenblik de voorstelling van het scheeps-ijzer als gedeeltelijk *week*, en gedeeltelijk *hard* steeds bestaan; maar de verhouding van beide gedeelten tot elkander *kan* veranderen, in het algemeen zeker slechts binnen enge grenzen, soms, in buitengewone omstandigheden, is het welligt tot meerdere uitgestrektheid mogelijk. De vraag is hierbij, of bij eene verandering in den tijdelijk blijvenden magnetischen toestand, de oogenblikkelijk geinduceerde magneetkracht *dezelfde* blijft als vroeger? Of de magnetische werking van een stuk ijzer zuiver alleen *de som* is van de uiting der magneetkracht, die er toevallig in aanwezig is, en van de geïnduceerde kracht, die er op het oogenblik zelf in wordt opgewekt, en of alzoo deze laatste kracht onafhankelijk van de eerste is?

In de *Resultate aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins*, von Gaus *und* Weber, van het jaar 1841, pag. 85, komen hieromtrent eenige proeven voor met staven week ijzer, genomen door Weber. Het opstel luidt: *Magnetisirung des Eisens durch die Erde*, en toont aan, dat als week ijzer door inductie, hetzij van het aard-magnetismus, hetzij door magneetstaven voortgebragt, gemagnetiseerd wordt, er eene zekere soort van tegenstand, die met den tegenstand der wrijving vergeleken kan worden, plaats heeft. — Het komt mij voor, dat eene vergelijking van den bedoelden tegenstand met dien eener wrijving niet geheel passende is; liever zoude ik tot beeld kiezen de kleeving eener vloeistof, omdat de minst aangewende kracht blijkt uitwerking te hebben, hetgeen bij tegenstand van wrijving het geval niet is.

Om zooveel mogelijk tot de beantwoording onzer vraag te komen, zoo kunnen hiervoor alleen de vier eerste proeven van Weber dienen. Uit de eerste en tweede proef, genomen met twee staven van gelijke afmetingen, maar die *zeer verschillende* blijvende magneetkrachten bezaten, blijkt dat evenwel het beweeglijke magnetismus, hetgeen even snel bij de omlegging der staaf verandert, voor beide staven zoo nabij eene zelfde waarde had, dat Weber een midden uit de twee bepalingen van het beweeglijke magnetismus konde nemen. Uit de derde proef, met eene derde staaf genomen, volgt alleen, dat bij regelmatige omleggingen, met tusschentijden van 3 à 4 minuten, ook telkens in dezelfde standen dezelfde afwijkingen voortgebragt werden.

De vierde proef werd met eene grootere staaf, lang 1216, breed 77,6 en dik 14,7 mm. genomen. De staaf was eerst een tijdlang regtop (vertikaal) nedergezet, met het geteekende einde A naar beneden. Daarop onderzocht men de afwijkingen, die zij in zekere stelling, N en Z gerigt, voortbragt, zoowel met het einde A naar het Noorden, als, na omlegging, met A naar het Zuiden. Daarop werd de staaf een tijdlang weder vertikaal neêrgezet, maar met het einde A naar boven, en vervolgens dezelfde proeven, in dezelfde stelling der staaf met het omleggen herhaald. Het bleek, dat het blijvende magnetismus der staaf nu veranderd was — het was verminderd — maar, dat het veranderlijke zeer nabij dezelfde waarde behouden had. Zoo wij het blijvende door *b*, het veranderlijke door *v* voorstellen, dan was:

$$\text{bij de eerste proef} \left\{ \begin{array}{llllll} b & \text{evenredig} & \text{aan} & \text{het} & \text{getal} & 163{,}52. \\ v & \text{»} & \text{»} & \text{»} & \text{»} & 705{,}30. \end{array} \right.$$

$$\text{bij de tweede proef} \left\{ \begin{array}{llllll} b & \text{evenredig} & \text{aan} & \text{het} & \text{getal} & 87{,}66. \\ v & \text{»} & \text{»} & \text{»} & \text{»} & 702{,}23. \end{array} \right.$$

WEBER vermeldt niet *hoe lang* de staaf regtop gestaan heeft, hetgeen voor ons onderwerp niet onbelangrijk geweest zoude zijn om te weten.

Ten einde meerdere ervaring te erlangen heb ik zelf, zoover mijne hulpmiddelen strekten, eenige proeven ingesteld met zes verschillende staven: eene tijdelijk in mijne kamer opgehangen magneetnaald met een spiegeltje, diende daarbij om de afwijkingen waar te nemen. De staven werden gelegd beurtelings met de middens, ten ZO. en ten ZW. van de magneetnaald, op eenen afstand van $353\frac{1}{2}$ mm., te weten 250 mm. Zuidelijker en 250 mm. Oostelijker of Westelijker, waarbij zij steeds Noord en Zuid gerigt waren. In deze stelling is de afwijking die zij voort kunnen brengen een maximum, met betrekking tot de streek, waarin de staven ten aanzien van de naald liggen. De proeven zijn voorts op de volgende wijze genomen: 1°. Eene opteekening van den stand der naald op eene verwijderde schaal, *zonder* de staaf. 2°. De staaf ten ZO., met het eene einde A naar het Noorden, en dan omgekeerd met het einde A naar het Zuiden. 3°. Dezelfde dubbele waarneming met de staaf in het ZW. 4°. Nogmaals eene dubbele waarneming met de staaf in het ZO; en eindelijk 5°. Eene opteekening *zonder* de staaf. Tusschen twee waarnemingen verliepen ongeveer 4′ tijds. Een enkel voorbeeld zal voldoende zijn dit nader op te helderen, zoowel als om de wijze van berekening aan te wijzen.

Den 6[den] Junij 1855 's avonds. N°. 5. Ronde staaf.

	TIJD.	AFLEZING OP DE SCHAAL.	½ SOM.	½ VERSCHIL.
		mm.		
Zonder Staaf.	6u 18′	1167,0		
Staaf ZO. A Noord.	6u 23′	1223,0	1197,15	25,85
» A Zuid. .	6u 28½′	1171,3		
Staaf ZW. A Noord.	6u 31½′	1114,0	1139,00	25,00
» A Zuid. .	6u 35′	1164,0		
Staaf ZO. A Zuid. .	6u 38½′	1172,0	1197,1	25,10
» A Noord.	6u 42′	1222,2		
Zonder Staaf.	6u 45′	1167,8		

Wij hebben alzoo gemiddeld in het ZO.	1197,12	25,47
in het ZW.	1139,00	25,00
gemiddelde stand der naald. . . . . . ½ som.	1168,06	
Afwijking door het beweeglijke magnetismus voortgebragt. . . . . ½ verschil. . .	29,06	
Afwijking door het blijvende magnetismus voortgebragt.		Gem. 25,24

De gemiddelde stand der naald, opgemaakt uit de beide opteekeningen *zonder* de staaf, is 1167,40, alzoo iets verschillend van den gemiddelden stand volgens de waarnemingen met de staaf *regts* en *links;* hetgeen hetzij aan de fouten der waarnemingen of ook aan eene onregelmatige beweging der naald te wijten is. Ten einde het blijvende magnetismus te veranderen, heb ik de staven tweemalen laten vallen van eene hoogte = 500 mm. en nog eenmaal van 1000 mm. hoogte, zoowel met het einde A als daarna ook met het andere einde B, op eenen planken vloer. Na elke valling zijn de afwijkingen waargenomen. Op eene enkele uitzondering na — waarbij mogelijk eene vergissing heeft plaats gehad, of hoe het ook gekomen is — zijn steeds de *onderste* einden na de valling toegenomen gevonden in Zuidelijk magnetismus, of afgenomen in Noordelijk, gelijk te voorzien was.

De op deze wijze verkregen uitkomsten zijn vervat in de hierbij gevoegde

Tabel I. De eerste kolom wijst den datum der waarneming aan; de tweede den toestand der staaf; de derde den gemiddelden stand van de magneetnaald, volgens de twee waarnemingen *zonder staaf* gedaan; de vierde kolom geeft denzelfden stand volgens het gemiddelde van de 6 opteekeningen met de staaf ZO. en ZW. In de vijfde kolom vindt men de hoegrootheid der afwijking door het blijvende magnetismus voortgebragt + indien het einde A Zuidelijk magnetismus bevat, — indien de polen omgekeerd zijn. In de zesde eindelijk de afwijking door het beweeglijke magnetismus veroorzaakt, beide in deelen van de schaal, waarvan ieder deel met $\frac{1}{3522}$ of 0',97608 = 58'',565 overeenstemt.

Men ziet uit deze tabel, dat niettegenstaande het blijvende magnetismus bij elk der staven aanmerkelijke veranderingen ondergaan heeft door het stooten op de einden, het beweeglijke magnetismus echter zeer nabij dezelfde waarde behouden heeft. Kleine veranderingen komen zekerlijk in deze kolom voor, maar eensdeels zijn hieronder zekerlijk de fouten der waarnemingen begrepen, anderdeels de onregelmatige afwijkingen die de naald gedurende eene reeks waarnemingen kan gemaakt hebben, waaraan alleen, of grootendeels de verschillen tusschen de getallen in de 5de en 4de kolom schijnen toegeschreven te moeten worden. Opmerkelijk is het echter, dat over het geheel het beweeglijke magnetismus iets schijnt toe te nemen, zoowel wanneer het blijvende grooter is geworden, als ook na het plaats hebben van eenen val, dierwijze, dat het beweeglijke magnetismus iets grooter schijnt te worden, als door den val het blijvende magnetismus *vergroot* is, en men de waarneming kort *na* den val — bijv. binnen 1 uur daarna — bewerkstelligt. De vijf eerste staven, waarvan het beweeglijke magnetismus bij de eerste proeven iets was toegenomen, vertoonen alle weder eene vermindering in *dit* magnetismus, nadat zij twee of meer dagen in rust in de rigting O—W. gelegen hadden, terwijl het blijvende magnetismus door die rust betrekkelijk veel minder veranderd was. De zesde staaf is nadat zij rustig gelegen had niet waargenomen.

Wij mogen uit deze proeven, naar het mij voorkomt, met betrekking tot ijzeren schepen dit besluit opmaken, dat indien de werking op het kompas mogt veranderen, zonder dat het schip aanmerkelijk van plaats verandert, of indien die werking veranderd mogt zijn na het volbrengen eener reis en de terugkomst op dezelfde plaats, dit alleen aan eene *verandering* in het *blijvende magnetismus* toegeschreven kan worden. En voorts dat, indien gedurende eene reis, de veranderingen in de afwijkingen van het kompas, die noodwendig ten gevolge van de verandering in de inclinatie der naald en in de intensiteit van het aard-magnetismus moeten plaats hebben, niet volkomen volgens de formulen van POISSON mogten plaats grijpen, dit evenzoo aan langzame of, soms toevallig, aan meer plotselinge veranderingen van het blijvende magnetismus geweten moet worden. Wij zullen in het vervolg zien, dat deze veranderingen in het algemeen klein zijn en langzaam voortgaan. Men kan dus, zoo men wil, drie verschillende toestanden van het magnetismus in een ijzeren schip onderscheiden: eerstelijk het beweeglijke deel, dat bij elke beweging van het schip verandert, volgens wetten, die door de formulen van POISSON voorgesteld — althans zeker zeer nabij voorgesteld — worden; — ten tweede een magnetismus, dat niet met de bewegingen van het schip terstond verandert, maar slechts aan langzame, met den tijd voortgaande kleine veranderingen onderworpen is, in de eene of andere rigting, of ook afwisselend in verschillende rigtingen, en dat soms, in buitengewone omstandigheden, tot eenig meerder bedrag, althans *kan* veranderen, — zooals door eenen hevigen schok, gelijk onze vallende staven; — ten derde een magnetismus, dat zoo blijvend is als in staal-magneten. De onderscheiding is niet wezenlijk, maar slechts als eene wijze van voorstelling bijgebragt. De beide laatste soorten kunnen op elk oogenblik, door het behoorlijk aanbrengen van magneetstaven, geneutraliseerd worden, en de eerste soort in het algemeen voor het grootste gedeelte insgelijks.

Over de veranderingen in de magnetische werking van ijzeren schepen op het kompas, is in het laatst des voorgaanden jaars eene levendige discussie gevoerd tusschen Dr. SCORESBY en den Kon. Sterrekundige AIRY. Dr. SCORESBY bragt het onderwerp ter sprake bij gelegenheid van de 24ste bijeenkomst of *Meeting* der *Britsche Associatie* (October 1854). AIRY, toen niet tegenwoordig geweest zijnde, antwoordde een weinig later, en Dr. SCORESBY kwam op het onderwerp ook terug, om zijne denkbeelden meer uiteen te zetten en te staven. Men vindt de verschillende stukken, zoo van SCORESBY en AIRY als van enkele andere medestrijders, in het Engelsche Tijdschrift *The Athenaeum*, N°. 1406, 1408, 1409, 1411, 1415 en 1416, of 7, 21 en 28 October, 11 November, 9 en 16 December des voorgaanden jaars. De aanleiding, welke Dr. SCORESBY tot zijne eerste voordragt had, was het ongelukkig stranden en vergaan van het ijzeren schip *The Taileur*, in Januarij 1854, op eene rots in het Iersche Kanaal, slechts twee dagen na het vertrek van het schip uit Liverpool, waarbij 290 menschenlevens verloren gingen. Volgens SCORESBY zoude het ongeluk te wijten zijn aan eene plotselinge verandering der magnetische werking van het ijzer, voortgebragt door het stooten van het schip tegen de baren, terwijl het met stormweder in eene Zuidelijke rigting stevende, eene rigting die toevallig bijna tegengesteld was van de rigting waarin het schip op stapel gestaan had en gebouwd was. Van twee kompassen, het stuurkompas bij het roer, en een ander nabij de bezaansmast, welke beide vooraf door middel van magneetstaven verbeterd en gelijkwijzend gemaakt waren, zouden de aanwijzingen, op den morgen van het ongeluk, bijna *twee* streken verschil hebben opgeleverd. AIRY, in zijn antwoord, spreekt de Rapporten, die na het ongeluk opgemaakt zijn, niet regtstreeks tegen, maar zegt: wel overtuigd te zijn, dat eene zoo groote verandering in zulk eenen korten tijd alleronwaarschijnlijkst is, en dat, volgens onze tegenwoordige kennis, in de gegeven omstandigheden niets geregtigt om eene verandering tot dat bedrag aan te nemen. Natuurlijk worden door AIRY de bekende feiten toegestemd, dat ijzer door slaan, stooten, buigen enz. magnetisch wordt, of, om met SCORESBY te spreken, eene *retentieve* magneetkracht erlangt; maar hij gelooft niet, dat de werking der baren op een schip hiertoe tot zulk een beduidend bedrag in een kort tijdsbestek in staat is. Daarentegen maakt AIRY opmerkzaam op de wijze van het leggen van magneetstaven nabij het kompas, dat, gelijk bekend is, op twee verschillende manieren geschieden kan: zoo namelijk, dat eene lijn, uit het midden van het kompas naar het midden eener staaf getrokken, loodregt op het midden der staaf staat; of zoo, dat de verlengde rigting der staven door het projectie-punt van het midden van het kompas op het dek gaat, waarbij dus een der polen van elk der staven naar dit projectie-punt wijst. Deze laatste manier, bij onze naburen *The End-one* genaamd, wordt door AIRY afgekeurd, omdat daarbij tevens eene kracht op het kompas ontstaat, die loodregt op het dek gerigt is, hetgeen bij de eerste wijze van het aanbrengen der staven niet plaats heeft. Deze opmerking is inderdaad van gewigt; want, vooreerst kan men bij het leggen der magneetstaven met de einden naar het kompas toe, naar willekeur of de Noord- of de Zuidpool naar het kompas rigten, zoo men slechts de staaf aan deze of gene zijde van het kompas legt. Eene staaf aan stuurboordzijde, met de Noordpool naar het kompas gerigt, doet dezelfde werking evenwijdig aan het dek, als eene staaf aan bakboordzijde met de Zuidpool naar het kompas. De vertikale kracht werkt echter in het eerste geval *opwaarts*, en in het tweede geval *nederwaarts* op de noordpool der kompasnaald. — Het kan dus gebeuren, dat de vertikale kracht van de magneetstaaf met de verstorende vertikale kracht van het scheeps-ijzer zamenwerkt, of deze terugstreeft. In het eerste geval is het zeker, dat bij eene overhelling van het schip aanmerkelijke afwijkingen van het kompas ontstaan moeten. Ten andere merken wij op, dat de afwijkingen wegens de overhellingen het sterkste zijn bij zuidelijke en noordelijke koersen (gelijk dit uit de formule en uit de proeven blijkt), en dat het ongeluk met *the Taileur* bij eene zuidelijke koers gebeurd is.

Het is moeijelijk bij eene discussie, die van weêrskanten, naar het schijnt, niet met genoegzame kalmte gevoerd is, een gegrond oordeel te vellen. Dat het ijzer door slaan, buigen enz. magnetisch wordt, en dat de wijze hoe, ook van de stelling afhangt, die het op het oogenblik van den schok of buiging heeft, is wel bewezen, en dat dit ook in het groot bij een ijzeren schip tot eenig bedrag moet plaats hebben, wanneer het schip op zee in beweging zijnde, soms tegen eene baar schokt, of door de kracht op de masten een weinig gebogen wordt, moet, dunkt mij, aan Dr. Scoresby toegegeven worden; maar of eene verandering, waardoor twee kompassen in weinig tijds 2 streken zouden verschillen, werkelijk op de *Taileur* heeft plaats gehad, is uit het medegedeelde in *the Atheneum* niet te beslissen; daartoe ontbreken alle noodige opgaven, en het is zeer te betwijfelen of die wel aanwezig zijn. — De bewijzen, die Dr. Scoresby in zijn laatste artikel (Atheneum N°. 1527) voor eene verandering in het magnetismus van ijzeren schepen reeds dadelijk of kort na het afloopen opgeeft, zijn allesbehalve afdoende. — Airy zijnerzijds gewaagt van de mogelijkheid, dat magneetstaven meermalen van kracht zouden verliezen, en meent reden te hebben, om, in de meeste gevallen wanneer de verbetering door de staven aangebragt, na eenigen tijd onvoldoende bleek, dit te moeten toeschrijven aan eene verandering in de kracht der staven en niet in de werking van het schip. — Ook dit kan, geloof ik, zonder speciaal bewijs voor elk geval, niet aangenomen worden, ten minste als het goede en goed gemagnetiseerde staven geldt.

Zonder bij deze discussie langer stil te staan, omdat ik niet geloof, dat zij meerder licht over de zaak verspreiden kan, zullen wij eerstelijk op eene beknopte wijze de formulen ontwikkelen, waardoor de afwijkingen van het kompas voorgesteld kunnen worden, wanneer een schip verschillende standen aanneemt en over de oppervlakte der aarde zich verplaatst, naar aanleiding der theorie van POISSON, te vinden in de *Mémoires de l'Academie Royale des Sciences de l'Institut de France* voor het jaar 1838; verder de formulen toepassen op meerdere reeksen van waargenomen afwijkingen, bijeen verzameld in een belangrijk werk: *Practical Illustrations of the necessity for assentaining the Deviations of the Compass etc. by Captain* EDWARD J. JOHNSON. R. N. F. R. S. *superintendent of the Compass Departement of the Royal Navy*, tweede druk, Londen 1852. — Hieruit zal blijken, dat in het algemeen de meermalen genoemde veranderingen in den magnetischen toestand van schepen niet aanmerkelijk zijn en ook langzaam voortgaan. AIRY beroept zich op het werk van JOHNSON, en dit is mogelijk het beste door hem bijgebragte argument, dat niet tegengesproken is.

De aangehaalde Mémoire van den benoemden POISSON handelt over de *Afwijkingen van het kompas, voortgebragt door het ijzer der schepen*, en grondt zich op de uitkomsten van twee vroegere verhandelingen in de *Mémoires de l'Institut*, van 1821—1822. POISSON ontwikkelt de gevolgen, die uit de onderstelling, dat het scheepsijzer geheel alleen uit week ijzer bestaat, voortvloeijen, dat is, wanneer het geen spoor van blijvend magnetismus bezit. De noodzakelijke onderstelling, dat ook standvastige magnetische krachten aanwezig zijn, die aan AIRY toekomt, is er gemakkelijk aan toe te voegen, en gelijk uit de *Philosophical Transactions* wel bekend is, door Mr. ARCHIBALD SMITH in zijne formulen voor de afwijkingen der kompassen opgenomen.

Met aan deze belangrijke stukken te herinneren zij tevens gezegd, dat ik er weinig heb kunnen bijvoegen: alleenlijk heb ik ook de termen ontwikkeld, die van eene overhelling naar stuur- of bakboord afhangen, en die, welke ontstaan wanneer de voor- of achtersteven opgeligt wordt, welke dus de afwijkingen van het kompas voorstellen bij een hellend en ook bij een stampend schip.

Volgens het door POISSON voor eenen bol en eene ellipsoïde bewezene, en voor eene onregelmatige ijzermassa aangenomene, zijn de drie zamenstellende krachten, die op een magnetisch deeltje van de kompasnaald werken, *linéaire functiën* van de drie zamenstellende krachten der aard-magnetische kracht. Dit is strict genomen de eenigste hypothese, die echter veroorloofd is, hetzij dat men ze met POISSON aanneemt als bij een zeker soort van inductie, daar zij voor den bol en de ellipsoide met de waarnemingen overeenkomstige resultaten geeft; hetzij dat men opmerkt, dat noodwendig de drie krachten, die op een magnetisch deeltje der naald werken, *functiën* zijn moeten van de drie ontbondenen der aardmagnetische kracht, en van standvastige grootheden, die van de figuur en de gesteldheid der ijzermassa afhankelijk zijn; en dat als men deze functiën in reeksen ontwikkelt, volgens de ontbondenen der aardmagnetische kracht gerangschikt, dat dan lineaire uitdrukkingen de eerste termen dezer reeksen zijn zullen, die, in het algemeen genomen, zeker voor het hier beoogde, genoegzaam naauwkeurige waarden bezitten.

Laat dan X', Y', Z' de drie ontbondenen zijn der kracht, die op de noordpool der magneetnaald werkt; X' in de rigting naar den *voorsteven,* evenwijdig aan de kiel van het schip; Y' naar *stuurboordzijde,* evenwijdig aan het dek; Z' nederwaarts, regthoekig aan het dek, of evenwijdig aan den mast, (als deze regthoekig op de kiel staat); α', β', γ' de drie ontbondenen der aardmagnetische kracht, in dezelfde rigtingen; en, A, B, C enz. standvastige grootheden, van den vorm der ijzermassa's, hunne gesteldheid ten opzigte van het magnetismus, en de plaatsing van het kompas afhankelijk; eindelijk P, Q, R drie standvastig werkende magnetische krachten, dan zal men hebben:

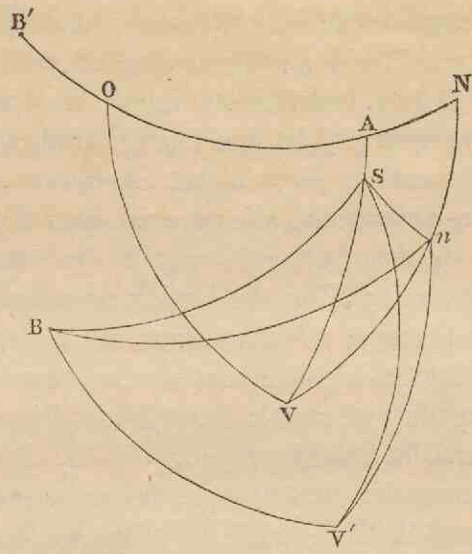
$$\left.\begin{aligned} X' &= (1 + A)\,\alpha' + B\,\beta' + C\,\gamma' + P \\ Y' &= D\,\alpha' + (1 + E)\,\beta' + F.\,\gamma' + Q \\ Z' &= G\,\alpha' + H\,\beta' + (1 + K)\,\gamma' + R \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Wij schrijven $(1 + A)$, $(1 + E)$ en $(1 + K)$ om daardoor de magnetische werking van het aardmagnetismus, mede in de formulen te begrijpen: A, B, C enz., zijn in het algemeen kleine grootheden, en kunnen het, door eene geschikte plaatsing van het kompas, zooveel mogelijk buiten de onmiddellijke nabijheid van ijzer, altijd zijn.

Poisson neemt in zijne Memorie van 1838, de rigting der zamenstellende krachten eenigzins anders, te weten X en Y *horizontaal* en Z *vertikaal;* hierdoor verliest hij het voordeel om de overhellingen van het schip en het stampen mede in zijne formulen te begrijpen.

Laat in de hierbij gevoegde figuur, N, O en V drie punten aan den hemel voorstellen, N het magnetische noorden, O het oosten, V het voetpunt; *n* het punt waar de verlengde rigting der inclinerende naald den hemel treft; voorts S het punt waarnaar het schip zich rigt; V′ de doorsnijding van de normaal op het dek, met den hemel, en B het doorsnijdingspunt der as Y′.

Trekken wij den boog VSA, dan is A de streek van den horizon waarnaar het schip stevent; AS is de hoegrootheid van de inzinking, van den voorsteven, en de hoek VSV′ kunnen wij voor de overhelling van het schip



naar stuurboordzijde houden. Eigenlijk moet de overhelling om de lijn die naar A loopt gerekend worden: daar wij echter de bogen AS en de overhellingen niet grooter zullen nemen, dan dat het veroorloofd blijft om de tweede magten der Sinussen te verwaarloozen, en dus de Cosinussen = 1 te stellen, zoo is het onverschillig of de helling om de lijn *naar* S of om die naar A gerekend wordt. Daarbij is AS een zeer veranderlijke boog, die spoedig van teeken verandert. Zij dus

Het miswijzende azimuth van het schip.	$AN = a$,
de indomping van den Voorsteven	$AS = b$,
de overhelling naar stuurboordzijde	$VSV' = h$,
de inclinatie der naald	$Nn = \delta$.

Trekken wij de drie bogen nS, nB, nV', dan vindt men ligt:

$$\left.\begin{aligned} Cos.\, nS &= Cos.\, \delta\, Cos.\, a\, Cos.\, b + Sin.\, \delta\, Sin.\, b, \\ Cos.\, nB &= -\, Cos.\, \delta\, Sin.\, a\, Cos.\, h + Sin.\, \delta\, Cos.\, b\, Sin.\, h - Cos.\, \delta\, Cos.\, a\, Sin.\, b\, Sin.\, h, \\ Cos.\, nV' &= +\, Cos.\, \delta\, Sin.\, a\, Sin.\, h + Sin.\, \delta\, Cos.\, b\, Cos.\, h - Cos.\, \delta\, Cos.\, a\, Sin.\, b\, Cos.\, h. \end{aligned}\right\} . \quad (2)$$

I de intensiteit van het aardmagnetismus voorstellende, heeft men dan

$$\alpha' = \mathrm{I}.\, Cos.\, ns\,,\ \beta' = \mathrm{I}\, Cos.\, n\mathrm{B}\,,\ \gamma' = \mathrm{I}\, Cos.\, n\mathrm{V}'$$

waardoor de krachten X′, Y′, Z′ in functie der hoeken a, b en h kunnen worden uitgedrukt.

Herleiden wij dit stelsel tot een ander X, Y en Z, gerigt horizontaal naar het punt A, dat in het kompas voorligt, naar het punt B′, aan stuurboordzijde in de kim, en vertikaal nederwaarts. Hiertoe is

$$Cos.\,AS = Cos.\,b\,,\; Cos.\,AB = -\,Sin.\,h\,Sin.\,b\,,\; Cos.\,AV' = -\,Cos.\,h\,Sin.\,b\,,$$

dus

$$X = X'\,Cos.\,b - Y'\,Sin.\,h\,Sin.\,b - Z'\,Cos.\,h.\,Sin.\,b\,.$$

Verder

$$Cos.\,B'S = 0\,,\; Cos.\,B'B = Cos.\,h\,,\; Cos.\,B'V' = -\,Sin.\,h\,,$$

dus

$$Y = Y'\,Cos.\,h - Z'\,Sin.\,h\,.$$

Eindelijk

$$Cos.\,VS = Sin.\,b\,,\; Cos.\,VB = Sin.\,h\,Cos.\,b\,,\; Cos.\,VV' = Cos.\,h\,Cos.\,b\,,$$

alzoo

$$Z = X'\,Sin.\,b + Y'\,Cos.\,b\,Sin.\,h + Z'\,Cos.\,h\,Cos.\,b\,. \qquad \ldots (3)$$

Wanneer men in deze uitdrukkingen die van X′, Y′ en Z′ uit (1) overbrengt, en voor α', β' en γ' waarden volgens (2) substitueert, maar daarbij de tweede magten van *Sin. h* en *Sin. b*, en de producten dezer grootheden verwaarloost, en *Cos. b* en *Cos.* $h = 1$ neemt, komt:

$$\left.\begin{aligned}
X = {} & I\,\{(1+A)\,Cos.\,\delta\,Cos.\,a - B\,Cos.\,\delta\,Sin.\,a + C\,Sin.\,\delta\} + P \\
& + I\,\{B\,Sin.\,\delta + C\,Cos.\,\delta\,Sin.\,a\}\,Sin.\,h \\
& + I\,\{(A-K)\,Sin.\,\delta - (G + C)\,Cos.\,\delta\,Cos.\,a + H\,Cos.\,\delta\,Sin.\,a\}\,Sin.\,b - R\,Sin.\,b \\
Y = {} & I\,\{D\,Cos.\,\delta\,Cos.\,a - (1+E)\,Cos.\,\delta\,Sin.\,a + F\,Sin.\,\delta\} + Q \\
& + I\,\{(E-K)\,Sin.\,\delta - G\,Cos.\,\delta\,Cos.\,a + (H+F)\,Cos.\,\delta\,Sin.\,a\}\,Sin.\,h - R\,Sin.\,h \\
& I\,\{D\,Sin.\,\delta - F\,Cos.\,\delta\,Cos.\,a\}\,Sin.\,b\,.
\end{aligned}\right\} .\,(4)$$

En als men b en $h = o$ onderstelt:

$$Z_0 = I\,\{G\,Cos.\,\delta\,Cos.\,a - H\,Cos.\,\delta\,Sin.\,a + (1+K)\,Sin.\,\delta\} + R\,.$$

Nog heeft men, als men voor b en $h = o$, X en Y door X_0 en Y_0 voorstelt:

$$\left.\begin{aligned}
X = X_0 - (Z_0 - I\,Sin.\,\delta)\,Sin.\,b & + I\,\{A\,Sin.\,\delta - C\,Cos.\,\delta\,Cos.\,a\}\,Sin.\,b \\
& + I\,\{B\,Sin.\,\delta + C\,Cos.\,\delta\,Sin.\,a\}\,Sin.\,h \\
Y = Y_0 - (Z_0 - I\,Sin.\,\delta)\,Sin.\,h & + I\,\{E\,Sin.\,\delta + F\,Cos.\,\delta\,Sin.\,a\}\,Sin.\,h \\
& + I\,\{D\,Sin.\,\delta - F\,Cos.\,\delta\,Cos.\,a\}\,Sin.\,b
\end{aligned}\right\} \;.\;.\;(5)$$

waaruit blijkt, dat de voornaamste veranderingen die X en Y ondergaan door eene overhelling en een stampen van het schip afhangen van het verschil

$Z_0 - I\,Sin.\,\delta$, dat is van de wijziging der vertikale magnetische kracht door de aantrekking van het scheepsijzer; want de overige termen met *Sin. b* en *Sin. h* vermenigvuldigd, die in (5) voorkomen zijn doorgaande kleiner.

De horizontale krachten X en Y aldus bepaald zijnde, is het ligt de afwijking van het kompas als ook de kracht R te vinden waardoor de kompasnaald gerigt wordt. Hiertoe heeft men, als a' het azimuth volgens het afwijkende kompas voorstelt, zoodat $a' - a = \varphi$ de afwijking is, de volgende uitdrukkingen:

$$\left.\begin{aligned} 0 &= X\,Sin.\,a' + Y\,Cos.\,a' \\ R &= X\,Cos.\,a' - Y\,Sin.\,a' \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Zoo men de uitdrukkingen X en Y uit (4) in (6) overbrengt komt, na rangschikking

$$\left.\begin{aligned} 0 = &\{(I\,C\,Sin.\,\delta + P) + I\,B\,Sin.\,\delta\,Sin.\,h + (I\,(A - K)\,Sin.\,\delta - R)\,Sin.\,b\}\,Sin.\,a' \\ &+ \{(I\,F\,Sin.\,\delta + Q) + I\,D\,Sin.\,\delta\,Sin.\,b + (I\,(E - K)\,Sin.\,\delta - R)\,Sin.\,h\}\,Cos.\,a' \\ &+ \{(1 + A) - (G + C)\,Sin.\,b\}\,I\,Cos.\,\delta\,.\,Cos.\,a\,Sin.\,a' \\ &- \{B - C\,Sin.\,h - H\,Sin.\,b\}\,I\,Cos.\,\delta\,.\,Sin.\,a\,Sin.\,a' \\ &+ \{D - G\,Sin.\,h - F\,Sin.\,b\}\,I\,Cos.\,\delta\,.\,Cos.\,a\,Cos.\,a' \\ &- \{(1 + E) - (H + F)\,Sin.\,h\}\,I\,Cos.\,\delta\,.\,Sin.\,a\,Sin.\,a'\,. \end{aligned}\right\} .\ (7)$$

En wanneer men in deze uitdrukking a' in $90° + a'$ verandert bekomt men, blijkens (6), de uitdrukking voor R.

De afwijking $\varphi = a' - a$ is *positief* als $a' > a$ is, dat is dus wanneer de kompasnaald naar het *westen* afwijkt; eene *positieve* afwijking φ, geeft alzoo eene *grootere noordwestering* van het kompas te kennen. — Door a' te elimineren komt:

$$\begin{aligned} 0 = &\tfrac{1}{2}\{2 + A + E - (H + F)\,Sin.\,h - (G + C)\,Sin.\,b\}\,I\,Cos.\,\delta\,Sin.\,\varphi \\ &+ \{(C\,I\,Sin.\,\delta + P) + B\,I\,Sin.\,\delta\,Sin.\,h + ((A - K)\,I\,Sin.\,\delta - R)\,Sin.\,b\}\,Sin.\,(a + \varphi) \\ &+ \{(F\,I\,Sin.\,\delta + Q) + D\,I\,Sin.\,\delta\,Sin.\,b + ((E - K)\,I\,Sin.\,\delta - R)\,Sin.\,h\}\,Cos.\,(a + \varphi) \\ &+ \tfrac{1}{2}\{D - B + (C - G)\,Sin.\,h + (H + F)\,Sin.\,b\}\,I\,Cos.\,\delta\,Cos.\,\varphi \\ &+ \tfrac{1}{2}\{D + B - (C + G)\,Sin.\,h - (H + F)\,Sin.\,b\}\,I\,Cos.\,\delta\,Cos.\,(2\,a + \varphi) \\ &+ \tfrac{1}{2}\{A - E + (H + F)\,Sin.\,h - (C + G)\,Sin.\,b\}\,I\,Cos.\,\delta\,Sin.\,(2\,a + \varphi) \end{aligned}$$

Als men φ in $90° + \varphi$ verandert, bekomt men weder R. Schrijvende nu ter bekorting:

$$\left.\begin{aligned}
&\mathrm{I}\,Cos.\,\delta = i \\
&\mathrm{N} = \tfrac{1}{2}\,(2 + \mathrm{A} + \mathrm{E} - (\mathrm{H} + \mathrm{F})\,Sin.\,h - (\mathrm{C} + \mathrm{G})\,Sin.\,b) = \mathrm{N}_0 + \mathrm{N}_1\,Sin.\,h + \mathrm{N}_2\,Sin.\,b\,, \\
&r = -\frac{\mathrm{D} - \mathrm{B} + (\mathrm{C} - \mathrm{G})\,Sin.\,h + (\mathrm{H} - \mathrm{F})\,Sin.\,b}{2 + \mathrm{A} + \mathrm{E} - (\mathrm{H} + \mathrm{F})\,Sin.\,h - (\mathrm{C} + \mathrm{G})\,Sin.\,b} = r_0 + r_1\,Sin.\,h + r_2\,Sin.\,b\,, \\
&m = -2.\frac{\mathrm{C}\,Tang.\delta + \frac{\mathrm{P}}{i} + \mathrm{B}\,Tang.\delta\,Sin.h + \left((\mathrm{A} - \mathrm{K})\,Tang.\delta - \frac{\mathrm{R}}{i}\right)Sin.b}{2 + \mathrm{A} + \mathrm{E} - (\mathrm{H} + \mathrm{F})\,Sin.\,h - (\mathrm{C} + \mathrm{G})\,Sin.\,b} = m_0 + m_1\,Sin.b + m_2\,Sin.b, \\
&n = -2.\frac{\mathrm{F}\,Tang.\delta + \frac{\mathrm{Q}}{i} + \left((\mathrm{E} - \mathrm{K})\,Tang.\delta - \frac{\mathrm{R}}{i}\right)Sin.h + \mathrm{D}\,Tg.\delta\,Sin.\,b}{2 + \mathrm{A} + \mathrm{E} - (\mathrm{H} + \mathrm{F})\,Sin.\,h - (\mathrm{C} + \mathrm{G})\,Sin.\,b} = n_0 + n_1\,Sin.h + n_2\,Sin.b\,, \\
&p = -\frac{\mathrm{A} - \mathrm{E} + (\mathrm{H} + \mathrm{F})\,Sin.\,h - (\mathrm{C} + \mathrm{G})\,Sin.\,b}{2 + \mathrm{A} + \mathrm{E} - (\mathrm{H} + \mathrm{F})\,Sin.\,h - (\mathrm{C} + \mathrm{G})\,Sin.\,b} = p_0 + p_1\,Sin.h + p_2\,Sin.\,b\,, \\
&q = -\frac{\mathrm{D} + \mathrm{B} - (\mathrm{C} + \mathrm{G})\,Sin.\,h - (\mathrm{H} + \mathrm{F})\,Sin.\,b}{2 + \mathrm{A} + \mathrm{E} - (\mathrm{H} + \mathrm{F})\,Sin.\,h - (\mathrm{C} + \mathrm{G})\,Sin.\,b} = q_0 + q_1\,Sin.\,h + q_2\,Sin.\,b.
\end{aligned}\right\}(8)$$

Dan heeft men de eenvoudiger uitdrukkingen:

$$\left.\begin{aligned}
0 &= -Sin.\varphi + r\,Cos.\varphi + m\,Sin.(a + \varphi) + n\,Cos.(a + \varphi) + p\,Sin.(2a + \varphi) + q\,Cos.(2a + \varphi) \\
\mathrm{R} : \mathrm{N}i &= Cos.\varphi + r\,Sin.\varphi - m\,Cos.(a + \varphi) + n\,Sin.(a + \varphi) - p\,Cos.(2a + \varphi) + q\,Sin.(2a + \varphi)
\end{aligned}\right\}(9)$$

of:

$$\begin{aligned}
0 = &-(1 - m\,Cos.\,a + n\,Sin.\,a - p\,Cos.\,2\,a + q\,Sin.\,2\,a)\,Sin.\,\varphi \\
&+ (r + m\,Sin.\,a + n\,Cos.\,a + p\,Sin.\,2\,a + q\,Cos.\,2\,a)\,Cos.\,\varphi\,,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{N}.i} = &+(1 - m\,Cos.\,a + n\,Sin.\,a - p\,Cos.\,2\,a + q\,Sin.\,2\,a)\,Cos.\,\varphi \\
&+ (r + m\,Sin.\,a + n\,Cos.\,a + p\,Sin.\,2\,a + q\,Cos.\,2\,a)\,Sin.\,\varphi\,.
\end{aligned}$$

Hieruit volgt

$$Tang.\,\varphi = \frac{r + m\,Sin.\,a + n\,Cos.\,a + p\,Sin.\,2\,a + q\,Cos.\,2\,a}{1 - m\,Cos.\,a + n\,Sin.\,a - p\,Cos.\,2\,a + q\,Sin.\,2\,a} \;.\;.\;.\;. \quad (10)$$

$$\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{N}.i} = \sqrt{(1 - m\,Cos.a + n\,Sin.a - p\,Cos.2a + q\,Sin.2a)^2 + (r + m\,Sin.a + n\,Cos.a + p\,Sin.2a + q\,Cos.2a)^2}$$

Men kan de afwijking φ ook in de functie van a' of de streek volgens het afwijkende kompas zelf, uitdrukken, hetgeen in vele gevallen verkieselijker is.

Hiertoe dient vooreerst, volgens (9)

$$Sin.\,\varphi = r\,Cos.\,\varphi + m\,Sin.\,a' + n\,Cos.\,a' + p\,Sin.\,(2\,a' - \varphi) + q\,Cos.\,(2\,a' - \varphi),$$

in welke formule men in het tweede lid, wanneer de afwijking niet aanmerkelijk is, φ *kan verwaarloozen*, en in het eerste lid φ voor *Sin.* φ schrijven; aldus komt

$$\varphi = r + m\,Sin.\,a' + n\,Cos.\,a' + p\,Sin.\,2a' + q\,Cos.\,2\,a' \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

Onder dezen vorm stemt zij overeen met de formule van Mr. ARCHIB. SMITH in de *Phil. Transactions* van 1846, pag. 349; waar echter nog *Sin.* φ in het eerste lid staat. De uitdrukking (11) of die van SMITH is echter, zoo als men ziet, niet naauwkeurig; maar zij is in de meeste gevallen voldoende, en geeft dan eene gemakkelijke wijze om uit waargenomene afwijkingen de standvastige grootheden r, m, n, p en q te bepalen: stellen wij echter

$$Tang.\,\alpha = \frac{r + p\,Sin.\,2\,a' + q\,Cos.\,2\,a'}{1 + p\,Cos.\,2\,a' - q\,Sin.\,2\,a'},$$

dan is

$$Sin.\,(\varphi - \alpha) = \frac{m\,Sin.\,a' + n\,Cos.\,a'}{1 + p\,Cos.\,2\,a' - q\,Sin.\,2\,a'} \times Cos.\,\alpha. \quad \ldots\ldots \quad (12)$$

Deze naauwkeurige uitdrukkingen zijn merkwaardig, want vooreerst is α een hoek, die voor twee tegenovergestelde *schijnbare streken* a' en $a' + 180°$, volkomen dezelfde warde bezit; en ten andere is $\varphi - \alpha$ een hoek welke voor die zelfde tegengestelde streken, gelijk van grootte maar tegengesteld van teeken is. Laat φ en φ' twee afwijkingen zijn voor de kompasstreken a' en $a' + 180°$, en zij

$$\varphi - \alpha = +\lambda,$$

dan is

$$\varphi' - \alpha = -\lambda;$$

dus

$$\alpha = \frac{\varphi + \varphi'}{2}; \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

en

$$\lambda = \frac{\varphi - \varphi'}{2}.$$

De hoek α hangt voorts alleen van de standvastige grootheden r, p, q af die, volgens (8), noch de horizontale intensiteit i, noch de inclinatie δ, maar alleen standvastige grootheden bevatten welke betrekking hebben op het beweeglijke magnetismus dat het ijzer bij inductie ontvangt, en op de plaatsing van het kompas. — r, p, q en dus ook α', zijn alzoo grootheden die overal waar het schip zich bevindt, zoo lang niets in de plaatsing van het *week*-ijzer veranderd wordt, dezelfde blijven. Ook het aanbrengen von magneetstaven brengt geene verandering voort op p, q, r of α', want hierdoor worden alleen de grootheden m en n gewijzigd; en, in zoo verre het beweeglijke magnetismns onafhankelijk is van het blijvende magnetismus, gelijk wij althans zeer nabij door de proeven met de ijzeren staven gevonden hebben, is ook α' onafhankelijk van het blijvende magnetismus, (*retentive*, volgens Scoresby, *sub-permanent* magnetismus, volgens Airy) op hoedanige wijze dit magnetismus ook verkregen of veranderd wordt. — De halve (algebraische) som der afwijkingen φ en φ' in twee tegenovergestelde schijnbare streken a en $a' + 180$, is dus bij een regtop liggend schip, of wanneer het dezelfde helling heeft, overal en altijd, ten minste zeer nabij, standvastig. — Wij zullen dit door de waarnemingen in het boek van Johnson medegedeeld beproeven.

De hoeken λ, of de halve verschillen der afwijkingen bij twee tegenovergestelde schijnbare streken, veranderen daarentegen met de grootheden m en n, en dus met de inclinatie δ, en met de betrekking tusschen het blijvende en standvastige magnetismus, voorgesteld door P, Q, R, tot de horizontale intensiteit i van het aard-magnetismus.

De uitdrukking voor R in (10) doet zien, dat er in het algemeen twee bijna tegenovergestelde streken zijn, waar in R een maximum en een minimum wordt, maar dat er ook twee maxima en twee minima zijn kunnen. Men kan schrijven:

$$\mathrm{R} = N.i.\sqrt{\{1+m^2+n^2+r^2+p^2+q^2-2\big(m(1-p)-n(r+q)\big)Cos.a+2\big(n(1+p)+m(r-q)\big)Sin.a - 2(p-rq)Cos.2a+2(q+rp)Sin.2a\}} \quad \ldots (14)$$

In het algemeen nu zijn p en q klein in vergelijking van m en n, dus is er dan maar één maximum en minimum van R. Het maximum van R vindt men dan ongeveer bij

$$a = 180^\circ - Boog.\ Tang.\ \frac{n(1+p)+m(r-q)}{m(1-p)-n(r+q)},$$

22

en het minimum bij

$$a = 360° - Boog.\ Tang.\ \frac{n(1+p) + m(r-q)}{m(1-p) - n(r+q)}.$$

Het is ligt te zien dat voor beide waarden, φ slechts klein is. Men zal dus bij groote waarden van m en n, wanneer het kompas groote afwijkingen verkrijgt, eene koers-streek aantreffen, met eene kleine afwijking φ, maar waarin de rigtende kracht R der kompasnaald zeer gering is, en dus het kompas onbruikbaar kan worden. Is $\sqrt{m^2 + n^2}$ omstreeks $= 1$, dan kan R zelfs $= 0$ of negatief worden, en de afwijking $\varphi = 90°$ of daarboven.

Voor de *gemiddelde* waarde van R^2 heeft men nog

$$\left.\begin{aligned} \text{Gemidd. } R^2 &= N^2 . i^2\ \{1 + m^2 + n^2 + r^2 + p^2 + q^2\} \\ &= i^2\ \{1 + A + E + \tfrac{1}{2} A^2 + \tfrac{1}{2} E^2 + \tfrac{1}{2} B^2 + \tfrac{1}{2} D^2\} \\ &+ \left\{\left(C\ Tang.\ \delta + \frac{P}{i}\right)^2 + \left(F\ Tang.\ \delta + \frac{Q}{i}\right)^2\right\} \end{aligned}\right\} \quad . \ . \ . \ (15)$$

Indien de termen m en n, hetzij toevallig of door het leggen van magneetstaven *nul* worden, dan blijft er voor R slechts eene geringe verandering overig, met twee maxima en twee minima, met eene gemiddelde waarde die weinig van i verschilt, maar doorgaands kleiner is, omdat $(A + E)$ gewoonlijk negatief gevonden wordt.

In het aangehaalde werk van Kapitein Johnson zijn, zoo als gezegd is, eene menigte lijsten van waargenomene afwijkingen medegedeeld: zij allen zijn gerangschikt naar de kompas-koersen of volgens a', en bevatten de 32 afwijkingen voor elk der 32 streken. Ten einde het overzigt gemakkelijker te maken, ben ik begonnen uit die lijsten 8 gemiddelden te berekenen voor de 4 hoofd- en de 4 tusschen-streken, en hiertoe is uit de formule (11) eene interpolatie-formule opgemaakt; op deze wijze:

Indien men in (11) a' met eenigen hoek β verandert, en daarna de formule in functie van het verschil $\alpha = a' - \beta$ ontwikkelt, bekomt men eene formule van dezelfde gedaante, te weten

$$\varphi = A + B\, Sin.\alpha + C\, Cos.\alpha + D\, Sin.\, 2\alpha + E\, Cos.\, 2\alpha.$$

Waarbij de oorsprong der hoeken op eenigen streek β ligt. Laat nu de afwijkingen φ_0, φ_1, φ_{-1}, φ_2 φ_{-2}
overeenstemmen met $\alpha = 0, +1$ str., -1 str., $+2$ str. en -2 str.
en in het algemeen φ_n met $\alpha = +n$ streken.

dan is

$$\varphi_0 = A + C + E$$

$$\varphi_1 = A + B\,Sin.\,\alpha + C\,Cos.\,\alpha + D\,Sin.\,2\,\alpha + E\,Cos.\,2\,\alpha$$

$$\varphi_{-1} = A - B\,Sin.\,\alpha + C\,Cos.\,\alpha - D\,Sin.\,2\,\alpha + E\,Cos.\,2\,\alpha$$

dus

$$\frac{\varphi_1 + \varphi_{-1}}{2} = A + C\,Cos.\,\alpha + E\,Cos.\,2\,\alpha = \varphi_0 - 2\,C\,Sin.^2\,\tfrac{1}{2}\,\alpha - 2\,E\,Sin.^2\,\alpha$$

en even zoo

$$\frac{\varphi_2 + \varphi_{-2}}{2} = A + C\,Cos.\,2\alpha + E\,Cos.\,4\,\alpha = \varphi_0 - 2\,C\,Sin.^2\,\alpha - 2\,E\,Sin.^2\,2\,\alpha.$$

Waaruit

$$\varphi_0 + 2.\frac{\varphi_1 + \varphi_{-1}}{2} + 1.\frac{\varphi_2 + \varphi_{-2}}{2} = 4\,\varphi_0 - 4\,C\left(1 + 2\,Cos.^2\,\tfrac{1}{2}\,\alpha\right)Sin.^2\,\tfrac{1}{2}\,\alpha$$
$$- 4\,E\left(1 + 2\,Cos.^2\,\alpha\right)Sin.^2\,\alpha$$

en

$$\varphi_0 = \frac{\varphi_0 + (\varphi_1 + \varphi_{-1}) + \frac{1}{2}(\varphi_2 + \varphi_{-2})}{4} - 0{,}029.C + 0.111.E \;.\;.\;.\; (16)$$

als men namelijk voor α neemt 1 streek $= 11°15'$. Ten einde C en E te bepalen, vindt men gemakkelijk uit dezelfde formule

$$C = \frac{\varphi_0 - \varphi_{16}}{2}\,, \qquad E = \frac{\varphi_0 + \varphi_{16} - (\varphi_8 + \varphi_{24})}{4}$$

C moet *viermalen*, en E slechts *tweemalen* berekend worden, voor het herleiden van 32 afwijkingen tot acht gemiddelden.

In de hierbij gevoegde *tweede* Tabel zijn de uitkomsten van de toepassing der form. (16) op de waargenomene afwijkingen van het kompas, aan boord van 10 verschillende schepen, opgenomen. Deze Tabel II behoeft geene verdere opheldering: alleen zij opgemerkt, dat het eerste schip *de Erebus* niet is opgenomen om de grootte der daarop waargenomene afwijkingen, maar om dat zij op *vijf* verschillende punten der aarde bepaald zijn, en ook om de naauwkeurigheid die aan deze waarnemingen toekomt. Dit is ook de reden van het bij behouden van de 10[de] deelen van minuten in de gemiddelden, hetgeen zekerlijk anders overbodig is, en ook hier *niet* aanwijst dat de gemiddelden binnen de minuut naauwkeurig zouden zijn. — De drie volgende schepen zijn *ijzeren* stoomschepen; deze hebben de grootste afwijkingen. Dan volgen de afwijkingen waargenomen op *vijf* stoomschepen, hetgeen waarschijnlijk houten schepen zijn; en ten laatste een schip, *the Resolute,* waarvan niet vermeld wordt, dat het een stoomschip is. Al deze afwijkingen zijn waargenomen met het zoogenaamde *standaard-kompas,* waardoor verstaan wordt een kompas van naauwkeurige zamenstelling, dat ergens op eenen standaard, hoog boven het dek geplaatst is, zoo ver als geschiktelijk geschieden kan van alle ijzer verwijderd is, en waar men tevens zoo veel mogelijk, de kleinste afwijkingen, vinden kan. Dit kompas dient om het stuurkompas er mede te vergelijken.

Het is gemakkelijk in Tabel II voor elk schip na te gaan of, volgens de formulen (12) en (13) de *halve sommen* der afwijkingen voor twee tegenovergestelde kompas-streken, voor de verschillende plaatsen, waar die schepen tijdens de waarnemingen geweest zijn, *standvastige getallen* opleveren. Behoudens kleine afwijkingen, zal men het werkelijk zoo bevinden. Even zoo kan men ligt nagaan, dat de halve verschillen der tegenovergestelde afwijkingen, of de waarden van λ (form. 13) blijkbaar, voor elke plaats zeer nabij door eene formule van den vorm A *Sin.* $(a' + \beta)$ kan voorgesteld worden. Ten einde dit onderzoek verder voort te zetten zijn, voor elk schip en elke plaats afzonderlijk, de waarden der getallen, r, p, q, m, n van de formulen (10), (11) of (12) berekend, en de uitkomsten in de *derde* hierbij gevoegde Tabel, bijeen verzameld.

De eerste kolom van Tabel III bevat weder de aanwijzing van het schip, de tweede die van de plaats waar- en den tijd wanneer de waarneming geschied is; in de derde en vierde kolom vindt men de helling δ der inclinatie-naald, en de horizontale intensiteit van het aard-magnetismus aangewezen; over welke grootheden straks nader. De vijf volgende kolommen bevatten de waarden der getallen r, p, q, m en n, benevens de verschillen dezer grootheden voor elk schip, bij verandering van plaats. — Een eerste blik doet zien dat voor ieder schip, de getallen r, p, q slechts kleine verschillen hebben, maar de m^s en de n^s daarentegen aanmerkelijk veranderen, voor verschillende plaatsen van waarneming. Bepalen wij ons vooreerst bij de getallen r, p, q. — Volgens de theorie van Poisson, zouden deze geheel standvastig moeten zijn: wij zien inderdaad dat de verschllen $\triangle r$, $\triangle p$ en $\triangle q$ klein zijn. De vraag is alzoo of deze verschillen, waartoe natuurlijk ook de fouten der waarnemingen hebben bijgedragen, alleen aan deze fouten kunnen toegeschreven worden, of dat zij werkelijk kleine veranderingen in het geinduceerde magnetismus — of mogelijk ook een klein gebrek in de formule van Poisson — aanwijzen.

Het gemiddeld bedrag van de fouten der waarnemingen, laat zich uit de berekening naar de manier der kleinste vierkanten, van de 5 getallen r, p, q, m, n, uit de 8 vergelijkingen, voor de 4 hoofd- en 4 tusschen-streken, opmaken. Op deze wijze is gevonden dat de *gemiddelde fout* van het *gemiddelde uit vier waarnemingen*, dat is de gemiddelde fout der getallen van Tabel II bedraagt, als volgt:

Voor de *Erebus*.	± 6′,1.
Voor de schepen *Jacal, Bloodhound* en *Trident*, door een genomen.	± 23′,7.
» » » *Centour, Geyzer, Sphynx, Acheron, Comorant* en *Resolute*	± 19′,1.
Of wanneer men het midden neemt van alle schepen, met uitzondering van den *Erebus*, dan is de gem. fout, van het gemiddelde uit vier peilingen met het kompas	± 20′,7.

Hieruit zoude volgen, dat eene *enkele* peiling, met een goed kompas, eene onzekerheid overlaat van gemiddeld ± 41′ of genoegzaam ¾ graad: iets dat zeer wel aanneembaar is. Ik mag echter niet nalaten op te merken, dat als men de gemiddelde fouten opmaakt uit de vergelijking van de *gemiddelden* uit *vier* waarnemingen, zoo als die in Tabel II opgegeven zijn, met de *werkelijk* waargenomene afwijkingen in de streken N, NO, O enz. men een *kleiner* bedrag van de gemiddelde waarnemings-fouten bekomt; hetgeen zoude kunnen aanwijzen dat er meer overeenstemming bestaat tusschen naastbij gelegene waarnemingen, dan tusschen meer verwijderde; of wat ook de oorzaak hiervan zij, waarbij wij nu niet langer zullen stilstaan. — Opmerkelijk is ook nog, dat voor de meeste schepen, de waarnemings-fouten der peilingen in Engeland iets, soms aanmerkelijk geringer zijn gevonden, dan op de overige plaatsen; de *Erebus* maakt hierop uitzondering.

Wanneer wij de bovenstaande gemiddelde fouten van de getallen in Tabel II aannemen, dan volgt daaruit, dat men zeer nabij zal hebben, naar aanleiding van formule (11).

Gemiddelde fout op eene bepaling van r, voor den *Erebus* . .	± 2′,2.
en voor de 9 overige schepen	± 7′,4.

Gemiddelde fout op p, q, m, n voor de *Erebus* . . . . ± 3',1.
Voor de 9 overige schepen . . . . ± 10',3.

De grootheid r heeft de kleinste gemiddelde fout, omdat zij in elke vergelijking met eenen coëfficient $Cos.\ \varphi$, die weinig kleiner dan 1 is, voorkomt. Hierbij moet men echter opmerken, dat r ook nog aan eene standvastige fout onderworpen is, voortspruitende uit de bepaling van de rigting der magnetische meridiaan, met behulp van een *ander* kompas dat *niet* aan boord van het schip, noch in de onmiddelijke nabijheid er van geplaatst is. De hoegrootheid dezer fout is niet op te maken, maar het is duidelijk, dat zij ligt *eenige* minuten bedragen kan.

Wanneer wij nu de getallen r, p, q als voor elk schip werkelijk standvastig aanzien, en de verschillende waarden in Tabel III als benaderde waarden beschouwen, dan kunnen *ook hieruit* de gemiddelde fouten van r, p en q gevonden worden. Langs dezen weg vindt men:

Voor den *Erebus*, gem. fout op $r = \pm\ 0{,}0054$ of $\pm\ 18'\tfrac{1}{2}$

$$\left.\begin{array}{l} \text{op } p = \pm\ 0{,}0050 \text{ of } \pm\ 17'\tfrac{1}{2} \\ \text{op } q = \pm\ 0{,}0026 \text{ of } \pm\ 9',0 \end{array}\right\} \text{dooreen } \pm\ 14'.$$

De meeste afwijking van de overige bepalingen heeft plaats te St. Helena. Wilde men de r en q aldaar gevonden uitsluiten, dan zouden de gemiddelde fouten veel geringer zijn gevonden. Er is echter geene reden voor deze uitsluiting, te minder omdat de waarnemingen te St. Helena *onderling* zeer goed overeenstemmen; — daar gelaten de standvastige fout, die op r aanwezig zijn kan. —

Voor de 9 overige schepen vindt op dezelfde wijze uit Tabel III, voor de gemiddelde fout eener *enkele* bepaling van r, p of q.

Gemidd. fout op $r = \pm\ 0{,}0070$ of $24'$

$$\left.\begin{array}{l} \text{op } p = \pm\ 0{,}0090 \text{ of } 31' \\ \text{op } q = \pm\ 0{,}0046 \text{ of } 16' \end{array}\right\} \text{dooreen } \pm\ 24'\tfrac{1}{2}.$$

Men ziet dat de fouten opgemaakt uit Tabel III in de onderstelling van eene volkomene standvastigheid van r, p, q, *grooter* zijn, dan de fouten die als waarnemings-fouten aan die grootheden moeten of kunnen toegekend worden, en wel nagenoeg 2 malen grooter. Op *zich zelven* zijn de afwijkingen der getallen r, p en q, van eene gemiddelde waarde *slechts gering*, maar eene kleine veranderlijkheid schijnt toch aangenomen te moeten worden. Dit stemt overeen met de kleine veranderlijkheid in het beweeglijke magnetismus door de proeven met de ijzeren staven aangewezen, althans het schijnt wel, dat de kleine veranderingen in r, p en q, van dezelfde natuur zijn.

Beschouwen wij thans de kolommen der Tabel III, waarin de waarden der grootheden m en n voor de verschillende schepen en plaatsen aangewezen zijn. Volgens de uitdrukkingen (8) is:

$$m = -\frac{C\,Tang.\,\delta + \frac{P}{i}}{1 + \frac{1}{2}(A + E)}\,, \qquad n = -\frac{F\,Tang.\,\delta + \frac{Q}{i}}{1 + \frac{1}{2}(A + E)}\,.$$

Waarvoor wij, kortheidshalve, kunnen schrijven

$$m = x\;Tang.\,\delta + \frac{y}{i}\,, \qquad n = x'\;Tang.\,\delta + \frac{y'}{i}\,;$$

dat is m en n zijn afhankelijk van de inclinatie δ en de horizontale intensiteit i van het aard-magnetismus. Deze grootheden δ en i zijn in Tabel III opgegeven, vooreerst wat den *Erebus* betreft, volgens de opgaven van Kapitein Ross zelven, waarbij alleen de horizontale intensiteit i te Londen als éénheid door mij gekozen is, en afgeleid uit de getallen in Tabel II sub 1°. voorkomende. De overige waarden van δ en i voor de andere schepen, zijn niet zoo naauwkeurig. Ik heb die grootheden voor de andere plaatsen niet dan benaderend kunnen vinden, uit verschillende opgaven in de *Philos. Transactions* en uit de *Resultate aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins* van Gauss en Weber, Jaargang 1838. De Tafelen in dit werk voorkomende hebben mij gediend om δ en i in eene naburige plaats waargenomen, te *herleiden* tot de plaats waarvoor deze grootheden verlangd werden. Nadere bijzonderheden betrekkelijk dit onderzoek naar δ en i hier op te geven schijnt achterwege gelaten te kunnen worden, omdat het doel van het onderzoek niet is eene bepaling dezer grootheden, maar slechts om te weten of m en n de wetten volgen, die door de bovenstaande formulen zijn aangewezen.

Wanneer men de kolom m nagaat en daarbij het oog vestigt op de waarden van $\Delta\,m$, dan is het opvallend dat alle waarden van m in Engeland, *negatief* zijn, en dat alle verschillen $\Delta\,m$ *positief* zijn bij eene vermindering van δ, terwijl in het eenige geval, bij de *Resolute*, van eene vermeerdering van δ een *negatief* teeken voor $\Delta\,m$ staat. Dit is juist de gang eener uitdrukking als $x\;Tang.\;\delta + c$. De kolom n en $\Delta\,n$ is niet zoo sprekend, omdat de waarden van n kleiner zijn, en de fouten der waarnemingen te veel invloed hebben. De hoofdvraag welke te onderzoeken is, is deze: of m en n voorgesteld moeten en kunnen worden door eene formule van den vorm $x\,Tang.\,\delta + \frac{y}{i}$, dat is afhankelijk zijn van het beweeglijke of geinduceerde magnetismus, voorgesteld door x, en daarbij van een standvastig magnetismus, aangewezen door y; en ten laatste of deze y zelve veranderlijk moet aangenomen worden? — Voor den *Erebus*, waarop vijf bepalingen van m en n gevonden zijn, kan ligt nagegaan worden, of de bovenstaande formule voldoet; hetgeen werkelijk het geval is binnen de grenzen van de waarnemingsfouten, en der kleine veranderingen, die even als aan r, p, q ook aan x en y zullen toekomen. Men vindt toch, voor den *Erebus*

$$\left.\begin{array}{l} x = -\,0{,}0248 \text{ gem. fout } \pm\ 0{,}0015 \\ y = -\,0{,}0049 \quad » \quad » \quad \pm\ 0{,}0053 \end{array}\right\}\text{ voor } m$$

$$\left.\begin{array}{l} x' = 0 \\ y' = -\,0{,}0420 \quad » \quad » \quad \pm\ 0{,}0043 \end{array}\right\}\text{ voor } n.$$

De gemiddelde fouten zijn binnen de aangewezen grenzen.

De overblijvende fouten op m zijn:

	Engeland.	*Porto-Praya.*	*St. Helena.*	*Kaap de G. H.*	*Kerguelens Ld.*
Ber. — Waarn.	— 0,0008	+ 0,0058	— 0,0023	+ 0,0094	— 0,0026
of	— 3′	+ 13′	— 8′	+ 32′½	— 9′

De overblijvende fouten op n zijn:

Ber. — Waarn.	+ 0,0014	+ 0,0026	— 0,0045	+ 0,0005	+ 0,0006
of	+ 5′	+ 9′	— 16′	+ 2′	+ 2′

Met betrekking tot de overige schepen is het onderzoek niet zoo ligt te voeren, want voor den *Jackal* en den *Bloodhound* zijn m en n wel op *drie* verschillende plaatsen waargenomen of bepaald, maar de δ^s en de i^s verschillen te weinig voor deze plaatsen om zelfs eenigermate de gem. fouten van x *en* y te kunnen bepalen: en voor de overige schepen, zijn telkens slechts twee waarden van m en n gegeven. Wij hebben dus twee onderstellingen gedaan, om te zien welke van beide aan het *geheel* der waarnemingen zoude kunnen voldoen, indien men *niet* de formule $m = x\,Tang.\,\delta + \frac{y}{i}$ zoude willen aannemen; weten of $x = 0$, en $x' = 0$, dan moeten $m\,i$ en $n\,i$ of y en y' *stand-*

vastige getallen zijn, *of* $y = 0$, en $y' = 0$, en dan moeten $m\ Cot.\ \delta$ en $n\ Cot.\ \delta$ of x en x' *standvastig* gevonden worden; altijd binnen de vroeger gevondene grenzen van naauwkeurigheid.

De waarden van $m\,i$, $n\,i$, $m\ Cot.\ \delta$, $n\ Cot.\ \delta$ voor de verschillende schepen, vindt men bijeengebragt in de *vierde* hierbij gevoegde Tabel.

Gaat men in deze Tabel IV de kolommen na onder de bovenschriften $m\,i$ en $n\,i$, dan blijkt, dat in alle gevallen waarin de verandering van δ niet groot, in eenen *afnemenden* zin is, en waarbij δ dus niet van teeken verandert, de onderstelling $m\,i$ en $n\,i$ *standvastig vrij wel* aangenomen kan worden, dat is, dat men dan $x = 0$ *kan* nemen, en dus de afwijkingen voorstellen als of zij (behalve van r, p en q) *alleen* door standvastige magnetische krachten y en y' werden voortgebragt. Dit is het waarop Airy doelt in zijn antwoord aan Dr. Scoresby, in *the Athenaeum* van 28 October 1854, pag. 1304, waar hij de afwijkingen aan boord der schepen *Trident, Bloodhound* en *Jackal* tot voorbeeld neemt, om aan te wijzen, dat zij zeer nabij omgekeerd evenredig aan i zijn. Het besluit dat Airy hieruit opmaakt, te weten, dat door het leggen van magneetstaven bij het kompas van *the Trident*, de afwijkingen gedurende de geheele reis bijna tot 0 zouden gebragt zijn, dat is geene *verandering* van omtrent 7° zouden ondergaan hebben, dit besluit kan ik niet als *noodzakelijk* aannemen. Uit de omstandigheid dat $m\,i$ *nabij*, binnen de grenzen der fouten van waarneming, of mogelijk iets daar over, standvastig blijft, volgt niet *noodzakelijk* dat x in de uitdrukking $m\,i = x\,i\ Tang.\ \delta + y$ *nul* of zeer klein zijn moet, indien de verandering van $i\ Tang.\ \delta$ gedurende de reis gering blijft. En de verbetering der kompassen door het leggen van magneetstaven in *onveranderde stellingen* kan alleen dan voor alle plaatsen der aarde voldoende zijn, wanneer $x = 0$ is. Zeker zouden magneetstaven de afwijkingen van de kompassen aan boord der schepen *Jackal, Bloodhound* en *Trident* veel hebben kunnen verminderen, maar of eene *verandering* van *bijna* 7° in maximum, door die staven zouden belet zijn, is niet bewezen, alleen vermoedelijk. Wanneer wij toch de kolommen $m\,i$ en $n\,i$ onzer Tabel IV verder inzien voor de gevallen, waarin δ zeer klein geworden, of van teeken veranderd is, dan treffen wij ook telkens eene zeer aanmerkelijke verandering of teeken-wisseling bij $m\,i$ en $n\,i$ aan, zoo als bij den *Erebus, Centour, Geyzer, Sphynx, Acheron* en *Comorant*. Dus kan zeker niet algemeen, zelfs niet als eene benadering $x = 0$ of $=$ *zeer klein* genomen worden.

De tweede onderstelling y en $y' = 0$, waardoor $m\ Cot.\ \delta$ en $n\ Cot.\ \delta$ standvastig zouden worden, kan men nagaan in de kolommen van Tabel IV onder deze zelfde bovenschriften. Over het *geheel* genomen is deze onderstelling meer bevredigend dan de voorgaande, zij is houdbaar bij *groote waarden*, zoo wel *positieve* als *negatieve* van δ of *Tang.* δ, maar zij faalt vooral als δ klein is, zoo als in het geval van den *Centour* te Fernando-Po en den *Comorant* te Bahia.

Het is dus door deze voorbeelden wel bewezen dat men in het algemeen x en y als waarde hebbende moet aannemen, en dat dan de verschillende waarden van m en n voor de 10 schepen van Tabel IV, voldoende zijn voorgesteld. Dit blijkt verder uit de bijgevoegde berekende waarden van x, y, x' en y' in de twee laatste kolommen dier Tabel, onder welke waarden geene *enkele* voorkomt, die door te groot te worden, *onwaarschijnlijk is.* Hieruit volgt verder, dat het niet noodzakelijk is om tot verklaring der veranderingen van m of n tot de onderstelling eener merkelijke verandering van x of van y toevlugt te nemen en zelfs dat eenige *beduidende* verandering in x of y voor elk der 10 schepen van onze Tabellen, zeer *onwaarschijnlijk* is. Zonder alzoo tegen Dr. Scoresby te beweren, dat *aanmerkelijke* veranderingen in de grootheid die wij door y voorgesteld hebben, en dus in het blijvende, *retentive* of *sub-permanente* magnetismus, tot onmogelijkheden behooren, geloof ik geregtigd te zijn tot de stelling dat zij *uitzonderingen* zijn. In het geheele boek van Kapitein Johnson althans is er geen een voorbeeld van aan te wijzen.

Wij hebben tot zoo ver de grond-formule van Poisson beproefd bij regtop liggende schepen, hetgeen voor elk schip de gemiddelde stand en dus het voornaamste geval is: het zal niet ondienstig zijn die zelfde formule ook te beproeven voor overhellende schepen. Een paar voorbeelden, een uit het werk van Kapitein Johnson, een ander uit het werkje van William Walker: *The Magnetism of Ships and the Marivers Compass,* London 1853, kunnen wij hiervan aanvoeren. In eerstgenoemd werk vindt men op bladz. 118 medegedeeld de afwijkingen van het standaard-kompas van hetzelfde schip den *Bloodhound,* in drie verschillende stellingen van het schip, als vooreerst bij eene overhelling van 8° over bakboord, dan bij eenen regten stand en ten derde bij eene overhelling van 8° over stuurboord. De grootste verandering die hierdoor in de afwijking van het kompas voortgebragt wordt, beloopt 4 à 5° over beide zijden. De afwijkingen zijn gegeven in elken stand voor elk der 32 streken, dus in het geheel 96 afwijkingen. Er is bij opgemerkt, dat deze afwijkingen niet volkomen kunnen overeenstemmen, met die andere, waarvan de gemiddelden door ons in Tabel II zijn opgenomen, om dat er veranderingen in de stellingen van ijzer-massaas hadden plaats gehad.

Wanneer de boven aangewezen berekeningen ook op dit geval worden toegepast, voor elk der drie stellingen van het schip in het bijzonder, dan vindt men:

8° over bakboord	$r = -0,0013$	$m = -0,2098$	$n = +0,0815$	$p = -0,0578$	$q = -0,0012$,
Regtstandig	$r = -0,0082$	$m = -0,2102$	$n = +0,0316$	$p = -0,0559$	$q = -0,0062$,
8° over stuurboord	$r = +0,0041$	$m = -0,2041$	$n = -0,0246$	$p = -0,0467$	$q = +0,0079$.

De gemiddelde fouten in elk dezer standen zijn zeer nabij gelijk, en beloopen voor ééne enkele waarneming van de 96, nagenoeg $\pm$ 19′. De gemiddelde fout op r is dus $\pm$ 3′,3 $= \pm$ 0,0011, op de overige grootheden $\pm$ 4′,6 $= \pm$ 0,0014.

Volgens de formulen (8) (waarin echter h^2 verwaarloosd is) moeten de drie waarden van elk der bovenstaande getallen r, m enz., binnen de grens der fouten, in eene rekenkundige reeks zijn. Hieraan voldoen de waarden van m, n en p. De kleine grootheden r en q maken eene uitzondering, welke, wat r betreft aan eene mogelijke standvastige fout toegeschreven zouden kunnen worden, aan de fout in de bepaling van den magnetischen meridiaan; maar wat q betreft, minder te verklaren is. Alleen merk ik op, dat als de afwijkingen gevonden zijn door wederkeerige peilingen met twee kompassen, — het kompas aan boord en een ander aan wal, — dit tweede kompas *niet ver genoeg* van het schip verwijderd zoude kunnen geweest zijn. Doch wat hiervan zij, de meeste bevestiging van onze formulen is hierin gelegen, dat de *grootste* verandering door de overhelling voortgebragt, blijkt plaats te hebben in de grootheden n; volgens (8) toch heeft men zeer nabij

$$\left.\begin{aligned} \triangle\, r &= r_1\, Sin.\, h = -\frac{C - G}{2N}\, Sin.\, h, \\ \triangle\, m &= m_1\, Sin.\, h = -\frac{B\, Tang.\, \delta}{N}\, Sin.\, h, \\ \triangle\, n &= n_1\, Sin.\, h = +\frac{K\, Tang. + \frac{R}{i} - E\, Tang.\, \delta}{N}\, Sin.\, h, \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ (17)$$

$$\left.\begin{aligned} \triangle\ p &= p_1\ Sin.\ h = -\frac{H+F}{N}\ Sin.\ h\ , \\ \triangle\ q &= q_1\ Sin.\ h = +\frac{C+G}{N}\ Sin.\ h\ . \end{aligned}\right\} \quad \ldots (17)$$

Van al deze waarden is $\triangle\, n$ in het algemeen de grootste, omdat daarin de gemiddelde waarde van de vertikale aantrekking K *Tang.* $\delta + \frac{R}{i}$ voorkomt.

Wanneer wij van de drie waarden voor r, m, n, p en q in de drie standen van het schip gevonden, de gemiddelden nemen, voor de regtstandige stelling van het schip, en de hellingen in graden uitdrukken, *positief* over stuurboordzijde, *negatief* over bakboord, dan kunnen wij schrijven

$$r = -\ 0{,}0018 + 0{,}0027 \times \frac{h}{8}\ ,$$

$$m = -\ 0{,}2080 + 0{,}0028 \times \frac{h}{8}\ ,$$

$$n = +\ 2{,}0295 - 0{,}0530 \times \frac{h}{8}\ ,$$

$$p = -\ 0{,}0535 + 0{,}0055 \times \frac{h}{8}\ ,$$

$$q = -\ 0{,}0001 + 0{,}0045 \times \frac{h}{8}\ .$$

Zoo dat de afwijkingen van het kompas, naar aanleiding van form. (9) nu in het geheel voorgesteld worden door de uitdrukking:

$$Sin.\,\varphi = -\ 0{,}0018\ Cos.\,\varphi - 0{,}2080\ Sin.\,a' + 0{,}0295\,Cos.\,a' - 0{,}0535\ Sin.(2\,a' - \varphi) - 0{,}0001\ Cos.(2\,a' - \varphi)$$

$$+\ \{0{,}0027\,Cos.\,\varphi + 0{,}0028\,Sin.\,a' - 0{,}0530\,Cos.\,a' + 0{,}0055\,Sin.(2a' - \varphi) + 0{,}0045\,Cos.(2a' - \varphi)\} \times \frac{h}{8}$$

Stelt men hierin $h = 0$; berekent men de gemiddelde waarde der afwijkingen voor het regtstandige schip, van streek tot streek, en vergelijkt men daarmede de *waargenomene* afwijkingen in elken der drie standen, dan bekomt men het volgende overzigt: 1° van de *veranderingen* der afwijkingen door de hellingen voortgebragt, en 2° van de *verschillen* of *fouten* (Berekening — Waarneming) bij het regtstandige schip. De streken zijn aangewezen door de getallen 0, 1, 2 enz. tot 31, gaande van het N door het O, Z enz.

STREEK.	HELLING OVER BAKBOORD.	HELLING OVER STUURBOORD.	SCHIP REGT OP.	STREEK.	HELLING OVER BAKBOORD.	HELLING OVER STUURBOORD.	SCHIP REGT OP.
	Verandering der afw.	*Verandering der afw.*	*Fouten.*		*Verandering der afw.*	*Verandering der afw.*	*Fouten.*
0	+ 2° 50′	— 2° 5′	+ 40′	16	— 3° 3′	+ 4° 14′	+ 66
1	+ 3 6	— 1 36	+ 36	17	— 3 2	+ 4 0	+ 80
2	+ 2 50	— 2 3	+ 45	18	— 3 12	+ 3 45	+ 30
3	+ 2 18	— 1 32	+ 52	19	— 2 36	+ 3 26	+ 35
4	+ 1 52	— 1 23	— 12	20	— 2 13	+ 2 32	— 2
5	+ 1 35	— 1 30	+ 15	21	— 1 31	+ 2 27	+ 13
6	+ 0 52	— 0 43	+ 30	22	— 1 23	+ 1 15	— 7
7	+ 0 28	— 0 37	— 28	23	— 0 29	+ 0 4	— 1
8	+ 0 28	+ 0 43	+ 14	24	+ 0 2	— 0 3	— 1
9	— 0 30	+ 0 20	+ 2	25	+ 0 25	— 0 50	— 2
10	— 0 54	+ 1 16	+ 8	26	+ 1 16	— 1 24	+ 24
11	— 1 33	+ 1 42	+ 23	27	+ 2 25	— 2 5	+ 10
12	— 2 15	+ 1 52	+ 38	28	+ 2 37	— 2 3	— 7
13	— 2 27	+ 3 23	+ 62	29	+ 3 5	— 1 17	— 28
14	— 2 56	+ 2 47	+ 66	30	+ 3 35	— 2 22	+ 12
15	— 3 4	+ 3 51	+ 36	31	+ 2 21	— 2 49	+ 42

De verschillen (*Bereken.* — *Waarn.*) bij het regtstandige schip zijn een weinig grooter, dan wanneer wij de getallen r, m enz. genomen hadden, die voor deze stelling werkelijk gevonden zijn; en zij volgen blijkbaar eene zekere wet. Desniettemin blijft de gevondene formule voor de gewone behoefte der zeevaart geheel voldoende.

In het aangehaalde werk van den Heer W. Walker, pag. 137, vindt men eene Tafel der afwijkingen van het kompas van het schip *the Recruit*, mede in drie stellingen en met overhellingen van 8° waargenomen. De streken waarvoor de bepalingen geschied zijn, zijn hier *niet* die van het afwijkende kompas, of a', maar de wezenlijk miswijzende streken a. Tot berekening dezer waarnemingen hebben wij dus de formule (10) moeten gebruiken, die een weinig omslagtiger is dan de uitdrukkingen (12).

De afwijkingen van het kompas van *the Recruit* zijn grooter dan de afwijkingen aan boord van *the Bloodhound*, en de invloed der overhellingen is ook aanmerkelijker, gaande tot ruim ± 8° voor 8° over helling. Voor elken der drie standen van het schip hebben wij naar de manier der kleinste kwadraten (gemakshalve slechts een weinig gewijzigd) de getallen r, m, n, p en q berekend; de uitkomst was als volgt:

Recruit

8° over bakboord	$r = -0{,}0400$	$m = -0{,}2167$	$n = -0{,}0256$	$p = -0{,}0311$	$q = +0{,}0059$
Regtstandig	$r = -0{,}0326$	$m = -0{,}2139$	$n = -0{,}1250$	$p = -0{,}0467$	$q = +0{,}0057$
8° over stuurboord	$r = -0{,}0012$	$m = -0{,}2352$	$n = -0{,}2404$	$p = -0{,}0426$	$q = +0{,}0057$

De gemiddelde fout dezer waarnemingen is grooter dan op *the Bloodhound*, beloopende voor *elke enkele peiling* nagenoeg $\pm$ 72′ of omtrent $\pm$ $1°\frac{1}{4}$.

Men ziet hier weder dat voor het regtstandige schip de gevondene waarde van n *tusschen* de waarden inligt, verkregen bij de beide hellingen, en wel vrij nabij in het midden. De waarden van r wijken het meest af van eene rekenkundige reeks. Hieromtrent zij echter herinnerd hetgeen vroeger gezegd is, dat in r ook nog eene *standvastige* fout kan vermoed worden. Merkt men echter op, dat de veranderingen der getallen r, m, n, iets grooter zijn bij de overhelling over stuur- dan bij die over bakboord, dan volgt dat men nog eenigermate beter aan het *geheel* van alle waarnemingen voldoen zal, door aan te nemen, dat de regtstandige stelling van het schip, niet volkomen *midden* tusschen de beide hellende standen in, geweest is. Eene ligte rekening geeft, dat men door aan te nemen eene helling

over stuurboord van 8°,7
en » bakboord » 7°,3

het best aan de waarnemingen voldoet. Aldus heeft men voor den *Recruit*

$$r = -\ 0{,}0285 + 0{,}0194 \times \frac{h}{8},$$

$$m = -\ 0{,}2217 - 0{,}0092 \times \frac{h}{8},$$

$$n = -\ 0{,}1275 - 0{,}1074 \times \frac{h}{8},$$

$$p = -\ 0{,}0400 - 0{,}0057 \times \frac{h}{8},$$

$$q = +\ 0{,}0057\ ,$$

met de formule (10)

$$Tang.\ \varphi = \frac{r + m\,Sin.\,a + n\,Cos.\,a + p\,Sin.\,2\,a + q\,Cos.\,2\,a}{1 - m\,Cos.\,a + n\,Sin.\,a - p\,Cos.\,2\,a + q\,Sin.\,2\,a}.$$

Stelt men weder $h = 0$, berekent men van streek tot streek de afwijking φ, en vergelijkt men deze berekende afwijkingen met die voor het hellende en regtop liggende schip waargenomen zijn, dan bekomt men de volgende verschillen voor de 32 miswijzende of magnetische streken:

STREEK.	HELLING OVER BAKBOORD.	HELLING OVER STUURBOORD.	SCHIP REGT OP.	STREEK.	HELLING OVER BAKBOORD.	HELLING OVER STUURBOORD.	SCHIP REGT OP.
	Verandering der afw.	*Verandering der afw.*	*Fouten.*		*Verandering der afw.*	*Verandering der afw.*	*Fouten.*
0	+ 4° 47′	— 2° 13′	— 2° 32′	16	— 6° 10′	+ 6° 50′	+ 1° 10′
1	+ 4 17	— 3 28	+ 1 43	17	— 7 56	+ 8 4	+ 0 11
2	+ 3 39	— 7 21	+ 0 51	18	— 7 41	+ 7 19	+ 0 11
3	+ 3 46	— 6 17	+ 0 29	19	— 6 5	+ 9 29	+ 1 20
4	+ 4 28	— 4 2	+ 0 33	20	— 3 43	+ 6 47	+ 1 18
5	+ 3 20	— 3 55	+ 0 10	21	— 3 38	+ 5 22	— 0 22
6	+ 2 17	— 3 58	— 0 2	22	— 1 37	+ 3 22	— 0 13
7	+ 4 34	— 3 56	+ 0 26	23	— 0 11	+ 1 49	+ 0 26
8	+ 2 10	— 0 40	— 0 17	24	+ 0 45	+ 1 15	+ 1 45
9	— 1 21	+ 0 54	— 1 29	25	+ 1 27	— 1 33	+ 2 3
10	— 1 17	+ 1 38	+ 1 7	26	+ 0 38	+ 0 8	— 0 34
11	— 4 5	+ 5 25	— 1 25	27	+ 0 36	— 1 14	+ 0 24
12	— 5 17	+ 7 13	+ 0 47	28	+ 3 24	— 1 16	+ 0 36
13	— 6 46	+11 15	+ 2 16	29	+ 1 45	— 1 30	0
14	— 9 59	+ 9 16	— 2 16	30	+ 3 53	— 3 7	— 0 53
15	— 8 2	+ 8 43	— 1 28	31	+ 5 16	— 2 14	— 1 1

Men ziet dat de gevondene veranderingen door de hellingen veroorzaakt hier minder regelmatig zijn dan bij den *Bloodhound,* hetgeen grootendeels aan de fouten van waarneming moet geweten worden.

Wij kunnen overigens hier dezelfde opmerking maken als bij het voorgaande voorbeeld, dat door de hellingen de grootheid n het meest veranderd is, gelijk dit door de theoretische formule wordt aangewezen. Hieruit volgt, dat de fouten wegens de overhellingen in het algemeen met de inclinatie δ zullen af- en toenemen, en op lage Zuiderbreedte omgekeerd zullen zijn aan die op Noorderbreedte.

Bepalen wij ons nu nog kortelijk bij de manier door Airy uitgedacht, om door het leggen van magneetstaven in de nabijheid van het kompas het grootste bedrag der afwijkingen te vernietigen. Uit het voorgaande is gebleken, dat de formulen van Poisson, of die welke daarvan afgeleid worden, genoegzaam benaderend zijn om voor de practische zeevaart het geinduceerde, of beweeglijke magnetismus voor te stellen, en om, door bijvoeging van standvastige termen, ook de uitwerking van standvastig werkende magneetkrachten aan te wijzen. De kleine veranderingen van weinige minuten, althans binnen 1°, die wij in de coëfficienten gevonden hebben, zijn voor de veiligheid van de zeevaart van geen belang; terwijl het nog onzeker is, of de kleine veranderingen in het beweeglijke magnetismus, wel van eenen blijvenden aard zijn, of niet veel meer slingeringen om eene middelwaarde, die, onafhankelijk van de plaats waar het schip is, met den tijd weder verdwijnen, even als de trillingen eener veer van zelf ophouden en wegsmelten.

Het leggen van magneetstaven in de nabijheid van het kompas, is nu niets anders dan het veranderen, het wijzigen der *standvastige* grootheden, die wij in de formulen door P, Q, R, hebben voorgesteld. De termen waarin deze grootheden niet voorkomen, blijven onveranderd. Alle wijzigingen dus, die in de magnetische krachten van het schip voorvallen, onverschillig uit welke oorzaken ook ontstaande, blijven *dezelfde*, hetzij dat de magneetstaven aanwezig zijn, hetzij dat zij niet aanwezig zijn, schoon de uitwerking van de wijziging dier krachten, met en zonder magneten, eene andere zijn kan, en moet. Het leggen van staven doet *niets* af tot de wijzigingen der magneetkrachten, die in het schip plaats hebben, mits slechts de magnetische krachten der staven zelve onveranderd blijven. En voor dit laatste, mits het goede en goed gemagnetiseerde staven zijn, spreekt dan ook het getuigenis van Kapitein Johnson omtrent kompasnaalden, die jaren lang hun vermogen goed behouden hebben. Zie pag. 162 van het aangehaalde werk.

Door het leggen van magneetstaven in eene horizontale rigting, langscheeps en dwarsscheeps kan men uit de formulen (9) en (10) de coëfficienten m en n tot *nul* brengen, waardoor men bekomt

$$\left.\begin{aligned} Sin.\,\varphi &= r\,Cos.\,\varphi + p\,Sin.\,(2a+\varphi) + q\,Cos.\,(2a+\varphi) \\ \text{en}\quad \frac{R}{Ni} &= \sqrt{(1-p\,Cos.\,2a+q\,Sin\,2a)^2 + (r+p\,Sin.\,2a+q\,Cos.\,2a)^2} \\ &= \sqrt{1+r^2+p^2+q^2-2(p-rq)\,Cos.\,2a+2(q+rp)\,Sin.\,2a} \end{aligned}\right\} \quad \ldots (18)$$

Welke uitdrukkingen veel eenvoudiger zijn; en daar r, p, q in het algemeen klein zijn, en niet of genoegzaam niet veranderen, kan men, eens vooral, of voor langen tijd althans, eene kleine Tafel van de boven uitgedrukte waarden van φ ontwerpen, zoo men niet verkiest, door het geschikt aanbrengen van week ijzer ook p en q te doen verdwijnen.

Door het aanbrengen van eene vertikale magneetstaaf, kan men de uitdrukking voor $\Delta\, n$ in (17) tot *nul* brengen, en daardoor het grootste deel van de afwijkingen door de overhellingen van het schip voortgebragt.

Het is duidelijk dat men hetzelfde kan bekomen door ééne magneetstaaf in eene schuinsche rigting met betrekking tot de kiel van het schip op het dek, en ééne vertikale staaf, of ook zelfs met ééne enkele staaf in eenen schuinschen en tevens hellenden stand, maar de uitvoering hiervan is op verre na zoo eenvoudig niet, noch zelfs zoo doelmatig.

Wanneer m en n en $(\Delta\, n)$ veranderen, uit welken hoofde ook, dan komen deze veranderingen weder in de formulen voor, en deze erlangen de eerste gedaante terug: duidelijk is het echter, dat door eene geschikte verplaatsing der magneetstaven de uitwerking der bedoelde veranderingen te niet gedaan kan worden.

Het voordeel van het leggen van magneetstaven is nu eerstelijk hierin gelegen, dat men de reis aanvangt met kleine, dikwijls niet noemenswaardige afwijkingen van het kompas, en dat op reizen van kleine uitgestrektheid de afwijking δ ook niet groot worden. Zelfs Dr. Scoresby erkent het doelmatige van de manier van Airy voor reizen naar de Middellandsche zee en de Noordelijke deelen van N. Amerika (zie *the Athenaeum*, 16 December 1854, pag. 1527). Mogt in een buitengewoon geval er eenige spoedige en aanmerkelijke verandering plaats grijpen in den magnetischen toestand van het schip: deze is onafhankelijk van de staven.

Een tweede voordeel, voor schepen die om de Noord gaan, is vooral hierin gelegen, dat het kompas, door de werking der magneetstaven langer *bruikbaar* blijft, omtrent zoo goed als op een houten schip; terwijl zonder zulke staven, bij de toeneming van de inclinatie δ, het kompas al zeer spoedig zijne dienst geheel zoude weigeren. Dit blijkt uit de waarde van R, formule (14). Wanneer toch m en n groot worden, zijn er punten van de roos waarvoor R zeer *klein* wordt, tegen over andere waar R zeer groot is. Wanneer daarbij ook i afneemt, dan zal voor de eerstgenoemde punten, de rigtende kracht al ligt de wrijving niet meer overwinnen kunnen, en dus het kompas zeker onbruikbaar zijn. Gewone kompassen worden uit dezen hoofde hier reeds onbruikbaar als $m^2 + n^2 = \frac{1}{2}$ is, of het maximum van φ ongeveer 45° bedraagt: daargelaten, dat bij zulke aanmerkelijke afwijkingen de bewegingen (schijnbare + ware) van de roos nu eens aanmerkelijk grooter, dan weder aanmerkelijk kleiner zijn, dan de draaijende bewegingen van het schip, waardoor het sturen zeer bemoeijelijkt wordt.

Schepen, die om de Zuid gaan komen in het algemeen in de nabijheid van den Evenaar in eene betere verhouding met betrekking tot de afwijkingen van het kompas, dan hier op onze breedte, of later voorbij de linie. Op deze schepen moeten noodwendig de magneetstaven gedurende de reis verplaatst worden. Bij eene andere gelegenheid heb ik aangewezen — in de *Sectie-Vergadering van het Provinciaal Utrechtsch Genootschap* van 14 Januarij 1854, — hoe dat verplaatsen der staven door waarneming op zee geschieden kan; (men zie het verslag dier vergadering) thans kan ik er bijvoegen, dat deze manier met goed gevolg beproefd is aan boord van het ijzeren schip *Henriette Geertruida*, gezagvoerder P. Buijs, op de terugreis van dat schip van Java herwaarts, in het voorgaande jaar. Omtrent het door mij te Utrecht voorgedragene moet ik echter opmerken, dat het gegrond was op de formulen van Airy, in de *Philosop. Transact.* van 1839, niet op de naauwkeuriger uitdrukkingen van Poisson. Het praktische verschil dat hieruit voortvloeit is echter gering: volgens Airy's theorie zoude de coëfficient n in onze formulen, onafhankelijk van δ en i, en dus *standvastig* zijn. Dat dit het geval niet is, volgt zoo wel uit de uitdrukking van Poisson als uit de verschillende waarden van n voor één schip in Tabel III aangewezen. Alzoo zullen, niet éene magneetstaaf, maar beide magneetstaven verplaatst moeten worden: de eerste, die m vernietigt, het aanmerkelijkst, de tweede die n tot nul brengt, *een weinig*, zoo als dit mede uit Tabel III volgt.

Eene tweede opmerking is deze: dat het verplaatsen der magneetstaven op zee nog eenvoudiger geschieden kan, dan ik mij toen voorstelde, indien slechts eene geschikte inrigting daarvoor gemaakt is. Kiezen wij tot voorbeeld eene langscheeps gerigte staaf, die wij A zullen noemen, en die bestemd is om den coëfficient m te vernietigen; stellen wij vooreerst een regtliggend, dat is niet overhellend schip. Hetgeen te doen is, bestaat hierin: A, *evenwijdig aan zich zelven, nader bij het kompas te brengen* of *daarvan te verwijderen* tot dat met $a' = 90°$ of $= 270°$, $\varphi = r - q$ overeenstemt (volgens form. (11) die wij hier mogen toepassen).

Indien dan het kompas zoodanig is ingerigt, dat het als stuur- en peil- of Azimuth kompas tevens dienen kan, en indien daarbij door eenig ligt te bedenken werktuigelijk middel, de magneet A verplaatst kan worden *door den waarnemer zelven terwijl hij de zon peilt,* of ook terstond na het doen der peiling, maar zonder het kompas te behoeven te verlaten; dan moet het ligt vallen den afstand des magneets zoodanig te regelen, dat het kompas eene *vooraf berekende* peiling aanwijst.

Met de tegenwoordig genoegzaam bekende miswijzingen kan men vooruit, voor een bepaald tijdstip in den morgen of avond, als de zon rijzende of dalende weinig in azimuth verandert, de miswijzende streek $A_1 = A + \omega$ berekenen; — waarin A het azimuth der zon van het noorden, oost-om, voorstelt en ω de *noord* westering; — en daaruit de peiling $P = A + \omega + r - q$ vinden. Hierbij behoeft het schip dan niet omgewend te worden, maar alleen zoo na mogelijk in de koers O of W, volgens het eigen kompas behouden blijven. Mogt de miswijzing ω onbekend of te onzeker bekend zijn, dan is eene omwending noodzakelijk, om eerst ω te bepalen. Bij eene oostelijke koers heeft men dan

$$P = A + \omega + m + r - q.$$

bij eene westelijke daarentegen

$$P' = A' + \omega - m + r - q$$

alzoo

$$\frac{P + P'}{2} = \frac{A + A'}{2} + \omega + r - q$$

en

$$\frac{P - P'}{2} = \frac{A - A'}{2} + m$$

waardoor zoo wel ω als m bekend worden. A is de ware streek der zon bij de eerste, A′ bij de tweede peiling, volgens berekening, voor de bekende tijdstippen.

De verplaatsing van de andere staaf, waardoor n vernietigd wordt, en die wij B zullen noemen, kan op volkomen dezelfde wijze, maar bij noordelijke en zuidelijke koersen van het schip bewerkstelligd worden; slechts heeft men alsdan voor de *verlangde* peiling te stellen

$$P_1 = A + \omega + r + q.$$

Hetgeen soms iets, te weten de in het algemeen zeer kleine grootheid $2q$ van P verschillen kan.

Beschouwen wij nu het meer voorkomende, en bij zeilschepen bijna altijd plaats hebbende geval van een overhellend schip: bij de overhelling van het schip is het, zoo als hierboven aangewezen is, voornamelijk de grootheid n die verandering ondergaat, terwijl de verandering van m, en der overige getallen, klein blijven. Daarbij vermindert $\frac{\partial m}{\partial h}$ volgens (17) met δ. Men zal dus bij de verplaatsing van den magneet A, wanneer het schip alsdan eene kleine helling heeft, den invloed hiervan kunnen verwaarloozen. Bij het verplaatsen van B zal dit echter niet meer aangenomen kunnen worden. Zij $\frac{\partial n}{\partial h} = z$; h eene overhelling over stuurboord, dan is $n_1 = n + z\,h$, nagenoeg, en men zal bij eene noordelijke koers hebben

$$\varphi = r + q + n + hz$$

bij eene zuidelijke

$$\varphi' = r + q - (n + h'z)\,.$$

Dit onderstelt in *beide* koersen de overhellingen over *denzelfden* kant, hetgeen geene gunstige omstandigheid oplevert tot eene afzonderlijke bepaling van n en z; of zelfs eene onmogelijkheid daartoe als $h = h'$ is. Doet men echter de waarnemingen terstond na elkander, en dus bij denzelfden, bijv. westelijken wind, dan zal de tweede helling over bakboord plaats hebben, als de eerste over stuurboord geweest is; in dit geval is h' *negatief*, en

$$\varphi' = r + q - (n - h'z)\,.$$

Wij hebben alzoo

1°. $a' = 0$, helling over stuurboord, $P_1 = A + \omega + r + q + n + hz$

2°. $a' = 180°$, helling over bakboord, $P_1' = A' + \omega + r + q - n + h'z$.

Waaruit

$$\frac{P_1 + P_1'}{2} = \frac{A + A'}{2} + \omega + r + q + \frac{h + h'}{2}\,.\,z$$

$$\frac{P_1 - P_1'}{2} = \frac{A - A'}{2} + n + \frac{h - h'}{2}\,z,$$

A, A′, ω, r, q, h, h' zijn bekende grootheden; dus bekomt men uit de eerste dezer vergelijkingen z, en daarna uit de tweede n. *De verlangde* peiling, voor $a' = 180°$ is alsnu

$$P_{\prime\prime} = A' + \omega + r + q + h'z\,.$$

Wanneer de magneetstaaf B zoodanig verplaatst wordt (des noodig) dat deze peiling plaats heeft, dan ligt zij goed.

Het is duidelijk, dat men ook op dezelfde wijze bij hellingen, met betrekking tot den magneet A te werk kan gaan, maar dat dan ook de waarden van $\frac{\partial r}{\partial h}$, en $\frac{\partial q}{\partial h}$, die wij verwaarloosd hebben, eigenlijk mede in rekening genomen zouden moeten worden. Voor de behoefte der zeevaart komt mij dit niet noodzakelijk voor.

Door de peilingen met de koersen O en W is de plaats van de staaf A bepaald; door de peilingen met de koersen N en Z, is de plaats van B aangewezen; en door de gelijktijdige overhellingen van het schip, de waarde van $z = \frac{\partial n}{\partial h}$, waarvan het grootste deel van de afwijkingen door de overhellingen ontstaande, afhankelijk is. Om dit gedeelte te vernietigen kan een derde magneet — zoo als wij gezegd hebben — aangebragt worden, in eenen vertikalen stand, en wel het doelmatigst *regt onder het midden van het kompas.* Wij willen de derde staaf C noemen. Indien z positief is, moet de zuidpool van C (die, bij vrije ophanging zich naar het Noorden rigt) *naar boven* gerigt worden; zoo z *negatief* is moet die pool *naar onderen* gesteld worden. Wat den afstand van C onder het kompas betreft, deze moet zoodanig zijn, dat als men ten Oosten of ten Westen van het kompas in hetzelfde horizontale vlak, de staaf C naar het midden der kompasnaald rigt, hieruit eene afwijking $= \frac{z}{Sin.\ 1^\circ}$ ontsta; — aangenomen, dat de helling h in graden uitgedrukt is geweest, en dat vooraf de magneet A goed geplaatst zij. Indien de horizontale intensiteit i' op de plaats der waarneming bekend is, en men vooraf in Nederland, of in eenige haven, aan wal, waar de horizontale intensiteit i is, eene tafel van de *Tangenten* der afwijkingen door C voortgebragt, voor verschillende verwijderingen, door proeven opgemaakt heeft, kan de gevorderde afstand van C onder het kompas berekend worden. Die afstand is dan diegene waarmede in de Tafel

$$\text{de } Tangens = \frac{i'}{i} \cdot \frac{z}{Sin.\ 1^\circ} \text{ overeenstemt.}$$

Was, bij het doen der waarnemingen, in de rigtingen N en Z van het schip, de staaf C reeds op den afstand b geplaatst, dan zoude de gevorderde verplaatsing zoodanig moeten zijn, dat in de Tafel

$$\Delta\, b \text{ overeenstemde met } \Delta\, Tang.\ afwijking = \frac{i'}{i} \cdot \frac{z}{Sin.\ 1}$$

Het voorstel om door middel van magneetstaven de afwijkingen van het kompas tot een bekend minimum op zee zelf te herleiden, nadat eenmaal in eene haven, de waarden van r, p, q bepaald zijn, is, geloof ik, hiermede opgelost; en, als ik mij niet bedrieg, op eene wijze die niet moeijelijker is, dan andere zeevaartkundige waarnemingen, indien men slechts eenmaal de manier goed heeft ingezien, en zich eenigermate geoefend heeft. Wat den invloed der overhellingen van het schip op het kompas betreft, geloof ik zelfs, dat deze op zee en onder zeil gemakkelijker kan gevonden worden, dan in eene haven; omdat het doen verkrijgen van eene genoegzame overhelling aan het schip in eene haven steeds met vele moeijelijkheden en bezwaren verbonden is: in zee daarentegen de hellende stand de natuurlijke is.

Wanneer in eene haven voor het regtliggende schip niet alleen de afwijkingen φ, maar ook de horizontale krachten $\frac{\mathrm{R}}{i}$ en de vertikale krachten $\frac{\mathrm{Z}}{i}$ waargenomen worden voor een genoegzaam aantal verschillende streken van het kompas, dan worden hierdoor de coëfficienten A, B, D, E, G, H, $\left(\mathrm{C}\ \mathit{Tang.}\ \delta + \frac{\mathrm{P}}{i}\right)$, $\left(\mathrm{F}\ \mathit{Tang.}\ \delta + \frac{\mathrm{Q}}{i}\right)$ en $\left(\mathrm{K}\ \mathit{Tang.}\ \delta + \frac{\mathrm{R}}{i}\right)$ bekend (formule (5)): hierdoor kunnen de overhellings-afwijkingen berekend worden, zonder dat het schip behoeft over te hellen. Waarbij men evenwel in den noemer der uitdrukkingen (8) de waarde van $(\mathrm{H} + \mathrm{F})$ *Sin.* h moet verwaarloozen, omdat het getal F niet afzonderlijk, gescheiden van Q, kan gevonden worden. Desgelijks blijven de veranderingen van p en q onbekend, om dat men F niet- en evenmin C kan vinden. Dit echter is van weinig belang.

De krachten R kunnen gevonden worden, zoo als wel bekend is, door de manier der slingeringen eener horizontaal hangende magneetnaald, of wel door de manier om de afwijking waar te nemen, welke eene magneetstaaf van bekende kracht, op eenen bepaalden afstand aan het kompas zelf voortbrengt. Indien β de afwijking voortstelt welke de bedoelde staaf *aan wal* op den afstand a voortbrengt, en β' de afwijking op denzelfden afstand van het kompas aan boord, dan is

$$\frac{\mathrm{R}}{i} = \frac{\mathit{Tang.}\ \beta}{\mathit{Tang.}\ \beta'} .$$

Om de vertikale krachten te vinden zoude men van eene *inclinatie-naald* gebruik kunnen maken; hetgeen echter, gelijk bekend is, niet zonder bezwaren is. Meerder gemak heb ik gevonden in het gebruik eener als balans opgehangene magneetnaald, korter: eener magnetische balans. In plaats van op een mes rust deze balans met twee fijne stalen punten op twee agaten vlakjes. Wanneer men van de balans geen gebruik maakt, wordt zij van de steunerde vlakjes afgeligt. Deze balans wordt, door het verschuiven van een zeer ligt ringetje, zoodanig gesteld, dat zij aan wal in eene horizontale rigting in evenwigt ligt. Brengt men dit werktuigje aan boord van een ijzeren schip, dan neemt de balans terstond eenen hellenden stand aan, die dikwijls vrij aanmerkelijk is, doorgaande met de zuidpool, het noorden van een kompas naar boven *. Ik herstel alsdan den horizontalen stand door middel eener andere magneetstaaf vertikaal boven (of onder) de balans te houden, op zoodanigen afstand als vereischt wordt. Deze afstand kan op eene verdeelde schaal afgelezen worden, en dit geeft de maat der aan boord plaats hebbende *verstorende vertikale magnetische kracht*, door de vooraf bepaalde afwijking welke dezelfde staaf op denzelfden afstand aan wal aan eene horizontale naald voortbrengt.

Men meet op deze wijze onmiddellijk de grootheid

$$\frac{Z^0 - I \, Sin. \, \delta}{i} = G \; Cos. \, a - H \; Sin. \, a + \left(K \; Tang. \, \delta + \frac{R}{i}\right) \; . \; . \; . \; . \; \text{(Zie (4))}$$

Door de waarneming in verschillende streken a te herhalen, bekomt men G, H, en $\left(K \; Tang. \, \delta + \frac{R}{i}\right)$.

* Bij het schrijven hiervan had ik nog geen geval aangetroffen, waarbij de noordpool der balans, of het zuiden van een kompas eenigzins aanmerkelijk naar boven getrokken werd; sedert is mij echter eene merkwaardige uitzondering hierop voorgekomen, op het kolossale ijzeren stoomschip *Belgique*, gebouwd in de fabriek van de Heeren Paul van Vlissingen en Dudok van Heel, alhier. — In de kajuit, ongeveer 2 El beneden het dek werd de zuidpool der balans zeer sterk opwaarts getrokken — even als op andere kleinere schepen. — Ter hoogte van het dek, of iets, 1 of 2 palmen daarboven, op de kajuitstrap, was de rigting der balans horizontaal, maar hooger boven het dek helde de zuidpool sterk nederwaarts, en op eene hoogte van 7 meters of ongeveer 22 voet boven het dek was deze aantrekking nog beduidend, ofschoon de afwijkingen aldaar slechts weinige graden in maximum bedroegen. De boorden van het schip bezaten alzoo van boven, waar zij met ijzeren balken verbonden waren, eene sterke noord-polariteit, waarschijnlijk een gevolg van de aanmerkelijke diepte-afmeting van het schip. Op 2,3 El boven het dek, voor de bezaansmast, bedroeg de verstorende vertikale kracht gemiddeld ongeveer zooveel als de horizontale magnetische intensiteit aan wal; ik vond namelijk

$$K \; Tang. \, \delta + \frac{R}{i} = 1{,}002 \; .$$

Ten gevolge hiervan en van eene daarbij komende negatieve waarde van E, was de formule voor de verandering der afwijking in graden benaderend.

$$\Delta \, \varphi = + \, 1{,}3 \; Cos. \, a \times h^{\circ},$$

terwijl op kleinere schepen deze uitdrukking gewoonlijk *negatief* is (zie pag. 29 en 31). — De afwijkingen, door de hellingen voortgebragt, kunnen dus op de *Belgique* merkelijk grooter worden (zoo zij niet door eene vertikale staaf tegengewerkt worden) dan de hellingen zelven. — Indien dit op het schip *the Taileur* ook zoo het geval is geweest, schijnt hierin welligt eene voldoende oorzaak voor het verongelukken van dit schip gevonden te kunnen worden. — *December* 1855.

Ik hoop in het bovenstaande het bewijs gegeven te hebben, dat de manier van Airy om de afwijkingen der kompassen door magneetstaven te verminderen of bijna te vernietigen, mits wel toegepast, allesins doelmatig geacht kan worden, en dat er geene reden is om van haar eenig gevaar te duchten. Men vordere van haar echter niet meer dan zij geven kan. Zij ontslaat niet, — en dit wil ik vooral opmerken, omdat men mogelijk wel eens het tegendeel geloofd heeft, — van de zorg, om van elke geschikte gelegenheid tot waarneming gebruik te maken, even zoo min, als een goed geregelde tijdmeter tot onfeilbaren gids op den wijden Oceaan mag aangenomen worden, maar steeds getoetst moet worden aan waarnemingen. De manier om op eenige hoogte boven het dek een zoogenaamd standaard-kompas te stellen, is zeker goed, en verdient aanprijzing, omdat dusdoende, de zekerheid vermeerderd wordt, even als twee of drie tijdmeters beter zijn, dan een eenige, en omdat de standplaats van het standaard-kompas doelmatiger gekozen kan worden, dan de *bepaalde* plaats van het stuurkompas. Maar wat verhindert om het standaard-kompas door eene magneetstaaf ook goed wijzend te maken? Bij reizen ver om de Noord of ver om de Zuid is het *noodzakelijk*, en in alle gevallen verschaft het veel gemak. Want om voortdurend groote correctiën te moeten toepassen, nu eens op- dan weder af te moeten tellen — het gevaar eener vergissing nog daargelaten, — Ik geloof niet, dat iemand dit kan verkiezen. Wat het stuurkompas betreft, komt hier nog de behoefte van den roerganger bij, dat het kompas, zich steeds zoo veel mogelijk op dezelfde wijze beweegt, en niet soms slechts een *gedeelte* van een' streek, op eenen anderen tijd, bij eene andere koers, *meer* dan één streek doorloopt, terwijl het schip juist één streek in rigting verandert. Wanneer de magneetstaven, zoo als wij voorstellen, zoo aangebragt zijn, dat zij door den waarnemer zelf verplaatst kunnen worden, dan geloof ik, dat het stellen van het kompas, bij eene gunstige gelegenheid, weinig moeijelijker zijn kan, dan bijv. het stellen van den kimspiegel op een octant; terwijl men op reis ligt zal bemerken in welke rigting de staaf langzamerhand iets verplaatst moet worden. In verband met de waarnemingen in de havens, kan dit daarbij aanleiding geven om voor vele punten op zee de waarden van δ en i, althans benaderend te vinden.

Amsterdam, Junij 1855.

TABEL I.

Staaf N°. 1. Lang 325 *mm.* Breed 9,8 *mm.* Dik 9,8 *mm.* Zwaar 221^7,7.

DATUM DER WAARNEMING.	TOESTAND DER STAAF.	GEMIDD. AFLEZING ZONDER DE STAAF.	GEMIDD. AFLEZING MET DE STAAF.	BEHOUDEN MAGNETISMUS.	BEWEEGLIJK MAGNETISMUS.	
1855.						
29 Mei, 's av.	. . . .	1088,55	1089,35	33,90	30,85	
30 〃 's nam.	Gevallen op A, van ½ El hoog	1087,25	1087,15	43,20	31,75	
— 〃 's av.	Wed. gev. op A, 〃 ½ 〃 〃	1087,00	1089,15	46,10	32,65	
31 〃 's mor.	Wed. gev. op A, 〃 1 〃 〃	1083,25	1086,35	53,67	34,25	
7 Junij, 's mor.	Stil gelegen, rigting O—W	1162,60	1162,26	52,73	30,86	De wijze van ophangen der naald is na den 31 Mei iets veranderd.
— 〃 's av.	Gevallen op B, van ½ El hoog	1161,45	1163,08	13,61	30,58	
— 〃 〃	Wed. gev. op B, 〃 ½ 〃 〃	1158,95	1158,21	10,28	29,91	
8 Junij, 's mor.	Wed. gev. op B, 〃 1 〃 〃	1154,60	1154,45	0,00	31,25	
1 Julij, 's mor.	20 dagen vertikaal gestaan op het einde A, onder	1145,60	1145,70	17,90	30,10	Beweeglijk magnetismus, gemiddeld = 31,36.

Staaf N°. 2 Lang 327 *mm.* Breed 9,8 *mm.* Dik 9,7 *mm.* Zwaar 222^7,5.

DATUM DER WAARNEMING.	TOESTAND DER STAAF.	GEMIDD. AFLEZING ZONDER DE STAAF.	GEMIDD. AFLEZING MET DE STAAF.	BEHOUDEN MAGNETISMUS.	BEWEEGLIJK MAGNETISMUS.	
29 Mei, 's av.	. . . .	1088,55	1087,70	7,70	31,90	
30 〃 's nam.	Ge[illegible]en op A, van ½ El hoog	1089,35	1089,15	17,70	32,55	
— 〃 's av.	Wed. gev. op A, 〃 ½ 〃 〃	1086,10	1086,90	22,08	33,40	
31 〃 's mor.	Wed. gev. op A, 〃 1 〃 〃	1082,10	1084,05	21,55	32,30	
7 Junij, 's mor	Stil gelegen, rigting O—W	1164,10	1162,88	20,41	31,96	
— 〃 's av.	Gevallen op B, van ½ El hoog	1161,95	1163,86	—11,78	30,96	
— 〃 's av.	Wed. gev. op B, 〃 ½ 〃 〃	1158,45	1157,33	—12,86	30,93	
8 Junij, 's mor.	Wed. gev. op B, 〃 1 〃 〃	1154,60	1154,52	—25.39	31,27	Beweeglijk magnetismus, gemiddeld = 31,97.
1 Julij, 's mor.	20 dagen vertikaal, stil gestaan op B, onder.	1144,80	1143,66	—25,83	32,56	

NB. De plaats der Staven is ten ZO en ZW op 353½ *mm.* afstand van de naald, gerekend van midden tot midden. De rigting der Staven is Z—N.

Waarde van 1 deel op de Schaal = 0′,9761 = 58″,56; lengte der naald = 150 *mm.*

Het *behoudene* of blijvende magnetismus is *positief* gerekend, wanneer het einde A *Zuid-polariteit* bezat, negatief als B *Zuidpool* was.

TABEL I.

Staaf N°. 3. Lang 326 *mm.* Breed 14,0 *mm.* Dik 5,2 *mm.* Zwaar 168^{7},4.

DATUM DER WAARNEMING.	TOESTAND DER STAAF.	GEMIDD. AFLEZING ZONDER DE STAAF.	GEMIDD. AFLEZING MET DE STAAF.	BEHOUDEN MAGNETISMUS.	BEWEEGLIJK MAGNETISMUS.	
1855.						
31 Mei, 's av.	. . . .	1086,50	1089,00	13,33	24,60	
4 Junij, 's av.	Stil gelegen	1167,90	1168,20	15,37	23,92	
5 〃 's mor.	Gevallen op A, van ½ El hoog	1163,65	1166,33	27,53	25,63	
— 〃 's nam.	Gevallen op B, 〃 ½ 〃 〃	1169,00	1171,10	5,87	25,06	
6 〃 's nam.	Gevallen op A, 〃 1 〃 〃	1171,40	1173,45	30,60	26,35	
8 〃 's mid.	Stil gelegen, rigting O—W	1159,60	1161,45	32,42	25,75	
— 〃 's av.	Gevallen op B, van ½ El hoog	1155,10	1156,03	14,13	25,78	
— 〃 's av.	Wed. gev. op B, 〃 ½ 〃 〃	1155,60	1154,55	8,02	26,35	
— 〃 's av.	Wed. gev. op B, 〃 1 〃 〃	1149,25	1150,85	— 0,15	24,85 *)	Beweeglijk magnetismus, gemiddeld = 25,40.
1 Julij, 's mor.	20 dagen vertikaal stil gestaan op het einde A, onder	1144,30	1144,46	18,71	25,13	

Staaf N°. 4. Lang 326 *mm.* Breed 14,1 *mm.* Dik 5,4 *mm.* Zwaar 170^{7},5.

DATUM DER WAARNEMING.	TOESTAND DER STAAF.	GEMIDD. AFLEZING ZONDER DE STAAF.	GEMIDD. AFLEZING MET DE STAAF.	BEHOUDEN MAGNETISMUS.	BEWEEGLIJK MAGNETISMUS.	
31 Mei, 's av.	. . . .	1087,00	1088,05	33,51	27,20	
4 Junij, 's av.	Stil gelegen	1169,40	1168.01	31,89	25,61	
5 〃 's mor.	Gevallen op A, van ½ El hoog	1164,30	1165,75	62,12	26,75	
— 〃 's nam.	Gevallen op B, 〃 ½ 〃 〃	1169,00	1170,05	0,6	24,95	
6 〃 's nam.	Gevallen op A, 〃 1 〃 〃	1171,75	1173,97	31,82	27,82	
8 〃 's nam	Stil gelegen, rigting O—W	1158,00	1159,96	26,03	26,71	
— 〃 's av.	Gevallen op B, van ½ El hoog	1156.20	1154 08	6,67	24,48	
— 〃 's av.	Wed. gev. op B, 〃 ½ 〃 〃	1151,60	1149,07	— 7,32	26,27	
— 〃 's av.	Wed. gev. op B, 〃 1 〃 〃	1149,00	1149,70	—23,95	27,30	Beweeglijk magnetismus, gemiddeld = 26,61.
1 Jnlij, 's mor.	20 dagen vertikaal stil gestaan op het einde A, onder	1144,65	1145,12	—13,92	27,12	

*) Denkelijk iets te klein wegens eene onregelmatige beweging der naald.

TAFEL I.

Staaf N°. 5. Rond. Lang 322½ *mm*. Dik 13,5 *mm*. Zwaar 138⁷,4.

DATUM DER WAARNEMING.	TOESTAND DER STAAF.	GEMIDD. AFLEZING ZONDER DE STAAF.	GEMIDD. AFLEZING MET DE STAAF.	BEHOUDEN MAGNETISMUS.	BEWEEGLIJK MAGNETISMUS.	
1855.						
5 Junij, 's mor.	. . . .	1165,40	1165,63	16,33	26,38	
6 〃 's av.	Gevallen op A, van ½ El hoog	1167,40	1168,06	25,24	29,06	
— 〃 's av.	Wed. gev. op A, 〃 ½ 〃 〃	1167,60	1168,13	28,13	28,13	
— 〃 's av.	Wed. gev. op A, 〃 1 〃 〃	1153,50	1156,20	36,28	28,10	
9 〃 's mor.	Stil gelegen, rigting O—W	1151,10	1152,50	37,40	27,80	
— 〃 's mor.	Gevallen op B, van ½ El hoog	1161,50	1161,17	20,22	27,17	
— 〃 's mor.	Wed. gev. op B, 〃 ½ 〃 〃	1160,75	1161,47	8,72	27,22	
— 〃 's mor.	Wed. gev. op B, 〃 1 〃 〃	1161,25	1161,66	— 1,19	27,66	Beweeglijk magnetismus, gemiddeld = 27,68.
1 Julij, 's mor.	20 dagen horizontaal stil gelegen, in de rigting N—Z. A naar het Noorden.	1146,80	1148,13	+ 12,88	27,58	

Staaf N°. 6. Plat. Rond 304½ *mm*. Breed 21 *mm*. Dik 2,0 *mm*. Zwaar 88⁷,0.

DATUM DER WAARNEMING.	TOESTAND DER STAAF.	ZONDER DE STAAF.	MET DE STAAF.	BEHOUDEN MAGNETISMUS.	BEWEEGLIJK MAGNETISMUS.	
6 Junij, 's mor.	. . . .	1174,25	1174,16	0,66	15,66	
— 〃 's av.	Gevallen op A, van ½ El hoog	1167,80	1167,10	8,85	14,95	
— 〃 's av.	Wed. gev. op A, 〃 ½ 〃 〃	1166,65	1169,31	7,93	14,81	
— 〃 's av.	Wed. gev. op A, 〃 1 〃 〃	1159,90	1162,31	2,93	15,23	
9 〃 's mor.	Gevallen op B, 〃 1 〃 〃	1162,50	1162,45	—12,30	13,95	Beweeglijk magnetismus, gemiddeld = 14,95.
1 Julij, 's mor.	20 dagen horizontaal stil gelegen, in de rigting N—Z. B naar het Noorden.	1150,15	1150,51	— 4,23	15,11	

NB. Het beweeglijke magnetismus is voor *deze* staven niet evenredig aan de oppervlakte. Wanneer men de gemiddelde getallen die evenredig aan het beweeglijke magnetismus zijn, deelt door de gewigten der staven, in grammen uitgedrukt, komt

Beweeglijk magnetismus, per gramme ijzer	N°. 1 en 2,	gem.	0,1426.
	N°. 3 en 4,	〃	0,1534.
	N°. 5,	〃	0,2000.
	N°. 6,	〃	0,1699.

TABEL II.

GEMIDDELDEN DER AFWIJKINGEN VAN HET KOMPAS,

WAARGENOMEN AAN BOORD VAN VERSCHILLENDE SCHEPEN DER KONINKL. ENGELSCHE MARINE.

1°. Schip *Erebus*, Kapitein J. C. Ross, op zijne laatste reis.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.				
	GILLINGHAM, ENGELAND.	PORTO PRAYA.	ST. HELENA.	KAAP DE GOEDE HOOP.	KERGUELEN'S LAND.
N	+ 0° 9′,6	— 0° 40′,5	+ 0° 3′,3	+ 0° 18′,4	— 0° 4′,3
NO . . .	— 2 55 ,0	— 2 19 ,7	+ 0 57 ,5	+ 0 19 ,7	+ 1 59 ,1
O	— 3 53 ,3	— 2 8 ,4	+ 0 32 ,5	+ 1 9 ,7	+ 3 48 ,5
ZO. . . .	— 1 53 ,5	— 1 2 ,3	— 0 24 ,0	+ 1 53 ,0	+ 3 27 ,5
Z	+ 0 21 ,2	— 0 28 ,4	— 0 18 ,7	+ 0 44 ,7	+ 0 13 ,6
ZW. . . .	+ 2 53 ,7	+ 0 45 ,3	+ 0 7 ,9	— 0 53 ,8	— 3 19 ,2
W	+ 4 23 ,2	+ 1 31 ,1	— 0 21 ,5	— 1 4 ,4	— 3 48 ,8
NW . . .	+ 3 5 ,4	+ 1 5 ,1	— 0 44 ,4	— 0 4 ,7	— 2 14 ,2
Inclinatie	69° 11′	45° 32′	— 18° 16′	— 53° 7′	— 70° 3′
Geh. Int.	1.00	0,840	0,591	0,715	1,068

2°. IJzeren Stoomschip *Jackal*, Luitenant W. M. Pasco.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.			AANMERKING.
	PLYMOUTH SOUND, 1845.	RIVIER DE TAAG, 1847.	PIRAEUS VAN ATHENE, 1846.	
N	+ 2° 10′	+ 1° 21′	+ 0° 45′	Eene *Westelijke* afwijking is *positief* gerekend; eene *Oostelijke negatief.*
NO . . .	— 16 4	— 11 15	— 10 28	
O	— 16 22	— 11 32	— 10 13	
ZO . . .	— 9 44	— 6 15	— 4 33	
Z	— 2 2	— 1 46	— 0 24	
ZW . . .	+ 6 45	+ 3 0	+ 3 9	
W	+ 15 52	+ 12 14	+ 9 49	
NW . . .	+ 17 29	+ 14 55	+ 11 29	

TABEL II.

3°. IJzeren Stoomschip *Bloodhound,* Luitenant R. PHILLIPPS. — 4°. IJzeren Stoomschip *Trident,* Luiten. C. G. RIGGE.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.			AFWIJKINGEN.	
	PLYMOUTH SOUND, 1845.	NABIJ KONSTANTINOPEL, 1846.	PIRAEUS VAN ATHENE, 1846.	RIVIER DE THEEMS, GREENHITE. 1846.	MALTA, 1847.
N.	+ 1° 28′	+ 3° 17′	+ 2° 24′	— 2° 19′	— 0° 13′
NO.	— 13 11	— 9 2	— 8 49	— 20 48	— 13 37
O.	— 14 24	— 11 45	— 9 16	— 20 48	— 13 28
ZO	— 9 23	— 5 12	— 4 15	— 10 42	— 7 29
Z	— 2 49	— 2 1	— 2 16	+ 0 20	— 2 11
ZW.	+ 5 20	+ 2 10	+ 0 9	+ 11 7	+ 4 59
W	+ 13 43	+ 9 52	+ 9 21	+ 20 47	+ 12 57
NW	+ 15 40	+ 12 4	+ 11 32	+ 17 58	+ 13 44

5°. Stoomschip *Centaur,* Kapitein BUCKLE, Commo. FANSHAWE.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.	
	ENGELAND, 1849.	FERNANDO PO, 1850.
N	— 2° 13′	— 2° 7′
NO	— 7 42	— 4 19
O.	— 6 40	— 2 27
ZO	— 2 16	+ 1 12
Z	+ 2 48	+ 1 42
ZW.	+ 6 43	+ 1 59
W	+ 7 59	+ 2 38
NW	+ 4 31	+ 1 56

6°. Stoomschip *Geyser,* Kommandant BROWN.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.	
	ENGELAND, 1847.	KAAP DE GOEDE HOOP, 1850.
N.	+ 2° 16′	+ 1° 42′
NO	— 6 25	+ 1 59
O	— 9 26	+ 3 7
ZO	— 6 42	+ 2 37
Z	— 1 40	+ 0 12
ZW	+ 3 34	— 2 28
W.	+ 9 14	— 1 9
NW.	+ 9 54	+ 0 34

TABEL II.

7°. Stoomschip *Sphynx*, Komm. SHADWELL.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.	
	ENGELAND, 1848.	HONG-KONG, 1851.
N.	— 0° 13′	+ 0° 59′
NO.	— 8 56	— 1 29
O.	— 9 25	— 1 36
ZO	— 4 42	— 0 11
Z.	+ 0 32	+ 1 6
ZW.	+ 4 25	+ 1 43
W	+ 8 17	+ 2 33
NW	+ 7 33	+ 3 43

8°. Stoomschip *Acheron*, Kapitein STOKES.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.	
	ENGELAND, 1847.	NIEUW-ZEELAND, PONT-NICHOLSON, 1850.
N	+ 2° 41′	— 0° 59′
NO	+ 8 37	— 0 14
O	+ 8 0	+ 2 36
ZO	+ 3 7	+ 3 55
Z	— 2 12	+ 2 13
ZW	— 5 33	+ 1 40
W.	— 7 9	— 0 30
NW.	— 4 26	— 0 50

9°. Stoomschip *Cormorant*, Komm. SCHOMBERG.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.	
	ENGELAND, 1849.	BAHIA, ZUID-AMERIKA, 1851.
N.	— 3° 51′	— 1° 23′
NO.	— 10 39	— 4 39
O.	— 7 46	— 0 56
ZO	— 1 15	+ 1 48
Z	+ 3 55	+ 1 51
ZW.	+ 6 49	+ 0 48
W	+ 7 26	+ 2 1
NW	+ 4 17	+ 2 40

10°. Schip *Resolute*, Kapitein AUSTIN.

RIGTING VOLGENS HET KOMPAS.	AFWIJKINGEN.	
	GREENHITHE, 1850.	WHALE FISH-EILANDEN. 1850.
N.	— 1° 26′	— 2° 19′
NO.	— 5 56	— 16 16
O	— 6 30	— 17 31
ZO.	— 2 35	— 11 4
Z.	+ 1 34	+ 1 6
ZW	+ 5 25	+ 12 22
W.	+ 6 27	+ 16 31
NW.	+ 3 55	+ 11 2
Waarnemers	Kapitein JOHNSON.	Mr. R. C. ALLEN.

TABEL III.

Coëfficienten der uitdrukking $Sin.\ \varphi = r\ Cos.\ \varphi + m\ Sin.\ a' + n\ Cos.\ a' + p\ Sin.\ (2\ a' - \varphi) + q\ Cos.\ (2\ a' - \varphi)$, wanneer φ de afwijking van het kompas en a' de voorliggende kompasstreek beteekent, nevens de inclinatie δ, en de horizontale intensiteit i van het aard-magnetismus

SCHIP.	PLAATS EN TIJD.	δ	i	r	$\triangle r$	p	$\triangle p$	q	$\triangle q$	m	$\triangle m$	n	$\triangle n$
1°. *Erebus* . . .	Engeland	69°11′	1,000	+ 0,0048	— 120	— 0,0053	— 18	+ 0,0001	— 24	— 0,0693	+ 373	— 0,0034	— 4
—	Porto Praya	45 32	1,655	— 0,0072	+ 126	— 0,0071	+ 92	— 0,0023	+ 2	— 0,0320	+ 394	— 0,0038	+ 71
—	St. Helena	18 16	1,581	+ 0,0054	— 3	+ 0,0021	— 110	— 0,0021	+ 61	+ 0,0074	+ 121	+ 0,0033	— 54
—	Kaap de Goede Hoop . .	—53 7	1,208	+ 0,0051	— 42	— 0,0089	— 22	+ 0,0041	— 34	+ 0,0195	+ 476	— 0,0021	— 4
—	Kerguelen's Land	—70 3	1,025	+ 0,0009		— 0,0111		+ 0,0007		+ 0,0671		— 0,0025	
2°. *Jackal* . . .	Engeland. 1845	69 2	1,00	— 0,0038	+ 54	— 0,0750	+ 11	+ 0,0027	— 75	— 0,3028	+ 834	+ 0,0300	+ 36
—	Rivier de Taag . . . 1847	64 5	1,16	+ 0,0016	— 26	— 0,0739	+ 118	— 0,0048	+ 81	— 0,2194	+ 360	+ 0,0336	— 228
—	Athene 1846	52 4	1,46	— 0,0010		— 0,0621		+ 0,0033		— 0,1834		+ 0,0108	
3°. *Bloodhound*	Engeland. 1845	69 2	1,00	— 0,0077	+ 42	— 0,0616	— 27	— 0,0026	+ 163	— 0,2622	+ 746	+ 0,0370	+ 43
—	Constantinopel. . . . 1846	54 6	1,48	— 0,0035	+ 9	— 0,0643	— 52	+ 0,0137	— 134	— 0,1876	+ 249	+ 0,0413	— 15
—	Athene 1846	52 4	1,46	— 0,0026		— 0,0695		+ 0,0003		— 0,1627		+ 0,0398	
4°. *Trident* . .	Engeland 1846	69 2	1,00	— 0,0096	— 20	— 0,0742	+ 140	— 0,0082	+ 9	— 0,3755	+1317	— 0,0220	+ 370
—	Malta 1847	53 3	1,46	— 0,0116		— 0,0602		— 0,0073		— 0,2438		+ 0,0150	
5°. *Centaur*. . .	Engeland 1849	69 2	1,00	+ 0,0069	— 57	— 0,0141	— 98	— 0,0033	+ 07	— 0,1284	+ 836	— 0,0452	+ 142
—	Fernando Po 1850	0 8	1,76	+ 0,0012		— 0,0239		— 0,0026		— 0,0448		— 0,0310	
6°. *Geyser* . . .	Engeland 1847	69 2	1,00	+ 0,0021	+ 122	— 0,0257	+ 97	+ 0,0034	— 39	— 0,1650	+2039	+ 0,0372	— 234
—	Kaap de Goede Hoop 1850	—52 4	1,20	+ 0,0143		— 0,0160		— 0,0005		+ 0,0389		+ 0,0138	
7°. *Sphynx*. . .	Engeland 1848	69 2	1,00	— 0,0061	+ 207	— [illegible]32	+ 178	+ 0,0062	— 14	— 0,1583	+1991	— 0,0064	+ 74
—	Hong Kong 1851	30 0	2,00	+ 0,0147		— 0,0143		+ 0,0048		— 0,0408		+ 0,0010	
8°. *Acheron* . .	Engeland 1847	69 2	1,00	— 0,0068	— 102	— 0,0193	+ 265	+ 0,0016	+ 51	— 0,1340	+1116	— 0,0412	+ 758
—	Nieuw Zeeland . . . 1850	—63 8	1,58	— 0,0170		+ 0,0072		+ 0,0067		— 0,0224		+ 0,0346	
9°. *Comorant*. .	Engeland 1849	69 2	1,00	— 0,0024	+ 71	— 0,0311	— 50	+ 0,0032	— 58	— 0,1382	+1085	— 0,0703	+ 456
—	Bahia 1851	5 4	1,76	+ 0,0047		— 0,0361		— 0,0026		— 0,0297		— 0,0247	
10°. *Resolute* . .	Engeland 1850	69 2	1,00	+ 0,0025	— 159	— 0,0080	— 88	+ 0,0008	— 18	— 0,1108	—1831	— 0,0279	— 168
—	Whale Fish-Eilanden. . .	82 2	0,42	— 0,0134		— 0,0168		— 0,0010		— 0,2939		— 0,0447	

TABEL IV.

Waarden der Producten $m\,i$, $m\,Cot.\,\delta$, $n\,i$, $n\,Cot.\,\delta$, en der afgeleide waarschijnlijkste waarden van de grootheden x, y, x', y', zijnde $m = x\,Tang.\,\delta + \frac{y}{i}$, $n = x'\,Tang.\,\delta + \frac{y'}{i}$.

SCHIP.	PLAATS EN TIJD.	mi	$m\,Cot\,\delta$	ni	$n\,Cot.\,\delta$	x en y	x' en y'
1°. *Erebus*. . .	Engeland	— 0,0693	— 0,0263	— 0,0034	. . . . . .	x = — 0,0248	x' = 0
—	Porto Praya.	— 0,0530	— 0,0314	— 0,0063	. . . . . .	± 15	y' = — 0,0037
							St. Helena uitges.
—	St. Helena.	+ 0,0117	— 0,0224	+ 0,0052	. . . . . .	y = — 0,0049	of y' = — 0,0020
—	Kaap de Goede Hoop. . . .	+ 0,0236	— 0,0116	— 0,0026	. . . . . .	± 33	met St. Helena.
—	Kerguelen's Land.	+ 0,0688	— 0,0244	— 0,0026	. . . . . .	. . . .	. . . .
2°. *Jackal*. . .	Engeland 1845	— 0,3658	— 0,1379	+ 0,0350	+ 0,0132	x = — 0,0166	x' = + 0,0297
—	Athene 1846	— 0,2678	— 0,1412	+ 0,0158	+ 0,0083	y = — 0,2364	y' = — 0,0405
—	Rivier de Taag 1847	— 0,2543	— 0,1047	+ 0,0400	+ 0,0160	NB. Engeland en Riv. de Taag ge-	
						middeld vergeleken met Athene.	
3°. *Bloodhound*	Engeland 1845	— 0,2622	— 0,0988	+ 0,0370	+ 0,0139	x = — 0,0071	x' = — 0,0332
—	Constantinopel 1846	— 0,2776	— 0.1334	+ 0,0611	+ 0,0294	y = — 0,2434	y' = + 0,1250
—	Athene 1846	— 0,2375	— 0,1253	+ 0,0568	+ 0,0300	NB. Constantin. en Athene gemid-	
						deld vergeleken met Engeland.	
4°. *Trident*. . .	Engeland 1846	— 0,3755	— 0,1416	— 0,0220	— 0,0083	x = — 0,0297	x' = — 0,0633
—	Malta 1847	— 0,3549	— 0,1815	+ 0,0219	+ 0,0112	y = — 0,2964	y = + 0,1483
5°. *Centaur* . .	Engeland 1849	— 0,1284	— 0,0484	— 0,0452	— 0,0171	x = — 0,0189	x' = + 0.0036
—	Fernando Po 1850	— 0,0788	— 3,2083	— 0,0545	— 2,2200	y = — 0,0783	y' = — 0,0546
6°. *Geyser* . . .	Engeland 1847	— 0,1650	— 0,0621	+ 0,0372	+ 0,0140	x = — 0,0503	x' = + 0,0049
—	Kaap de Goede Hoop 1850	+ 0,0467	— 0,0300	+ 0,0166	— 0,0106	y = — 0,0317	y' = + 0,0241
7°. *Sphynx*. . .	Engeland 1848	— 0,1513	— 0,0597	— 0,0064	— 0,0024	x = — 0,0512	x' = — 0,0056
—	Hong Kong 1851	— 0,0816	— 0,0353	+ 0,0020	+ 0,0009	y = — 0,0225	y' = + 0,0085
8°. *Acheron* . .	Engeland 1847	— 0,1340	— 0,0504	— 0,0412	— 0,0155	x = — 0,0168	x' = — 0,0164
—	Nieuw Zeeland 1850	— 0,0345	+ 0,0110	+ 0,0546	— 0,0160	y = — 0,0894	y' = + 0,0021
9°. *Comorant* .	Engeland 1849	— 0,1382	— 0,0521	— 0,0703	— 0,0265	x = — 0,0859	x' = — 0,0108
—	Bahia 1851	— 0,0523	— 0,3142	— 0,0435	— 0,2623	y = — 0,0580	y' = — 0,0417
10°. *Resolute* . .	Engeland 1850	— 0,1108	— 0,0418	— 0,0279	— 0,0105	x = — 0,0304	x' = + 0,0219
—	Whale Fish-Eilanden. 1851	— 0,1234	— 0,0403	— 0,0188	— 0,0058	y = — 0,0304	y' = — 0,0861

GEDRUKT BIJ W. J. KRÖBER.