

Digitized by the Internet Archive
in 2009 with funding from
University of Toronto

<http://www.archive.org/details/proceedingsserie27akad>

24

VERHANDELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

47926m
22500k

27

ZEVEN EN TWINTIGSTE DEEL.

MET PLATEN.

AMSTERDAM,

JOHANNES MÜLLER.

1890.

Q
27
749
dl 27

610299
4.7.55

I N H O U D

VAN HET

ZEVEN EN TWINTIGSTE DEEL.



DR. J. L. HOORWEG, EXPERIMENTEEL ONDERZOEK OMTRENT DE BEWEGING VAN HET BLOED.

Met zes platen.

DR. J. T. OUDEMANS, BEITRÄGE ZUR KENNTNISS DES CHIROMYS MADAGASCARIENSIS CUV.

Mit 3 Tafeln.

DR. E. VAN RIJCKEVORSEL AND E. ENGELENBURG, C. E., MAGNETIC SURVEY OF
THE EASTERN PART OF BRAZIL. *With 3 Maps and 2 Plates.*

G. REINDERS, DE SAMENSTELLING EN HET ONTSTAAN DER ZOOGENAAMDE OERBANKEN IN DE
NEDERLANDSCHE HEIDEGRONDEN.



EXPERIMENTEEL ONDERZOEK,

OMTRENT DE

BEWEGING VAN HET BLOED.

DOOR

Dr. J. L. HOORWEG.

H O O F D S T U K I.

OVER DE SPHYGMOGRAAF.

§ 1. Het doel van de sphygmograaf is om vergroot en zoo getrouw mogelijk de beweging van den pulseerenden arteriewand af te beelden, ten einde daaruit besluiten omtrent hart- en bloedbeweging te kunnen afleiden.

Op den arteriewand a wordt, met eene zekere kracht F , eene stift b gedrukt en de beweging dezer stift wordt door hefboomen of anderszins vergroot overgebracht op eenen hefboom c , die op eene met roet bedekte trommel of glasplaat teekent. De vragen, die nu gesteld kunnen worden, zijn de volgende:

1^o. welk verband is er tusschen de beweging van a en de beweging van b en c ?

2^o. hoe wordt uit de gevondene curve de drukvariatie van het bloed bepaald?

3^o. welk besluit kan men uit de drukvariatie, in een zeker punt van eene arterie, trekken omtrent den oogenblikkelijken toestand van hart, vaatstelsel, enz.

A 1

De eerste vraag is mathematisch en experimenteel onderzocht door REDTEN-BACKER*, FICK†, en vooral door MACH§.

Wanneer men bedenkt dat de bewegingen van a en b zeer klein zijn, kan men door het beginsel van de superpositie der kleine bewegingen de gestelde vraag gemakkelijk aldus oplossen:

Ware de beweging van den arteriewand b. v. eene eenvoudige slingerbeweging van den vorm fig. 1 A , en wist men dat de stift a van de sphygmograaf, uit den stand van evenwicht gebracht, onder de werking van zwaartekracht of veerkracht insgelijks enkelvoudige slingeringen volbracht van den vorm fig. 1 B , dan zou de werkelijke opgeschrevene beweging fig. 1 C zijn, welke figuur gevonden wordt door optelling van de overeenkomstige ordinaten van de beide figuren A en B . Hieruit volgt dat in 't algemeen de curven C en A eene verschillende gedaante zullen aannemen en wel destemeer zullen verschillen, naarmate de eigen bewegingen van het instrument fig. 1 B , eene grootere amplitude bezitten. De eerste regel voor de sphygmograaf is dus: *laat het instrument zoodanig ingericht zijn, dat de stift b bij vrij groote verandering van drukkracht slechts geringen uitslag ontvangt.*

Dit is bij de sterke, korte veer van MAREY's sphygmograaf het geval.

Daar de stift b met de andere deelen van het instrument verbonden is en alzoo indirect den invloed ondervindt van de wrijving van den schrijfhefboom c op de registreertrommel, worden de eigenschommelingen van het instrument daardoor van de gedaante (fig. 1 D), nl. van snel afnemende amplitude.

Hieruit volgt dat de eigenbewegingen zich het meest bij het begin van eene drukvariatie zullen vertoonen. Ook volgt er uit als tweede regel: *Eene matige wrijving van schrijfstift op trommel of plaat is bepaald voordeelig voor het juiste teruggeven der curven.*

Bij sneldraaiende trommel is deze wrijving gering en *zeer ongelijk*, wat aanleiding geeft tot eigen beweging van vrij groote amplitude. De derde regel is dus: *zeer groote snelheid van registreerend apparaat moet vermeden worden.*

De gewone snelheid der glasplaatjes van de sphygmograaf van MAREY is van 10 tot 14 $m.M.$ per secunde. Veel hooger kan die snelheid niet worden zonder nadeel voor de getrouwheid der curven. Waar MAREY** dus soms eene snel-

* Zie VIERORDT, *Die Lehre vom Arterienpulse*, pag. 12.

† *Med. Physik*, pag. 479.

§ *Sitz. ber. Wiener Academie* Bd. 46 pag. 157 en Bd. 47 pag. 33.

** MAREY, *Circulation du Sang*, 1881, pag. 226.

heid van 250 mM. aanwendt, overschrijdt hij ver de geoorloofde grenzen *. De eigenbeweging fig. 1 *B* en *D* van het instrument is zelve weder de resultante van :

1^o. de eigenbeweging van de veer.

2^o. de eigenbeweging van den schrijvenden hefboom.

3^o. de eigenbeweging van de verticale staaf (*d*) die beiden verbindt.

Veer en hefboom trillen als eene staaf, die aan het eene einde vast is; de staaf (*d*), doorbuigende onder het daarop geplaatste gewicht, trilt ongeveer als eene staaf aan beide einden vrij. Uit den aard der zaak zal die laatste beweging vrij onregelmatig zijn. Zij komt bij de sphygmograaf van MAREY bijna niet in aanmerking, maar speelt eene verderfelijke rol bij die van LANDOIS † en bij die van SOMMERBRODT §. Het instrument van VIERORDT ** lijkt veel minder aan dat gebrek, maar deelt het bezwaar, dat alle sphygmografen bezitten, die met gewichten werken, nl. dat onder de beweging die gewichten zich altijd eenigszins verzetten of op andere hefboomsarmen werken. Veeren hebben dus verreweg de voorkeur, vooral nadat KOHLRAUSCH †† heeft aangetoond hoe weinig zij het verwijt verdienen, dat zij spoedig verslappen.

Eene hoofdzak bij het gebruik van de sphygmograaf is, dat 't instrument zoo min mogelijk invloed moet uitoefenen op de bloedbeweging.

Dat het theoretisch dit altijd doen moet, volgt hieruit, dat er arbeid noodig is om het instrument in beweging te houden. Hoe kleiner die arbeid, hoe beter het toestel.

De vierde regel voor de sphygmograaf is dus dat *de massa der in beweging te stellen deelen zoo klein mogelijk zij*.

Ook deze voorwaarde is bij het toestel van MAREY uitnemend vervuld. Veel minder voldoen daaraan de instrumenten van VIERORDT, LANDOIS en SOMMERBRODT. Evenmin beantwoordt aan dezen eisch de sphygmograaf van NAUMANN §§, daar hier eene aanmerkelijke hoeveelheid water moet worden bewogen.

Het opschrijven geschiedt bij de sphygmograaf van NAUMANN door een haartje dat bevestigd is aan een elastiek buisje; dit elastieke buisje wordt ge-

* Men kan ook eene te kleine snelheid aanwenden, zooals VIERORDT (l. c. pag. 37), die een snelheid van 6 mM. gebruikt. Die kleine snelheid is de reden dat zijne polscurven allen op enkelvoudige slingerbewegingen gelijken.

† *Die Lehre vom Arterienpulse*. 1872 pag. 71.

§ *Ein neuer Sphygmograf*. 1876.

** l. c. pag. 22.

†† *Electrol. Zeitschr.* Jan. 1886.

§§ *Zeitschr. für rat. med* 3^e R. Bd. 18 S. 199.

erigeerd als er meer water inkomt, maar de elasticiteit van een met water gevuld buisje is zeer variabel, vooral met de temperatuur van dat water. Daarom zijn proeven met dit toestel den eenen dag gedaan niet vergelijkbaar met die van eenen anderen dag.

Toch moet men vrij natuurlijk als vijfden regel stellen:

De aanwijzingen van het instrument bij verschillende proeven moeten onderling vergelijkbaar zijn.

Daarom is de inrichting van BÉHIER* waarbij de drukking F , die de veer op den arteriewand uitoefent, in bepaalde maat kan worden uitgedrukt, te verkiezen boven die van MAREY zelve.

Echter zou ik de wijze, waarop de stift b met den schrijvende hefboom c verbonden is bij MACH †, verkiezen boven den heugel en het rondsel van BÉHIER.

(Zie voor afbeeldingen der verschillende instrumenten: LANDOIS, *Lehrbuch der Physiologie* of andere grootere handboeken).

§ 2. Aan den vierden regel, dat de massa der in beweging gestelde deelen gering moet zijn, kan ook uitstekend voldoen de sphygmograaf met luchttransport, door Dr. BRONGEEST onder den naam van *Paus-sphygmograaf* het eerst beschreven en later door MAREY algemeen bekend gemaakt.

Van deze soort van sphygmografen zegt LANDOIS in zijne *Physiologie* eenvoudig weg, d. i. zonder bewijzen, dat zij geen vertrouwen verdienen.

Tot enig antwoord voeg ik hierbij de polscurve van de *A. carotis*, zooals mijne sphygmograaf met luchttransport die geeft, en die zich door hare regelmatigheid zeer gunstig onderscheidt van LANDOIS afbeeldingen fig. 75.

De waarheid is, dat het instrument bij behoorlijk gebruik zeer goede resultaten oplevert en dan wegens de gemakkelijkheid van aanwending dikwijls verkozen zal worden.

(Zie voor de totale inrichting MAREY *circulation* pag. 222 en pag. 706 alsmede MAREY *Travaux du Labor.* 1875 pag. 22—34).

Deze instrumenten hebben twee gebreken waarop men goed letten moet. Vooreerst worden de elastieke vliezen der tambours gemakkelijk lek, daar zij mettertijd hard en bros worden en dan op de plaatsen waar zij gebonden zijn, breken. Men moet dus van tijd tot tijd nieuwe vliezen opbinden en deze op mogelijke lekken onderzoeken.

Ten tweede ontstaan in de transporteerende luchtkolom insgelijks golven, die

* *Bull. de l'Acad. de méd.* Paris 11 Août 1868.

† *Sitz. ber. Wiener Acad.* Bd. 47 S. 53.

in de buis heen en weer loopen en secundaire verheffingen van de schrijfstift kunnen voortbrengen.

Deze verheffingen doen zich voor als eigenbewegingen van den hefboom, maar hebben dit eigenaardige, dat zij *niet* verdwijnen, wanneer men, zooals MAREY * bij zijne „polygraphe à tracés microscopiques” deed, den hefboom slechts zeer kleine schommelingen laat maken.

Het bestaan dezer luchtgolven wordt bewezen door fig. (4), waarbij *A* eene zekere beweging is, geschreven door middel van eene korte transportbuis van 175 cM. lengte en *B* dezelfde beweging, geschreven met eene lange transportbuis van 1144 cM. De eigentrillingen hebben bij *B* een zooveel maal grooter lengte als de verhouding van 175: 1144 aangeeft. Uit deze proef had ik voor de snelheid der luchtgolf in de elastieke buis opgemaakt 120 meter. Om dit te controleren liet ik onder elkander 2 hefboomen schrijven, die met elkander direct verbonden waren door de buis van 1144 cM. Zoo ik nu dicht bij de ééne tambour kneep, verhieven zich beide hefboomen maar op ongelijken tijd. Het tijdsverschil werd door eene stemvork van 32 trillingen aangegeven, die tusschen beide hefboomen opgesteld was. Zie fig. 5 waar *b* de nabijzijnde en *a* de meest verwijderde beteekent. Het gemiddelde van vele goed overeenstemmende metingen gaf aldus voor de snelheid van luchtgolven in elastieke buizen 115 Meter, wat slechts weinig van bovengenoemd getal verschilt.

Voor zoover ik weet, is dit de eerste bepaling van de snelheid van het geluid in elastieke buizen †.

Men ziet dat die snelheid aanmerkelijk geringer is dan die van de luchtgolven in metalen buizen, welke op 340 meter kan worden gesteld. Daarom verdient het de voorkeur de transportbuizen, in plaats van gutta-percha, van lood te nemen, wat toch buigzaam genoeg is.

Uit dit alles volgt ook, dat het hier nog meer noodig is dan bij directe sphygmografen dat de registreerende trommel geen al te groote snelheid verkrijge.

Eene snelheid van 10—14 mM. per sec. is ook hier aangewezen.

Willen de sphygmografen met luchttransport in gevoeligheid met eene gewone directe sphygmograaf van MAREY concurreeren, dan is het noodig dat de tambours, waardoor de schrijvende hefboomen worden bewogen, minstens eene middellijn hebben van 4, 5 cM. en op de hefboomen werken door aluminium platen van 2, 5 cM. Bij kleinere afmetingen is de gevoeligheid veel geringer. Zie fig. 6 waar *a* curven voorstelt, door eene directe sphygmograaf geschreven,

* MAREY. *Circulation* pag. 709.

† Later vernam ik dat Prof. DONDEES vroeger dergelijke proeven heeft verricht.

terwijl *b* dezelfde curven zijn, zooals de sphygmograaf met luchttransport die geeft, wanneer de afmetingen van de tambours zijn 1, 5 cM.

§ 3. Welke soort van sphygmografen men ook wil gebruiken, wegens de onvolledigheid van iedere theorie zal het volstrekt noodig zijn, dat ieder zelf de fouten van zijne eigene sphygmograaf onderzoekt, eer ze te gebruiken.

RIVE* deed dit, volgens aanwijzing van DONDEERS, nauwkeurig en zorgvuldig met behulp van een excentriek, dat bij het ronddraaien van tijd tot tijd de stift *b* van de sphygmograaf oplichtte en dan weder liet vallen. MACH† zette de sphygmograaf op eene zeer korte gummibuis waarin met een handpompje water ingespoten werd. Zuiger en sphygmograaf schreven onder elkander op eene zelfde trommel op. Fig. 7 is eene verkleinde afbeelding van wat hij verkreeg, *a* is de sphygmograaf, *b* de zuiger.

VON WITTICH verbond den musculus gastrocnemius van een kikvorsch met eene sphygmograaf en deed die door prikkeling samentrekken §.

MAREY** vermeldt de methode van BUISSON om bij het schrijven met de sphygmograaf den hefboom *c* op eene zekere hoogte vast te houden, zoodat hij slechts het bovenste stuk van de curve teekent. Bij 1 (fig. 8) teekent het instrument dan de volle curve, bij 2 slechts het stuk *a b c*, bij 3 het stuk *d e f* en zoo deze stukken nu precies gelijken op die van de 1^{ste} curve, dan zijn er geen eigen bewegingen. MAREY vindt dit de allerbeste methode, maar vooreerst is zij niet meer uitvoerbaar, als hefboom en veer onwrikbaar met elkander verbonden zijn (wat verkieselijk is) en ten tweede, waar de rijzing bijna *plotseling* geschiedt (wat meestal het geval is) zal de eigen beweging bij 2 en 3 even groot zijn als bij 1.

Ook GRASHEY †† heeft zijne sphygmograaf aan een nauwkeurig onderzoek onderworpen met behulp van eene houten staat, die om eene stevige as tusschen 2 vaste pennen kon draaien. De curve, die hij aldus moest verkrijgen, had het voorkomen fig. 9 *a* en de sphygmograaf teekende fig. 9 *b*.

Zoodra dus de opwaartsche beweging snel geschiedde (fig. 9 *a* 1), gaf de sphygmograaf BÉHIER duidelijk eene eigen trilling aan.

Hetzelfde vond RIVE §§; nl. bij langzame draaiing van het excentriek geen

* *De sphygmograaf*, Acad. Proefschr., Utrecht 1886, pag. 11 et seq.

† *Sitz. ber.*, Wiener Acad., Bd. 46, IIe Abth., pag. 168, 1882.

§ *Naturf. versamml.*, Hannover 1865.

** *Circul. du Sang.*, p. 217.

†† *Die Wellenbew. elast. Röhre*, 1881.

§§ l. c. p. 19, Pl. I, fig. 5.

eigen beweging, bij snelle altijd. GRASHEY bepaalde ook de maximale snelheid boven welke eigen beweging *regel* is. Zoo b.v. op de lijn van fig. 10: *a* het begin der stijging, *b* het hoogste punt en *a b'* de horizontale projectie van *a b* voorstelt, dan geeft, wegens de bekende snelheid van de glasplaat, deze lijn *a b'* den tijd aan, dien de schrijvende hefboom noodig heeft gehad om de lijn *bb'* te doorloopen. Op deze wijze vond GRASHEY voor die maximale snelheid 12 cM. per sec.

Ik voor mij zou het onderzoek van de sphygmograaf aldus willen verrichten.

a. Onderzoek naar de beweging van trommel of glasplaat.

Eene stemvork van 10 of 20 trillingen per sec. (zooals in vele laboratoria wordt aangetroffen) wordt tegenover het plaatje zoodanig opgesteld, dat een veertje of haartje, daaraan verbonden, in het roet schrijft. Nu brengt men eerst de stemvork en dan het plaatje of de trommel in beweging, zoodat de bekende golflijn van de stemvork zich duidelijk afteekent.

De afstanden van de opvolgende toppen der golflijn moeten over de geheele lengte gelijk staan. (Zie fig. 11.)

In 't begin zal dat niet het geval zijn. Men teekent aan tot hoever de beweging onregelmatig is geweest en verwaarloost voortaan dit eerste stuk van iedere curvenlijn.

Deze proef leert tegelijk de snelheid van plaat of trommel vinden, uit het aantal golven dat op 1 cM. bevat is. Men regelt den gang van het uurwerk dan, tot die snelheid van 10—14 mM. is geworden.

b. Onderzoek naar de eigen beweging.

Men stelt de stift *b* van de sphygmograaf, in plaats van op de arterie, op de schroef *B* van eenen gewonen MORSE' telegraafsleutel, zooals de telegrafisten dien algemeen gebruiken (fig. 12), terwijl het vaste deel van de sphygmograaf met een paar houten klosjes op het gestel *A* van den sleutel is geschroefd. Zoo men dan op gewone wijze op knop *C* werkt, dan verkrijgt daardoor schroef *B* eene kleine, meetbare en reguleerbare beweging, die ten gevolge zal hebben, dat de sphygmograaf eene eenvoudige curve als in fig. 9 *a.* schrijft. Dit gebeurt ook als men den sleutel langzaam beweegt, maar bij toenemende snelheid van sleutel zullen zich eigene bewegingen duidelijk afteekenen. fig. 13.

Slechts enkele der curven vertoonen de zuivere gedaante van een gelijkbeenig trapezium. Bij deze meet men als in fig. 10 is aangewezen de opgaande lijn *bb'* en de horizontale projectie *ab* en vindt aldus evenals GRASHEY door eenige proeven de maximale snelheid der opwaartsche of nederwaartsche beweging. Hoe grooter dat maximum, hoe beter dat instrument. GRASHEY vond bij zijne sphygmograaf van BÉHIER eene maximale snelheid van 12 cM. per sec. Ik vond bij

mijne sphygmograaf met luchttransport eene maximale snelheid van 10 cM. per sec. en duidelijk eigen trillingen bij 13 cM.

Men kan verder de proef herhalen nadat tusschen de stift *b* van de sphygmograaf en den schroefkop *B* van den sleutel van MORSE een kort, wijd, van alle kanten gesloten en met water gevuld gutta-percha buisje is geklemd fig. 14.

De proef met den sleutel geeft tegelijk de vergrooting van de sphygmograaf te kennen, daar de verplaatsing van den knop *B* van den sleutel nauwkeurig gemeten kan worden.

§ 4. Kan men uit de geschrevene curve den invloed der eigen beweging van het instrument elimineeren? Wij moeten daartoe de constructie van fig. 1 omkeeren, nl. *B* van *C* aftrekken om *A* te vinden. Maar hierbij moeten wij bedenken, dat de veer reeds gespannen was door drukking op de arterie.

Nu laat men de sphygmograaf eerst de eigenlijke curve teekenen b.v. fig. 15 *A*; doet dan de glasplaat stilstaan, maakt de stift *b* van de sphygmograaf geheel vrij en brengt die met de hand zoo hoog, dat de schrijfhefboom *c* de lijn *aa* schrijft, laat dan de glasplaat verder gaan en laat de veer los: de sphygmograaf schrijft dan de curve fig. 15 *B*. Weer zet men de glasplaat stil en ligt nu de stift *b* van de sphygmograaf zoo hoog op, dat de hefboom de lijn *bb* schrijft. Dan weder de plaat aan den gang gezet en de veer losgelaten, dan schrijft de sphygmograaf de curve fig. 15 *C*. Daarna voegt men de drie verkregene curven op elkander, nl. eerst *A* positief op de as, dan omgekeerd dus onder diezelfde as curve *C* en dan positief, d. i. boven de as, curve *B*. De algebraïsche som der overeenkomstige ordinaten geeft dan de eigenlijke curve *D*.

Deze methode is omslachtig, maar toch uitvoerbaar en somtijds noodzakelijk nl. als eene zekere verheffing in de curve niet het eigenaardige voorkomen heeft van eigen beweging en toch vermoed wordt, het te zijn.

Meestal kan men echter de eigen bewegingen dadelijk herkennen aan de volgende kenmerken:

a. Zij treden altijd op *na* iedere snelle rijzing of daling, nooit *vóór* of *gedurende* deze.

b. Bij gelijke snelheid van trommel of plaat hebben zij altijd dezelfde *lengte* (zie fig. 15 *A*) van 1—2—3, die ééns voor goed in *mM.* kan worden bepaald.

c de amplitude der eigen schommelingen is snel afnemende en des te grooter naarmate de opwaartsche of nederwaartsche snelheid grooter is, zie fig. 10 *a b*, of wel naarmate de hoek, dien het stuk van de curve met de horizontale lijn maakt, meer tot 90° nadert.

§ 5. De tweede vraag is: zoo men de geschrevene curve vrij van de eigen beweging van het instrument verkregen heeft, hoe bepaalt men daaruit de drukvariatie

van het bloed, die de oorzaak van de beweging is? Deze vraag is beantwoord door CHABRY*.

Laten AB en BC fig. 16 twee oneindig kleine elementen zijn van een materiele buigzame kromme lijn, die op ieder element eene drukking van binnen naar buiten ontvangt $= P'l$ als $AB = BC = l$. Deze drukking tracht de beide elementen om B als draaipunt te doen draaien en aldus doet P' eene kracht S ontstaan, die het verband tusschen beide elementen tracht te verbreken. Om deze kracht S te vinden, moeten wij uitdrukken, dat de resultante van S en S gelijk en tegengesteld is aan de resultante van P' en P' of $BD = MN$.

BD is nl. de resultante der beide S en MN de resultante der beide P' .

Is α de hoek der beide elementen, de hoek, dien men in de wiskunde den contingentiehoek noemt, dan wordt

$$BD = 2 S \sin \frac{1}{2} \alpha \quad \text{en} \quad MN = 2 P' l \cos \frac{1}{2} \alpha$$

derhalve

$$S = \frac{P' l}{\tan \frac{1}{2} \alpha} \dots \dots \dots (1)$$

Maar ME en ME zijn tegelijk de kromtestralen van de kromme lijn en M het middelpunt van kromming, dus in den rechthoekigen driehoek BME , is:

$$\tan \frac{1}{2} \alpha = \frac{BE}{ME} = \frac{\frac{1}{2} l}{R}, \dots \dots \dots (2)$$

als R de kromtestraal van de curve is. Hieruit volgt:

$$S = \frac{P' l}{\frac{l}{2R}} = 2 P' R. \dots \dots \dots (3)$$

Worden nu de elementen hoe langer hoe kleiner en de contingentie-hoek ook, dan geven de 2 krachten P' te samen eene normale kracht $P = 2 P'$ en dus:

$$S = P R \dagger. \dots \dots \dots (4)$$

Hieruit kan men afleiden dat een gutta-percha buis met eene inwendige drukking van P gram op de cm^2 in ieder punt aan eene spankracht onderworpen is van PR gram per cm^2 , zoodat de straal er van zal toenemen met $\frac{P R^2}{E a}$, als E de Young'sche elasticiteitsmodulus van de buis \S en a in cm de dikte van den buiswand bedraagt. Want wij hebben immers volgens de bepaling van E de evenredigheid: $E a : P R = R : y$ waaruit

* *Journal de l'Anat. et de Physiol.* 1885, pag. 186.

† THOMSON and TAIT, *Treatise on natural Philosophy.* Part II, § 576 (3). Zie ook voor een korter bewijs KORTEWEG, Acad. Proefschrift, pag. 85.

§ Onder E verstaat men het aantal grammen dat, indien zulks zonder breken mogelijk ware, in staat zou zijn eene staaf van 1 cm^2 doorsnede tot de dubbele lengte uit te rekken.

$$y = \frac{P R^2}{E a} \dots \dots \dots (5)$$

Wanneer men nu eene dergelijke uitgerekte buis door eene kracht F van boven indrukt, terwijl zij van onderen eene vaste onderlaag heeft, dan zal die buis door die drukking eene zoodanige gedaante verkrijgen (fig. 17), dat $LM = NO$, en dat LHN en MIO halve cirkels zijn met $LN = OM = D$ tot middellijn. Nu moet als R de oorspronkelijke straal der buis beteekent:

$$2 \pi \left(R + \frac{P R^2}{E a} \right) = 2 LM + 2 LHN$$

of:

$$LM = \frac{\pi \left(2 R + \frac{2 P R^2}{E a} - D \right)}{2} \dots \dots \dots (6)$$

Maar F moet zijn gelijk $P \times LM$ dus

$$F = \frac{\pi P \left(2 R + \frac{2 P R^2}{E a} - D \right)}{2} \dots \dots \dots (7)$$

waaruit eindelijk

$$D = 2 R - \frac{2 F}{\pi P} + \frac{2 P R^2}{E a} \dots \dots \dots (8)$$

Zij dus P_0 de kleinste drukking, die het bloed in de arterie uitoefent, D_0 de overeenkomstige hoogte van vlak LM , dan is:

$$D_0 = 2 R - \frac{2 F}{\pi P_0} + \frac{2 P_0 R^2}{E a}$$

derhalve

$$D - D_0 = \frac{2 F}{\pi} \left(\frac{1}{P_0} - \frac{1}{P} \right) + \frac{2 R^2}{E a} (P - P_0) \dots \dots \dots (9)$$

Dit is de uitslag, dien de stift b van de sphygmograaf bij eene drukvariatie $(P - P_0)$ maakt. Zoo derhalve de sphygmograaf getrouw, maar n malen vergroot, opteekent eenen zekeren uitslag S , dan is:

$$S = \frac{2 F n}{\pi} \left(\frac{1}{P_0} - \frac{1}{P} \right) + \frac{2 n R^2}{E a} (P - P_0)$$

of ten naaste bij:

$$S = (P - P_0) \left\{ \frac{2 F}{\pi P_0^2} + \frac{2 R^2}{E a} \right\} \times n \dots \dots \dots (10)$$

§ 6. Uit de formules, in de vorige paragraaf ontwikkeld, volgt, dat de uitslag van de naald van de sphygmograaf afhangt:

1^o. van de grootte der drukvariatie en van de vergrooting van het instrument (wat beide van zelve spreekt);

2^o. van de kracht waarmede de veer op de arterie drukt (wat ieder bij ondervinding weet);

3^o. van de reeds voorhandene drukking P_0 in de arterie;

4^o. van den aard der buis, en wel:

hoe kleiner de drukking P_0 en hoe slapper en dunwandiger de buis, hoe grooter de uitslag. Om dit resultaat buiten twijfel te stellen deed ik de volgende proeven:

In eene lange gutta-percha buis van ongeveer 7 Meter werd aan het eene einde water gepompt, terwijl het andere einde vrij in eenen bak uitmondde. Dicht bij het begin van de buis was de tambour van eene sphygmograaf met luchttransport geplaatst, zoodat bij iederen pompslag eene curve geteekend werd op de roteerende trommel.

Bij den eenen pompslag stond de bak, waarin de buis eindigde, op hetzelfde niveau als het begin der buis, bij den volgenden werd hij meer dan 3 Meter hooger gesteld. De drukking in de buis veranderde dus van den eenen pompslag tot den anderen met eene kolom water van 3 Meter.

Zie fig. 18 waar a de curve is bij weinig drukking in de buis en b die bij grootere drukking. De bochten tusschen a en b zijn veroorzaakt door het opheijnschen van den bak tot 3 Meter hoogte, wat altijd schommeling in het water tengevolge heeft.

Tusschen de pomp en de zooveen genoemde gutta-percha buis van 7 Meter werd een kort stukje (20 cM.) van eene zeer dunwandige en slappe (kleine E) buis gevoegd en daarop de tambour van de sphygmograaf gesteld. Overigens werd zoo goed mogelijk de proef van fig. 18 a nauwkeurig herhaald.

In de plaats van de curven fig. 12 ontstonden nu curven van de gedaante fig. 19 a .

Nam ik daarentegen eene zeer stijve buis met grooten modulus, dan verkreeg ik de curven fig. 19 b . De juistheid van de formule (10) der vorige paragraaf is hiermede bewezen.

Stellen wij daarin $E = \infty$, d. w. z. onderstellen wij eene buis, die niet uitrekbaar is, dan wordt bij afwezigheid van drukking F ook de uitslag S nul. Aan eene dergelijke buis is geen pols waarneembaar, tenzij zij worde ingedrukt met eene zekere kracht F . Dit heeft MAREY* waargenomen bij eene zijden met gutta-percha bedekte buis.

Onjuist is echter de bewering van MAREY, dat wij bij de arterien de pols zelve doen ontstaan door indrukking, want de arterien zijn *wel uitrekbaar* en dan wordt bij nul drukking F , de uitslag:

$$S = (P - P_0) \frac{2R^2}{Ea}.$$

* *Circulation* pag. 207.

Ook zien wij nu dat MAREY zich vergist, wanneer hij beweert, dat bij grootere constante drukking de drukvariatie kleiner is en omgekeerd *. Bij grootere drukking wordt niet de drukvariatie kleiner, maar dezelfde drukvariatie heeft minder invloed op den uitslag van sphygmograaf, manometer enz. Of liever, al bleef de drukvariatie even groot, dan zou zij bij grootere constante drukking toch kleinere schommelingen in het meetinstrument opwekken. Ook HALES en CL. BERNARD hebben zich in dit opzicht vergist.

De uitrekking van den wand zal van zelve uiterst gering zijn, zoodat men bij vrij groote benadering de formule (7) zal kunnen schrijven:

$$F = \frac{\pi P (2R - D)}{2}.$$

Wanneer dus P_0 de geringste drukking in de buis voorstelt, dan zal F altijd kleiner moeten zijn dan:

$$F_0 = \pi P_0 R \dots\dots\dots (11)$$

Want voor deze waarde van F wordt $D = 0$ d. i. wordt de buis geheel en al ingedrukt.

F_0 is de maximale waarde, die men aan F kan geven.

H O O F D S T U K I I.

OVER DE GOLFBEWEGING VAN VLOEISTOFFEN IN ELASTISCHE BUIZEN.

§ 7. De derde en gewichtigste vraag, die men omtrent de sphygmograaf kan stellen is: welk besluit kan men uit de gevondene curve trekken omtrent den oogenblikkelijken toestand van bloed- en hartbeweging. Deze vraag vereischt eene meer uitvoerige behandeling.

Steunende op de proeven vroeger met zijnen broeder WILHELM genomen omtrent de golfbeweging in 't algemeen †, heeft E. H. WEBER in 1850 op onna-

* *Circulation*. pag. 289.

† *Wellenlehre*. Leipzig. 1825.

volgbare wijze de hoofdbeginselen ontwikkeld van de golfbeweging van vloeistoffen in elastische buizen*.

Deze ontwikkeling van WEBER vindt men in vele leerboeken terug. Echter is het van belang het oorspronkelijke stuk zelf te bestudeeren.

Men leert er uit, dat de wand door zijne uitrekbaarheid het ontstaan van loopende golven mogelijk maakt en dat er bij dat voortloopen der golven voortdurend energie tusschen vloeistof en wand gewisseld wordt. Nu eens drijft de vloeistof den wand, dan weder omgekeerd de wand de vloeistof en juist door deze wisselwerking komt de golfbeweging tot stand. Dezelfde rol, die de zwaartekracht bij de gewone watergolven vervult, speelt hier de veerkracht van den wand en, terwijl alzoo vloeistof en buis te samen als een enkel lichaam golven, beschrijft ieder waterdeeltje voor zich eene kromme baan, die hier, waar slechts positieve golven (Bergwellen) tot stand komen, op eene reeks van halve ellipsen gelijken, welke in de as van de buis in longitudinale lijntjes overgaan en aan den omtrek in radiale lijntjes veranderen. Wanneer (fig. 20) $ABCD$ de elastieke buis in natuurlijken toestand voorstelt en a, a', a'', a''' verschillende waterdeeltjes, dan zal bij de optredende golfbeweging a de baan abc , a' de baan $a'b'c'$, a'' de baan $a''b''c''$ en a''' de baan $a'''b'''c'''$ beschrijven †.

Juist door die half elliptische banen der waterdeeltjes, die het gevolg is van het ontbreken (geheel of gedeeltelijk) van negatieve golven of Thalwellen, komt de bloedsomloop tot stand.

Eigenlijk heeft het dus geen zin te spreken van twee afzonderlijke bewegingen nl. constante strooming aan de eene kant en golfbeweging aan de andere kant. Er is maar ééne enkele beweging en dat is de bovengenoemde. Wat men met het „Stromuhr” of met den „haemodromometer” meet, is de gemiddelde snelheid van eene geheele doorsnede. Deze neemt periodiek af en toe. Het gemiddelde van die gemiddelden noemt men de constante snelheid en het oogenblikkelijke verschil daarmede de veranderlijke snelheid.

De constante snelheid U_0 is dus eigenlijk slechts het quotient van de constante hoeveelheid vloeistof Q , die bij iedere golf door iedere doorsnede passeert met de grootte der doorsnede en den duur van eene golf t of

$$U_0 = \frac{Q}{\pi R^2 t} \dots \dots \dots (12)$$

* Ber. Sächs. Ges. 1850 pag. 186.

† Ber. Sächs. Ges. 1850 pag. 171. Men veronderstelt hier dat de beweging aan het begin der buis eene eenvoudige slingerbeweging is.

Wat men er mede meet, is eigenlijk alleen Q .

§ 8. Dat werkelijk de beweging der vloeistofdeeltjes is zooals hierboven is opgegeven, kan men op het voetspoor van KORTEVEG * aldus bewijzen:

De algemeene hydrodynamische vergelijkingen, zoo men de wrijving mede in rekening wil brengen, zijn †:

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{dp}{dx} + \mu \left(\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \right) \dots \dots \dots (13a)$$

$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{dp}{dy} + \mu \left(\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} + \frac{d^2 v}{dz^2} \right) \dots \dots \dots (13b)$$

$$\rho \frac{\partial w}{\partial t} = -\frac{dp}{dz} + \mu \left(\frac{d^2 w}{dx^2} + \frac{d^2 w}{dy^2} + \frac{d^2 w}{dz^2} \right) \dots \dots \dots (13c)$$

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0 \dots \dots \dots (13d)$$

waarin u, v, w de langs de coördinaten assen OX, OY en OZ ontbondene snelheden van het waterdeeltje, op den tijd t in het punt x, y, z beteekenen, terwijl p de drukking in datzelfde punt, ρ de densiteit der vloeistof en μ de wrijvingscoëfficiënt, die door HELMHOLTZ § voor water op 0,014 (C. G. S.) bepaald is.

De vergelijkingen (13 a b c) drukken uit, dat, voor ieder stel oneindig dicht bijeen gelegene evenwijdige vlakken, de versnelling loodrecht op die vlakken gelijk moet zijn aan de ontbondene van de werkende krachten in dezelfde richting.

De vergelijking (13 d) geeft aan dat de vloeistof onsamendrukbaar is.

Neemt men nu eene cilindervormige buis dan kan men de X -as volgens de as des cilinders nemen en kan dan met 2 coördinaten volstaan, nl. x en r ($r = \sqrt{y^2 + z^2}$). De snelheid heeft dan ook maar twee componenten, nl. u en s (axiaal en radiaal) en de vergelijkingen worden:

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{dp}{dx} + \mu \left(\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{du}{dr} \right) \dots \dots \dots (14a)$$

$$\rho \frac{\partial s}{\partial t} = -\frac{dp}{dr} + \mu \left(\frac{d^2 s}{dx^2} - \frac{d^2 s}{dx dr} \right) \dots \dots \dots (14b)$$

$$\frac{du}{dx} + \frac{1}{r} \frac{d(rs)}{dr} = 0 \dots \dots \dots (14c)$$

Stelt men nu :

* Acad. Proefschr., Leiden 1878.

† LAMB, *Treatise on the motion of fluids*, pag. 222.

§ *Wiener Sitz. ber.* 1860, t. 40.

$$\begin{aligned} u &= u_1 e^{m r + n t} \\ s &= s_1 e^{m r + n t} \\ p &= p_1 e^{m r + n t} \end{aligned}$$

en brengt deze waarden in vergelijking (14) over dan moet u_1 , s_1 en p_1 voldoen aan de volgende vergelijkingen:

$$(\rho n - \mu m^2) u_1 + m p_1 = \mu \left(\frac{d^2 u_1}{d r^2} + \frac{1}{r} \frac{d u_1}{d r} \right) \dots \dots \dots (15)$$

$$(\rho n - \mu m^2) s_1 + \frac{d p_1}{d r} = -\mu m \frac{d u_1}{d r} \dots \dots \dots (16)$$

$$\frac{s_1}{r} + \frac{d s_1}{d r} + m u_1 = 0 \dots \dots \dots (17)$$

(16) door m gedeeld en gedifferentieerd geeft

$$\frac{\rho n - \mu m^2}{m} \cdot \frac{d s_1}{d r} + \frac{1}{m} \frac{d^2 p_1}{d r^2} = -\mu \frac{d^2 u_1}{d r^2} \dots \dots \dots (18)$$

(16) door $m r$ gedeeld geeft

$$\frac{\rho n - \mu m^2}{m} \cdot \frac{s_1}{r} + \frac{1}{m} \frac{d p_1}{d r} = -\frac{\mu}{r} \frac{d u_1}{d r} \dots \dots \dots (19)$$

(18) en (19) opgeteld bij (15) geeft met behulp van vergelijking (17):

$$p_1 m^2 + \frac{1}{r} \frac{d p_1}{d r} + \frac{d^2 p_1}{d r^2} = 0,$$

eene differentiaalvergelijking, waarvan de oplossing is:

$$p_1 = a_0 I_0(m r) \dots \dots \dots (20)$$

waarin:

$$I_0(m r) = 1 - \frac{m^2 r^2}{(1.2)^2} + \frac{m^4 r^4}{(1.2.4)^2} \text{ enz.}$$

Op dergelijke wijze vindt men: *

$$u_1 = -\frac{m a_0}{\rho n} I_0(m r) + b_0 I_0 \left(r \sqrt{\frac{\mu m^2 - \rho n}{\mu}} \right)$$

en

$$s_1 = \frac{a_0 m}{\rho n} I_0(m r) - \frac{m b_0}{\mu} I_0 \left\{ r \sqrt{\frac{\mu m^2 - \rho n}{\mu}} \right\}$$

* Zie KORTEWEG, l. c. pag. 136.

waar I_0 de afgeleide functie van I_0 is, dus

$$I_0(mr) = -\frac{m^2 r}{2} \left\{ 1 - \frac{m^2 r^2}{1.2.4.} + \text{enz.} \right\}$$

en zoo ook

$$I_0 \left(r \sqrt{\frac{\mu m^2 - \rho n}{\mu}} \right).$$

Aan deze vergelijkingen moet men nu nog de voorwaarden verbinden dat voor $r = R =$ straalbuis, $u = 0$ en volgens formule (5)

$$p = \frac{E a}{R^2} \int s dt$$

moet zijn.

Bij verwaarloozing van termen van hoogere orde vinden wij dan ten naasten bij, zoo de beweging aan 't begin der buis eene enkelvoudige slingerbeweging is:

$$u = A (R^2 - r^2) e^{-kt} \sin 2 \pi n \left(t - \frac{x}{c} \right) \dots \dots \dots (23)$$

$$s = r B (2 R^2 - r^2) e^{-kt} \sin 2 \pi n \left(t - \frac{x}{c} \right) \dots \dots \dots (24)$$

$$p = C (2 R^2 - r^2) e^{-kt} \sin 2 \pi n \left(t - \frac{x}{c} \right) \dots \dots \dots (25)$$

u en s de longitudinale en de radiale snelheid zijn dus beide periodieke functiën, zoodat de werkelijke beweging eene elliptische is, die voor $r = 0$ rechthoekig longitudinaal en voor $r = R$ rechthoekig radiaal wordt, juist zooals wij boven hebben opgegeven. Want voor

$$r = 0 \quad \text{wordt} \quad s = 0$$

en voor

$$r = R \quad \text{wordt} \quad u = 0$$

§ 9. Wil men meer de aandacht vestigen op de golfbeweging in haar geheel, dan kan men ze vergelijken met die van het water in eenen langen, ondiepen en smallen bak van rechthoekige doorsnede (WEBER's Wasserrinne).

Het eenige verschil tusschen beide golfbewegingen is nl. dat bij den bak de zwaartekracht de oorzaak der loopende golfbeweging is en bij de elastische buis de veerkracht. Bij den bak werkt de zwaartekracht met eene potentiëele energie, die evenredig is aan de hoogte boven het ongestoorde niveau; bij de buis werkt de veerkracht met eene energie, die evenredig is aan de verwijding der buis.

De golven, die aldus ontstaan, hebben bij geringe diepte eene groote lengte

(lange golven) en zijn voor den bak door de gebroeders WEBER * nauwkeurig nagegaan en door tal van geleerden berekend †.

Door de wrijving neemt zulk eene golf onder het voortloopen in hoogte af en in lengte toe. (Zie WEBER Tabellen XX en XIX.) Ditzelfde moet dus ook met de golven in elastische buizen geschieden, zooals blijkt uit fig. 21, waar de onderste curven zijn geschreven door eene sphygmograaf aan 't begin der buis en de bovenste door eene, die veel dichter bij het einde was. De hoogte is afgenomen en de vermeerdering in lengte kenteekent zich door grootere schuinheid van den opstijgenden tak.

Hetzelfde resultaat kan men aldus mathematisch verkrijgen:

Neemt men nl. de evenwijdigheid der lagen aan, zoodat de snelheid in ieder punt eener doorsnede gelijk gesteld wordt ξ , dan vindt men voor de differentiaalvergelijking der beweging **:

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} = - \frac{dp}{dx} + \mu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

of

$$u = \frac{d^2 \xi}{d t^2}$$

stellende en c noemende de voortplantingssnelheid zonder wrijving:

$$\frac{d^2 \xi}{d t^2} = c^2 \frac{d^2 \xi}{d x^2} + \mu' \frac{d^2 \xi}{d x^2 d t} \dots \dots \dots (26)$$

De integratie dezer vergelijking geeft, in geval aan het begin der buis eene enkelvoudige slingerbeweging wordt onderhouden (gedwongene golfbeweging) met eene periode van $\frac{1}{N}$ secunde

$$\xi = A e^{-\frac{x}{l}} \sin 2 \pi N \left(t - \frac{x}{c} \right) \dagger\dagger \dots \dots \dots (27)$$

waarin

$$\frac{1}{l} = \frac{2 \pi N}{c \sqrt{\sigma}} \sin \epsilon \dots \dots \dots (28)$$

* *Wellenlehre*. § 144.

† Zie LAMB, *Treatise on the motion of fluids*.

‡ Wat bij tamelijk wijde buizen veroorloofd is en in de praktische hydraulica algemeen gedaan wordt. De wrijving is dan eene kracht werkende langs den natten omtrek.

** LAMB. l. c. pag. 224 en 221.

†† Deze formule vond ik later bij KRIES, *Festschrift der 56 Versaml. Deutscher Naturf. in Freiburg*, pag. 13, onder den vorm:

$$v = e^{-\epsilon x} A \cos q (x - a t).$$

$$c' = c \sqrt{\sigma} \cdot \sec \varepsilon \dots \dots \dots (29)$$

$$\text{tang } 2\varepsilon = 2\pi\mu'N$$

$$\sigma^2 = 1 + 4\pi^2\mu'^2N^2$$

$$\mu' = \frac{\mu}{f}$$

Wegens den term $e^{-\frac{z}{l}}$ neemt de hoogte der golven met den afstand af en naar de formule voor c' neemt de voortplantingsnelheid der golf toe, d. i. zij wordt langer. Ook volgt uit dezelfde formule (29) de afhankelijkheid van c' van N .

Hoe meer frequent de pols, hoe sneller de voortplanting der golf.

Echter zijn al die veranderingen slechts gering, zooals in 't algemeen de invloed der wrijving.

Dit heeft THOMAS YOUNG* reeds in 1809 bewezen, toen hij uit zijne eigene proeven en uit die van anderen wist af te leiden, dat slechts een zeer klein gedeelte van den wrijvings-weerstand door de wijde vaten wordt geleverd.

Hij zegt, dat bij de arterien de geheele wrijving, van 't begin af tot op slechts $1\frac{1}{4}$ Eng. duim van het einde, wordt overwonnen door eene waterkolom van $\frac{1}{10}$ Eng. duim hoogte en eerst wanneer de arterien de dikte van een haar hebben bereikt, zal het verschil in drukking hoogstens 2 Eng. duim bedragen met het begin.

Eveneens vond POISEUILLE † bij eenen hond de bloeddrukking in de *A. carotis* en de *A. cruralis* gelijk, hoewel de laatste 335 mM. verder van het hart was dan de eerste. Zoo zegt ook MAREY ‡, dat de drukking van het bloed in de arterien zeer weinig afneemt met den afstand tot het hart, zoo weinig dat eene opwaartsche of nederwaartsche houding van het lichaamsdeel eenen grooteren invloed op de drukking heeft dan de afstand tot het hart.

Voor de groote vaten kan men dus gerust de wrijving geheel verwaarloozen.

In dat eenvoudiger geval wordt de polsgolf eene golfbeweging met constante voortplantingssnelheid c voor golven van allerlei lengte en hoogte, juist zooals bij licht- en geluid-golven.

Deze voortplantingssnelheid c is dan bij golven in eenen ondiepen bak $= \sqrt{gh}$, d. i. gelijk aan die van een vrijvallend lichaam, dat van de halve diepte h valt.

* Young's *Works*. Vol I pg. 515.

† *Recherches sur la force du coeur*. Paris 1828.

‡ *Circulation*. pg. 171.

Nu hebben wij vroeger gezien, dat de uitrekking, die de straal van eene elastische buis door inwendige drukking T ondergaat, is:

$$y = \frac{P R^2}{E a},$$

derhalve omgekeerd

$$P = \frac{E a}{R^2} y.$$

Bij eenen bak met water is de kracht, die een waterdeeltje ondervindt, dat eene hoogte y boven het ongestoorde niveau bereikt heeft, eenvoudig

$$P = g y \rho.$$

Hieruit volgt, dat wat in 't eene geval $g \rho$ is, in 't andere geval $\frac{E a}{R^2}$ moet genoemd worden. De formule $c^2 = g h$ wordt dus bij de elastische buis*:

$$c^2 = \frac{E a}{R^2 \rho} \times \frac{1}{2} R = \frac{E a}{2 R \rho} \dots \dots \dots (30)$$

Dit is in het (CGS) systeem van eenheden. Willen wij E uitdrukken in grammen per cm^2 , a en R in cm en $\rho =$ het aantal grammen dat 1 cm^3 weegt, dan is:

$$c = \sqrt{\frac{E a \rho}{2 R}} = \frac{1}{2} \sqrt{2 g \times \frac{E a}{R \rho}}.$$

* Voor de voortplantingssnelheid in buizen van willekeurige doorsnede vindt men (Zie LAMB 1. c. pag. 177.)

$$c^2 = g \frac{A}{b}$$

waarin A de doorsnede, b de breedte van het kanaal op het ongestoorde niveau.

In ons geval is nu:

$$A = \pi R^2$$

en

$$b = 2 \pi R$$

dus:

$$\frac{A}{b} = \frac{1}{2} R$$

g wordt $\frac{E a}{R^2 \rho}$ dus

$$c^2 = \frac{E a}{2 R \rho}.$$

Derhalve c gelijk de halve snelheid van een vrijvallend lichaam dat van de hoogte $\frac{Ea}{R\varrho}$ valt. $\frac{Ea}{R\varrho}$ is wat THOMAS YOUNG de „Modular column” noemt. Vandaar zijn regel: *

De snelheid van voortplanting der polsgolf is half zoo groot als die van een vrijvallend lichaam dat van de hoogte der „modular column” valt.

Het is dus billijk dat men voortaan form. 30 de formule of wet van YOUNG noemt †. Eerst 68 jaren later is deze formule opnieuw gevonden door RÉSAL §, daarna onafhankelijk van dezen, half theoretisch half experimenteel, benaderd door ISEBRÉE MOENS ** en eindelijk nog eens zuiver mathematisch afgeleid en volledig onderzocht door KORTEWEG ††.

* TH. YOUNG. Croonian Lecture on the functions of the heart and arteries. 10 Nov. 1808 (*Phil. Trans.* 1809 pg. 1).

† De juiste woorden van TH. YOUNG zijn: (YOUNG's Works vol. I pg. 522) „I have demonstrated in the hydraulic investigations (zie Hydraulic investigations in Phil. Transactions for 1808) which I lately laid before the Royal Society, that the velocity of an impulse passing through a tube consisting of perfectly elastic materials, is half so great as that of a body supposed to have fallen from the given point to the base of the modular column of the tube: and that the height of this column is such that the tube would be extended without limit by its pressure”;

Noemt men dus h die hoogte, dan is de drukking daardoor uitgeoefend $P = h\varrho$ en zoo R' de uitgerekte straal is, dan is volgens pag. 25

$$Ea : P R' = R : R' - R$$

of

$$Ea : h\varrho R' = R : R' - R$$

waaruit

$$(Ea - h\varrho R) R' = Ea R$$

dus voor $R' = \infty$ wordt $h = \frac{Ea}{R\varrho}$

YOUNG berekent zelfs volgens deze formule bij benadering de snelheid van de polsgolf, door op bovenstaande woorden te laten volgen:

„Consequently it must be greater than the height of the column equivalent to the pressure by which the tube is burst. Now it has been ascertained bij Dr. HALES that the pressure, required for bursting one of the carotids of a dog is equal to that of a column of water one hundred and ninety feet high; and deducting from this height the five feet, which express the actual pressure in the arteries of a dog, the remaining one hundred and eighty five feet will give a velocity of at least fifty four feet in a second” (54 feet = 16.4 M. WEBER vond ongeveer 10 Meter.)

§ LIONVILLE, *Journ.* 1876 pg. 342.

** Acad. Proefschr. Leiden 1877.

†† Acad. Proefschr. Leiden 1878.

De afleiding van KORTEWEG is in het kort en met onze letters als volgt:
Volgens onze formule 5 is

$$P = \frac{E a}{R^2} y \dots \dots \dots (31)$$

waarin y de uitrekking van den straal der buis. Verder moet wegens de onsamendrukbaarheid der vloeistoffen:

$$\pi (R + y)^2 \left(dx + \frac{d\xi}{dx} dx \right) = \pi R^2 dx$$

wat uitgewerkt geeft:

$$\frac{2y}{R} + \frac{d\xi}{dx} = 0 \dots \dots \dots (32)$$

Eindelijk moet volgens de formule $a = \frac{k}{m}$ de versnelling $\frac{d^2\xi}{dt^2}$ gelijk zijn aan de drukvariatie $\frac{dp}{dx}$ gedeeld door de densiteit ρ derhalve:

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = - \frac{dp}{\rho dx} \dots \dots \dots (33)$$

(31) gedifferentieerd en in (33) gesteld geeft

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = - \frac{E a}{R^2 \rho} \frac{dy}{dx} \dots \dots \dots (34)$$

(32) gedifferentieerd en in (34) gesteld geeft

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = \frac{E a}{2 R \rho} \frac{d^2\xi}{dx^2} \dots \dots \dots (35)$$

de bekende vergelijking van de *lopende golfbeweging*, waarvan de snelheid is:

$$c = \frac{E a}{2 R \rho}$$

E. H. WEBER meende dat, wijl de grootheid c in een nauw verband staat met de elasticiteit van de vaatwanden, eene bepaling daarvan voor verschillende toestanden van hooge beteekenis zou zijn. Wegens den eigenaardigen vorm der formule van YOUNG kan dit echter slechts in zeldzame gevallen zoo wezen.

Daar nl. a , de dikte van den buiswand, in den teller en R , de straal van de buis, in den noemer staan en in den regel bij eene wijdere buis een dikkere wand voorkomt, verschilt de voortplantingssnelheid in de eene buis en de andere *zeer weinig*, zooals Prof. DONDERS het eerst gevonden heeft*.

* *Phys. des Menschen*. 1859. S. 79.

Ook ik vond bij 2 zwarte elastieke buizen, waarvan de eene eene middellijn van 9 mM. en de andere eene van 3 mM. bezat, de bedoelde snelheid bij beiden ongeveer 15 Meter. Het verschil bedroeg slechts eenige cM., en dit zijn volstrekt niet de eenige buizen, waarbij die gelijkheid werd aangetroffen. Slechts bij *zeer* stijve buizen vond ik 22 à 25 meter en onder 10 M. heb ik geen enkele snelheid gevonden.

WEBER* vond ruim 11 meter, RIVE † bijna 14 M. en MOENS § ruim 14 M. voor de snelheid in Gutta-percha buizen.

Voor dezelfde snelheid in het arterieelstelsel van den mensch vond WEBER ongeveer 9 M., LANDOIS** ongeveer 6 M., MOENS †† ruim 8 M., GRUNMACH §§ weer als LANDOIS 6 M. en GRASHEY*** weder $8\frac{1}{2}$ Meter.

LANDOIS en GRUNMACH vonden dus aanmerkelijk veel minder dan de anderen, die ongeveer gelijk zijn. Maar GRASHEY heeft de aandacht gevestigd op verscheidene afwijkingen en onnauwkeurigheden bij de proeven van LANDOIS en GRUNMACH, welke voldoende zijn, ze geheel te verwerpen. Zoo vindt LANDOIS bijvoorbeeld het tijdsverschil tusschen den pols in de *A. axillaris* en de *A. radialis* gelijk 0.087 sec., met afwijkingen van 0.037 sec. d. i. ongeveer 50 pCt.

Ik voor mij vond uit verscheidene proeven hetzelfde getal als WEBER, MOENS en anderen nl. ongeveer 9 M. Zie hiertoe fig. 22 waarop gelijktijdig zijn opgeschreven de pols van *A. carotis* en *A. dorsalis pedis* met eene snelheid van de trommel van 30 mM. per. sec. Curven 1 en 2 zijn carotiscurven, curven 3 en 4 zijn van de *A. dors. pedis* en wel zijn gelijktijdig geschreven 1 en 3 en 2 en 4. De op de curven voorkomende verticale strepen zijn overeenkomstige punten. Uit deze figuur blijkt dat er 4 mM. retard is tusschen het begin der verheffing bij de *A. carotis* en hetzelfde begin bij de *A. dors. pedis*, wat een tijdsverschil geeft van $\frac{4}{30} = \frac{2}{15}$ secunde. Bij meting op de persoon was de afstand van hart tot *A. dors. pedis* ongeveer 120 cM. grooter dan van hart tot *A. carotis*, waaruit voor de snelheid *c* volgt de waarde van 9 Meter.

* l. c. pg. 181.

† l. c. pg. 58.

§ l. c. pg. 55.

** *Die Lehre vom Arterienpuls*. pg. 299.

†† *Die Pulscurve* pg. 111.

§§ *Arch. für Anat. u. Phys.*, 1879.

*** l. c. pg. 171.

Men kan dus gerust aannemen, dat in het arterieelstelsel van den mensch de snelheid c zal variëren tusschen 8 en 9 Meter, zonder die grenzen ooit veel te overschrijden.

§ 10. Wij hebben gezien dat de golfbeweging in elastische buizen tot stand komt door de wisselwerking van buiswand en vloeistof. Het gaat dus niet aan, de uitrekking van den wand en het daardoor opgewekte arbeidsvermogen nog weer eens als nieuwen factor, die nieuwe bewegingen doet ontstaan, in rekening te brengen, of wel de traagheid der stof ter hulpe te roepen om bijkomende verschijnselen te verklaren. Toch vindt men bij LANDOIS, MOENS, SANDERSON en anderen telkens een streven in die verkeerde richting.

En eenmaal de bloedbeweging als eene eenvoudige golfbeweging erkend hebbende, moet men daaraan ook consequent die eigenschappen toekennen, die bij iedere golfbeweging zijn waargenomen, maar dan ook geen enkele meer.

Dergelijke loopende golven loopen met gelijkmatige snelheid c van het gestoorde punt naar weerszijden voort, tot zij aan de einden der buis *terugkaatsing* ondervinden * hetzij *gelijknamig*, zoodat een berg als berg wordt teruggeworpen of een dal als dal, hetzij *ongelijknamig*, als nl. een berg terug komt als een dal en omgekeerd.

Deze teruggekaatste golven loopen nu weder met dezelfde snelheid c naar de andere uiteinden, waar zij opnieuw teruggekaatst worden, en zoo vormt iedere *primaire* golf eene geheele familie van teruggekaatste golven, die elkander *ongestoord doordringen* of doorkruisen †, terwijl zij in het kruispunt door *interferentie* eene beweging doen ontstaan, die, volgens het *beginsel der superpositie van kleine bewegingen*, door D. BERNOULLI het eerst gegeven, door optelling der overeenkomstige ordinaten van iedere beweging afzonderlijk verkregen wordt.

Gaat bv. van het begin der buis van lengte l eene golf uit op het tijdstip T , dan is die golf in een punt der buis, dat op x cM. van 't begin is gelegen, op het tijdstip aangekomen van: $T \times \frac{x}{c}$ (primaire golf). Doorloopende naar het einde en aldaar terugkaatsende is zij in het punt x op het tijdstip: $T + \frac{x + (l-x) \times 2}{c}$ (1^e teruggek. golf). Voortlopende naar 't begin en weder terugkaatsende, is zij in het punt x op het tijdstip: $T + \frac{2l+x}{c}$ (2^{de} teruggekaatste) en zoo gaat het voort.

* *Wellenlehre*, § 166, p. 223.

† *Wellenlehre*, p. 213 etseq.

Derhalve komt in het punt x

de 1^e teruggekaatste golf $\frac{2(l-x)}{c}$ sec. na de primaire.

" 2^e " " " $\frac{2l}{c}$ " " " "

" 3^e " " " $\frac{2(2l-x)}{c}$ " " " "

" 4^e " " " $\frac{4l}{c}$ " " " "

De *evene teruggekaatste* golven hebben dus altijd een retard, dat voor alle punten der buis *gelijk* is.

De *onevene* hebben een retard, dat voor verschillende punten der buis *verschillend* is. *Alle teruggekaatste golven hebben een retard, dat afhankelijk is van de lengte der buis.*

Zoo men c kent, benevens de snelheid van trommel of glasplaat van sphygmograaf, dan kan men gemakkelijk voor ieder punt der buis uitrekenen, hoeveel mM. de verschillende teruggekaatste golven verschoven moeten lijken ten opzichte van de primaire. Is dan de vorm der primaire curve bekend, dan kan men op éénzelfde as de primaire en de teruggekaatste golven teekenen, bergen boven de as en dalen er onder, en dan volgt de sphygmografische curve hieruit door algebraïsche optelling van de overeenkomstige ordinaten.

Zoo heb ik naar de opgaven van LANDOIS (zie later) bij zijne proef fig. 19, $c = 10$ M. gesteld en toen naar den stand van de sphygmograaf en uit de lengte der buis de opvolgende teruggekaatste golven geteekend, zoodanig dat $\frac{1}{10}$ sec. in tijd met 2 mM. op de teekening fig. 23 overeenkomt. Den duur der primaire golf heb ik (zie LANDOIS pag. 130) op $\frac{1}{2}$ sec. gerekend en den vorm er van zoo eenvoudig mogelijk ondersteld. Wij verkrijgen dan de resulterende curve, fig. 23, dikke lijn, en zoo men die nu met LANDOIS fig. 19 vergelijkt, zal de groote gelijkenis dadelijk opvallen.

VOLKMANN verbaast zich eenigszins dat de curven, die hij met dezelfde gutta-percha buis verkreeg, zoo verschillend werden door een verschil in den duur van systole en diastole*.

Bij eene systole van 0.4 en diastole van 0.8 sec. verkrijgt hij, wat LANDOIS zou noemen eene katakrote verheffing, en bij eene systole en diastole, die beiden 0.8 sec. zijn, eene anakrote verheffing.

* *Haemodynamik*, pag. 124 en 126.

Dit wordt opgehelderd door fig. 24, waar *A* het eerste geval voorstelt en *B* het tweede. De voortplantingssnelheid *c* is op 15 M. gesteld en op de teekening is 0.1 sec. = 1 mM. genomen. Daar de buis 3 M. lang was en de sphygmograaf op 35 cM. van het begin stond, zoo komt de 1^e teruggekaatste op 3,5 mM. en de 2^e op 4 mM. De 1^e teruggek. is een dal en de 2^e teruggek. is, daar de kraan dan nog juist open is, een berg (zie latere regels)

In fig. 25 heb ik onder elkander geplaatst eene werkelijk verkregene curve *A* en de volgens boven meetkundig geconstrueerde curve *B*. De buis was aan het einde gesloten, derhalve waren alle teruggekaatste golven „Bergwellen”; 2 mM. van *B* staan gelijk met 1 mM. van *A*.

Ziehier nog een ander voorbeeld van de sphygmografische curve, verkregen op eene buis van 225 cM., uitlopende in 3 takken, ieder van 50 cM. en *gesloten*, terwijl de sphygmograaf op 58 cM. van 't begin stond. *A* is de verkregene, *B* de geconstrueerde curve. *C* de vorm van de primaire curve. Men heeft hier dus het bijzondere geval, 1^o dat de primaire golf bestond uit een *berg* en een *dal* en 2^o dat de buis vertakt was. Toch levert de constructie goede resultaten op.

Door bovenstaande constructies, waarvan ik de voorbeelden tot honderdtallen zou kunnen opvoeren, wordt nu niet alleen aangetoond, dat *terugkaatsing* en *interferentie* bij de golfbeweging in elastische buizen op de bekende wijze voorkomen, maar ook en niet minder, dat geene andere bijzondere verschijnselen, onbekend bij de gewone golfbeweging, zich *hier* vertoonen. Er is werkelijk niets anders dan *terugkaatsing*, *doorkruising* en *interferentie*.

§ 11. Bij proefnemingen met gutta-percha buizen hebben verschillende onderzoekers in de sphygmografische curven verheffingen gevonden, die zij met verschillende benamingen hebben aangeduid. Zoo spreekt LANDOIS (l. c.) van:

Rückstosswellen, Elasticitäts-schwankungen, Ausgleichungs-schwankungen.

Algemeen bekend zijn ook de benamingen van MOENS (l. c.) nl.:

de Schliessungswellen, en de Oeffnungswellen.

Het zal nu duidelijk zijn dat de eenige redelijke vraag, die daaromtrent *kan* gesteld worden, is: zijn de met dien naam aangewezen verheffingen primaire of gereflecteerde golven? *

Het antwoord is:

De *Rückstosselevationen* van LANDOIS zijn de 2^e *teruggekaatste* en de *Schliessungswellen* van MOENS de 4^e *teruggekaatste* golven.

* Nadat dit reeds lang geschreven was, ontving ik van Prof. DONDERS het Festschrift der 56 Versaml. Deutscher Naturforscher zu Freiburg von Prof. VON KRIES, waar ik pag. 11 lees:

Demnach rühren denn auch wirklich alle Erscheinungen, welche als Rückstosselevationen oder Schliessungswellen bezeichnet werden, von Umständen her, welche gar nicht anders sind als Wellenreflexionen.

Om het eerste te bewijzen neem ik LANDOIS teekening, pag. 109, fig. 19. Uit de opgaven omtrent de elastische buis, die hij aanwendt n.l.: $a = \frac{4}{30}$ cM. $R = 0,5$ cM.; verlenging van eenen reep van 2,8 cM. lengte en $1,8 \times \frac{4}{30} = 0,24$ cM². doorsnede, bij 1400 gram belasting, gelijk 2,3 cM.; bereken ik de elasticiteitsmodulus E op 7400 gram en dan volgens de formule van YOUNG $c = 10$ Meter. Verder is de buis $255 + 116$ cM. = 371 cM. lang en, om die heen en weer te doorloopen, is dus een tijd van 0,76 sec. noodig*.

Nu geeft LANDOIS op pag. 76 op, dat de snelheid van het glasplaatje zijner sphygmograaf 9 mM. per sec. is; in 0,76 sec. verplaatst het zich dus 6,8 mM. Welnu, op zijn fig. 19 is de afstand van het begin der primaire verheffing tot het begin der Rückstosswelle juist 7 mM. Deze Rückstosswelle is dus de 2^e teruggekaatste golf. (*Q. E. D.*)

Om het tweede te bewijzen, neem ik MOENS † pag. 124 fig. 16, waar opgegeven is dat de proefbuis 670 cM. lang was, dat in de 2^e curvenrij de sphygmograaf op 300 cM. van 't begin M en in de 4^e curvenrij op 620 cM. van M verwijderd was.

Dit geeft een verschil van 320 cM., wat bij uitmeting op de (trouwens vrij ruwe) teekening een wegverschil van 1,9 mM. maakt. Derhalve staan 1,9 mM. op de teekening met eene golfverplaatsing van 320 mM. gelijk. Maar dan is ook omgekeerd de 4 dubbele lengte der buis met $\frac{670 \times 4 \times 1,9}{320} = 16$ mM. bijna gelijk, en moet volgens vorige § de 4^e teruggekaatste golf op alle 4 de curvenrijen 16 mM. na de primaire verheffing vallen. Welnu, op den afstand van 15 mM. vindt men werkelijk de sluitingsgolf van MOENS, met A bestempeld, op alle vier de teekeningen terug. Dit verschil van 1 mM. schrijf ik liever aan de ruwheid der teekening toe, dan aan eene andere raadselachtige oorzaak. In zijne dissertatie schrijft MOENS ook nog op pag. 45:

„De lengte eener geheele sluitingsgolf vond ik gelijk 4 malen de lengte der buis of

$$v = \frac{4 \lambda''}{T}$$

en op pag. 43 geeft hij op hoe de proef genomen werd:

* LANDOIS neemt ongelukkig aan het einde van de proefbuis altijd nog eene andere buis zonder te bedenken, dat de golf zich ook daarin voortplant. Hier is die hulpbuis 116 cM. lang en verder wordt er niets van opgegeven dan de middellijn. Ik heb bij gebrek aan gegevens maar aangenomen dat c in die buis ook 10 M. was.

† *Onderz. Phys. Lab., Leiden, 4e deel pag. 57.*

„Ik bevestigde op 2 verschillende punten der buis nl. één op het einde en „één op het midden, twee cardiografen *C* en *D*, en mat in de eerste plaats „den tijd, dien een golftop noodig heeft om van *C* naar *D* te komen, d. i. om „de helft van de buis te doorloopen ($\frac{1}{2} \theta$), ten tweede mat ik den tijd, na wel- „ken bij één en dezelfde cardiograaf de *volgende* golftop zich vertoonde (*T*). Ik „vond onafhankelijk van de afmetingen deze verhouding als 1:8.

In zijn later werk * pag. 144 en ook in de Deutsche uitgave zegt MOENS nu wel, dat hij voor de verhouding $\frac{T}{8} = 4,5$ vond, maar de vraag is of op die verhooging geen invloed gehad heeft de zucht om beter over een te komen met de *later* gegevene formule van KORTEWEG

$$c = \sqrt{\frac{E a}{2 R \rho}}$$

Zijne formule toch:

$$T = \lambda \pi \sqrt{\frac{2,5}{g}} \sqrt{\frac{\Delta d}{a E}}$$

levert nl. met behulp der eerste onderstelling

$$v = \frac{4 \lambda}{T}, \quad v = 0,8 c$$

terwijl de suppositie

$$v = \frac{4,5 \lambda}{T}$$

oplevert

$$v = 0,9 c$$

Dit wankelen tusschen 4 en 4,5 bewijst ook dat M. hier op de grenzen der waarneming staat. Trouwens in de tabel op pag. 112 ziet men, dat in de bepaling van *T* afwijkingen van 0,04 sec. geregeld voorkomen. Verder is volgens dezelfde tabel $T = 0,32$ sec. derhalve voor $\theta = \frac{T}{4}$, $\theta = 0,08$ sec. = 0,8 trilling stemvork †. Maar op fig. 16 zijn 17 trillingen der stemvork 11 mM. dus 0,8 trilling = 0,51 mM. op de teekening. Is daarentegen $\theta = \frac{T}{4,5}$ dan

* *Onderzoekingen*, Physiologisch laboratorium te Leiden.

† MOENS, l. c. p. 63.

wordt $\theta = 0.071$ sec. = 0.71 trilling = 0.46 mM., en nu zal ieder begrijpen, dat het moeilijk is verschil te zien tusschen 0.46 en 0,51 mM. Daarenboven moet ik bezwaar maken tegen dat meten van top tot top, in plaats van te meten van het begin der verheffing. Uit de constructie der vorige § volgt nl. ten duidelijkste, dat de toppen der golven door de interferentie aan allerlei verschuivingen onderhevig zijn.

MOENS had derhalve slechts eenen theoretischen grond om het vroegere cijfer 4 door het latere cijfer 4,5 te vervangen, maar ook dien grond moet ik wegnemen door op te merken dat zijne geheele mathematische redeneering aan ernstige bedenking onderhevig is. MOENS gaat van de *staande* golfbeweging, die optreedt in eene *stijve* buis met 1 elastischen *factor*, over tot de *lopende* golfbeweging in eene elastische *buis*, door eenvoudig het aantal elastische factoren oneindig groot te stellen. Deze sprong van de *staande* op de *lopende* golfbeweging wordt, zooals de gebroeders WEBER in hunne Wellenlehre § 215 opmerken, door LAGRANGE en alle andere groote Analysten, zooals LA PLACE en POISSON, eenparig veroordeeld, terwijl de geheele redeneering volgens WEBER zelven altijd slechts benaderde uitkomsten kan opleveren.

Dit nu is bij MOENS het geval, want neemt men, zooals MOENS op pag. 145 veronderstelt,

$$T = \lambda \pi \sqrt{\frac{2}{g}} \sqrt{\frac{\Delta d}{a E}}$$

en stelt dan

$$v = \frac{4 \lambda}{T}$$

dan verkrijgt men

$$v = 0.9 \sqrt{\frac{g E a}{\Delta d}}$$

maar dan is ook $v = \frac{4 \lambda}{T}$ of anders gezegd de sluitingsgolven van MOENS zijn de 4^e teruggekaatste golven (*Q. E. D.*).

Ten overvloede geef ik in fig. 27 naast elkander eerst de trouw gecopiëerde curven van MOENS fig. 16 en daar naast, op tweemaalige vergrooting, van n^o. 2 en n^o. 4 de meetkundige constructie, uit interferentie van primaire en teruggekaatste golven. Wanneer men nu bedenkt, hoe ruw de houtsnede, is waarnaar de gegevens moesten worden verzameld, dan is de overeenstemming ruim voldoende.

Wat de „Elasticitätselevationen” van LANDOIS betreft, die kunnen, zooals GRASHEY reeds opmerkt, van alles zijn: bv. in fig. 23, pag. 121 waarvan de overeenkomst met fig. 16, n^o. 2 van MOENS zal opvallen, zijn het de 1^e en 2^e teruggekaatste golven, die door hare aaneensluiting de bedoelde verheffing vormen. Evenzoo in fig. 25 waar, door vernauwing van het einde, de terugkaatsing gelijknamig is geworden (zie later). Verder in fig. 26 zijn het duidelijk eigen bewegingen van de sphygmograaf; evenzoo in fig. 30 en 32. In fig. 28 daarentegen zijn het onregelmatigheden in het neerlaten van de lat, die de 2^e schommeling teweegbrengen.

De Ausgleichungsschwankungen von LANDOIS, verheffingen in den opstijgenden tak, waardoor als het ware het niveau twee malen rijst, worden door GRASHEY * toegeschreven aan de op het gesloten eind als berg teruggekaatste golf, derhalve verklaard als mijne figuur 25 B. In mijne figuur 25 ziet men ook, hoe zelfs een teruggekaast *dal* eene dergelijke anakrote verheffing kan te weeg brengen. LANDOIS fig. 33 en 34 worden aldus verklaard, maar dat geldt niet van LANDOIS pag. 144 fig. 35 A en pag. 137 fig. 31 A, B, C.

Voor die verheffingen kan ik slechts 2 redenen vinden.

Vooreerst is het mogelijk, dat de hulpbuis in den beginne leeg was en dat er nu bij het oplichten van de lat plotseling water inkomt. Er zijn dan 2 perioden 1^e die van *vulling* der buis, 2^e die der *uitrekking* der buis en aan die 2 perioden beantwoorden twee verheffingen. Een dergelijk verschijnsel heb ik opgemerkt bij proeven met een konijnendarm, waarin water door eene kraan uit een drukvat stroomde en welke darm na iedere sluiting der kraan geheel plat en dicht viel.

Ten tweede kan het zijn dat de bijzondere wijze van proefnemen van LANDOIS het verschijnsel heeft teweeggebracht. Hij ligt nl. eene lat, die de buis afsluit, plotseling op en drukt ze dan weer snel neer. Bij dat neerdrukken zal, vooral zoo de buis wat hard is, allicht *eerst* eene positieve golf ontstaan, eer de buis geheel dicht is. Men verkrijgt dan juist den vorm fig. 35 A van LANDOIS.

Eindelijk moeten nog vermeld worden de *openingsgolven* van MOENS, welke volgens MOENS *staande* golven zouden zijn. Nu is het een feit, door de gebroeders WEBER het eerst gevonden † en opgehelderd, dat door interferentie van primaire en gereflecteerde golven staande golven kunnen tot stand komen, maar het is eveneens bekend dat dit alleen geschiedt, zoo de lengte der buis een zeker

* l.c. pag. 159.

† *Wellenlehre*. pag. 262.

geheel getal kwartgolven bedraagt. Hoe kan echter dit het geval zijn, wanneer de lengte der buis even willekeurig is als de duur der opening, die de golf moet doen ontstaan?

Na al het voorgaande zal iedereen ook in den vorm der door MOENS verkregene curven (fig. 20 en 21) dadelijk de 1^e teruggekaatste golf herkennen, die *dadelijk* optreedt bij de sphygmograaf, die aan het *einde* der buis staat, maar veel *later* bij de sphygmograaf aan het *begin*.

Het eenige bewijs ten slotte dat MOENS opgeeft voor de bewering, dat de openingsgolven *staande* golven zijn, leidt hij af uit de bepaling van de *toppen* der golven, eene bepaling, die nooit te vertrouwen is.

§ 12. Al de genoemde verschijnselen kunnen verklaard worden uit de samenkomst van primaire en teruggekaatste golven. Maar behalve deze heeft men nog de *secundaire golven*, waaronder ik versta golven die *na* de primaire en *tengevolge* daarvan optreden. Zoo zagen de gebroeders WEBER* in open water *achter* en *ten koste* van iedere golf eene kleine secundaire golf zich vormen, die aangroeide terwijl de primaire afnam. Volgens E. H. WEBER † geschiedt de vorming van eene secundaire golf *achter* de primaire in *gutta-percha buizen niet*; in *darmen* daarentegen zag hij de primaire „Bergwelle” altijd gevolgd door een secundair klein *dal*.

MAREY § meent ook in gutta-percha buizen zelfs meer dan ééne secundaire golf te hebben waargenomen, maar beslissend is zijne proef niet, daar de bekende curven van zijn fig. 126, dat in vele leerboeken is overgenomen, met eene verbazende snelheid van de trommel zijn voortgebracht nl. eene snelheid van 288 mM. per seconde; want $\frac{13}{50}$ seconde staan gelijk met 75 mM. Deze snelheid is ruim 20 maal zoo groot als bij eene gewone sphygmograaf.

In fig. 29 hebben wij de curve fig. 126 I van MAREY, eerst op natuurlijke grootte geteekend en daarna in horizontale richting op $\frac{1}{20}$ herleid, zoodat curve B voorstelt wat eene gewone sphygmograaf opgeleverd zou hebben. Men ziet nu dat de secundaire golven van MAREY *b* en *c* wel eens eigen bewegingen van het instrument zouden kunnen geweest zijn. *b* *e* *c* fig. B gelijkt trouwens ook veel op het *dal*, dat volgens WEBER bij darmen op den primairen *berg* volgt.

Ten einde dit uit te maken nam ik eene buis van ruim 10 M. lengte, zoo-

* *Wellenlehre*. pag. 202.

† *Ber. Sächs. Ges.* 1850, pag 182 en 184.

§ *Circulation*. pag.

dat de teruggekaatste golven zich eerst laat konden vertoonen op de curve, die aan het *begin* der buis geteekend werd. Dit begin bestond uit 2 dM. van eene zeer slappe buis, waardoor aan de sphygmograaf eenen zeer grooten uitslag werd teweeggebracht.

In fig. 30 zien wij de geteekende curve. Volgens de berekening, die ook juist uitkomt, begint bij *c* de 1^e teruggekaatste golf (hier een *dal*, daar de buis aan het einde open was). Al wat vóór *c* ligt, is dus stellig *niet* teruggekaast en toch vinden wij bij *b* en *e* verandering van richting. Het dal *b e c* van fig. 29 vinden wij in fig. 30 in eenigszins hellende richting terug, en hier kan het nu onmogelijk eigen beweging van de sphygmograaf zijn; evenmin kan het komen van eene golving in de lucht in de transportbuizen, want deze waren 2 meter lang en, daar de luchtgolven in elastische buizen eene snelheid van 120 M. bezitten (zie 1^e Hoofdstuk) en de snelheid van de trommel 13,2 mM. per sec. bedroeg, zoo zouden de luchtgolven op de teekening van fig. 30 niet grooter kunnen zijn dan

$$\frac{4}{120} \times 13,2 = 0,4 \text{ mM.}$$

Fig. 31 is met dezelfde lange buis, maar met eenen anderen knijper en met grotere snelheid van trommel voortgebracht (de stemvork was van 64 trillingen).

Bij *d* vinden wij pas de 1^e teruggekaatste golf (nu *berg*, daar de buis aan het einde dicht was). Ook hier is bij *b c* een klein dal te vinden, dat op den primairen berg volgt.

Wij kunnen dus wel als regel stellen, dat ook in gutta-percha buizen iedere primaire berg door een klein secundair *dal* gevolgd wordt, maar tegelijk moet men er bijvoegen, dat dit dal altijd *onaanzienlijk* is en slechts merkbaar bij zeer groote weekheid der wanden en sterke (hooge) primaire golven.

H O O F D S T U K III.

VOORTZETTING VAN HET ONDERZOEK NAAR DE GOLFBEWEGING.

§ 13. Alvorens verder te gaan, wensch ik de inrichting te beschrijven, die ik voor de proeven heb bedacht, zie fig. 32. *D* is een gutta-percha ballon van ongeveer

75 cM³. inhoud; *B* en *E* zijn twee koperen rechthoekig omgebogen buizen, die in het midden bij *f* en *f'* door eenen ebonieten ring in 2 geïsoleerde stukken zijn verdeeld. In dat middenstuk van iedere buis is eene klep aangebracht, die bij *B* naar beneden, bij *E* naar boven opengaat. *B* is door eene korte buis met eenen bak water *A* verbonden en aan *E* is aangebracht de proefbuis *F G H*, die bij *y* en *y'* 2 luchtkussens draagt en bij *H* in een drukvat *I* met kraan eindigt. Dit drukvat eindigt van boven in eene buis van 1½ meter, die bij *K* rechthoekig is omgebogen. Het uiteinde *K* dezer buis hangt vrij boven het vat *L*, dat van boven eene afvoerbuus *M* draagt, welke weder in den bak *A* terecht komt. Bij het periodieke knijpen in ballon *D* geraakt het water dus in eenen kringloop volgens de letters *D, E, F, G, H, I, K, L, M, A, B, D*, en in de proefbuis *F, G, H* ontstaan door de werking der kleppen eene dergelijke rij van positieve golven als in het arterieelstelsel van den mensch door de werking van het hart.

In werkelijkheid ligt de geheele proefbuis op het niveau van *H* op eene horizontale tafel en dus ondervindt het water in die buis eene constante drukking gelijk eene kolom water van de hoogte *H K'*. De kraan *H* met wijde opening stelde rij in staat het uiteinde der buis meer of minder te vernauwen, zelfs geheel af te sluiten.

De positieve golven, die aldus in de buis tot stand kwamen, werkten op de luchtkussens *y* en *y'* en dan door de lucht der transportbuizen *w* en *w'* op de tambours der hefboomen *t* en *t'*, die op de trommel *O* de curven *u* en *u'* afteekenden. De trommel *O* werd door tusschenkomst van eenen riem zonder eind *Q* gedraaid door een uurwerk. Daar dit uurwerk riemschijven van verschillende middellijn bezat, kon de snelheid, waarmede de trommel draaide, gemakkelijk op bekende wijze veranderd worden.

De koperen stander *N* waarop de schrijftoestellen *t* en *t'* verschuifbaar waren, was met den eenen knop *r* en de koperen stander *O* van den cilinder met den anderen knop *r'* van eenen grooten Inductieklos van RUMKORFF verbonden. Zoo dra dus een stroom, die in den primairen draad van dezen klos circuleerde, werd *afgebroken*, ontstond er eene krachtige inductie-vonk, die het papier op de trommel met een uiterst fijn en scherp gaatje doorboorde op de plaats, waar op dat oogenblik de punt van den schrijvenden hefboom *t* of *t'* zich bevond. Dit afbreken van den hoofdstroom kan, zooals de teekening (afgezien van de afmetingen) aanwijst, op twee manieren geschieden nl. 1^e op een willekeurig oogenblik: door te slaan op den knop van den Morsesleutel, 2^e automatisch door de kleppen zelve, die in de koperen buizen *E* en *B* geplaatst waren en wel naar willekeur óf door de inlaatklep bij *B'* óf door de uitlaatklep bij *E*, al naar den stand van den commutator.

Terwijl nl. de secundaire draad van den inductieklos de keten $r N t u O r'$ vormde, volgde de stroom van 2 Bunsensche cellen den weg $t k l m n o p q r z$, passeerde dus door den *primairen* draad van den klos, door een relai en door eenen sleutel van MORSE. In het relai was contact tusschen den hefboom no en het vast koperen gestel op , zoolang de electromagneet *niet* werkte; zoolang kon men dan ook met den sleutel van MORSE op willekeurige oogenblikken vonken voortbrengen. Maar nu was er een tweede stroom van 3 Leclanchés, die den weg $+ a b c d e f g h$ — of wel, als men de wip van den commutator overgooide, den weg $+ a b c d e' f' g' h'$ — volgde. Deze tweede stroom passeerde dus door de windingen van den electromagneet bij bc , door den commutator bij de en door de koperen stukken B of E . Zoodra dan de bijbehorende koperen klep zich sloot, werd de electromagneet van het relai magnetisch, trok het anker aan, verbrak bij O den hoofdstroom en teekende zich eene vonk op de curve af. Aldus verkreeg ik automatisch op de curven de juiste oogenblikken van het sluiten der kleppen geteekend.

Door eenen zeer grooten klos te gebruiken en daarenboven nog eene Leidsche flesch in de secundaire keten te plaatsen, verkreeg ik bij het afbreken van den hoofdstroom slechts eene *enkele* scherp begrensde vonk en niet eene rij van vonkjes, zooals anders zoo dikwijls het geval is. Door verder alleen met het *afbreken* van den stroom te werken, vermeid ik, zooveel mogelijk, tijdsverlies bij het magnetisch worden van den electromagneet van het relai, welk verlies trouwens bij een gevoelig relai zeer gering is. Natuurlijk werd bij het registreeren met vonken alleen *één* tambour y' gebruikt, en deze zoo dicht mogelijk bij 't begin der buis $F G H$ geplaatst.

Het zal den lezer nu duidelijk zijn, dat ik met dezen toestel de golfbeweging in elastische buizen vrij nauwkeurig in bijzonderheden kon onderzoeken.

§ 14. Eerst werd de aandacht gevestigd op de *teruggekaatste* golven.

Daartoe nam ik eene lange gutta-perchabuis van ruim 9 M., ten einde primaire en teruggekaatste golven behoorlijk uiteen te houden. Gemakkelijk blijkt dan de waarheid van de stelling van E. H. WEBER*, reeds door RIVE† en GRASHEY‡ bevestigd:

Aan het einde eener opene buis wordt een berg als dal en een dal als berg

* l. c. pag. 183.

† l. c. pag. 62.

‡ l. c. pag. 54.

teruggekaats, derhalve *ongelijknamig*; aan het einde eener geslotene buis daarentegen is de terugkaatsing *gelijknamig*.

In fig. 33 *A* en *B* zien wij het onderscheid: onder overigens gelijke omstandigheden is bij *A* het einde der buis *open* en bij *B* hetzelfde uiteinde *dicht* geweest. Juist evenver van het begin der primaire verheffing vinden wij bij *A* een dal en bij *B* eenen berg. Uit de bekende snelheid van golf en trommel berekent men dat *a b* juist den tijd voorstelt, dien de golf noodig heeft om van de sphygmograaf naar het einde te loopen en weder terug. Deze eerste teruggekaatste golf *b* loopt verder naar het begin der buis en ondervindt aldaar eene tweede terugkaatsing volgens denzelfden regel als boven.

Deze tweede teruggekaatste golf kan men bij fig. 33 *C* duidelijk zien, welke geteekend is door eene sphygmograaf, die dicht bij het *einde* der buis geplaatst was, terwijl die van *A* en *B* dicht bij het *begin* der buis stond. In fig. 33 *C* is *c* de tweede teruggekaatste golf, wederom een berg, daar het begin der buis dicht was. De afstand *a c* komt overeen met de *dubbele* lengte der buis.

Deze 2^e teruggekaatste golf valt bij fig. 33 *B* met de 1^e teruggekaatste bijna geheel samen, evenals omgekeerd de 1^e teruggekaatste fig. 33 *C* bijna precies de primaire golf bedekt, wat ook aan de grootere hoogte der verheffing kan worden opgemerkt. Tegelijk blijkt aldus duidelijk de ongehinderde doordringing van de golven, want in fig. 33 *C* gaat de 1^e teruggekaatste door de primaire golf heen en toch vertoont diezelfde 1^e teruggekaatste zich later onverminderd op de teekening fig. 33 *B* bij *b*. Daarna wordt de 1^e teruggekaatste aan het begin der buis weer teruggekaats, dringt bij fig. 33 *b* door de 1^e teruggekaatste heen en vertoont zich toch weer als afzonderlijke golf in fig. 33 *C*. De ongelijknamige terugkaatsing van het *open* einde wordt des te minder duidelijk, naarmate men de opening *vernaauwd*. Bij eene bepaalde vernauwing kan men volstrekt geen terugkaatsing waarnemen en bij voortgezette vernauwing wordt eindelijk de terugkaatsing *gelijknamig* en dan in toenemende sterkte, naarmate de vernauwing sterker is. Zoo b.v. in fig. 34, waar onder volkomen gelijke omstandigheden dezelfde sphygmograaf de curve *O* teekent bij *opene* buis en de curve *r* bij *vernaauwd* uiteinde. Het dal *b* verandert dan in den berg *c*. Hetzelfde geschiedt wanneer eene wijde buis overgaat in eene nauwe buis. Zoo b.v. in fig. 35, waar *A* de curve voorstelt, die men verkrijgt met eene overal even wijde, aan het einde geopende buis en *B* de curve van dezelfde sphygmograaf, zoo men deze buis halverwege doorsnijdt en dan eene lange, *dunne*, opene buis voor het afgesneden stuk in de plaats stelt. In fig. 35 *B* is *a* de berg, die op de plaats van aanraking van wijde en nauwe buis tot stand komt.

Derhalve kan men zeggen: eene *vernaauwing* geeft *gelijknamige* terugkaatsing; eene

verwijding ongelijknamige terugkaatsing, juist zooals GRASHEY* ook gevonden heeft.

Ook met vertakte buizen zijn tal van proeven ten opzichte van de terugkaatsing genomen en wel, om zuivere resultaten te verkrijgen, werden de elastische takken niet met metalen of glazen buizen aan de hoofdbuis verbonden, maar direct op de hoofdbuis gezet met de oplossing van caoutchouc of India-rubber in benzol, die tegenwoordig in den handel voorkomt. Deze oplossing is uiterst geschikt voor het soldeeren van *gutta-percha* op *gutta-percha*.

Ten eerste bleek dat, wanneer eene buis aan 't einde overgaat in meerdere, korte, dunne en evenlange takken, dit systeem zich, wat de terugkaatsing betreft, gedraagt als eene enkele buis, waarvan het lumen aan de totale doorsnede van al die takken tezamen gelijk is. Brengt men aan het einde der takken vernauwingen aan, dan slaagt men er in de *ongelijknamige* terugkaatsing in eene *gelijknamige* te veranderen, juist zooals bij eene enkele onvertakte buis het geval is. Zoo heeft men in fig. 36 *A* de curve, die men verkrijgt met eene lange buis, die aan het einde in 3 nauwere takken overgaat, welke alle drie vernauwd zijn. Dit geeft eenen teruggekaatste berg *O*. In fig. 36 *B* daarentegen, (bij veel kleinere snelheid van de trommel geschreven) is de hoofdbuis vertakt in 12 nauwere en onderling even lange takken, die allen *open* zijn. Daarom ontstaat hier bij *b* een teruggekaast dal. In beide gevallen stond de sphygmograaf dicht bij het *begin* op de *hoofdbuis*.

Brengt men de sphygmograaf op een der takken over, dan bemerkt men eene *zeer* *grootte* vermindering in den uitslag, zooals blijkt uit fig. 37 waar de gelijktijdige curven van 3 sphygmografen zijn gegeven, waarvan de eene stond op de korte hoofdbuis en de beide anderen op de *twee* takken en wel *B* op eenen langen tak van 711 cM. en *C* op eenen korten tak van 211 cM. Fig. 37 *A* geeft de curve der hoofdbuis, *B* die op den langen tak en *C* die op den korten, alle drie even ver van het vertakkingspunt. De korte hoofdbuis was zeer veerkrachtig (kleine *E*) en 9 cM. wijd; de zijtakken ook vrij slap van wand maar slechts 4 mM. wijd en beide takken waren aan het einde gesloten, ten einde scherper de terugkaatsing te kunnen waarnemen. Men ziet dat in dit geval, juist zooals MAREY opgeeft, de teruggekaatste golven der takken *niet merkbaar* in de hoofdbuis of in elkander overloopen, terwijl iedere tak afzonderlijk terugkaatsingen *a* en *b* vertoont, juist op de plaats, die met de lengte der takken en de plaats der sphygmograaf overeenkomt. Zoo dus nauwere buizen op eene wijdere en zeer buigzame hoofdbuis zijn ingeplant, gedraagt zich iedere tak als eene afzonderlijke buis, die schijnbaar met de anderen niet in gemeenschap staat.

* 1. c. pag. 45.

Verdeelt zich echter eene elastische buis in twee of meer buizen van volkomen denzelfden *aard* en *diameter*, dan loopen de golven van de eene buis in de andere over, zooals in fig. 38, waar *A* de beweging in den korten tak voorstelt en *B* die in den langen. De lange buis is 711 cM., de korte 211 cM. en beide zijn van dezelfde buis gesneden als de hoofdbuis. Beide takken zijn aan het einde open. Men ziet nu bij *p* de eerste teruggekaatste golf van den langen tak, bij *q* de eerste teruggekaatste van de korte buis. Maar bij *t* ziet men ook het *dal*, dat uit de korte in de lange buis is overgelopen en bij *x* ook den *berg*, waarin dat overgelopen dal aan het einde der lange buis verandert en terugloopt naar de sphygmograaf. Zoo is *x* de berg waarin aan het einde der korte buis het dal verandert, dat uit de lange buis in de korte overloopt.

Er ontstaat dus in dit geval, juist zooals MAREY * opgeeft, eene ingewikkelde mengeling van golven.

De terugkaatsing in het arterieele vaatstelsel zal wel meer met het geval van fig. 37 dan met dat van fig. 38 overeenkomen.

Let men eindelijk op de hoogte van de teruggekaatste golf, dan komt allereerst in aanmerking de graad van vernauwing of verwijding, waardoor de terugkaatsing ontstaat.

Reeds heb ik opgemerkt dat, zoo eene opene buis vernauwd wordt, de ongelijknamige terugkaatsing zwakker en zwakker wordt, dan verdwijnt en daarna in eene gelijknamige reflexie overgaat, waarvan de sterkte toeneemt met de vernauwing, om bij geheel gesloten uiteinde een maximum te bereiken. Maar omgekeerd ook, als de afvoer van het open einde wordt vergroot, dan neemt de ongelijknamige terugkaatsing eveneens in sterkte toe, zie fig. 39, waar *a* en *o* twee direct na elkander geschreven curven voorstellen, maar bij *o* is de afvoer aan het einde juist tweemaal zoo groot als bij *a*. Het gevolg is eene sterkere teruggekaatste golf *b*.

Ten tweede zal op de grootte der gereflecteerde golven de straal van de buis eenen grooten invloed uitoefenen. Want alleen in wijde buizen over geringe lengte mag men de wrijving geheel verwaarloosen.

Uit den aard der zaak loopen de gereflecteerde golven over eene groote lengte langs de buis heen en weder; derhalve zijn deze golven het meest aan den invloed dier wrijving onderworpen. Zoo de primaire golf in eene nauwe buis reeds verzwakt aan het einde aankomt, daarna bij het terugkaatsen zelve (zooals altijd het geval is) een merkbaar verlies ondervindt, dan weder ondanks de wrijving geheel naar het begin moet voortgaan om daar eene nieuwe terug-

* l. c. pag. 235.

kaatsing en een nieuw verlies te ondergaan, dan is het geen wonder, dat er reeds na 1 of 2 terugkaatsingen geen merkbare golf overblijft. Terwijl dus in wijde buizen de 5^{de} of 6^{de} teruggekaatste golf nog aanwijsbaar is, zal men bij nauwe buizen moeite hebben de 2^{de} teruggekaatste te vinden.

Alles te samen genomen doet het onderzoek, in deze paragraaf ingesteld, bij het arterieel vaatstelsel geen sterke reflexiegolven vermoeden.

§ 15. Groote aandacht werd gewijd aan den vorm der primaire golf. Daartoe werd weder eene lange buis van ongeveer 10 M. aangewend, ten einde de primaire golf geheel vrij van teruggekaatste golven te verkrijgen. Met mijne koperen kleppen verkrijg ik dan bij snel knijpen en loslaten van den ballon fig. 32. *D*, curven van bijgaanden vorm fig. 40, die in hoofdzaak overeenkomen en slechts onderling verschillen in afmeting en in hoogte en breedte van het tweede plateau fig. 40 *c* bij *h*, dat bij fig. 40 *a* vrij hoog ligt, bij *b* zeer onbetekenend is, bij *d* nog bijkomende verheffingen toont, wat op de groote curve *e* bij *i* tengevolge heeft, dat er schijnbaar een derde plateau gevormd is. Eene dergelijke bijkomende golving vindt men ook altijd aan het plateau *g*, waardoor dit de verschillende gedaanten verkrijgt, die in de curven *a, b, c, d, e* zichtbaar zijn. Ziet men nu voorloopig van die bijkomende kleine schommelingen af, dan verkrijgt men den hoofdvorm fig. 40 *f*, waarin als voorname punten der curven, de punten *p, q, r, s, t, u* zich vertoonen.

Wat is nu de beteekenis dezer punten? *p* en *u* leveren geen bezwaar op, evenmin *q*; *p* is nl. het begin der primaire verheffing, is bijna altijd scherp waar te nemen en geeft voor eene sphygmograaf, die vlak bij het begin der buis staat, het oogenblik aan van opening der klep fig. 32 *E*, die wij de semilunair klep kunnen noemen. *u* is het einde der positieve drukgolf, het punt waar de vloeistof weder tot het oorspronkelijke drukkingsminimum (wat wij P_0 genoemd hebben) is teruggekeerd. Door den invloed der reflexiegolven en om andere redenen is dit punt *u* niet altijd zuiver waar te nemen. Het vlak *q r* geeft eenvoudig aan het maximum van drukking, dat vroeger of later kan bereikt worden en langer of korter kan duren. Wegens de secundaire schommeling op die hoogte is het punt *q* nooit zuiver aan te geven en zeer veranderlijk. Wat de punten *r* en *s* beteekenen is niet zoo direct te zien en moet door proeven worden uitgemaakt. De lijn *r s* is altijd vrij steil en duidelijk herkenbaar. Zij beteekent eene plotselinge daling in de drukking, die alleen het gevolg kan zijn van het plotseling ophouden van het knijpen in den ballon. Deze herneemt dan zijne vorige gedaante en de drukking in de buis neemt aanmerkelijk af. Het punt *r* geeft dus scherp het einde der systole en het begin der diastole te kennen. Dit merkt men duidelijk als men zich bij het knijpen zoodanig plaatst,

dat men met het oog de punt van den schrijvende hefboom in hare bewegingen kan volgen. Men ziet dan duidelijk, vooral als men den tijd van knijpen dan eens korter, dan eens langer kiest, dat het instrument altijd het ophouden van het knijpen, het loslaten van den ballon met eene plotselinge daling beantwoordt. Knijpt men zoo lang, dat in de buis, door afvoer aan het einde, weder de drukking op het minimum is gedaald, dan ontbreekt ook de dalende tak *r s*. Zoo ziet men in fig. 41 *A* 2 curven; de eerste geschreven bij kortdurende systole en de tweede met veel langeren duur van knijpen; bij fig. 41 *B* is de dalende lijn het gevolg van het wegstroomen van het water tijdens de systole; men heeft den ballon zoolang dicht geknepen gehouden, tot de drukking weder op het minimum was gedaald; hier ontbreekt ook de dalende tak *r s*. Zie ook fig. 41 *C*, waar de 1^e en 3^e curve met kortdurend knijpen, de 2^e met langere systole geschreven is, terwijl bij de laatste curve weder doorgeknepen is, tot de drukking van zelve op het minimum is gevallen. Hier ontbreekt eveneens de dalende tak *r s*.

Het punt s beteekent het sluiten van de semilunair klep.

Om deze gewichtige stelling te bewijzen, werd de toestel fig. 32 zoodanig ingericht, dat de semilunair klep *E* bij het dichtgaan eene vonk op de curve deed ontstaan. Daarvoor was alleen noodig den commutator in den stand *d e'* te stellen. De tambour *y'* was zoo dicht mogelijk bij die klep, dus aan 't begin der buis gesteld. In fig. 42 ziet men de uitkomst dezer proef, die trouwens honderde malen met hetzelfde resultaat is herhaald.

Bij *A* en *B* is de snelheid van de trommel 13 mM., bij *C* 30 mM. en bij *D* zelfs 55 mM. per seconde.

De vonk beteekent het oogenblik, waarop de semilunair klep zich sluit.

In iedere curve (zie fig. 40 *f*) beteekent dus *s* het oogenblik, waarop de seminulair klep is gesloten; na dien tijd is de buis geheel en al van den ballon afgescheiden, stroomt er geen water meer in de buis en wordt de golfbeweging *alleen* voortgezet krachtens de energie, die op dat oogenblik in de buis zelve is opgehoopt (vrije golfbeweging).

Door de klep *E* in fig. 32 van spiraalveertjes te voorzien, die haar met meer of minder kracht teruggedrijven na het openen, kan men het punt *s* naar willekeur hooger of lager in de curve brengen. Zijn die veertjes vrij sterk, dan komt het plateau *h* (zie fig. 40 *f* bij *s t*) zelfs op gelijke hoogte met het plateau *q r*, zooals uit fig. 43 blijkt, waar de vonk weder het oogenblik van het sluiten der klep automatisch geteekend heeft. Hoe slapper echter de veertjes, hoe lager het punt *s*, zoodat het plateau dan gelijk en zelfs *lager* dan de horizontale lijn *p u* fig. 40 *f* vallen kan. Dit laatste is geregeld het geval, wanneer men de metalen

kleppen vervangt door het vliezige kleppen-systeem, dat door E. H. WEBER* bedacht is; zie fig. 44, waar e een houten kokertje, waarop is vastgebonden een stukje van eenen dunnen darm b , die met 3 draden n aan den omtrek is vastgemaakt van eene glazen buis d , waarin de houten buis e is vastgelijmd. Aan eenen stroom van e naar b en n biedt deze klep geen weerstand, maar bij tegengestelde stroomrichting wijkt de dunne darm b , de losse draden medeslepende, terug, en sluit zich geheel. Deze ventielen zijn gemakkelijk te maken, volkomen waterdicht en dus voor vele proeven uiterst geschikt. Bij gebruik van zulk een ventiel verkrijgt men de curven fig. 45, waardoor het gezegde bewezen is.

Het is nu gemakkelijk zich een voorstelling te maken van het ontstaan der primaire curven, fig. 40, 41 en 42.

Bij het knijpen in den ballon wordt water door de semilunair klep in de buis gedreven en daardoor ontstaat in het begin der buis eene plotselinge verhooging der drukking. Hierdoor wordt de elastische buis uitgerekt, zoodat deze nu ook de vloeistof begint te drijven. Er ontstaat afvoer van water naar beide kanten, waarvan het gevolg is, dat de drukking niet meer zoo sterk toeneemt als te voren. Daar deze afvoer gaandeweg toeneemt en om dezelfde reden de aanvoer vermindert, komt er een tijd dat de buis evenveel water afvoert als de ballon aanbrengt. Van dat oogenblik is de drukking constant (fig. 40 f , g r), tenzij men voortgaat met knijpen, want dan zal eindelijk de afvoer den aanvoer overwinnen en daalt, ondanks het knijpen in den ballon, de drukking (fig. 41, 2^e en 3^e curve en fig. 42 A , 4^e curve). Houdt men nu plotseling op met knijpen, dan zal de aanvoer van water eveneens plotseling ophouden en daarenboven de ballon door zijne veerkracht zijne vorige gedaante trachten te hernemen. Dit alles heeft eenen sterken afvoer van water naar weerskanten ten gevolge; van daar eene plotselinge daling der drukking, zooals door den tak rs wordt aangegeven. Nu sluit zich ook vroeger of later de semilunair klep en op datzelfde oogenblik houdt de afvoer naar den kant van den ballon geheel op. Het gevolg is eene plotselinge staking van de snelle daling rs .

Van het punt s af moet nu de afvoer alleen naar het einde geschieden, maar toch altijd geregeld plaats grijpen. Men zou dus verwachten, dat van s af de curve de gedaante svu zou aannemen en niet de meest voorkomende gedaante stu . Maar men moet niet vergeten, dat er tijdens het dalen der drukking langs de lijn rs eene strooming naar den ballon toe is, welke strooming plotseling opgeheven wordt door het sluiten der semilunair klep bij s . Al de waterdeeltjes, die aan de strooming deelnemen, bezitten hoeveelheid van beweging

* I. c. pag. 186.

(m v) en bij de botsing met de klep wordt dus volgens de wet van NEWTON eene tegenstrooming naar de buis toe voortgebracht, die weder eene verhooging van drukking ten gevolge heeft. M. a. w. door de botsing met de klep ontstaat eene gelijknamige gereflecteerde golf (Bergwelle), die als nevgolf de primaire vergezelt en aldus op de schuindalende lijn *s v u* een soort van plateau *st* maakt. Men kan dus met volle recht dit plateau „de Klappenschlusselevation” noemen, of wel volgens GRASHEY* de „positive Klappenwelle”.

BUISSON † en MAREY § geven volmaakt dezelfde voorstelling van het ontstaan der bedoelde verheffing, die niets anders is dan wat men in de physiologie het *dicrotisme* noemt. Of liever, genoemde schrijvers verklaren het dicrotisme van den pols op dezelfde wijze, als ik de verheffing *st* in mijne curven.

Daar echter door mijne proeven met de electriche vonk met zekerheid is uitgemaakt, dat het punt *s* werkelijk aan het sluiten der semilunair klep beantwoordt, heeft daardoor die verklaring aan beteekenis gewonnen.

Ten overvloede heb ik nu nog proeven gedaan zonder semilunair klep. Uit de koperen buis fig. 32. *E* werd eenvoudig de klep weggenomen en verder de proef op volkomen dezelfde wijze verricht. In de plaats van de curven fig. 40, 41 en 42 verkreeg ik dan curven van den vorm fig. 47, waarbij *A* met eene snelheid van 30 mM. en *B* en *C* met de gewone snelheid van 13.2 mM. zijn geschreven. Men ziet, dat bij afwezigheid van de klep de afvoer van water naar den ballon toe ongehinderd is voortgegaan en de drukking alzoo tot onder de oorspronkelijke is gedaald. Het plateau of de verheffing *st* bestaat in deze curven *niet*. Het dalen geschiedt van *r* af geregeld en zonder sprongen, juist zooals in fig. 45 bij de klepjes van WEBER, die bij het terugvloeien van het water sterk terugwijken en alzoo het dal teweegbrengen, dat trouwens veel minder diep is als op fig. 47.

§ 16. Nadat aldus de hoofdvorm der primaire curve fig. 40 *f* en de beteekenis der verschillende punten voldoende is opgehelderd, gaan wij nu over tot de bijzonderheden.

De eerste vraag, die wij stellen is: vanwaar komt de eigenaardige bocht in het plateau *qr*, zooals dat in fig. 40 *c* en *e* bij *g* is aangegeven en die ook bij verscheidene curven van fig. 41, 42 en 47 valt op te merken. Het is dezelfde buiging, die door MAREY** bij zijne afbeelding van de „Type normale du

* l. c. pag. 165.

† *Thèse Inaug.* Paris 1862.

§ MAREY. *Circ.* l. c. pag. 253.

** *Circ.* l. c. pag. 271. fig. 146.

pouls radial" met de letter *c* is aangegeven, door MOENS * eene afzonderlijke behandeling is waardig gekeurd onder den naam van: „der eerste Wellengipfel in dem absteigenden Schenkel"; het is ook dezelfde bocht, die vroeger door WOLFF † de „erste secundäre Welle" genoemd is en later door TALMA aan de sluiting der mitralis is toegeschreven. LANDOIS** noemt ze eene „Elasticitäts-erhebung", en GRASHEY ††, hoewel niet zeer duidelijk, schrijft ze aan eigen beweging van het instrument toe.

Nu is juist bij de plotselinge verheffing waarmede iedere curve begint, eigen beweging van het instrument niet alleen mogelijk maar zelfs onvermijdelijk. Als ik b.v. neem de eerste curve van fig. 42 D en daarop volgens § 3, fig. 10 de opwaartsche snelheid meet, dan vind ik daarvoor 22 cM. terwijl de maximale snelheid slechts 10 cM. is. Hier *moet* dus eigen beweging zijn voorgekomen. Dat deze van dezelfde grootte is als de bocht, die wij op 't oogenblik behandelen, volgt uit fig. 48, waar naast elkander gesteld zijn: eene primaire curve met duidelijke bocht en de eigen beweging van de sphygmograaf, zooals die gevonden wordt door het luchtkussen op den sleutel van MORSE te stellen. *A* is de primaire golf, waarin men bij *g* de bedoelde bocht ziet; *B* is de beweging van den sleutel van MORSE met duidelijke eigen beweging aan 't begin en aan het einde. Beide zijn geteekend met gelijke snelheid van trommel.

In hoever de inlaatklep iets met deze zaak te maken heeft, blijkt uit de volgende fig. 49, welke geteekend is door de sphygmograaf, terwijl uit de koperen buis fig. 32 *B* de inlaatklep was weggenomen. Hier bestaat geen klep en toch bestaat de eigenaardige vorm van het bovendeel der curve onveranderd en onverminderd.

Intusschen kan het geen kwaad, het juiste oogenblik te weten wanneer de inlaatklep zich sluit. Dit kan met mijn toestel gemakkelijk bepaald worden door den stroom der Leclanchés (fig. 32) langs den weg *abcd efgh* te leiden. Men verkrijgt dan op de curve eene vonk bij het sluiten der inlaatklep. In fig. 50, ziet men het resultaat, bij verschillende wijzen van knijpen en bij verschillende snelheid van trommel verkregen. Zoo is b.v. fig. 50 *C* met de groote snelheid van 55 mM. per seconde geschreven.

Men ziet dat bij allen de vonk *juist bij het begin* der primaire verheffing, uiterlijk $\frac{1}{55}$ seconde later valt.

* PFLÜGER's *Archiv*. BD. 20, 1879.

† *Charakteristik des Arteriënpulse*.

** l. c. pag. 176.

†† l. c. pag. 197.

Het blijkt dus, dat de bedoelde bocht niet aan het sluiten der mitralis mag worden toegeschreven. Nog veel minder is de verheffing vóór r (zie fig. 48 A) de „eerste Wellengipfel in dem absteigenden Schenkel” want eerst bij r begint de diastole. Daarentegen is eigen beweging van het schrijfinstrument hier bij de snelle opheffing niet te vermijden. Het optreden der bedoelde bocht moet dus aan de laatste oorzaak worden toegeschreven, waarvoor ook pleit dat van verscheidene curven, direct na elkander geschreven, sommigen die bocht vertoonen en anderen niet, al naarmate de schrijfspits iets minder of iets meer op de trommel drukt. Daartusschen vindt men overgangsvormen.

De verklaring van de bedoelde bocht moet dus zijn: dat de eigenlijke vorm van den opstijgenden tak der curven is als in fig. 51 A , terwijl de eigen beweging van de sphygmograaf daarvan maakt de curve fig. 51 B . Kunstproduct is dus wat in fig. 51 B links van de gestippelde lijn is getekend. Zie ook fig. 50 C , waar ik, eveneens met stippellijnen, de juiste gedaante der curve heb aangegeven en alles, wat links van de stippellijn ligt, kunstproduct van de sphygmograaf is. Zoo insgelijks in fig. 47 A . Dat verder de juiste vorm fig. 51 A moet zijn, blijkt uit de eenvoudige overweging dat, bij voortzetting van het knijpen, de elastische buis hoe langer hoe meer gespannen wordt, daarbij naar weerskanten hoe langer hoe meer water gaat afvoeren en daardoor de aanvoer van water uit den ballon naar de buis gaandeweg vermindert. Dit moet tengevolge hebben dat in een hooger punt der opstijgende curve de helling der raaklijn kleiner moet zijn dan in het begin, daar toch de hoek, dien in een zeker punt der curve de raaklijn aan de curve met de as maakt, eene maat is voor de snelheid der stijging. Nu ziet men juist in fig. 51 A en fig. 50 C *gestippeld* dat ombuigen van den opstijgenden tak aan het boveinde. De eigenaardige vorm van het hoogste plateau der primaire curve, fig. 46 $q r$, is alzoo voldoende verklaard. (Zie MAREY, *Circulation* pag. 272).

§ 17. Eene andere afwijking van den hoofdvorm der primaire curve, fig. 46, bestaat hierin, dat het tweede plateau, aldaar st genoemd, op allerlei wijzen kan gegolfd zijn, zie fig. 40 d en e , fig. 42 C en D , fig. 49, fig. 50 C en fig. 51.

Het zijn de golven door MAREY secundaire golven genoemd en door ons in § 12 besproken, waar wij hebben opgemerkt dat iedere primaire berg schijnbaar door een secundair dal wordt achtervolgd, welk dal in onze fig. 30 bij e duidelijk te zien is, evenals bij MAREY fig. 126, ons figuur 29.

Alweder zijn eigen bewegingen van de sphygmograaf bij de snelle daling langs de lijn $r s$ fig. 46 bijna niet te vermijden en als men in fig. 49 de bochten, aan het einde van $r s$ getekend, vergelijkt met de geregistreeerde eigen be-

weging van de sphygmograaf in fig. 48 B, dan zal men de groote overeenkomst niet over het hoofd zien.

Ten tweede voegt zich bij de eigen beweging der sphygmograaf de verheffing aan het einde van § 15 besproken en die ontstaat door het stuiten van het naar den ballon terugstroomende water op de semilunairklep. Dit maakt van de eigenlijke lijn *svu* fig. 52 de lijn *stxu*.

Maar ten derde zijn er nog de secundaire golven, die alleen bij hevige schommelingen voorkomen en eene tweede, soms derde verheffing *y* teweeg brengen, tusschen welke verheffingen *dalen* zijn zooals bij *x* en bij *z*, die als secundaire dalen den primairen berg volgen. Deze secundaire golven zijn reeds in § 12 besproken. Daar zij altijd optreden aan het einde van de primaire golf en hier in ons geval alleen *na* het sluiten van de semilunairklep, kunnen zij ook hier niet wel anders zijn dan eigen naschommelingen van de buis. Maar niet in dien zin, dien LANDOIS er aan hecht, nl. dat de buiswand alleen en op zich zelf schommelingen zou kunnen verrichten. Neen, buis en vloeistof zullen wel altijd als een enkel lichaam moeten worden beschouwd, waaraan het water de bewegelijkheid en de wand de veerkracht verleent, zoodat onmogelijk een der beide deelen afzonderlijk zich zou kunnen bewegen. Maar het samengestelde lichaam, buiswand en vloeistof, is een veerkrachtig lichaam, dat eenen bepaalden stand van evenwicht heeft. Uit dien stand gebracht moet het even goed natrillen als iedere snaar, iedere slinger, iedere sphygmograaf. De secundaire golven zijn in zóóver ook eigen beweging, dat zij op dezelfde wijze tot stand komen. Zij zijn de vrije golven van de proefbuis, nadat deze door het sluiten der klep van den ballon is afgesloten, en stellen voor op welke wijze die buis van zelve weder tot den toestand van evenwicht terugkeert. Duidelijk zijn zij alleen bij zeer groote slapheid van den buiswand en bij groote uitslagen van de sphygmograaf. In den regel spelen zij slechts eene ondergeschikte rol.

Het groote dal, dat in fig. 52 bij *w* begint en op alle curven van fig. 51 en andere voorkomt, is volgens de stellige berekening, uit snelheid van voortplanting en lengte der buis opgemaakt, de 1^{ste} teruggekaatste golf. Daar zijn wij aan het einde der primaire golfbeweging.

Wanneer deze teruggekaatste golf wat later komt, dan kan men dikwijls ondanks de verschillende golvingen, die na *s* optreden, de juiste gedaante der afdalende lijn aangeven, zooals in fig. 53, waar door eene dunne rechte lijn die daling is voorgesteld, zooals zij zou zijn wanneer er geen eigen trillingen van instrument en buis waren en ook: *het sluiten der klep geen positieve golf voortbracht*. De twee eerste curven zijn met gewone snelheid van 13 mM., de onderste met grootere snelheid voortgebracht. Op allen ziet men de eigen bewegingen

dicht bij s , dan de klepgolf bij t en daaronder de rechte lijn su , die nu zuiver aangeeft met welke snelheid de buis zich ledigt, als de afvoer naar den ballon is afgesneden.

In den regel zal het moeilijk zijn deze rechte lijn su zuiver te vinden, maar dat is bijna ook nooit nodig, daar de tijd, die voor het leegloopen der buis besteed is, niet door su zelve wordt aangegeven, maar door de projectie daarvan op de horizontale as, en deze projectie $s'u$ is reeds gegeven, zoo men slechts s en u kent. Daar b. v. op de eerste curve fig. 53 de snelheid van de trommel 13.2 mM. per seconde was en aldaar de lijn $s'u$ eene lengte van 5 mM. bezit, is de bedoelde tijd geweest $\frac{50}{132} = 0.38$ seconde, onafhankelijk van de bochten

welke de curve *voorbij* s mocht vertoonen. Op de 3^e curve van fig. 53 is de snelheid van de trommel 30 mM. per sec., de lengte der lijn $s'u$ 11.5 mM. dus de bedoelde tijd $\frac{11.5}{30} = 0.38$ sec., derhalve juist even groot. Men zou dus de

bochten boven bedoeld kunnen verwaarloozen, indien er zich niet *die* onder bevond, welke door het sluiten der klep wordt teweeggebracht, de klepgolf t . Zij ontstaat door het plotseling stuiten van het terugstroomende water op de semilunairklep en kan daarom een denkbeeld geven van de physische gesteldheid dier klep. Al naarmate zij beter terugkaatst (grootte coëfficiënt der botsings-elasticiteit) zal onder gelijke omstandigheden het punt t zich hooger boven het niveau van s verheffen.

§ 18. Wanneer geene teruggekaatste golven storend tusschenbeide komen, blijft de vorm der primaire curve over de geheele lengte der buis vrij wel dezelfde, zooals blijkt uit fig. 54 *A*, waar de primaire curven zijn opgeschreven in twee verschillende punten, die 414 cM. van elkander verwijderd waren, terwijl in fig. 54 *B* de onderste curve geteekend is op een punt der hoofdbuis en de bovenste op een punt van eenen zijtak derzelfde buis.

Meestal is de opklimmende lijn bij p in de peripherische punten minder steil; evenzoo ook de neêrdalende lijn rs . Dikwijls ontbreken ook bij den minder grooten uitslag van de sphygmograaf enkele bochten, die door eigen beweging ontstaan. De primaire curve wordt dichter naar het einde eenvoudiger, vooral zoo vertakkingen optreden. In het laatste geval is ook in den regel de neêrdalende lijn rs (zie fig. 54 *B* boven) langer in vergelijking van den totalen uitslag.

Maar welke veranderingen er ook door bijkomende omstandigheden in den vorm der primaire curve mochten ontstaan, ten allen tijde is de tijd tusschen de momenten, aangegeven door de punten p en s , volkomen gelijk. Bij eenpa-

rige beweging van de trommel is dus de *horizontale* afstand van p en s op alle primaire curven gelijk. Dit volgt uit de verklaring die wij van de betekenissen dier punten gegeven hebben van zelve en wordt door de proeven altijd bevestigd.

§ 19. Een groot aantal proeven zijn gedaan ten einde te beslissen in hoever men uit de verkregen curve kan opmaken de hoeveelheid water, die bij ééne systole in de buis gedreven wordt. Ik heb mij hierbij op een praktisch standpunt gesteld en vooral gezocht naar de eenvoudigste wijze om dit probleem op te lossen.

Laat AB eene met water gevulde elastische buis zijn van zoodanige lengte, dat, als men bij A in eenen zekeren tijd t door eenen zuiger, die eene enkelvoudige slingerbeweging bezit, eene zekere hoeveelheid water inperst, de golfbeweging in dienzelfden tijd t juist de lengte AB aflegt. De buis zal dan de gedaante $AC'B$ verkrijgen en het ringvormig lichaam, dat ontstaat door wenteling van de figuur $AC'BCA$ om de as der buis, zal het volumen water voorstellen, dat bij ééne beweging des zuigers in de buis is gebracht. Wegens de geringe lengte van CC' zal de inhoud van dat omwentelingslichaam, volgens den regel van GULDEN, gesteld kunnen worden op

$$2 \pi R \times \text{Inh. beschr. fig. } AC'BCA.$$

De ordinaten van de verschillende punten der curve $AC'B$ stellen voor de verschillende uitwijkingen van den wand in verschillende punten der buis.

Maar uit den aard der loopende golfbeweging volgt, dat diezelfde uitwijkingen, in dezelfde volgorde als zij voorkomen in de opvolgende punten der buis, insgelijks voorkomen in *éénzelfde* punt der buis maar na verschillende tijdsverloopen. Van daar dat eene sphygmograaf, in een bepaald punt der buis geplaatst, dezelfde curve $AC'B$ zal teekenen, maar de ordinaten veranderd naar de vergrooting van het instrument en de abscissen allen veranderd in de verhouding van $\frac{v}{c}$, waarin v de snelheid van de trommel en c die van de golfbeweging in de buis is. Derhalve:

Inh. beschr. fig. $AC'BCA$: Inh. sphygmogr. curve = $c : v \times n$, als n de vergrooting van de sphygmograaf aangeeft. Zoo men dus de Inh. der sphygmografische curve in cm^2 . uitgedrukt gelijk O stelt en de hoeveelheid water, die bij ééne beweging van den zuiger in de buis dringt in cm^3 . gelijk Q , dan is:

$$Q = O \times \frac{c}{v n} \times 2 \pi R.$$

Bij deze voorstelling is echter aangenomen, dat de buiswand zich vrijelijk kan uitzetten onder de werking der golfbeweging, m. a. w. dat de veer van de sphygmograaf volstrekt geen drukking op de buis uitoefent.

Daar dit in werkelijkheid echter wel het geval is, teekent de sphygmograaf te hoog en moet dus deze uitkomst nog vermenigvuldigd worden met eenen factor, die aangeeft hoeveel de uitslagen bij nul drukking kleiner zouden zijn dan in werkelijkheid. Noemen wij dezen factor f , dan is de juiste uitdrukking voor de hoeveelheid water, die bij éénen slag in de buis dringt:

$$Q = 2\pi R \times O \times \frac{c}{v n} \times f \dots \dots \dots (36)$$

Deze uitdrukking is ook nog juist, wanneer de beweging aan het begin der buis eene willekeurige is; slechts verandert dan de vorm der kromme lijn $A' C' B$.

Bij mijne proeven met den *gutta-percha* ballon met kleppen is zij dus ook nog geldig, wanneer men slechts het oppervlak van de curve niet verder neemt dan tot het punt s , derhalve (zie fig. 52 A) het oppervlak van fig. $p r s s' p$. Want immers bij het punt s houdt de toevoer van water uit den ballon op. Wat de factor f betreft, deze zou men kunnen afleiden uit de formule 10 van § 5.

$$\delta = (P - P_0) \left\{ \frac{2F}{\pi P_0^2} + \frac{2R^2}{Ea} \right\} \times n,$$

want daaruit volgt voor $F = 0$:

$$\delta = (P - P_0) \times \frac{2R^2}{Ea} \times n$$

dus is deze factor:

$$f = \frac{\frac{2R^2}{Ea}}{\frac{2F}{\pi P_0^2} + \frac{2R^2}{Ea}} = \frac{R^2}{R^2 + \frac{F E a}{\pi P_0^2}} = \frac{1}{1 + \frac{F E a}{\pi R^2 P_0^2}}.$$

Maar het is mij gebleken uit proeven met verschillende buizen, dat er eene vrij constante verhouding bestaat tusschen den geringsten en den grootsten uitslag van sphygmograaf. Ik verbond door een T buisje eenen manometer met de buis, die het luchtkussen, dat op de proefbuis rustte, verbond met de tambour van de sphygmograaf, zoodat de drukking kon worden afgelezen, die

het luchtkussen op de proefbuis uitoefende (F). Zoo vond ik b. v. bij zekere gutta-percha buis:

bij	5	mM.	kwik-drukking	eenen	uitslag	van	1.5	mM.
"	31	"	"	"	"	"	4	" "
"	56	"	"	"	"	"	5.5	" "
"	90	"	"	"	"	"	5.5	" "
"	110	"	"	"	"	"	3	" "
"	65	"	"	"	"	"	5.5	" "
"	10	"	"	"	"	"	2	" "

en dergelijke getallen vond ik bij alle andere buizen.

Hieruit blijkt, dat, bij toenemende drukking van het luchtkussen op de proefbuis, de uitslag van de sphygmograaf eerst toeneemt, dan al spoedig een maximum bereikt, dat voor verschillende drukkingen weinig verandert, om bij zeer hooge drukkingen weder af te nemen.

Bij mijne proeven met verschillende buizen was de verhouding tusschen den kleinsten en den grootsten uitslag altijd tusschen 3 en 4 gelegen en bijna altijd juist 4.

Hieruit volgt voor alle buizen $f = \frac{1}{4}$ en de formule wordt dan:

$$Q = \frac{1}{2} \pi R \times \frac{Oc}{nv} \dots \dots \dots (37)$$

Wil men dus de hoeveelheid water bepalen, die bij ééne slag passeert, dan stelt men de veer van de sphygmograaf zóó, dat deze den sterksten uitslag geeft, bepaalt dan het oppervlak van de verkregen curve en berekent uit form. 37 de gevraagde hoeveelheid water. Deze praktische regel zal in alle gevallen tamelijk goede benaderde waarden voor die hoeveelheid opleveren.

Ten einde het oppervlak der beschreven curve te meten kan men, zooals reeds VIERORDT deed, eenen glazen micrometer met fijne ruitjes aanwenden, dien men op de curve legt en met eene loupe afleest, of wel, men trekt op kalkeer-papier de curve na, legt deze copie op millimeter-papier en leest aldus direct het aantal mM². der oppervlakte af.

Voor direct schrijvende sphygmografen verdient het aanbeveling de curve op eene met roet bedekte glasplaat te schrijven, dan deze, na fixeering, in een sciop-ticon te plaatsen en aldus op een in mM² verdeeld scherm een vergroot beeld der curve te vormen.

Volgens de laatste manier vond ik b. v. bij zekere buis:

Q in cM^3 .	o in mM^2 .	Quotiënt.
20	93	4.5
18	76	4.3
19	93	4.9
9	38	4.2
$6\frac{1}{2}$	24	3.7
15	70	4.7
25.5	118	4.6

waaruit de evenredigheid der beide grootheden volgt.

Bij eene stijve buis van 0.35 cM. straal was volgens de proeven $c = 22$ meter, terwijl bij mijne sphygmograaf $n = 8$ en $r = 1.3$ cM. bedroeg. Nu werd met den gutta-percha ballon gewerkt en bij iederen slag de hoeveelheid geleverd water gemeten, terwijl later het oppervlak der verkregen curve werd gemeten. Aldus vond ik:

o in mM^2 .	Q in cM^3 .	
	Waargenomen.	Berekend volgens form. (37).
10	12	11.6
14	17	16.3
17.5	20	20.4
26	30	30.2

waardoor form. (37) voldoende bewezen is.

Eene geheel andere buis met eenen straal van 2 mM. en eene c van 16 meter leverde de volgende uitkomsten op:

o in mM^2 .	Q in cM^3 .	
	Waargenomen.	Berekend volgens form. (37).
18	8	8.7
34	15	16.4
54	34	32.8
69	36	33.4

Bij eene derde buis was f van form. (36) meer 3.6 dan 4 en aldus berekend gaf zij de volgende uitkomsten:

O in mM^2 .	Q in cM^3 .	
	Waargenomen.	Berekend volgens form. (37).
5.5	5	3.5
9.5	7	5.6
12	7.5	7.1
13	8	7.7
14.5	10.5	8.5
16	10	9.5
23	15	13.5
26	15	15.3
27	14	15.9
29	17.3	17.1
43	22	25.3

Men kan dus hetzij met formule (36), hetzij met (37) vrij benaderde getallen vinden voor de hoeveelheid water, die bij één systole in de buis gedreven wordt. Wat men noodig heeft, is alleen de verhouding tusschen den grootsten en kleinsten uitslag van den sphygmograaf, de vergrooting daarvan, de snelheid van de registreerende trommel en die van de golfbeweging in de buis. Ik schat de fouten, die men op die wijze maakt, niet hooger maar ook niet veel lager dan 10 pCt.

Bij de talrijke proeven van DOGIEL* met het „Stromuhr” van LUDWIG werden veel grootere fouten begaan, terwijl de methode vrij wat omslachtiger is en alleen op dieren kan worden toegepast.

§ 20. In hoever teekent zich de voorhanden constante drukking P_0 in de primaire curve af?

Op deze vraag moet zeer bepaald geantwoord worden, dat er geen enkel ken-teeken kan worden aangegeven, waaraan eene hooge drukking wordt herkend.

Zoo men in fig. 56 de eerste curve, die bij lage drukking is genomen, verge-

* DOGIEL, Die Ausmessung der strömenden Blutvolumina. Bericht. Sächs. Gesellsch. 19. Bd. 1867, pag. 200.

lijkt met de twee volgende, waarbij de drukking ruim 3 Meters water hooger was, dan zal men alleen een werkelijk verschil zien in de absolute grootte; maar dit ontsnapt in den regel aan de waarneming b. v. bij het opnemen van den pols der menschen.

Relatief genomen ligt het punt *s* der curve bij n^o. 2 en 3 volstrekt niet *hooger*, eerder *lager* dan bij curve n^o. 1.

Evenmin is bij hooge drukking de klepgolf geringer dan bij lage, zooals LANDOIS en anderen beweren. Meestal is de klepgolf, weder relatief genomen, grooter, meer ontwikkeld bij hooge drukking dan bij lage, wat zeer goed te begrijpen is. Want bij hooge drukking in de buis zal de snelheid, waarmede het naar den ballon terugstroomende water tegen de semilunairklep stuit, aanzienlijker wezen dan bij lage drukking.

Maar eene verhooging der klepgolf is volstrekt niet altijd het gevolg van hooge drukking. M. a. w. de verhoogde drukking heeft altijd meer ontwikkelde klepgolf ten gevolge, maar omgekeerd is eene sterke klepgolf volstrekt geen stellig teeken van de verhoogde drukking. Evenmin is een lage stand van het punt *s* een zeker teeken van hooge drukking; integendeel bij zeer lage drukking vindt men denzelfden lagen stand geregeld terug. Het eenige vaste onderscheid, dat ik heb kunnen vinden, is dat bij lage drukking een grooter verschil bestaat tusschen den kleinsten en den grootsten uitslag van de sphygmograaf, dat de factor *f* in form. (36) dan meer nadert tot $\frac{1}{4}$ dan tot $\frac{1}{3}$, terwijl dit bij hooge drukking juist andersom is.

Bij deze onzekerheid omtrent de drukking is het wenschelijk de sphygmograaf in dit opzicht ter hulp te komen, door die drukking op eene andere wijze direct te meten.

Men heeft daarvoor verschillende instrumenten zooals het Kymographion van LUDWIG, den veërmanometer van FICK, den tonometer van TALMA enz. enz. maar, daar ik onveranderlijk het oog gevestigd houd op toepassingen met betrekking tot den menschelijken pols, kan hier alleen sprake zijn van die werktuigen, waarmede men de drukking meet zonder de buis te *openen of bloot te leggen*, derhalve van de toestellen van ROY en GRAHAM BROWN* en van MAREY †, van dat van WALDENBURG § en dat van VON BASCH**.

* *Journal of Physiology*. Vol. II, 1880, pag. 323.

† *Comptes rendus*, Bd. 84.

§ *Die Messung des Pulses und des Blutdrucks vom Menschen*. 1880.

** *Zeitschrift für klin. Med.* Band II. Seite 80.

Daar verder de methoden van ROY en BROWN en van MAREY alleen voor de capillairen gelden, resten alleen die van WALDENBURG met de drukkende spiraalveer en die van VON BASCH met den vloeistofmanometer. Beide berusten op het feit, dat eene elastische buis, die bij zekere drukking met vloeistof is gevuld onder eene uitwendige drukking van genoegzame grootte geheel en al wordt ingedrukt.

Volgens form. 11 van § 6 is dit het geval, zoo

$$F_0 = \pi R P_0$$

is, waaruit omgekeerd volgt:

$$P_0 = \frac{F_0}{\pi R}.$$

Zoo men dus bij eene buis met bekende straal R de uitwendige drukking F_0 meet, die noodig is ze geheel in te drukken, dan kan men de drukking van de vloeistof P_0 daaruit berekenen. Om die drukking F_0 te meten, gebruikt WALDENBURG eene stalen veer en VON BASCH eenen kwikmanometer of later eenen metallieken manometer*. Het bezwaar is in beide gevallen hierin gelegen, *wanneer* men de buis samengekaepen zal noemen. Men antwoordt: wanneer eene rhythmische beweging, van het centrum uit, zich peripherisch van het onderzochte punt niet meer kenbaar maakt; maar eene rhythmische beweging veronderstelt verandering van drukking en zoo nu bij zekere inwendige drukking de buis ingedrukt en dicht is, zal zij bij grootere inwendige drukking weder open worden; de pulseering zal zich dus, zoo zij maar sterk genoeg is, altijd voorbij het gedrukte punt voortplanten. Dit hebben ook VON BASCH en BREUER † werkelijk gevonden bij den pols en is mijne ervaring bij gutta-percha buizen.

Er komen in den handel Engelsche sphygmografen voor van geringen prijs, waarbij de veer om zijn uiteinde als as eenen af te lezen hoek kan draaien en daarbij meer of minder sterk op de arterie drukt. De gedraaide hoek geeft dan de drukking op de arterie aan in willekeurige eenheden. Om te zien of aldus eene behoorlijke bepaling van de drukking binnen in de buis mogelijk is, stelde ik eenen goniometer van Babinet met het vlak van den verdeelden cirkel verticaal en bevestigde aan het centrale tafeltje, waarop anders het prisma rust, de veer V van eene sphygmograaf van MAREY. Deze veer V drukte met een vierkant blok van hard hout op de proefbuis B . Door

* *Wiener Med. Wochenschr.* 1883. N^o. 22.

† *Zeitschr. f. klin. med.* Bd. II S. 80.

de stelschroef k kan men aldus eene bekende drukking op de buis uitoefenen, want met eene balans was vooraf bepaald, hoeveel grammen drukking door verplaatsing van 1 graad verkregen werd. Dit getal bleek vrij wel constant te zijn en voor iederen graad verplaatsing 30 gram te bedragen. Daar nu met den nonius minuten konden worden afgelezen, zoo kon men aldus drukkingsverschillen van $\frac{1}{2}$ gram bepalen.

Wanneer men nu aldus de buis samenknep door de kracht van de veer, bespeurde men al spoedig dat verreweg het grootste deel van die kracht moest dienen om den *buiswand zelve* in te knijpen, dat de kracht, die noodig was om de drukking van het water te overwinnen, onbelangrijk was, in vergelijking van de veel grootere kracht, die dienen moest om de buis zelve samen te knijpen. Dit was zelfs het geval met gutta-percha buizen met zeer dunnen en vrij slappen wand. Bij eene waterdrukking van 3 Meter was de kracht, die noodig was om de buis in te drukken, slechts $\frac{1}{3}$ deel grooter dan bij nul drukking.

Nu voegt zich hierbij nog het bezwaar om te constateeren wanneer de buis dicht is. Ik stelde peripherisch van het onderzochte punt het luchtkussen van eene sphygmograaf, bracht door geregeld knijpen in den ballon het water in pulseerende beweging en schroefde dan aan de drukschroef k tot de wijzer van de sphygmograaf zich niet meer bewoog.

Daarbij bleek duidelijk het bovengenoemde bezwaar. Was de wijzer voor zwakke pulsaties stil, dan brachten sterkere ze in beweging. Een scherp indicium is aldus niet te verkrijgen. Door met den vinger op de veer V te drukken, kon men zich veel beter overtuigen, of de buis dicht was of niet, dan op het zien naar de sphygmograaf. Alzoo heb ik eenige proeven gedaan bij verschillende drukhoogten, waaruit bleek, dat op deze wijze die drukhoogten tot op eenige cM. nauwkeurig konden worden gevonden. Later heb ik nog op het centrale tafeltje eenen spiegel S bevestigd, waardoor ik den gedraaiden hoek met kijker en verticale schaal met meer nauwkeurigheid kon aflezen.

Ziehier eenige uitkomsten.

Drukking in cM water.	Aflezing der schaal bij ingedrukte buis.	Berekende drukking.
P	x	
0	650	0
21	639	23
97	605	104
159	581	160
226	556	219
400	482	391

De gebruikte formule is: $650 - x = 0.43 P$. Stelt men nl. de aflezing der schaal bij ongedrukte buis x_0 en de kracht, die noodig is om de buis zelve in te drukken $= K$, dan is volgens form 11 in § 6:

$$(x - x_0) f = \pi R P + K,$$

en voor eene andere drukking:

$$(x' - x_0) f = \pi R P' + K$$

waaruit volgt:

$$(x' - x) f = \pi R (P' - P)$$

of stellende $\frac{\pi R}{f} = \beta$ en voor $P' = 0$, x' gelijk α :

$$x - \alpha = \beta P$$

dat in bovengenoemde formule overgaat zoo men bedenkt, dat hier de verdeeling naar de lage cijfers loopt. Dan verkrijgt men:

$$650 - x = 0.43 P.$$

De coëfficiënt 0.43 is uit de waarnemingen zelve afgeleid, zoodat men minstens ééne waarneming bij eene bekende drukking moet hebben om andere onbekende drukkingen te kunnen berekenen. Hoewel ik hierbij met buizen met vaste onderlaag en onder gunstige omstandigheden werkte, verkreeg ik toch nog afwijkingen van 9 cM., waaruit volgt dat eene bepaling der bloeddrukking in eene arterie, zonder vaste onderlaag, bedekt met weeke deelen, met eene verschuifbare huid en met eenen wand van onbekenden tegenstand, slechts zeer ruwe resultaten kan opleveren. Dit is dan ook de ervaring van VON BASCH, ZADECK*, CHRISTELLER† en RABINOWITZ‡ die allen het verkrijgen van absolute waarden onmogelijk achten. Evenzoo oordeelt MAREY**.

Het is dus overbodig de talrijke proeven te beschrijven, die ik gedaan heb met waterdrukking, luchtdrukking en met stalen veeren op buizen van verschillende elasticiteit.

* ZADECK. *Inaug. Dissert.* Berlin. 1880.

† CHRISTELLER. *Inaug. Dissert.* Berlin. 1880.

‡ RABINOWITZ. *Inaug. Dissert.* Königsberg. 1880.

** *Circul.* pag. 220. Note et pag. 221. Note.

Na den goniometer met veer en spiegel, beviel mij nog het best het volgende kleine instrumentje fig. 58. *A* is een koperen cilinder van $7\frac{1}{2}$ cM. lengte en $1\frac{1}{2}$ cM. diameter, waarin eene stalen spiraalveer *B*, die van onderen tegen een zuigertje *f c* drukt, waaraan met eene lange stang *D* het blokje *E* is bevestigd. In den koperen cilinder is eene lengtegleuf, waardoor een wijzertje *f* zichtbaar wordt, dat op eene verdeelde schaal de verplaatsing van *c* aanwijst. Wanneer men nu het blokje *E* op de buis plaatst en dan de spiraalveer indrukt door neerwaartsche beweging van cilinder *A*, dan oefent men op de buis eene kracht uit, die bij *f* direct in grammen kan worden afgelezen. Dit instrumentje wijst direct drukkingen aan van 0—700 gram, op eene verdeling, die met 25 gram opklimt.

H O O F D S T U K IV.

OVER DE BEWEGING VAN HET BLOED.

§ 21. Wij gaan nu over tot de behandeling van den arteriëlen pols des menschen en beginnen met het bewijs van de volgende gewichtige stelling:

De arteriële polscurve is eene primaire curve, vrij van den wijzigenden invloed van peripherisch teruggekaatste golven.

Reeds aan het einde van § 14 heb ik opgemerkt dat proeven, omtrent teruggekaatste golven verricht, tot de onderstelling voeren dat in het arteriëel vaatstelsel geene sterke terugkaatsing zal voorkomen.

In de eerste plaats is de gedurige vertakking van dit vaatstelsel eene oorzaak van geringe terugkaatsing.

Ten tweede is de geringe diameter der peripherische deelen nadeelig voor het optreden van krachtige gereflecteerde golven.

Ook hieruit blijkt het, dat men moeielijk à priori kan uitmaken of het vaatstelsel gelijknamig dan wel ongelijknamig terugkaatsd.

Bedenkt men, dat bij iedere vertakking de totale doorsnede grooter wordt, dan verwacht men eene ongelijknamige reflexie. Let men echter op het feit, dat iedere tak aanmerkelijk dunner is dan de hoofdbuis, dan kan bij deze plotse linge vernauwing eene gelijknamige terugkaatsing verwacht worden. Wat hierbij de waarheid is, dienen de proeven te beslissen.

Deze proeven, waarbij Prof. TALMA zoo goed was mij de behulpzame hand te bieden, bestonden hierin, dat bij een konijn de aorta dicht bij het hart werd

afgesneden en daarna verbonden werd met eene gutta-percha buis van gelijken diameter en aanzienlijke lengte (10 meter), aan welke buis in 't begin mijn gewone knijper, ballon *D* van fig. 32, was bevestigd, die aan de andere zijde met eenen bak met keukenzoutoplossing in gemeenschap stond. Het geheele arteriële stelsel van het konijn vormde alzoo het einde van de buis, en, door in den ballon te knijpen, werd de zoutoplossing rhythmisch door buis en vaatstelsel gedreven. Zorg werd verder gedragen, dat de rechter kamer van het hart open was om vrijen afvoer aan de vloeistof te verschaffen.

Eene sphygmograaf, aan het begin der buis, dicht bij ballon *D* opgesteld, teekende de curve fig. 59 *C*.

Daarna werd de buis van de aorta losgemaakt en nu, zonder verder iets aan de omstandigheden te veranderen, geheel alleen aan de proef onderworpen, eerst terwijl zij geheel open was, derhalve ongelijknamig moest reflecteeren, daarna toen zij, peripherisch gesloten, gelijknamige terugkaatsing moest opleveren. De open buis gaf de curve fig. 59 *A*, waarop duidelijk het teruggekaatste dal, bij 1 zichtbaar is; de gesloten buis gaf de curven fig. 59 *B*, waarop zich even duidelijk de gereflecteerde berg vertoont.

Vergelijkt men hiermede nu de curven fig. 59 *C*, dan ziet men daarop niets dan een allerflauwst spoor van terugkaatsing, welk spoor ik met *t* heb aangezezen. Deze kleine bocht *t* komt werkelijk op de plaats waar volgens de berekening de 1^e teruggekaatste golf zou moeten terecht komen. Men ziet dat zij onbeduidend is.

Men kan tegen deze proef niet inbrengen, dat in het levende lichaam de drukking veel grooter is, want vooreerst heeft de drukking weinig invloed op de terugkaatsing, zooals bewezen is in 't begin van § 20, fig. 56, en ten tweede heb ik dikwijls eenige malen snel achtereen geknepen, aldus de vloeistofdrukking in de buis verhoogd, en dan eensklaps eene langdurige diastole doen intreden (zie de 4 laatste curven van fig. 59 *C*).

Ook dan bleef merkbare terugkaatsing geheel uit*.

Drie dagen later werd de proef weder met een konijn maar met eene andere sphygmograaf herhaald.

* Eene andere bedenking tegen deze proef schijnt van meer gewicht. Waar de gutta-percha buis in de aorta-buis overging, was wel geene verandering van lumen, maar wel verandering van elasticiteit en dit moet, ook zonder verandering in lumen, terugkaatsing tengevolge hebben. Deze terugkaatsing zou dan bij de geringe lengte van het vaatstelsel van het konijn kunnen samenvallen met die van het vaatstelsel zelf en aldus deze laatste onzichtbaar kunnen maken.

Deze opmerking is volkomen waar, maar er staat tegenover dat GRASHEY (l. c. pg. 46 fig. 58 en 59) heeft aangetoond, dat, bij gelijken diameter maar verschillende elasticiteit der buizen, op de grensscheiding wel terugkaatsing is, maar in zeer geringe mate.

Fig. 60 *A* geeft het resultaat met de open buis, Fig. 60 *B* dat met de gesloten buis en fig. 60 *C* de curven, die met het vaatstelsel van het konijn werden verkregen. Men ziet wederom slechts een spoor van terugkaatsing in fig. 60 *C* geteekend met 2. Volgens de berekening is dit de 2^e teruggekaatste golf. Het is duidelijk een klein dal, terwijl het in fig. 59 *C* een kleine berg werd. In vergelijking met de hoofdcerven zelve is zij in beide gevallen onbeduidend, kan in gewone gevallen gerust verwaarloosd worden*.

§ 22. Door de vorige proeven is eigenlijk reeds de zaak uitgemaakt, maar aangezien het wenschelijk is dat de stelling van § 21 boven iederen redelijken twijfel verheven worde, zullen wij de bewijzen trachten open te hoopen.

Wanneer peripherische terugkaatsing uitgesloten is, dan kan volgens Hoofdstuk III de dierotische bocht, welke men in iedere polscurve opmerkt, niet anders zijn dan de klepgolf *stux* van fig. 52. Daar nu volgens alle physiologen de tweede harttoon in tijd samenvalt met het sluiten der semilunairkleppen, moet dan ook het begin der dierotische verheffing samenvallen met dien tweeden harttoon. Daar verder de eerste harttoon het openen der zelve kleppen aangeeft, moet tusschen den 1^{en} en 2^{en} harttoon een tijd verloopen gelijk aan dien tusschen het begin der eerste verheffing in de polscurve en het begin der dierotische verheffing. De tijd tusschen 1^{en} en 2^{en} harttoon moet gelijk zijn aan het tijdsverschil tusschen de punten μ en s der polscurve.

Om dit te onderzoeken, maakte ik gebruik van den sleutel van MORSE en van den inductieklos van fig. 32, met den kringloop $k, l, m, n, o, p, q, r, z$, waardoor ik in staat werd gesteld op een willekeurig oogenblik door het drukken op den knop van den sleutel eene vonk op de curve voorttebrengen. Nu werd het luchtkussen van eene sphygmograaf met luchttransport op de *A. carotis* van een persoon gesteld, terwijl ik met een stethoscoop de tonen van het hart waarnam. Terwijl nu op de draaiende trommel eene reeks van carotis-curven werd geschreven, bracht ik de hand in rhythmische beweging op het geluid der harttonen en wanneer ik overtuigd was dat de beweging van de hand synchroon was met die tonen, dan werd die beweging op den sleutel van MORSE overgebracht. Aldus ontstonden in sommige carotis-curven twee vonken, die zoo scherp mogelijk overeenstemden met de oogenblikken, waarop de harttonen werden gehoord. Met eenige oefening brengt men het in deze wijze van seingeven tot eene groote mate van nauwkeurigheid †.

* Prof. DONDEERS had de goedheid mij te doen toekomen den afdruck van eene voordracht door BERNSTEIN 4 Maart 1887 te Halle gehouden, waarin B. dergelijke proeven beschrijft, die geheel hetzelfde resultaat opleverden.

† De gewone tijdseinen voor de havenplaatsen worden op gelijke wijze overgebracht. Later vernam ik dat ook Prof. DONDEERS op dezelfde wijze heeft geexperimenteerd.

In fig. 61 ziet men 5 naast elkander geplaatste carotiscurven, waarop deze vonken voorkomen. Alleen bij de 3^e curve komen beide vonken iets te vroeg, bij de anderen (eenige der velen die ik verkregen heb) is de overeenstemming duidelijk genoeg. De beweging van de trommel was langzaam en wegens den geringen afstand van het hart tot het onderzochte punt der carotis, valt dus het zoogenaamde „retard” der polscurven hier weg.

Hier is bewezen dat de dirotische verheffing de klepgolf is, in Hoofdstuk III vermeld.

§ 23. Daar bij de regelmatige rhythmische beweging van het hart het tijdsverschil tusschen openen en sluiten der semilunairkleppen vrij constant is, moet nu ook op alle polscurven van eenzelfde individu de afstand $p - s$ (zie figuur 52), gemeten in de richting van de beweging van de trommel, gelijk zijn, zoo de trommel regelmatig ronddraait.

Omgekeerd, zoo op verschillende polscurven van *verschillende arteriën van eenzelfde individu* de bedoelde afstand gelijk wordt bevonden, dan kan het dirotisme onmogelijk het gevolg zijn van peripherisch teruggekaatste golven.

Want de weg van de A. cruralis tot de capillairen is aanzienlijk veel langer dan die van de A. dorsalis pedis tot diezelfde capillairen. Zoo men dus met terugkaatsing te maken had, zou ps bij de A. cruralis veel grooter moeten zijn dan bij de A. dors. pedis. Rekent men den afstand van de plaatsen der beide arteriën, waarop men gewoonlijk de sphygmograaf aanlegt, op ongeveer 96 cM. *, de snelheid der polsgolf op 9 meter en die van de glasplaat van de sphygmograaf op 13 mM. per sec., dan zou ps bij de A. cruralis 1.4 mM. langer moeten zijn dan bij de A. dors. pedis, wat blijktens fig. 62 *niet* het geval is, waar onder elkander eenige polscurven zijn geplaatst van de A. radialis, A. cruralis en A. dorsalis pedis van dezelfde persoon met hetzelfde toestel direct na elkander genomen. Bij alle drie de curvenrijen, op verschillende vertakkingen of op verschillende plaatsen derzelfde vertakking verkregen, is de afstand ps juist 4 mM. Mocht het hier en daar al 0.1 mM. verschillen, deze verschillen zijn niet grooter dan die, welke op de curven van een en dezelfde rij insgelijks voorkomen, wat te wijten is aan kleine veranderingen in het individu of in de snelheid van de glasplaat.

Evenmin vindt men verschil in de lengte van ps op de curven van fig. 63, die verkregen zijn met eene sphygmograaf met luchttransport van de A. carotis en A. dors. pedis van éénzelfde persoon. De curven zijn *gelijktijlig* geschreven met groote snelheid van de trommel nl. 30 mM. Op beide curven is de afstand $ps = 7$ mM.

* Zie LANDOIS. l. c. pg. 298.

§ 24. Niet alleen is echter op polscurven van *dezelfde* persoon de afstand ps even groot, ook op polscurven van *verschillende* personen, die zeer veel in lengte verschillen, is die afstand *dezelfde*. Dit feit is geheel strijdig met het begrip van teruggekaatste golven, want zooals in § 10 is uiteengezet en ook gemakkelijk is te begrijpen, in buizen van verschillende lengte kan de afstand tusschen primaire en teruggekaatste golf onmogelijk gelijk zijn.

Het feit, dat bij één en dezelfde persoon de afstand ps gelijk is, zou desnoods nog verklaard kunnen worden uit terugkaatsing, wanneer men nl. in aanmerking neemt, dat de *even* teruggekaatste golven op alle punten der buis evenveel tijd na de primaire golf verschijnen, maar wanneer op de radialiscurven van twee verschillende personen de *gelijkheid* van ps blijft bestaan, hoewel de afstand van het hart tot het applicatiepunt van de sphygmograaf merkbaar *verschilt*, dan vervalt iedere gedachte aan gereflecteerde golven. Toch is het *zeker* dat op verschillende polscurven van verschillende normale individuen, die genomen zijn met dezelfde sphygmograaf, de afstand ps gelijk is. In fig. 64 stellen de twee eerste rijen voor de radialiscurven van twee jonge lieden van zeer uiteenlopende lichaamslengte, dadelijk na elkander met dezelfde sphygmograaf geschreven nl. de bovenste van P. d. V. lang 180 cM. de tweede van E. v. L. lang 160 cM.

Eveneens stellen de twee onderste curvenrijen de onder gelijke omstandigheden verkregen radialiscurven voor van twee geheel andere personen nl. van A. H. oud 18 jaar, lang 179 cM. en van J. H. oud 11 jaar, lang 139 cM. Bij vergelijking van de overeenkomstige rijen vindt men ps nauwkeurig gelijk.

Fig. 65 stelt voor twee rijen van carotiscurven, met eene geheel andere sphygmograaf gelijktijdig opgeschreven, bij twee geheel andere personen, die eveneens meer dan 30 cM. in lengte verschilden.

Ten einde nog meerdere zekerheid te verkrijgen, werden met eene sphygmograaf van MAREY van bovengenoemde personen P. d. V. en E. v. L. radialiscurven geschreven op eene met roet bedekte glasplaat. Na fixeering werden deze platen een voor een in het zonnemicroscop geplaatst en daarvan op een in cM². verdeeld scherm een beeld gevormd, dat 240 malen vergroot was. Bij uitmeting vond ik op beide curven den afstand ps nauwkeurig gelijk.

Ziehier de metingen, verricht op 7 goede curven, aldus verkregen:

P. d. V. lang 180 cM.	E. v. L. lang 160 cM.
96 cM.	96 cM.
96 "	96 "
95 "	97 "
96 "	96 "

P. D. V. lang 180 cM.	E. v. L. lang 160 cM.
96 cM.	97 cM.
95 "	96 "
97 "	95 "
Gemiddeld 96	96

Derhalve bij E. v. L. eerder iets grooter dan kleiner. Op minder dan 1 cM. kan men bij dergelijke sterke vergroting niet aflezen, wat eene onzekerheid oplevert van 0.04 mM. op de onvergrootte curven. Bij eene snelheid der glasplaat van 13 mM. en eene polssnelheid van 9 Meter, zou op deze wijze een verschil van 3 cM. in den afstand van pols tot hart waarneembaar zijn geweest, indien men met teruggekaatste golven te doen had, want

$$\frac{0.04}{13} \times 900 = 3 \text{ cM.}$$

Ten overvloede heb ik nog den radialispols opgeschreven van een mijner leerlingen, W., een dwergje van 17 jaar, die eene lengte van 132 cM. bezit, maar overigens normaal en gezond is. Deze curve werd weder op glas geschreven, daarna vergroot op het matglas van eene Camera obscura geprojecteerd en toen met behulp van kalklicht gefotografeerd. Hetzelfde deed ik ook met de radialiscurve van eenen normaal volwassen man van 166 cM. lichaamslengte, en nu vindt men in fig. 66 de getrouwe afbeeldingen dier beide photographiën onder elkander voorgesteld.

A is die van den man van gewone lengte, B is die van den dwerg W. Beide curven zijn geheel op dezelfde wijze gemaakt, vergroot en behandeld en voor de duidelijkheid van eene gelijke verdeeling voorzien. Bij beiden valt het punt s, het begin van het dicrotisme, op de negende deelstreep. Wanneer ik hier nu nog bijvoeg, dat op de bekende curven van MAREY van den pols der A. carotis en A. femoralis van een paard de bedoelde afstanden ook juist gelijk zijn aan elkander, dan zal wel niemand meer lust gevoelen de dicrotische verheffing aan peripherische terugkaatsing toe te schrijven, en, daar dan niets anders overschiet, kunnen wij de stelling als bewezen beschouwen:

Het dicrotisme is de kleeppol, in Hoofdstuk III beschreven, ontstaat dus na en door het sluiten der „valvulae semilunares”, zooals ook door BUISSON, MAREY en GRASHEY wordt beweerd.

Fig. 67 is eene copie van de curven van MAREY (Circulation l. I. pag. 226). De eene is van de A. carotis, de andere van de A. femoralis van een paard, met

grootte snelheid van den cilinder geschreven. De afstand van $p - s$ bedraagt bij beiden 9 mM.

§ 25. De polscurve moet nu op dezelfde wijze worden verklaard als de primaire curve bij mijne proeven met gutta-percha buizen en ballon in Hoofdstuk III. In § 15 heb ik toen aangegeven, hoe de vorm dier primaire curve op natuurlijke wijze wordt verklaard. Ten overvloede herhaal ik hier die verklaring.

Bij de plotselinge systole van den linker ventrikel wordt in korten tijd eene groote hoeveelheid bloed in de aorta gedreven: vandaar eene plotselinge of snelle stijging der bloeddrukking: de sphygmograaf teekent $p q$. Al spoedig wordt de vaatwand gespannen en werkt dan terug op het bloed, dit naar weerszijden wegduwende, d. i. zoowel naar het einde als naar het hart. Het gevolg van het laatste is minder aanvoer van bloed uit het hart, minder sterke klimming der drukking, de sphygmograaf teekent $q r$, fig. 68. Het hangt er van af of de systole kort duurt of lang, of $q r$ den vorm van fig. 68 I of van fig. 68 II aanneemt, want in het laatste geval zendt het hart ten slotte minder bloed in de arteriën als er in denzelfden tijd naar het einde uitstroomt en dan daalt reeds de curve gedurende de systole. Werd het hart geheel leeggeknepen, dan zou de curve $q r$ zelfs de gedaante fig. 68 III aannemen.

Daar de polscurve altijd de gedaante van fig. 68 I of II aanneemt, wordt dus het hart *niet* geheel leeggeknepen en komt er dus een oogenblik nl. bij r , dat de systole ophoudt en de diastole begint. Terwijl dan de vaatwand nog sterk is uitgerekt en derhalve met kracht het bloed naar weerszijden wegduwt, houdt nu de aanvoer van bloed uit het hart geheel op. Het gevolg is eene snelle daling der curven: de sphygmograaf teekent de lijn $r s$. Gedurende dezen tijd ontvangt het hart weder eenig bloed *terug* uit de aorta, waarin het gedreven was uit het hart. Het natuurlijk gevolg van deze teruggaande beweging van het bloed is dat op zeker oogenblik s de „valvulae semilunares” zich sluiten, waardoor plotseling de afvoer van bloed naar het hart ophoudt en alleen die naar de peripherie overblijft. Hiervan is weder het natuurlijk gevolg, vermindering van de snelle daling der curve, zoodat onder den invloed dier mindere afvoering de sphygmograaf eene minder steile lijn $s v$ beschrijft, tot de drukking weder op het oorspronkelijk minimum P_0 is terug gekeerd. Deze lijn $s v$ zou eene rechte lijn zijn, indien niet het naar het hart afstroomende bloed met eene zekere snelheid tegen de semilunairkleppen stuitte. Dit moet volgens de wetten der botsing eene terugkaatsing ten gevolge hebben en hierdoor verandert de rechte lijn $s v$ in de dicrotische verheffing $s u w$, welke des te sterker moet zijn, naarmate $r s$ steiler is en langer.

Op deze wijze wordt de hoofdvorm der polscurve verklaard, geheel en al in

aansluiting met de bekende verklaring van WEBER, maar uitgebreid voor het geval, dat de zuiger van WEBER vervangen is door eenen knijper met *kleppen*.

Aldus ontstaat dan de polscurve in het eerste punt der aorta en hoe daardoor eene *loopende golfbeweging* ontstaat, waardoor *op zijnen tijd* in ieder punt van het vaatstelsel eene dergelijke polscurve tot stand komt, dit is eveneens voldoende door WEBER verklaard en door ons in Hoofdstuk II uitvoerig besproken. Al wat ik in Hoofdstuk III, § 15 et seq. omtrent de primaire curve heb medegedeeld, geldt nu van zelve ook voor de polscurve. Steunende op de ondervinding daar opgedaan, kan ik nu zeggen: De *normale* gedaante der polscurve is fig. 68 I en II; en de vorm fig. 69, waar schijnbaar nog eene tweede verheffing $r' r$ op voorkomt, eene verheffing, die in carotis en radialiscurven bijna geregeld wordt aangetroffen, deze vorm beschouw ik als eene afwijking, ontstaande door te hevige opspringen van den hefboom van de sphygmograaf, zoodat hij in q' terecht komt in plaats van in q en dan eerst bij r' weder op de normale curve $q r$ nedervalt. Hierbij voegt zich nog eene kleine onregelmatigheid in de samen-trekking van het hart op de allerlaatste oogenblikken, eene onregelmatigheid, die ik bij mijne proeven ook dikwijls heb opgemerkt en die vrij natuurlijk wordt als men bedenkt, dat het samenknijpen geschiedt met eene *toenemende* snelheid, die aan het einde plotseling nul wordt. Daardoor ontstaan op het laatst kleine schommelingen, die medewerken tot het voortbrengen van de schijnbare tweede verheffing fig. $r' r$. De verheffing, hier bedoeld, werd door WOLFF de „*erste secundaire Welle*” genoemd en is door ons in § 16 besproken. MAREY hecht er evenmin als ik eenige noemenswaardige beteekenis aan.

Verder kunnen wij nu opmerken:

- a. eene minder steile opklimming van $p q$ geeft te kennen meerdere stijfheid van den vaatwand.
- b. eene spoedige daling der lijn $q r$, zooals fig. 68 II aanwijst, geeft te kennen dat de capillairen vrij wijd openstaan.
- c. indien dat het geval is, moet ook $s w$ steiler worden.
- d. eene lange lijn $r s$ geeft aan, dat de semilunairkleppen òf lek òf zeer slap zijn.
- e. de drukking in het vaatstelsel laat zich moeielijk uit de curve afleiden. In alle geval gaat verhoogde drukking gepaard met sterker dicrotisme*.
- f. het dicrotisme is eveneens zeer ontwikkeld bij groote *kracht* van systole †.
- g. het punt s geeft de sluiting der semilunairkleppen te kennen, en ver-

* ZADECK. *Inaug. dissert.* Berlin. 1880.

† KOSCHLAKOFF. *Virch. Arch.* 1864. pg. 149.

deelt de polscurve in twee deelen, waarvan het eerste deel voorstelt de golfbeweging, zooals die *gedwongen* wordt door de systole van het hart en het tweede deel beteekent de *vrije* golfbeweging, nadat de met bloed overvulde vaten aan hare eigene traagheid en veerkracht zijn overgelaten.

h. Daar de vorm der curve *niet* is fig. 68 III, zoo wordt ook de linker ventrikel volstrekt niet leeggeknepen.

§ 26. Zooals in § 19 is uiteengezet, moet nu de *vierkante inhoud der polscurve tot aan het punt s de hoeveelheid bloed, Q, aangeven die bij ééne systole in de arteriën wordt gedreven.*

Deze hoeveelheid Q is bij dieren tamelijk slecht en bij den mensch volstrekt niet bekend.

Reeds vroeger heb ik opgemerkt, dat, wat VOLKMANN en LUDWIG en VIERORDT met haemodromometer of Stromuhr maten, juist deze hoeveelheid Q voorstelt.

De talrijkste proeven, in die richting genomen, zijn gedaan door DOGIEL*, maar als men ziet hoezeer zijne getallen uiteenloopen, hoe geregeld naar het einde der proef die getallen dikwijls afnemen, zelfs bij die proeven, waarbij zekerheid bestond dat Q constant bleef, dan moet men tot het besluit komen, dat er constante bronnen van fouten bij zijne proeven aanwezig waren, waarschijnlijk wel het stollen (al is het dan voor het oog onmerkbaar) van het bloed.

Ziehier bv. 2 reeksen zijner waarnemingen:

Q' per secunde in cm^3 .	
Bij een konijn.	Bij een hond.
0.40	3.2
0.33	2.5
0.22	2.0
0.16	1.5

DOGIEL komt tot het besluit dat niets veranderlijker is als de hoeveelheid Q , die door iederen tak van het vaatstelsel wordt gedreven. Om de opgegeven reden kan ik echter aan die uitspraak niet veel waarde toekennen.

* *Ber. der Sächs. Ges. Math.-Phys. Classe.* 1867, pg. 200.

Wat de hoeveelheid bloed betreft, die bij den mensch in ééne systole wordt uitgeworpen, daaromtrent bestaan zeer veel uiteenlopende opgaven van VOLKMANN, VIERORDT en anderen.

THOMAS YOUNG geeft op * $Q = 1\frac{1}{2}$ oz. = 45 gram	
VOLKMANN stelt	187.5 "
VIERORDT	180 "
HUXLEY	100 "
Daarentegen FICK weder	53—77 "

VOLKMANN heeft daaromtrent al eene zeer vreemde berekening. Hij † bepaalt nl. bij dieren de verhouding van den inhoud van de linker kamer tot het gewicht van het lichaam, vindt daarvoor ongeveer $\frac{1}{400}$, stelt diezelfde verhouding ook bij menschen, neemt daarenboven aan, dat de bedoelde hoeveelheid Q gelijk is aan den inhoud der kamer en vindt dan voor een mensch van 75 kilogram 187.5 gram. Merkwaardig genoeg vindt hij aldus werkelijk den inhoud van de linker kamer, die volgens KRAUSE § en anderen van 170—230 cM³. bedraagt. Maar welke reden heeft VOLKMANN om Q gelijk te stellen met dien inhoud?

Volgens DOGIEL ** is bij honden de verhouding van het slagvolume, Q , tot den inhoud der kamer, J , gelegen tussehen de grenzen:

$$\frac{Q}{J} = 0.01 \qquad \frac{Q}{J} = 0.15$$

wat van de eenheid enorm verschilt.

Nemen wij de grootste dezer twee breuken en het minimum van kamerinhoud nl. 230 cM³. dan vinden wij voor den mensch:

$$Q = 35.5 \text{ cM}^3.$$

wat nadert tot de getallen van YOUNG en FICK.

Daar wij nu uit den vorm der polscurve weten, dat het hart bij de systole volstrekt niet leeggeknepen wordt, kunnen wij ook aan de benaderingsgetallen van VIERORDT en HUXLEY geen groote waarde toekennen.

* Young's *Works*. Vol. I. pag. 514.

† *Haemodynamik*, pag. 208.

§ *Handb. der menschl. Anat.* I, pag. 787.

** l. c. pag. 250.

Verreweg meer direct is de bepaling van FICK, die nl. de plotselinge volumevermeerdering meet, welke de arm bij ééne systole ondergaat.

Ik besluit daarom dat ook in dit opzicht TH. YOUNG niet ver van de waarheid af was en dat FICK vrij wel het juiste getal gegeven heeft*.

In deze meening word ik bevestigd door het volgende:

Bij gutta-percha buizen bestaat er volgens § 19 niet alleen eene rechtstreekse evenredigheid tusschen Q en de oppervlakte der polscurve O , maar zelfs kan de eerste grootheid uit de tweede berekend worden volgens de formule:

$$Q = 2\pi r \times \frac{Oc}{nv} \times f.$$

Om te zien of deze formule ook voor het arterieel vaatstelsel geldt, nam ik eenige goed geslaagde carotiscurven van een konijn en bevond eene gemiddelde oppervlakte van 3 mM².; de straal van den carotis bedroeg 1.5 mM., de vergrooting van de sphygmograaf was 8 en de snelheid van de trommel 16 mM.; door verder de snelheid der polsgolf op 9 mM. te stellen, vond ik door bovenstaande formule:

$$Q = 2\pi r \times \frac{Oc}{nv} \times f$$

waarin dan

$$O = 0.03$$

$$r = 0.15$$

$$c = 900$$

$$n = 8$$

$$v = 1.6$$

$$f = \frac{1}{4}$$

$$Q = 0.22 \text{ cM}^3. \text{ per polsslagn}$$

en, daar het konijn 120 polsslagen per minuut had, is dus per seconde:

$$Q' = 0.44 \text{ cM}^3.,$$

wat met bovenstaande opgave van DOGIEL goed overeenstemt.

* 187.5 gram in aorta zou geven ongeveer 25 gram in carotis van den *mensch*.

VOLKMANN vond in den carotis van een *paard* eene snelheid van 254 mM., wat bij eene middellijn van 10 mM. geeft 20 cM³.

Derhalve is duidelijk het getal 180 voor den mensch te groot.

Er is dus geen bezwaar deze formule ook op den mensch toe te passen, mits men bedenke, dat dan de arterie *niet* blootgelegd wordt, wat altijd invloed moet hebben op den maximalen uitslag. Daarom is het goed voor f , dat altijd tusschen $\frac{1}{3}$ en $\frac{1}{4}$ gelegen is, nu $\frac{1}{3}$ in plaats van $\frac{1}{4}$ te stellen.

Aldus de formule toegepast op carotiscurven van den mensch, voor welks oppervlak gemiddeld 11 mM². werd gevonden, terwijl de straal van de A. carotis op 4 mM. kan worden gesteld, vinden wij, daar

$$O = 0.11$$

$$r = 0.4$$

$$c = 900 \quad f = \frac{1}{3}$$

$$n = 8$$

$$v = 1.3$$

Q per polsslag ongeveer 8 cM³.

Stellende verder:

middellijn carotis	8 mM.
" " subclavia	9 "
" " anonyma	14 "
" " aorta	24 " *

en aannemende, dat de bloedmassa zich in het vaatstelsel verdeelt in eenvoudige proportie der doorsneden, zoo vindt men hieruit de hoeveelheid bloed, die per polsslag uit het hart van een mensch in de aorta wordt gedreven, ongeveer

$$Q = 68 \text{ cM}^3$$

of

$$Q = 68 \times 1.055 \text{ gram} = 71.7 \text{ gram}$$

wat met de bepaling van FICK vrij goed overeenstemt.

In alle geval is het van gewicht, dat men in het uitmeten van de oppervlakte der polscurven een middel bezit om de hoeveelheid Q na te gaan en te bestudeeren. Iedere reeks van gelijk en gelijkvormige polscurven, met eene sphygmograaf verkregen, toont dadelijk aan dat gedurende de proef de hoeveelheid Q *niet* veranderd is.

* Zie HENLE. *Anatomie des Menschen*.

En zoo men (wat noodig is) telkens opzoekt den *grootsten* uitslag, dien de sphygmograaf geeft, dan kan men uit de oppervlakte der polscurven, op verschillende dagen of onder verschillende omstandigheden verkregen, besluiten tot de gelijkheid of ongelijkheid dier hoeveelheden.

Ik kan dit punt niet genoeg in de aandacht der medici aanbevelen. Voor een dergelijk onderzoek schijnt mij de A. carotis comm. aangewezen, benevens eene goede sphygmograaf met luchttransport.

§ 27. De drukking in de groote arteriën, die wij, zoo de wrijving daarin *geheel* mocht verwaarloosd worden, overal gelijk zouden moeten stellen*, wordt gewoonlijk gesplitst in een constant deel P_0 en een veranderlijk deel p . Men beschouwt dan verder P_0 als eene gegevene onafhankelijke grootheid, van welke weder andere grootheden zooals arbeid enz. afhangen. Dit is niet juist. P_0 is eene grootheid, die afhangt van, en geheel bepaald wordt door drie andere nl. de hoeveelheid bloed Q boven genoemd, het aantal polsslagen per minuut, N , en de wrijving W , die het bloed in de kleinere vaten en capillairen ondervindt en wel is, zoo men in plaats van P_0 , d. i. het *minimum* van drukking, neemt de *gemiddelde* drukking P_1 :

$$P_1 = Q N W$$

of, als men met MAREY $Q N$ noemt: het debiet per minuut, H , dan is

$$P_1 = H W \dots \dots \dots (38).$$

Want de capillairen moeten in denzelfden tijd evenveel bloed afvoeren als het hart aanvoert en dus is volgens de wet van POISEUILLE †

$$Q N = P_1 \times \Sigma \frac{\pi a^4}{8 \mu l}$$

waarin:

a de straal van een der vaten

l de lengte er van en

μ de wrijvings-coëfficiënt beteekent, terwijl het dubbele somteeken zich uitstrekt over al de capillairen van al de takken.

Zoo wij nu stellen:

$$\Sigma \left(\frac{\pi a^4}{8 \mu l} \right) = \frac{1}{W},$$

* Zie POISEUILLE in Magendie's: *Journal de Phys.* T. 8 pg. 272.

† LAMB. l. c. pg. 224.

dan is

$$P_1 = Q N W \text{ of } H W$$

Daar wij nu in de vorige paragraaf het debiet hebben leeren vinden, zal eene bepaling van P_1 een juiste maatstaf zijn voor den weerstand, dien de capillairen aan den bloedstroom aanbieden, van datgene dus, wat de physiologen den tonus der vaten noemen. Na doorsnijding van het halsmerg b.v. verliezen de vaten dien tonus, de weerstand W daalt bijna op nul en de drukking P_1 eveneens*.

Blijft, zooals onder normale omstandigheden te verwachten is, hart en vaatstelsel in denzelfden toestand, dan zijn H en W constant en dus ook de drukking P_1 , zooals ZADECK † gevonden heeft, die zegt: *dass der Blutdruck eines gesunden Menschen eine ziemlich constante Grösse ist*. Wij kunnen deze, volgens de proeven van FAIVRE bij amputaties, bij den mensch op 120 mM. kwik stellen.

Wanneer men aanneemt, dat de verschillende zoogdieren gelijksoortige en gelijkvormige wezens zijn, dan moet zelfs voor al die dieren de drukking P_1 gelijk zijn. Want neem het eene dier n -malen zoo lang dan het andere, dan is: $l = n l'$ en $a^4 = n^4 a'^4$ en daar μ gelijk is wordt:

$$W = \frac{1}{n^3} W'$$

Maar eveneens is:

$$H = n^3 H'$$

dus

$$P_1 = P'_1$$

VOLKMANN, POISEUILLE en JOLYET § vonden bij:

	VOLKMANN.	POISEUILLE.	JOLYET.
Hond	123 mM. Hg.	141 mM. Hg.	120 mM. Hg.
Paard	152 " "	147 " "	109 " "

derhalve ongeveer als bij den mensch.

Eene nauwkeurige bepaling is bij dieren moeielijk en bij den mensch onmogelijk, zooals al degenen verklaren, die zich daarmede hebben beziggehouden, nl.: MAREY, VON BASCH, RABINOWITZ, ZADECK en CHRISTELLER.

* HERMANN. *Physiologie*. pg. 66.

† *Inaug. diss.* Berlin. 1880.

§ Zie MAREY. *Circulation*. pg. 171.

Alleen relatieve metingen, liefst op éénzelfde persoon, kunnen waarde hebben, zooals ook in Hoofdstuk III is uiteengezet.

Om die reden heb ik daar ter plaatse eenen eenvoudigen veer-dynamometer beschreven, die vrij voldoende uitkomsten oplevert.

Wanneer men den wijsvinger op de A. radialis legt, daar waar zij het minst overdekt is door andere deelen en waar zij van anderen den besten steun heeft, wanneer men dan verder met de andere hand het knopje van het instrument op den nagel van dien vinger plaatst en daarop eene toenemende drukking uitoefent, dan voelt men den polsslag onder den vinger hoe langer hoe duidelijker worden, daarna afnemen en eindelijk geheel verdwijnen. Men voelt dan wel nog aan de centrale zijde van den vinger den pols aanslaan, somtijds ook aan den peripherischen kant, maar juist in het midden van den vinger is de slag verdwenen. Niet zonder oefening maar eindelijk toch duidelijk genoeg laat zich dit punt bepalen en dan leest men op de verdeeling de drukking in grammen af. Ik twijfel niet of een medicus, die zich voorneemt dagelijks dit instrumentje op zijne patiënten toe te passen, zal al spoedig daarvan evenveel nut trekken als van den sphygmo-manometer van VON BASCH of van eenig ander kostbaar instrument van dien aard.

§ 28. Het debiet $H = QN$ is eene directe maat voor den arbeid, dien het hart per minuut verricht.

Zoo nl. P_1 de drukking in grammen voorstelt, uitgeoefend op 1 cM^2 , dan is $P_1 d$ de kracht, die op eene doorsnede d drukt. Bij dezelfde doorsnede geeft het debiet H een doorloopen weg te kennen van $\frac{H}{d}$ cM. De arbeid A , per minuut in gram-cM. uitgedrukt is dus:

$$A = P_1 d \times \frac{H}{d} = P_1 H \dots \dots \dots (39)$$

Maar volgens boven is:

$$P_1 = HW$$

derhalve

$$A = H^2 W \dots \dots \dots (40)$$

Voor

$$P_1 = 120 \text{ mM. kwik} = 12 \times 13.6 \text{ gram per cM}^2.$$

en voor

$$H = QN = 68 \times 72 \text{ cM}^3.$$

vindt men

$$A = 8 \text{ KGM.}$$

of, daar eene paardenkracht 75×60 KGM. per minuut is:

$$A = \frac{1}{562} \text{ paardenkracht}^*.$$

Met het grootere debiet, dat VOLKMANN opgeeft en bij eene drukking van 250 mM. kwik vindt HERMANN:

$$A = 39.4 \text{ KGM.}$$

Naar mijne meening zal het getal van 8 KGM. veel beter tot de waarheid naderen †.

8 KGM. arbeid staan gelijk met $\frac{8}{423} = \frac{1}{53}$ Calorie. Volgens de opgave van LUDWIG § bevat 100 gram dier 8 gram bloed, dus een man van 75 K.G. bevat 6 K.G. bloed. $\frac{1}{53}$ Calorie kan deze 6 K.G. bloed slechts $\left(\frac{1}{318}\right)^0$ C. in temperatuur doen stijgen, waaruit volgt dat de wrijving, die het bloed in de kleine vaten ondervindt, *met* merkbaar de temperatuur van het bloed kunnen doen rijzen, evenmin die van de peripherische lichaamsdeelen.

Uit de formule $A = H P_1$ volgt, dat, indien het beschikbare arbeidsvermogen van het hart tijdelijk gelijk blijft, ook het product van debiet en drukking even groot moet blijven, d. w. z. dat dan debiet en drukking omgekeerd evenredig moeten zijn.

Dit is ook door MAREY** gevonden bij zijne proeven met een geïsoleerd schildpadhart.

Uit de formule $A = H^2 W = (Q N)^2 \times W$ volgt dat, indien gedurende eenigen tijd A en W constant blijven, dit eveneens het geval moet zijn met het product van Q en N zoodat de polsfrequentie moet toenemen als de hoeveelheid bloed Q afneemt en omgekeerd.

Dit blijkt duidelijk bij aderlatingen, zie MAREY Circulation, pg. 336, en bij

* In de praktijk stelt men de mechanische energie van eenen werkman op $\frac{1}{10}$ pdkr. Alzoo zou $A = \frac{1}{56}$ mankracht zijn.

† Volgens de opgaven van FRANKLAND *Phil. Mag.* Vol. 32, pg. 132 is ter verkrijging van deze energie van 8 KGM. de verbranding van 4 mg gram spiermassa voldoende.

§ LUDWIG. *Phys.* II, pg. 41.

** *Circul.* I. I. pg. 75.

vergelijking van den pols vóór en na hard loopen (zie MAREY, *Circul.* pg. 342, fig. 195).

Uit de formule $A = Q^2 N^2 W$ volgt ook dat, indien tijdelijk A en Q gelijk blijven N^2 en W omgekeerd evenredig moeten zijn.

Dit is door MAREY aangetoond met proeven op de *A. carotis* van een paard, genomen vóór en na het dichtknijpen van de *A. abdominalis**, en wordt door hem op pag. 334 algemeen aldus uitgedrukt: „le coeur bat d' autant plus fréquemment qu'il éprouve moins de peine à se vider”.

Alzoo zijn de formules (38) en (39) voldoende bewezen.

De zaak is derhalve aldus:

Er zijn bij den bloedsomloop twee geheel van elkander onafhankelijke factoren in 't spel, nl. 1^o. de oogenblikkelijke energie van het hart, aangewezen door A en 2^o. de oogenblikkelijke tonus der vaten, aangewezen door W .

Door A en W te samen wordt nu het debiet H bepaald volgens de formule (40) nl.

$$H = \sqrt{\frac{A}{W}}$$

en daarna de drukking P_1 volgens formule (38) nl.:

$$P_1 = H W = \sqrt{A W}$$

Maar het debiet zelf moet afhangen van den aanvoer, dien het linker hart van het rechter verkrijgt, een aanvoer, die bij den samenhang welke er bestaat tusschen de pulsaties van rechter en linker hart, voornamelijk zal afhangen van den weerstand W' , dien het bloed in de longvaten ondervindt. Daardoor treedt een derde onafhankelijke factor op, W' , die, zoo a' de straal en l' de lengte van een willekeurig longbloedvat beteekent, gevonden wordt door de formule:

$$\frac{1}{W'} = \sum \sum \frac{\pi a'^4}{8 \mu l'}$$

en, zoo dan P_2 beteekent den gemiddelden overdruk van rechter kamer boven linker boezem, is:

$$Q = \frac{1}{N} \times \frac{P_2}{W'}$$

* MAREY. *Circul.* pg. 339

of:

$$Q = \frac{P_2}{N W'}$$

Het is voornamelijk deze derde factor W' , die door de ademhaling periodiek wordt gewijzigd en aldus den samenhang doet ontstaan tusschen de twee voorname levensfunctiën: ademhaling en bloedsomloop*.

Een vierde onafhankelijke factor is het oogenblikkelijke arbeidsvermogen van het rechter hart. Noemen wij dat A' , dan is weder

$$H = \sqrt{\frac{A'}{W'}}$$

Voor de synchrone samenwerking van de beide helften van het hart is het dus noodig en voldoende dat

$$A : A' = W : W'$$

en alzoo herleidt zich het aantal onafhankelijke factoren weder tot deze drie:

$$A, W \text{ en } W'.$$

Bij den normalen mensch zal men niet ver van de waarheid verwijderd zijn, zoo men stelt:

$$A = 8 \text{ kilogrammeter}$$

$$W = \frac{1 \text{ gram}}{30 \text{ cM}^3}$$

$$W' = \frac{1 \text{ gram}}{90 \text{ cM}^3} \dagger$$

De eenheid, waarin W en W' zijn uitgedrukt, is de weerstand, welken eene buis moet aanbieden om, bij een overdruk van 1 gram op de cM^2 , in 1 minuut 1 cM^3 .

* MAREY. *Circul.* pg. 426.

† Volgens CHAUVEAU en FAIVRE (*Circ.* pg. 424) is de drukking in de A. pulmonalis $\frac{1}{3}$ van die in de aorta.

vloeistof door te laten. Meer consequent is het als eenheid aan te nemen de weerstand noodig om bij denzelfden overdruk in 1 *secunde* 1 cM³. vloeistof door te laten. In die eenheid is dan:

$$W_0 = 2 \text{ eenheden}$$

$$W'_0 = \frac{2}{3} \text{ eenheid}$$

$$A_0 = 8 \text{ KGM.}$$

Het zou van belang zijn bij verschillende personen en onder verschillende omstandigheden de afwijkingen te bepalen, die de oogenblikkelijke waargenomen waarden van A , W en W' van de normale waarden vertoonen. De verhoudingen

$$\frac{A}{A_0}, \frac{W}{W_0}, \frac{W'}{W'_0}$$

zouden dan, (b.v. onder de namen: vitaliteit en tonaliteit) eene maat zijn van den toestand van hart en vaatstelsel, in overeenstemming met de wijze, waarop door de ophthalmologen gezichtsscherpte en bijziendheid enz. in getallen worden uitgedrukt.

E I N D E.

Fig 1



Fig 2

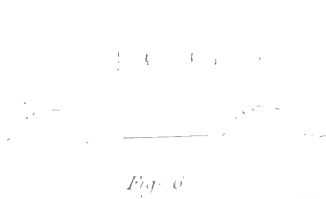


Fig 3.

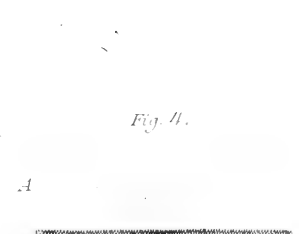
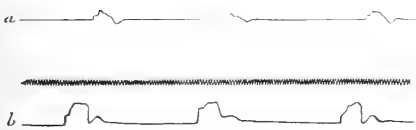


Fig 4.



Fig 5



a



Fig. 7

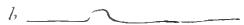


Fig 8

Fig 9

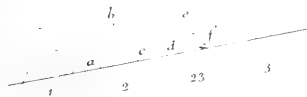


Fig 10

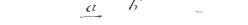
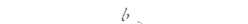


Fig 11.

Fig 12

Fig 13.



Fig 14.

Fig 16

Fig 17

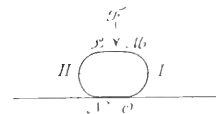
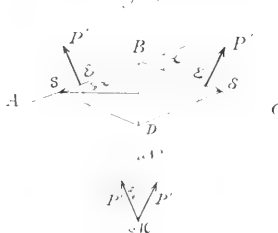
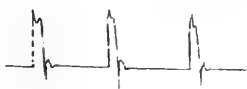


Fig 15.

Fig 18



Fig 19^a

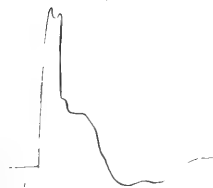


Fig 19^b



Fig 20.

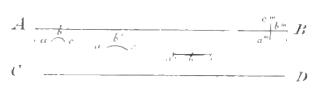


Fig 21.

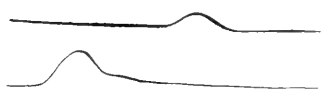


Fig 22

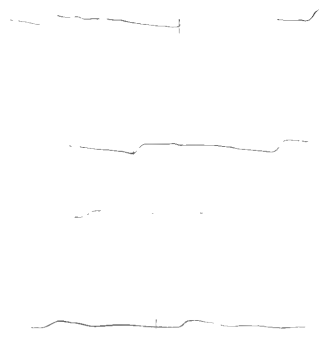


Fig. 23.

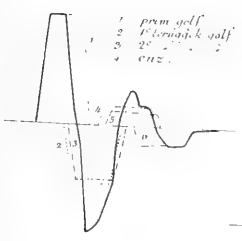
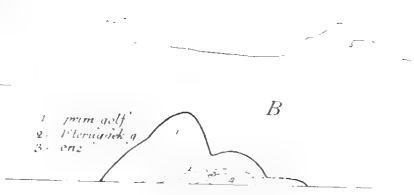


Fig 25 A



B

Fig 26

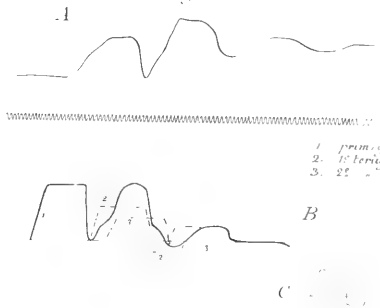


Fig: 24.

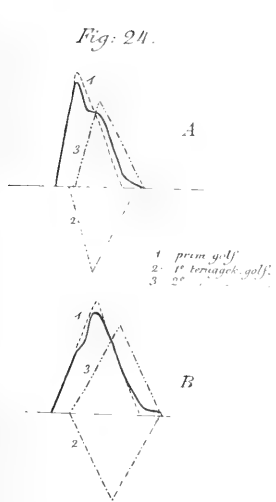


Fig: 27

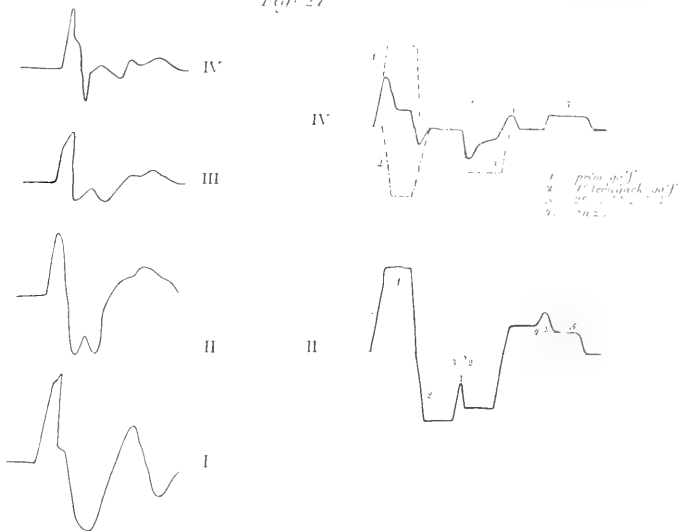


Fig 28.



Fig: 30.



Fig 31.

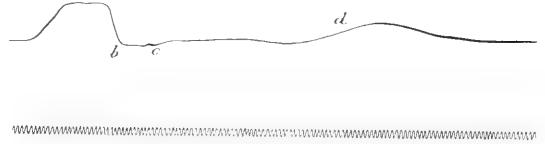


Fig 29

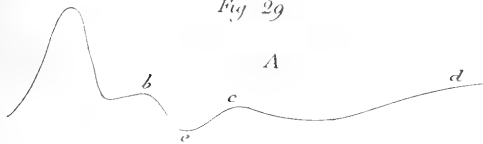


Fig 33

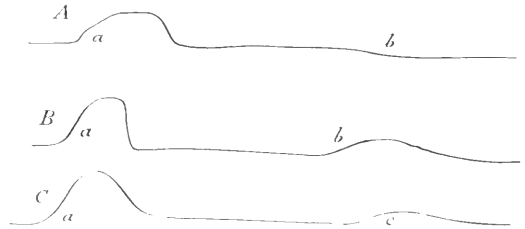


Fig 32.

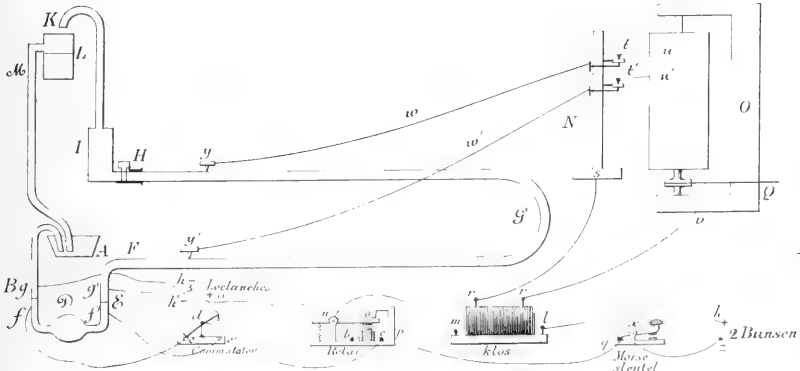


Fig 34.

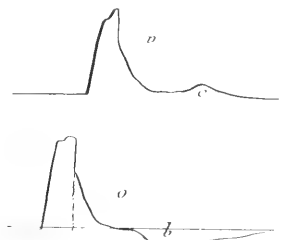


Fig 37.

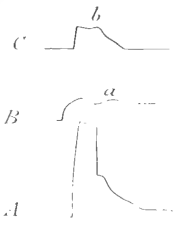


Fig: 35



Fig 36.

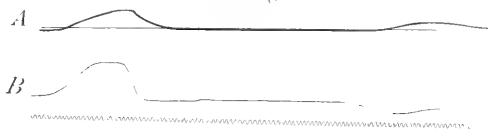


Fig 38.

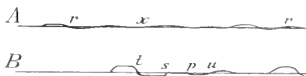


Fig: 39.



Fig. 40.

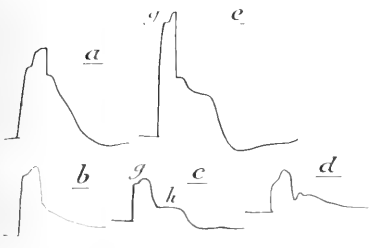


Fig. 40 f.

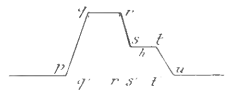


Fig. 41.

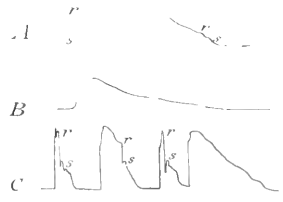


Fig. 44.



Fig. 42.

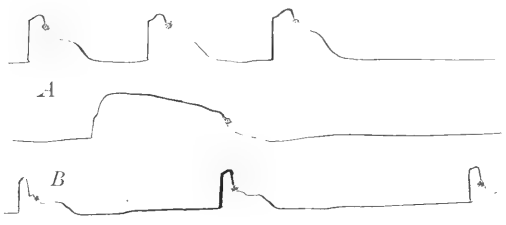


Fig. 45.



Fig. 46.

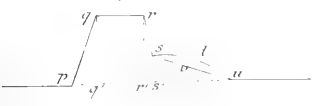


Fig. 47.

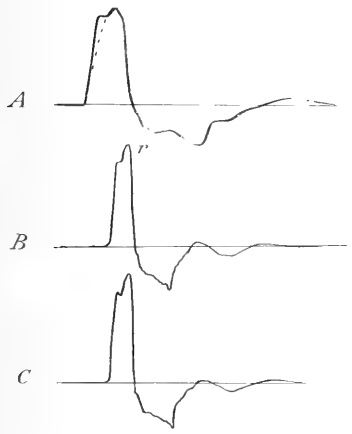


Fig. 43.



Fig. 48.

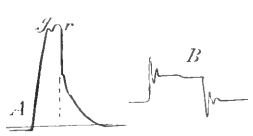


Fig. 49.

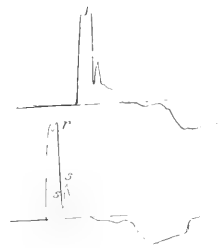


Fig. 50.

A

Fig. 54.

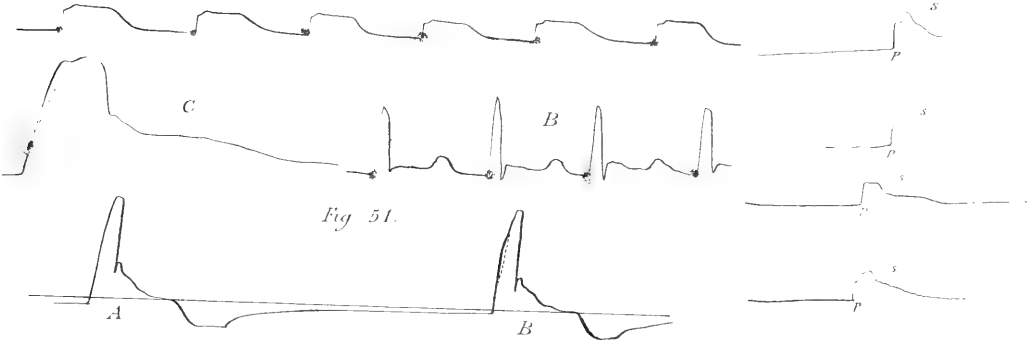


Fig. 52 a

Fig. 52 b



Fig. 53.

Fig. 55

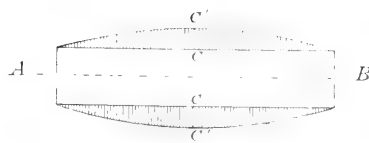
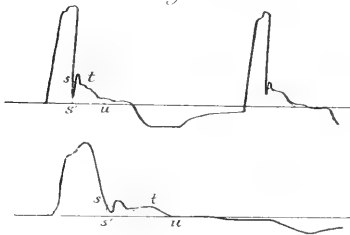


Fig. 58

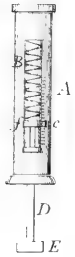


Fig. 56

Fig. 57

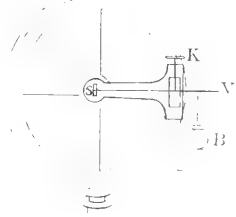
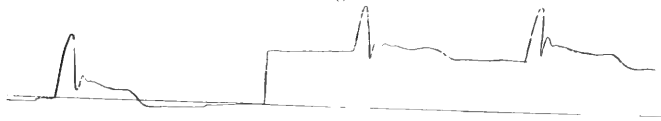


Fig. 59.

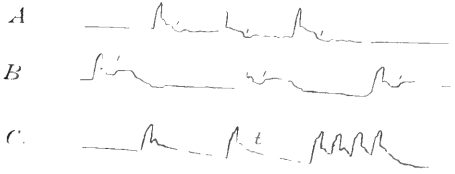


Fig. 60



Fig. 61



Fig. 62



Fig. 63



Fig. 63



Fig. 64.

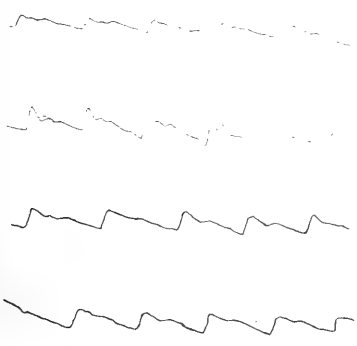


Fig. 66.



Fig. 65

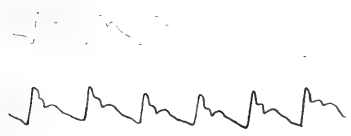


Fig. 67



Fig. 68

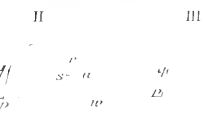


Fig. 69



BEITRÄGE ZUR KENNTNISS

DES

CHIROMYS MADAGASCARIENSIS CUV.

VON

Dr. J. T. OUDEMANS

Privatdocent und Assistent am Zoologischen Laboratorium an der Universität Amsterdam.

Mit 3 Tafeln.

EINLEITUNG.

Die Gattung *Chiromys* nimmt unter den *Prosimiae* eine eigenthümliche Stellung ein* und wird in den Handbüchern meistens als einziger Vertreter einer eigenen Familie „*Chiromysidae*“ aufgeführt.

Wiewohl schon mehrere anatomische Arbeiten über dieses Thier vorliegen,

* Dass *Chiromys* wirklich den *Prosimiae* zugerechnet werden muss, bedarf nach den Untersuchungen von PETERS [Ueber die Säugethiergattung *Chiromys*, *Abh. d. Kön. Akad. d. Wiss. zu Berlin* 1865, p. 79], OWEN [On the Aye-Aye. *Trans. Zool. Soc. of London*. Vol. V. 1866, p. 33], HOFFMANN und WEYENBERGH [Die Osteologie und Myologie von *Sciurus vulgaris* verglichen mit der Anatomie der Lemuriden und des *Chiromys* und über die Stellung des letzteren im natürlichen Systemae. *Nat. Verh. v. d. Holl. Maatsch. der Wet. te Haarlem* 1870 — Sur la place du *Chiromys* dans la méthode naturelle. *Arch. Néerl.* 1870] und MILNE-EDWARDS [Sur la disposition des enveloppes focales de l'Aye Aye. *Comptes rend. de l'Acad. des Sc.* 1884, p. 265] keines weiteren Beweises mehr.

so gibt es doch noch verschiedene Punkte, welche nicht aufgeklärt sind oder in welchen die Autoren einander widersprechen. Ich habe es darum nicht für überflüssig gehalten, die mir von Prof. MAX WEBER gebotene Gelegenheit zu benutzen, ein frisches, im hiesigen zoologischen Garten gestorbenes, weibliches Exemplar zu untersuchen.

Später bekam ich noch zur Vergleichung einiger unsicheren Resultate ein in Alcohol aufbewahrtes, ebenfalls weibliches Exemplar von Prof. MAX FÜRBRINGER, dem ich dafür meinen aufrichtigsten Dank ausspreche.

MUSKELSYSTEM.

Wiewohl zahlreiche Muskeln bereits von OWEN* und von MURIE und MIVART† beschrieben worden sind, so gibt es doch noch viele, welche von ihnen nicht erwähnt werden, und auch mehrere, über welche ihre Angaben nicht übereinstimmen. Im letzteren Falle habe ich bei den von mir untersuchten Exemplaren fast immer Uebereinstimmung mit den Angaben von MURIE und MIVART gefunden. Wo einer schon vorliegenden Beschreibung nichts hinzuzufügen war, wurde nur nach derselben verwiesen.

Einige wenige Muskeln sind noch kurz von ALIX‡ beschrieben worden; eventuelle Abweichungen meiner Befunde von den seinigen werde ich an den betreffenden Stellen hervorheben.

MUSKELN AM KOPFE.

Die Gesichtsmuskeln sind bereits sehr eingehend von RUGE** beschrieben und abgebildet worden.

M. masseter. Dieser Muskel, welcher ganz von einer starken Aponeurosis bedeckt ist, hat eine quadratische Oberfläche mit einer Seitenlänge von circa

* OWEN. *Trans. Zool. Soc. of London*, V.

† MURIE and MIVART. *Trans. Zool. Soc. of London*, VII.

‡ ALIX. Sur les caractères anatomiques de l'Aye-aye. *Comptes rendus de l'Acad. des Sc. Paris* 1878, p. 219.

** G. RUGE. Ueber die Gesichtsmuskulatur der Halbaffen. *Morph. Jahrb.* XI, p. 243.

37 mm. Er ist sehr kräftig und besteht aus zwei Schichten, welche beide vom ganzen Arcus zygomaticus entspringen und von einander durch eine dünne, glänzende Aponeurosis getrennt sind. Die Faserrichtung der inneren Schicht läuft mehr nach vorn. Beide Schichten inseriren sich an die Aussenseite der proximalen Hälfte des Unterkiefers, und zwar die innere Schicht etwas höher als die äussere, von welcher sie ganz überdeckt ist. Am Unterkiefer markirt sich als Anheftungsstelle der inneren Schicht der Ramus adscendens und eine von ihm nach vorn sich fortsetzende Beinleiste. OWEN* erwähnt, dass er keinen secundären M. masseter gefunden hat, worin ich ihm beistimmen kann. Der M. masseter zieht den Unterkiefer in die Höhe und zwar mittels der äusseren Schicht auch etwas, jedoch wenig, nach vorn, mittels der inneren Schicht auch etwas nach hinten.

M. temporalis. Entspringt von der Schläfengegend, geht unter dem Arcus zygomaticus hindurch und inserirt sich an den Processus coronoideus maxillae inferioris und an die ganze Linea obliqua externa, an deren Ende die Sehne besonders kräftig ist. Der M. temporalis zieht den Unterkiefer nach oben und hinten.

M. pterygoideus internus. Dieser Muskel ist zweischichtig. Der Ursprung der äusseren, dickeren Schicht füllt die ganze Fossa pterygoidea aus. Die Fasern laufen einander parallel. Sie ist durch eine dünne Aponeurosis von der medialen Schicht getrennt. Diese letztere entspringt nur von demjenigen Theil des Processus pterygoideus, welcher dem Os palatinum angehört. Der Ursprung ist sehnig. Die Fasern dieser Schicht divergiren, so dass sie bei der Anheftung ebensobreit wird wie die innere Schicht. Die gemeinsame Insertionsstelle beider Schichten ist die mediale Fläche des Unterkiefers im Bereiche des Angulus und des weiter nach vorn befindlichen Abschnittes. Der ganze Muskel ist kräftig und circa 6 mm. dick. Er zieht den Unterkiefer nach oben; die mediale Schicht bewegt ihn auch etwas nach vorn. OWEN † hat wahrscheinlich nur die mediale Schicht beobachtet, denn er schreibt „The pterygoideus internus arises by a strong narrow tendon from the outer part of the base of the speno-ptyergoid ridge, and expands, its fibres diverging, etc.“

M. pterygoideus externus. Dieser kräftig entwickelte Muskel entspringt von der lateralen Fläche der Lamina lateralis processus pterygoidei. Er ist

* OWEN. *Trans. Zool. Soc. of London*. V. p. 59.

† OWEN. *Trans. Zool. Soc. of London*. V. p. 59.

viel weniger breit als der *M. pterygoideus internus*, von welchem er an der Innen-seite ganz überdeckt wird. Der Muskel läuft nach unten und hinten und inserirt sich an die mediale Fläche des Unterkiefers, direct vor dem Condylus. Bei Zusammenwirkung der Muskeln beider Seiten wird der Unterkiefer nach vorn gezogen. Jeder für sich zieht daneben den Unterkiefer nach der entgegengesetzten Seite.

Die Beweglichkeit des Unterkiefers ist gross; die Fossa articularis ist ganz flach.

MUSKELN AM HALSE.

M. sternocleidomastoideus. Der Muskel hat zwei Köpfe. Der sternale Kopf entspringt sehnig von dem vorderen Rande des Manubrium sterni, etwa 4 mm. von der Medianlinie entfernt; er ist dort circa 3 mm. breit. Der claviculare Kopf entspringt vom ersten (medialen) Drittel der Clavicula, wie auch OWEN* angibt. MURIE und MIVART † haben hier OWEN fehlerhaft citirt und sprechen von „middle third“, während OWEN „median third“ schrieb. Der claviculare Kopf ist fleischig und circa 5 mm. breit. Die zwei Köpfe vereinigen sich in einer Entfernung von 20 mm. von ihren Ursprungsstellen mit einander. Dort waren sie durch einen 8 mm. breiten Zwischenraum von einander getrennt. In dem einheitlich gewordenen Abschnitte bildet die sternale Portion den Ventraltheil des Muskels, die claviculare Portion den Dorsaltheil. Der Muskel inserirt sich an den Processus mastoideus.

M. digastricus. (Die vorderen Bäuche der zwei *M. digastrici* liegen direct neben einander; sie füllen den Raum zwischen den Rami maxillae inferioris.) Der Muskel entspringt von der Incisura mastoidea. Er läuft schräg nach unten und vorn und inserirt sich an die mediale Seite des Ramus horizontalis maxillae inferioris und zwar an den unteren Rand des mittleren Drittels. OWEN § sagt, dass die Sehne, welche den mittleren Theil dieses Muskels darstellt „five lines“ (= 12.7 mm.) lang ist; ich bestimmte die Länge auf 20 mm.

M. stylohyoideus. Schwach. Geht vom Processus styloideus zum Zungenbein.

* OWEN. *Trans. Zool. Soc. of London*. V, p. 58.

† MURIE and MIVART. *Trans. Zool. Soc. of London*. VII, p. 17.

§) OWEN. *Trans. Zool. Soc. of London*. V, p. 58.

M. mylohyoideus. Entspringt von der inneren Seite des Unterkiefers und inserirt sich an das Zungenbein.

M. geniohyoideus. Dorsal vom *M. mylohyoideus* und zum Theil mit ihm verwachsen. Geht vom Mentum zum Zungenbein.

M. sternohyoideus. Vom Sternum zum Zungenbein. Ist am Ursprunge 9 mm. breit und wird von da aus schmaler.

M. sternothyreoideus. Entspringt vom Sternum, hinter dem *M. sternohyoideus* und mehr lateral. Inserirt sich an die Cartilago thyroidea. Der Muskel ist 2.5 mm. breit.

M. omohyoideus. Entspringt von dem oberen Rande der Scapula und inserirt sich an das Zungenbein. Circa 5 mm. breit.

MUSKELN DER VORDEREN EXTREMITÄT.

A. *Muskeln zwischen Stamm und Extremität.*

M. trapezius. Wie gewöhnlich. Der Ursprung reicht bei meinen Exemplaren nach hinten bis zum 8^{ten} Rückenwirbel; bei dem von MURIE und MIVART* untersuchten Exemplar nur bis zum 7^{ten}.

M. latissimus dorsi. Entspringt von der Medianlinie des Rückens, verjüngt sich mehr und mehr und geht über in eine kräftige, flache Sehne, welche 8 mm. breit ist. Diese inserirt sich an den Humerus, circa 17 mm. vom proximalen Gelenkkopfe entfernt, und zwar an die Spina tuberculi minoris humeri. Sie läuft ein wenig um den Humerus herum.

Da, wo der Muskel anfängt sehnig zu werden, ist er mit einem zweiten Muskel vereinigt, dem *M. dorso-epitrochlearis*, der von hier beginnt (s. pag. 8).

M. rhomboideus. Dieser Muskel, der vom *M. trapezius* überdeckt wird, ist einheitlich und nirgends sehnig. Er entspringt von der Medianlinie des Rückens, zum grössten Theil vom Ligamentum nuchae und weiterhin von den Processus spinosi der zwei ersten Rückenwirbel. Inserirt sich an die Basis scapulae.

* MURIE and MIVART. *Trans. Zool. Soc. of London.* VII, p. 54.

M. levator claviculae. Entspringt von der Seite des Atlas, jedoch nicht vom Processus transversus, sondern ventral von diesem. Er inserirt sich an die Oberseite der Spina scapulae, dorsomedial neben der Mitte; die Mitte der Insertionsstelle war 21 mm. von dem distalen Spina-Ende entfernt, 35 mm. von dem proximalen. Der Muskel ist circa 65 mm. lang und im mittleren Theil 4 mm. breit. Am Ursprung selbst noch etwas schmaler, dehnt er sich nahe der Insertionsstelle zu einer Breite von 12 mm. aus.

M. serratus anticus major und *M. levator scapulae.* Eine Trennung war zwischen diesen beiden Muskeln nicht zu beobachten. Sie entspringen von den Processus transversus aller Halswirbel und von den Seiten der acht ersten Rippen. Insertionsstelle: die Basis scapulae. Die Bündel, welche von den Halswirbeln herkommen (*M. levator scapulae*) inseriren sich oberhalb der Spina, — diejenigen, welche von den Rippen beginnen (*M. serratus anticus maior*) unterhalb derselben, bis zum Angulus inferior. Die von den ersten Rippen entspringenden Bündel sind die kräftigsten.

M. pectoralis maior. Wie von OWEN * beschrieben.

M. pectoralis minor. Wie MURIE und MIVART angeben †.

M. subclavius. Entspringt von den ersten Rippe, 10 mm. vom sternalen Ende entfernt, genau da, wo der *M. rectus abdominis* sich inserirt. Er heftet sich an die Unterseite der distalen zwei Drittel der Clavicula und auch an die Basis des Processus coracoideus an, wie bereits LECHE § erwähnt.

B. *Schultermuskeln.*

M. subscapularis. Ursprung und Insertion, wie sie von OWEN ** beschrieben sind. Eine Vertheilung in drei Fasciculi beobachtete ich jedoch ebensovienig als MURIE und MIVART ††.

* OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V, p. 60.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 27.

§ W. LECHE, Ueber die Säugethiergattung *Galeopithecus*. *Kongl. Svenska Vetenskaps-Ak. Handl.* Bd. 21, No. 11, p. 11.

** OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V, p. 59.

†† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 29.

M. supraspinatus. Wie MURIE und MIVART*.

M. infraspinatus. Wie MURIE und MIVART †.

M. deltoideus. Dieser Muskel wird von drei Bäuchen zusammengesetzt. Sie entspringen von der Unterseite der distalen Hälfte der Clavicula, von dem Processus acromialis und von der Spina scapulae und inseriren sich an die Spina tuberculi maioris und eine an der Aussenseite dieser Spina befindlichen Linie.

M. teres minor. Genau wie er von MURIE und MIVART § angegeben wurde. Die Beschreibung OWEN'S** ist, wie bereits MURIE und MIVART erwähnen, unrichtig.

M. teres maior. Wie OWEN ††. Nach der Insertion hin dehnt der Muskel sich aus bis zu einer Breite von 25 mm.

C. Muskeln des Oberarms.

M. coracobrachialis. Dieser Muskel ist doppelt. Es findet sich ein längerer und ein kürzerer Theil, welche gleich dick sind. Beide entspringen vom Ende des Processus coracoideus, dorsal neben dem Ursprung des Caput breve bicipitis, aber nicht von dieser Sehne selbst. Der Ursprung des kürzeren Theiles wird von jenem des längeren überdeckt. Der längere Theil inserirt sich an die innere Seite des Humerus, circa 10 mm. jenseits der Mitte. Der innere, sehr viel kürzere Theil, läuft, dem längeren parallel, distalwärts und inserirt sich viel mehr proximal als der längere Theil an die innere Seite des Humerus, und zwar hinter der oberen Seite der Insertion des *M. teres maior*. Die Anheftung dieses letzteren Muskels befindet sich also genau zwischen beiden Theilen des *M. coraco-brachialis*.

M. biceps. Zweiköpfig Das Caput longum entspringt mittels einer starken Sehne von der Tuberositas supraglenoidalis scapulae. Das Caput breve ist weniĝ dünner als das Caput longum und beginnt sehnig vom Processus cora-

* MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII. p. 29.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII. p. 29.

§ MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII. p. 30.

** OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V. p. 59.

†† OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V. p. 59.

coideus. Die zwei Capita vereinigen sich distal von der Mitte des Oberarms. Inserirt sich an die Ulnarseite des Radius, circa 20 mm. vom proximalen Ende entfernt.

M. brachialis internus. Diesen Muskel habe ich gefunden, wie er von MURIE und MIVART * unter dem Namen *M. brachialis anticus* beschrieben wurde.

M. triceps brachii s. *M. extensor brachii.* Vierköpfig. Wurde schon genau von MURIE und MIVART † beschrieben.

M. dorso-epitrochlearis. Entspringt von der Stelle, wo der *M. latissimus dorsi* in seine Insertionssehne übergeht (vergl. oben). Endet an dem *Condylus internus brachii* (humeri).

D. *Muskeln des Unterarms.*

M. anconaeus. Wie von MURIE und MIVART ‡ beschrieben.

M. flexor carpi ulnaris. Dieser Muskel ist kräftig. Es entspringt gefiedert vom *Condylus ulnaris humeri* und von der Aussenseite der proximalen zwei Drittel der Ulna. Im letzten Viertel des Unterarms beginnt der Muskel sehnig zu werden, empfängt jedoch noch bis zum Ende der Ulna Muskelfibrillen. Inserirt sich an das *Os pisiforme* und, mit einer dünnen, starken Sehne, proximal an die Volarseite des *Os metacarpale V.*

M. palmaris longus. Wenig schwächer als der *M. flexor carpi radialis.* Wie von OWEN ** beschrieben.

M. flexor digitorum sublimis. Vergl. Taf. I, Fig. 1. Dieser Muskel besteht aus zwei Haupttheilen, welche nur an ihren Ursprungsstellen mit einander zusammenhängen. Der eine Haupttheil entspringt, etwas sehnig, vom *Condylus ulnaris humeri*, von der *Fascia intermuscularis* und von der oberen Hälfte der Ulna; er geht über in eine kräftige Sehne [Fig. 1, *Flex. dig. subl. a.*], die kräftigste der vier Fingersehnen dieses Muskels, welche zum vierten Finger

* MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII. p. 34.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII. p. 32.

‡ MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII. p. 32.

** OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V. p. 63.

geht. Der zweite Haupttheil des Muskels entspringt vom Condylus ulnaris humeri, von der Beinkleiste, welche von da zu der Beugeseite des Humero-ulnargelenkes führt, hier daneben auch mit einigen Fasern von der Ulna selbst und zuletzt von einer Fascia intermuscularis, welche mit ihrer anderen Seite dem *M. flexor pollicis longus* als Ursprungsfläche dient. Die innere Seite dieses ganzen zweiten Haupttheiles ist von einer ziemlich starken Aponeurosis überdeckt. Er spaltet sich [Fig. 1 Flex. dig. subl. b] am Ende des dritten Viertels des Unterarms in drei Bündel, von welchen zwei mehr oberflächlich liegen und zum dritten und fünften Finger gehen, während das dritte Bündel, welches einen fleischigen und sehnigen Theil neben einander enthält, sich in folgender Weise weiter theilt: der fleischige Theil geht in einer Sehne über, welche am zweiten Finger endet; der sehnige Theil verbindet sich mit der Sehne des *M. flexor digitorum profundus*. Die Sehnen für den zweiten und fünften Finger sind von gleicher Dicke, diejenige für den dritten Finger ist dünner. — Die vier Fingersehnen des *M. flexor digitorum sublimis* gehen also zum zweiten, dritten, vierten und fünften Finger. Sie liegen den Sehnen des *M. flexor profundus* auf und spalten sich beim Anfang der ersten Phalangen. Sie inseriren sich an die Seiten der zweiten Phalangen, etwa im Bereiche der Mitte derselben und etwas volar. — Eine Verbindung der zwei Schenkel der einzelnen Fingersehnen, kurz vor der Insertion, unter (dorsal) der Sehne des *M. flexor profundus* [chiasma Camperi] sah ich nur am fünften Finger. Am zweiten, dritten und vierten Finger fand ich auch eine ähnliche Vereinigung, diese aber befand sich über (volar) der Sehne des *M. flexor profundus*. — Bemerkenswerth ist die grosse Selbständigkeit jenes Muskeltheiles, welcher zum vierten Finger geht. Damit in Uebereinstimmung fand ich auch keine Aeste des Nervus medianus, welche beide Muskeltheile gemeinsam innerviren, sondern jeder Theil erhielt seine eigenen Aeste.

M. flexor carpi radialis. Entspringt neben dem *M. pronator teres* vom Condylus internus humeri. Er wird unterhalb der Mitte des Unterarms sehnig; die Sehne geht unter dem Ligamentum carpi volare hindurch und inserirt sich unter Verbreiterung an das proximale Ende des Metacarpale II.

M. pronator teres. Entspringt zum grössten Theile von dem Condylus internus humeri, jedoch auch noch mittels eines kleinen Bündels von der medialen Knochenbrücke, welche das Foramen entepicondyloideum bilden hilft. Der Muskel wird an seiner Aussenseite bald sehnig und inserirt sich etwas unter der Mitte an die Radialseite des Radius.

M. pronator quadratus. Wie OWEN angibt*.

M. flexor digitorum profundus. (Vergl. Taf. I, Fig. 1). Aus zwei Haupttheilen zusammengesetzt. Der eine, schwächere Theil entspringt von der Radialseite und von der Palmarseite der ersten zwei Drittel der Ulna. Der Ursprung ist gefiedert und die Muskelfasern convergiren zu einer kräftigen Sehne. — Der zweite, stärkere Theil beginnt von der Ulnarseite der ersten zwei Drittel der Ulna. Auch dieser Theil entspringt gefiedert und die Muskelfasern laufen ebenso zu einer kräftigen Sehne zusammen [In Fig. 1 ist nur der zweite Ursprungstheil dieses Muskels abgebildet; der erste Theil wird dort vom zweiten überdeckt]. — Die beiden Sehnen vereinigen sich an der Stelle, wo auch die Verbindungssehne des *M. flexor digitorum sublimis* in sie eingeht. Diese Verbindungssehne liegt also am meisten volar, die Sehne des ersten Haupttheiles am meisten dorsal. Beim Eintritt in das Ligamentum carpi volare verschmilzt mit der jetzt sehr breit gewordenen Sehne an der Radialseite noch die Sehne des *M. flexor pollicis longus*. Der gemeinsame, breite, schnige Theil spaltet sich in fünf Sehnen, welche die perforirenden Sehnen der fünf Fingern darstellen. Sie inseriren sich an die letzten Phalangen, und zwar an die Mitte der Volarfläche. Von den fünf Fingersehnen ist diejenige des vierten Fingers die dickste, diejenige des dritten Fingers die dünnste.

M. flexor pollicis longus (Vergl. Taf. I, Fig. 1). Entspringt von drei verschiedenen Stellen. — Die erste Portion beginnt vom Condylus internus humeri und hat dort Zusammenhang mit dem *M. pronator teres*, dem *M. flexor carpi radialis* und dem dickeren Theile des *M. flexor digitorum sublimis*. — Die zweite, dünne Portion entspringt von der Basis des Condylus internus humeri. Sie setzt sich nach einem Verlaufe in der Länge von circa 30 mm. an die erstere Portion an und geht mit ihr als Sehne weiter. — Die dritte Portion nimmt Ausgang von der Palmarseite des mittleren Drittels des Radius und vereinigt sich mit der eben genannten Sehne. Beim Eintritt in das Ligamentum carpi volare vereinigt sich die so entstandene Sehne des *M. flexor pollicis longus* mit der breiten Sehne des *M. flexor digitorum profundus* (Vergl. bei diesem Muskel). Untersucht man die zusammengesetzte Sehne von der Dorsalseite, so sieht man, dass die Sehne des *M. flexor pollicis longus* nicht nur zum Daumen geht, sondern auch Sehnenfasern zum zweiten, dritten und vierten Finger abgibt. — Der Muskel würde danach zweckmässig als *M. flexor pollicis et digiti II, III et IV longus* zu benennen sein.

* OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V. p. 64.

M. supinator longus (Vergl. Taf. I, Fig. 2, Fig. 3). Entspringt vom proximalen Theile der *Crista condyli externi humeri* und inserirt sich mit seiner Sehne an die Radialseite des distalen Endes des Radius.

M. extensor carpi radialis longus (Vergl. Taf. I, Fig. 2). Entspringt vom distalen Theile der *Crista condyli externi humeri*, geht unter dem *M. abductor pollicis longus* hindurch, durchläuft die zweite Scheide des *Ligamentum carpi dorsale* und inserirt sich mit seiner langen Sehne dorsal und radial an das proximale Ende des Metacarpale II.

M. extensor carpi radialis brevis. (Vergl. Taf. I, Fig. 2). Entspringt sehnig vom *Condylus externus humeri* in Zusammenhange mit dem *M. extensor digitorum communis* und dem *M. extensor digitorum secundus* (s. *M. extensor digiti minimi*). Er verläuft unter dem *M. abductor pollicis longus* hindurch, legt sich ulnar gegen die Sehne des *M. extensor carpi radialis longus* an, geht mit ihr zusammen durch das zweite Fach des *Ligamentum carpi dorsale* und inserirt sich schliesslich an den dorsalen und radialen Bereich des proximalen Endes des Metacarpale III.

M. extensor digitorum communis (Vergl. Taf. I, Fig. 2). Entspringt vom *Condylus externus humeri* in Zusammenhange mit dem *M. extensor carpi radialis brevis* und dem *M. extensor digitorum secundus*. Er geht über den *M. abductor pollicis longus* hinweg und kreuzt weiterhin die Sehne des *M. extensor pollicis longus*. Die Sehne durchläuft das vierte Fach des *Ligamentum carpi dorsale* und spaltet sich während dessen in zwei dünnere Sehnen, von denen die radiale sich in drei Aeste für den zweiten, dritten und vierten Finger theilt, während die ulnare sich in zwei Aeste für den vierten und fünften Finger verzweigt. Der vierte Finger empfängt also zwei Sehnen dieses Muskels. Dieses scheint ALIX* einfacher gefunden zu haben; er schreibt: „Ainsi l'extenseur commun des droigts, soit à la main, soit au pied, est composé de deux faisceaux distincts, dont l'un fournit les tendons du deuxième et du troisième doigt, l'autre ceux du quatrième et du cinquième". Er hat somit die zweite Sehne des vierten Fingers nicht beobachtet. — Alle diese Fingerschneen bilden auf den Rückflächen der ersten Phalangen Aponeurosen, welche seitwärts mit den Sehnen der *Mm. lumbricales* und *interossei* verwachsen sind. Dann spaltet sich jede in einen

* ALIX, Sur les caractères anatomiques de l'Aye-Aye. *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* Paris 1878, p. 219.

mittleren und zwei seitliche Schenkel; der erstere inserirt sich an das proximale Ende der zweiten Phalanx, die beiden letzteren convergiren, verwachsen wieder und inseriren sich vereinigt an das proximale Ende der dritten Phalanx. — Im Bereiche der Dorsalfäche der Metacarpalia III und IV sind die zwei Hauptsehnen des Muskels und ihre Verzweigungen sehnig mit einander vereinigt. In dieser dünnen Schicht sah ich deutlich, dass ausser den schon erwähnten Sehnen noch zwei sehr schwächliche Verzweigungen sich vorfinden, welche von der ulnaren Sehne herkommen und sich mit den zum zweiten und dritten Finger gehenden Fascikeln der radialen Sehne verbinden.

M. extensor digitorum secundus (s. *M. extensor digiti minimi*). (Vergl. Taf. I, Fig. 2). Entspringt vom *Condylus externus humeri* in Zusammenhang mit dem *M. extensor digitorum communis* und dem *M. extensor carpi radialis brevis*. Von diesen drei Muskeln ist er der dünnste. Er kreuzt den *M. abductor pollicis longus* und die Sehne des *M. extensor pollicis longus*, geht durch die fünfte Scheide des *ligamentum carpi dorsale* und spaltet sich beim Austritt daraus in zwei dünnere Sehnen, von welchen die radiale am vierten, die ulnare am fünften Finger sich anheftet. Sie vereinigen sich mit den Aponeurosen auf den Rücken der ersten Phalangen. — Der Muskel wäre besser *M. flexor digiti IV et V* zu benennen.

M. extensor indicis (Vergl. Taf. I, Fig. 3). Entspringt vom mittleren Theile der Ulna, und zwar von der Dorsal-(Aussen-)seite. Der Muskel geht in der Höhe des *Ligamentum carpi volare* in eine Sehne über, welche zusammen mit und volar von der Sehne des *M. extensor digitorum communis* die vierte Scheide dieser Ligamentes durchläuft. In der Scheide vertheilt sich die Sehne in einen stärkeren ulnaren und einen schwächeren radialen Sehnenschenkel; der ulnare geht zum dritten und vierten Finger, der radiale zum zweiten. In der Höhe des proximalen Theiles des Rückens des Metacarpale III stehen jedoch beide mittels einer dünnen Lamelle mit einander in Zusammenhang. Diese drei Sehnen (Sehnenschenkel) laufen über die Rückseiten der Metacarpalia der resp. Finger hinweg und inseriren sich an die proximalen Enden der ersten Phalangen. Ich finde die Verzweigung der Sehnen dieses Muskels also genau wie ALIX* sie angibt. Wenn ALIX jedoch sagt, dass MURIE und MIVART diesen Muskel den zweiten, dritten, vierten und fünften Finger versorgen lassen, so

* ALIX, Sur les caractères anatomiques de l'Aye-Aye. *Comptes rendus de l'Acad. des Sc. Paris* 1878, p. 219.

ist dies unrichtig, denn von dem fünften Finger ist bei MURIE und MIVART * nicht die Rede.

M. extensor carpi ulnaris (Vergl. Taf. I, Fig. 2). Entspringt vom *Condylus externus humeri* und von der Ulnarseite der Ulna, überdeckt weiterhin die Ursprünge des *M. extensor indicis* und des *M. extensor pollicis longus* und geht in eine kräftige Sehne über, welche das sechste Fach des *Ligamentum carpi dorsale* durchzieht und sich an die Ulnarseite des proximalen Endes des *Metacarpale V* inserirt.

M. supinator brevis. Wie bei MURIE und MIVART † angegeben.

M. abductor pollicis longus (Vergl. Taf. I, Fig. 2, Fig. 3). Dieser Muskel entspringt fiederig von der Dorsal-(Aussen-)seite der Ulna und des Radius, und zwar von den einander zugekehrten Seiten beider Knochen und vom *Ligamentum interosseum*. Der ulnare Ursprung erstreckt sich über die proximalen drei Viertel des Unterarms, der radiale ist etwas kürzer. Eine sehnige Verbindungslinie (Vergl. Fig. 3) durchzieht diesen Muskel da, wo die Fasern der Ulnarseite denjenigen der Radialseite begegnen. Der Muskel wird sehnig und durchzieht das erste Fach des *Ligamentum carpi dorsale*. Zuletzt breitet sich die Sehne gabelartig aus: ihr ulnarer Theil inserirt sich in der Höhe der Articulation von *Carpale I* und *Metacarpale I*, sodass sie ebensowohl an das distale Ende des *Carpale I* als an das proximale Ende des *Metacarpale I* sich anheftet; ihr radialer Theil endet an der Dorsalseite des sogenannten *Praepollex*.

M. extensor pollicis longus (Vergl. Taf. I, Fig. 2, Fig. 3). Entspringt von der Aussenseite des oberen Theiles der Ulna. Der Ursprungstheil gleicht der Forsetzung des Ursprungstheiles des *M. extensor indicis*. Die Muskelfasern convergiren und führen schon vom Anfang ab an ihrer Radialseite eine Sehne. Diese ist dünn und läuft dem *M. extensor indicis* parallel nach unten, durchzieht das schräge, dritte Fach des *Ligamentum carpi dorsale*, kreuzt die Sehnen des *M. extensor carpi radialis brevis* und *longus* und läuft weiter hin auf den Rücken des Daumens, etwas ulnar von der Medianlinie desselben. Auf der ersten *Phalanx* breitet sich die Sehne zu einer *Aponeurose* aus und inserirt sich zuletzt an das Proximalende der zweiten *Phalanx*.

* MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*. VII, p. 39.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*. VII, p. 35.

M. extensor pollicis brevis. Fehlt.

E. *Muskeln der Hand.*

M. palmaris brevis. Entspringt von dem ulnaren Bereiche der Fascia palmaris, nahe dem Os pisiforme. Inserirt sich an die Haut der Ulnarseite der Hand. Die Insertion ist circa 15 mm. breit.

Mm. lumbricales. Deren gibt es bei den von mir untersuchten Exemplaren vier und zwar für den zweiten bis fünften Finger, während MURIE und MIVART für ihr Exemplar nur drei angeben*. Sie entspringen, wie gewöhnlich, von den Rändern der Sehnen des *M. flexor digitorum profundus* und verlieren sich mit dünnen Sehnen in die Radialränder der Aponeurosen, welche die Sehnen des *M. extensor digitorum communis* auf den Rücken der ersten Fingerglieder bilden. Die Ursprungsstellen finde ich anders als MURIE und MIVART es mittheilten, und zwar in der folgenden Weise:

M. lumbricalis I entspringt von der Radialseite der Sehne des zweiten Fingers;

M. lumbricalis II beginnt von der Radialseite der Sehne des dritten Fingers;

M. lumbricalis III geht aus von der Radialseite der Sehne des vierten Fingers;

M. lumbricalis IV nimmt seinen Anfang von der Ulnarseite der Sehne des vierten Fingers.

M. abductor pollicis brevis (Vergl. Taf. I, Fig. 4; zurückgeschlagen dargestellt). — Entspringt zum Theile von dem sogenannten Praepollex, zum Theile von der Fascia palmaris. Es gibt also zwei Muskelblätter, welche über einander liegen und von welchen dasjenige, welches vom sog. Praepollex kommt das mehr oberflächliche ist. Bald vereinigen sich beide Muskelblätter, wobei sie sehr viel schmaler werden, und gehen zuletzt in eine kurze Sehne über, welche sich an die Radialseite des proximalen Endes der Phalanx I pollicis inserirt.

M. flexor pollicis brevis (Vergl. Taf. I, Fig. 4). Beginnt von einer sehnigen Platte von der Volarseite der Carpalia. Diese Platte ist den Carpalia III und IV angeheftet und repraesentirt die Ursprungsstelle von mehreren

* MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII. p. 47.

Muskeln, welche sich alle oberflächlich befinden. Diese sind der *M. flexor pollicis brevis*, ein Kopf des *M. opponens pollicis* und die drei *Mm. contrahentes* (*Mm. adductores pollicis, digiti II, digiti V*). Der Muskel ist dünn und inserirt sich an die Radialseite der *Phalanx I pollicis*, ein wenig vor der Mitte derselben.

M. opponens pollicis (Vergl. Taf. I, Fig. 4). Dieser Muskel hat zwei Köpfe. Der kräftigere Kopf entspringt zusammen mit dem *M. flexor pollicis brevis* von der oben erwähnten Sehnenplatte an der Volarseite der *Carpalia*. Der schwächere, in der Figur nicht sichtbare, Kopf beginnt von der Dorsalseite des *Metacarpale I*, läuft schräg längs der Ulnarseite desselben und verschmelzt nicht weit von der Anheftungsstelle entfernt mit dem anderen Kopfe. Inserirt sich an die Volarseite des distalen Endes des *Metacarpale I* und an die beiden dort befindlichen Sesambeinchen.

Mm. contrahentes (Vergl. Taf. I, Fig. 4, Fig. 5). Diese drei Muskeln (*Mm. adductores pollicis, digiti II, digiti V*) bilden eine zusammenhängende Schicht, deren Ursprung die sehnige Platte oder *Raphe* ist, welche schon besprochen wurde. Diese Schicht bedeckt die Ursprünge der *Mm. interossei* des zweiten, dritten und vierten Fingers, liegt also mehr oberflächlich als diese Muskeln. — Den *M. adductor pollicis* fand ich nicht ganz gleich in der rechten und der linken Hand meines Exemplares. An der rechten Hand, Fig. 4, wurde der Muskel gleichmässig schmaler und inserirte sich an die Ulnarseite des distalen Endes des *Metacarpale I* und des proximalen Endes der *Phalanx I pollicis*. Ausserdem fand sich noch ein dünnes Bündel, welches sich zwischen der Ulnarseite des distalen Endes des *Metacarpale II* und der Ulnarseite der *Phalanx I pollicis* bis über dessen Mitte hinaus erstreckte. Ich glaube dieses Bündel als einen Theil des *M. adductor pollicis* auffassen zu können. An der linken Hand war auch dieses Bündel nicht ganz isolirt, sondern mit dem *M. adductor pollicis* verwachsen, wie es in Fig. 5 dargestellt ist. Beim zweiten Exemplar des *Chiromys* zeigte die rechte Hand ungefähr denselben Befund. — Der *M. adductor digiti II* inserirt sich an die Ulnarseite des proximalen Endes der *Phalanx I digiti II*. — Der *M. adductor digiti V* inserirt sich an die Radialseite des proximalen Endes der *Phalanx I digiti III*.

M. flexor brevis digiti V (Vergl. Taf. I, Fig. 4). Entspringt von der Volarseite des *Carpale IV* und vom *Ligamentum carpi volare*. Der Muskel ist

ziemlich kräftig und inserirt sich an die Ulnarseite der proximalen Hälfte der Phalanx I digiti V.

M. abductor digiti V (Vergl. Taf. I, Fig. 4). Entspringt vom Os pisi-forme. Inserirt sich an die Ulnarseite des proximalen Endes der Phalanx I digiti V. Die sehnige Insertion befindet sich proximal von der Insertion des *M. flexor brevis digiti V*.

M. opponens digiti V (Vergl. Taf. I, Fig. 4). Entspringt sehnig vom Carpale IV. Diese Ursprungssehne wird dort von der Ursprungssehne des *M. flexor brevis digiti V* überdeckt. Der Muskel inserirt sich fiederig an die Volar-ulnarseite des Metacarpale V. Er hat einen sehnigen Streifen gemeinsam mit dem *M. interosseus volaris III*.

Mm. interossei volares (Vergl. Taf. I, Fig. 4). Deren gibt es drei. Der *M. interosseus volaris I* entspringt von der Ulnarseite des Metacarpale II in einer schrägen Linie, sodass der meist proximale Theil des Ursprungs schon auf dem medianen Rande der Dorsalseite des Metacarpale II anhängt. — Der *M. interosseus volaris II* beginnt von der Radialseite des Metacarpale IV, jedoch auch schon auf der medianen Kante der Dorsalseite anfangend. Er entspringt ausserdem auch noch mit einigen Fasern von der Dorsalseite des proximalen Theiles des Metacarpale III. An der Ventralseite ist dieser Muskel auch noch sehnig mit dem Carpale III verbunden (zugleich mit dem *M. interosseus dorsalis III*). — Der *M. interosseus volaris III* geht aus von der Radialseite des Metacarpale V und von der sehnigen Linie, welche ihm mit dem *M. opponens digiti V* gemeinsam ist. — Alle drei *Mm. interossei volares* wenden sich an der Grenze zwischen den Metacarpalia und den ersten Phalangen dorsalwärts und vereinigen sich mit den Aponeurosen der Strecksehnen auf den Rücken dieser Phalangen. Der erste thut dieses an der Ulnarseite des zweiten Fingers, der zweite an der Radialseite des vierten Fingers und der dritte an der Radialseite des fünften Fingers.

Mm. interossei dorsales (Vergl. Taf. I, Fig. 4). Deren gibt es vier. Der *M. interosseus dorsalis I* entspringt von der Radialseite des Metacarpale II und von einer sehnigen, volaren Querverbindung zwischen den proximalen Enden der Metacarpalia I und IV und zwar in der Höhe der Insertionsstelle des *M. flexor carpi radialis*. — Der *M. interosseus dorsalis II* beginnt von der Radialseite des Metacarpale III. — Der *M. interosseus dorsalis III* nimmt Ursprung nicht von einem Metacarpale, sondern mittels einer sehnigen Verbindung vom

Carpale III (vergl. beim *M. interosseus volaris* II). — Der *M. interosseus dorsalis* IV entspringt von der Dorsalseite der Metacarpalia IV und V. — Sie inseriren sich auf ähnliche Weise wie die *Mm. interossei volares* und zwar der *M. interosseus dorsalis* I an die Radialseite des zweiten Fingers, der *M. interosseus dorsalis* II an die Radialseite des dritten Fingers, der *M. interosseus dorsalis* III an die Ulnarseite des dritten Fingers und der *M. interosseus dorsalis* IV an die Ulnarseite des vierten Fingers. — Ausserdem gibt es noch einen *M. interosseus accessorius*, der vielleicht als gesonderter Kopf des *M. interosseus dorsalis* IV zu betrachten ist. Derselbe entspringt von der Volarseite des vierten Fingers und zwar von der Synovialscheide im Niveau von dem Gelenke zwischen Metacarpale und Phalanx I. Er inserirt sich an die Ulnarseite des ersten Phalanx und geht auch in die dorsale Aponeurosis über, thut dies aber erst in der Mitte dieser Phalanx.

MUSKELN DER HINTEREN EXTREMITÄT.

A. *Muskeln der Hüfte.*

M. iliopsoas. Entspringt zum Theil (*M. psoas major*) von den drei letzten Wirbeln vor dem Sacrum. Der zweite Theil (*M. iliacus*) geht von der Ventral- und Innenseite des Os ileum aus. Beide inseriren sich vereinigt an den stark prominirenden Trochanter minor.

M. psoas minor. Entspringt mit vier Sehnen (von welchen die zwei mittleren die kräftigsten sind) vom Ende des letzten Rückenwirbels und von den drei ersten Lumbalwirbeln. Inserirt sich mit einer kräftigen Sehne an eine Prominentia am vorderen Beckenrande. — Der *M. psoas minor* ist viel schwächer als der *M. psoas major*.

M. glutaeus maximus. Ursprung wie MURIE und MIVART* angeben, nur mit dem Unterschiede, dass ich statt zwei, drei Schwanzwirbel als Ursprungstellen fand. Inserirt sich an die Hinterseite des ganzen Femur.

M. glutaeus medius. Wie MURIE und MIVART beschreiben †.

* MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 62—63.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 63.

M. glutaeus minimus. In Uebereinstimmung mit den angaben von MURIE und MIVART*.

Mm. gemelli. Wie MURIE und MIVART † ihn beschreiben.

M. obturator internus. Vergleiche MURIE und MIVART §.

M. pyriformis. Wie MURIE und MIVART** angeben.

M. scansorius. Fehlt.

M. quadratus femoris. Kräftiger Muskel. Entspringt von der Tuberositas ischii und dem nach hinten daran anschliessenden Theile des Os ischii. Mehr superficiell entspringen dort der *M. biceps femoris* und der *M. semimembranosus*. Der *M. quadratus* inserirt sich, circa 30 mm. breit, an die Hinterseite des Femur zwischen den Insertionsstellen des *M. glutaeus maximus* und *M. adductor magnus*.

B. Muskeln des Oberschenkels.

M. sartorius. Entspringt von der Ventralseite des Ilium. Sein Ursprungstheil ist genau der Mitte des Ursprungstheiles des *M. iliacus* aufgelagert. Der 190 mm. lange *M. sartorius* vereinigt sich nahe seiner Insertion mit dem *M. gracilis*. Beide inseriren sich mittels einer flachen, breiten Sehne an die Vorderseite des proximalen Endes der Tibia. Am meisten proximal liegt die Insertion jenes Theiles, welcher zum *M. sartorius* gehört. Der dem *M. gracilis* entsprechende Insertionstheil bedeckt die Insertion des *M. semitendinosus*.

M. extensor cruris.

a. *M. rectus femoris.* Cf. MURIE und MIVART ††.

b. *M. cruralis.* Wie MURIE und MIVART §§ angeben. Auch ich fand diesen Muskel unvertheilt, wie MURIE und MIVART in Gegenstellung mit OWEN erwähnen.

* MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 63.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 64.

§ MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 65.

** MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 63—64.

†† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 63.

§§ MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 69.

c. *M. vastus lateralis* (= *externus*). Vergl. MURIE und MIVART*; 16 mm. breit.

d. *M. vastus medialis* (= *internus*). Cf. MURIE und MIVART †, und zwar wie bei *Galago crassicaudatus*; 6 mm. breit.

M. pectineus. Wie MURIE und MIVART § angeben.

M. gracilis. Ursprung wie bei MURIE und MIVART** beschreiben. Für die Insertion vergl. man die Beschreibung des *M. sartorius*.

M. adductor longus. Der meist mediale und superficielle der drei *Mm. adductores*. Er ist nur circa 3 mm. breit. Entspringt vom oberen Theile der *Symphysis pubis* und inserirt sich an die Innenseite des Femur, in der Mitte derselben, wobei er dem inserirenden Theil des *M. adductor brevis* auflagert.

M. adductor brevis. Dieser Muskel wird von seinem Ursprung bis zu seiner Insertion allmählig breiter und zwar von 9 bis 50 mm. Er entspringt vom mittleren Theile der *Symphysis pubis* und schliesst sich hierbei am Ursprung des *M. adductor longus* an. Seine Insertion findet an der Innenseite des Femur statt, in einer Entfernung von 30 bis 80 mm. von seinem proximalen Ende. — Dieser Muskel zeigt Neigung, sich von seinem Ursprunge her in ein kleineres, vorderes und ein grösseres, hinteres Bündel zu spalten. Diese Spaltung geht jedoch nicht durch bis zur Insertion.

M. adductor magnus. Wird von seinem Ursprunge bis zu seiner Insertion breiter und zwar von 6 bis 70 mm. Entspringt vom unteren Theile der *Symphysis pubis*, wobei er sich dem Anfang des *M. adductor brevis* anschliesst. Er wird von diesem letzten Muskel zum Theile überdeckt. Inserirt sich an die Innenseite des Femur, 40 bis 110 mm. von dessen proximalen Ende entfernt.

M. obturator externus. Cf. MURIE und MIVART ††.

M. semimembranosus. Uebereinstimmend mit der Beschreibung von OWEN §§ und MURIE und MIVART***.

* MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 68.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 68.

§ MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 67.

** MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 70.

†† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 64.

§§ OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V, p. 65.

*** MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 73.

M. semitendinosus. In der Hauptsache so, wie OWEN * und MURIE und MIVART angeben †. Nur sah ich den caudalen Theil vom dritten (freien) Schwanzwirbel herkommen, nicht vom zweiten. Der Ursprungstheil wurde dort von dem am meisten distalen Ursprungstheil des *M. glutaeus maximus* überdeckt.

M. biceps femoris. Cf. MURIE und MIVART §.

C. Muskeln des Unterschenkels.

M. extensor digitorum communis longus (Vergl. Taf. II, Fig. 6). Entspringt erstens von der Aussenseite des Tibiakopfes und von einer sehnigen, intermuscularen Platte; zweitens, gefedert, von der Tibialseite der Fibula und zwar vom dritten Viertel derselben. Beide Theile vereinigen sich und gehen darauf (an der Tibialseite sehnig, an der Fibularseite muskulös) unter dem Ligamentum transversum hindurch. Bald wird er nun ganz sehnig und durchzieht das zweite Fach des Ligamentum cruciatum. — An der Tibialseite des Muskels hat sich schon dort, wo die zwei Köpfe sich vereinigen, eine dünne, der Hauptsehne dicht anliegende Sehne abgespalten **. — Nachdem diese zwei Sehnen das Ligamentum cruciatum durchlaufen haben, theilt sich die breitere von ihnen in drei (nicht zwei) Sehnen, welche zum dritten, vierten und fünften Finger gehen, während die dünnere sich in zwei Sehnen spaltet, welche zum zweiten und dritten Finger verlaufen. Der dritte Finger empfängt also zwei Sehnen, welche jedoch bald verwachsen. — Alle diese Sehnen setzen sich fort in die breiten Aponeurosen auf den Rücken der ersten Phalangen. Wie gewöhnlich inseriren sie sich an die Proximalenden der zweiten und dritten Phalangen.

M. tibialis anticus. Entspringt von der Fibularseite der Tibia und zwar von den zwei proximalen Dritteln, vom Ligamentum interosseum und vom Condylus externus tibiae. — Etwas unterhalb der Mitte der Tibia spaltet sich

* OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V, p. 65.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 74.

§ MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 73.

** Der Muskeltheil von welchem diese Sehne ausgeht, kommt special vom Tibiakopfe her. RUGE * sieht darin einen primitiven Zustand. Da er sich hier nur auf die Angaben OWEN's stützt, ist ihm natürlich nicht bekannt, dass der andere Haupttheil des Muskels auch zur dritten Zehe geht.

* G. RUGE, *Unters. über die Extensorengruppe am Unterschenkel und Fusse der Säugethiere*, *Morph. Jhrb.*, IV, p. 628.

der Muskel in zwei Theile: einen dünneren, oberflächlichen (welcher mehr special vom Condylus externus tibiae herkommt) und einem dickeren, tieferen. Der dünnere Theil wird in der Höhe des Ligamentum transversum sehnig. Der dickere Theil ist dort halb Muskel, halb Sehne. Beim Austritt des Ligamentum ist er jedoch ganz sehnig geworden. — Nachdem die zwei Sehnen möglichst an der Tibialseite dicht neben einander unter dem Ligamentum transversum hindurchgegangen sind, wenden sie sich weiter hin zur Volarseite des Fusses. Die dicke Sehne inserirt sich an die Volarseite des Tarsale I, die dünne Sehne an die Volarseite des proximalen Endes des Metacarpale I. — Unter dem Ligamentum transversum werden beide Sehnen von der Sehne der M. extensor hallucis longus gekreuzt.

M. extensor hallucis longus (Vergl. Taf. II, Fig. 6). Entspringt erstens vom Condylus externus tibiae (unter dem Ursprungstheil des M. extensor digitorum communis longus) sowie von da aus noch weitergreifend von einer Linie, welche sich bis zu der Vorderseite des proximalen Fibulakopfes erstreckt, und zweitens, fiederig, vom zweiten Fünftel der Fibula und zwar von ihrer Tibialseite und von der Membrana interossea. Der Muskel verjüngt sich sehr, wird sehnig, geht unter dem Ligamentum transversum hindurch, kreuzt die zwei Sehnen des M. tibialis anticus und setzt sich auf die Dorsalseite der grossen Zehe fort. Inserirt sich dorsal am proximalen Ende der Phalanx II hallucis. — Dieser Muskel vermag, zufolge der Beschaffenheit des Carpal-Metacarpalgelenkes, den Hallux zugleich zu strecken und zu abduciren.

M. peroneus longus. Wie OWEN* und MURIE und MIVART † angeben.

M. peroneus brevis. Entspringt von der Vorderseite des dritten und vierten Fünftels der Fibula, läuft hinter dem Malleolus externus herum und inserirt sich mit gespaltener Sehne an das proximale Ende des Metatarsale V. Seine Sehne geht jedoch nicht „through the same sheath, behind the outer malleolus, with that of the peroneus longus“ wie OWEN § sagt, sondern zusammen mit den Sehnen der Mm. peroneus quarti digiti und quinti digiti (welche zwei Muskeln von OWEN gar nicht erwähnt werden) durch ein eigenes Fach.

* OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V, p. 67.

† MURIE and MIVART, *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 77.

§ OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*, V, p. 67—68.

M. peroneus digiti quinti. Entspringt von der Vorderseite der Fibula, oberhalb der Mitte derselben. Die wenigen Muskelfasern gehen bald in eine feine Sehne über, welche derjenigen des *M. peroneus brevis* parallel, nach unten läuft. Die Sehne durchzieht dieselbe Scheide wie die Sehne des *M. peroneus brevis*, von welcher letzteren sie sich fibular befindet. Mit dieser Sehne läuft sie bis nahe zu ihrer Insertion, durchbohrt sie dort und wendet sich darauf zur Fibularseite der fünften Zehe, wo sie in die Aponeurose auf dem Rücken der Phalanx I übergeht.

M. peroneus digiti quarti. Entspringt von der Vorderseite der Fibula in der Mitte. Der Ursprung schliesst sich dem Ursprung des vorigen Muskels an. Er geht in eine feine Sehne über, welche nur sehr wenig kräftiger ist als diejenige des *M. peroneus digiti quinti*. Die Sehne verläuft nach unten, durchsetzt auch mit der Sehne des *M. peroneus brevis* dieselbe Scheide und befindet sich tibial von ihr, nachdem sie zuvor unter ihr hindurchgelaufen war. Bei der Insertion durchbohrt sie die Sehne des *M. peroneus brevis* und geht zuletzt in die Aponeurose auf dem Rücken des Phalanx I digiti IV über und zwar an der Fibularseite. — Dort, wo am unteren Theile der Fibula die Sehnen der *Mm. peroneus digiti quarti* und *digiti quinti* neben einander liegen, befindet sich die erstgenannte mehr fibular.

M. gastrocnemius. Entspringt mit zwei Köpfen von den zwei hinteren Condylen des distalen Femurendes. In jedem dieser zwei sehnigen Ursprungstheile findet sich ein Sesambein. Die zwei Köpfe vereinigen sich schon am Anfange des zweiten Viertels des Unterschenkels. Der Muskel ist dann sehr breit. In der Höhe der Mitte des Unterschenkels verwächst er an seiner Innenseite mit dem *M. soleus*. Wiewohl beide Muskeln jetzt verwachsen weiter gehen, so sind sie doch leicht zu unterscheiden, indem derjenige Theil, welcher als dem *M. gastrocnemius* zugehörig betrachtet werden kann, im letzten Drittel des Unterbeines sehnig ist, derjenige Theil aber, welcher dem *M. soleus* zugerechnet werden muss, erst an der Insertion sehnig wird. — Anheftung am Calcaneus.

M. soleus. Entspringt mit einer dünnen, starken Sehne von der Hinterseite des proximalen Fibulakopfes. Wird bald dick und fleischig und vereinigt sich in der Mitte des Unterschenkels mit dem *M. gastrocnemius*. Man siehe weiter unter diesem Muskel.

M. plantaris. Entspringt (unter dem lateralen Kopfe des *M. gastrocnemius*)

vom lateralen hinteren Condylus des distalen Femurendes. Er geht bald in eine dünne Sehne über, welche dem *M. gastrocnemius* an seiner Tibialseite sehr nahe anliegt. Inserirt sich an die *Fascia plantaris*.

M. popliteus. Entspringt sehnig von einem Sesambein, welches nahe dem oberen Fibulakopfe dem *Ligamentum accessorium laterale* eingelagert ist. Der Muskel breitet sich aus und inserirt sich an die Hinterseite des oberen Theiles der Tibia bis zum medialen Rande derselben. Der Muskel endet dort, wo der Ursprung des *M. flexor digitorum longus* anfängt.

M. rotator fibulae. Wie MURIE und MIVART * angeben.

M. tibialis posticus. Entspringt fiederig von den zwei proximalen Dritteln der Tibialseite der Fibula, bildet eine starke Sehne, welche mit der Sehne des *M. flexor tibialis* am Ende der Tibia durch dieselbe Scheide geht, und inserirt sich an die Plantarseite des *Naviculare* und des *Tarsale I*.

M. flexor tibialis s. flexor digitorum longus (Vergl. Taf. II, Fig. 8). Entspringt von den zwei proximalen Dritteln der Hinterseite der Tibia und von der *Membrana interossea* und geht in eine breite, starke Sehne über. (In Fig. 8 ist diese Sehne als abgeschnitten und etwas zur Seite gelegt dargestellt.) Diese gibt ein Fascikel ab, das sich mit einem entsprechenden des *M. flexor fibularis* vereinigt, worauf sich die so gebildete breite Sehne an die zweite Phalanx des *Hallux* inserirt. — Die Hauptsehne des *M. flexor tibialis* geht weiter und vereinigt sich mit der ihr dorsal aufliegenden Sehne des *M. flexor fibularis*. Darauf theilt sich die gemeinsame Sehne in drei Theile für die III^{te}, IV^{te} und V^{te} Zehe. Alle diese Sehnen inseriren sich an die dritten Phalangen.

M. flexor fibularis s. flexor hallucis longus (Vergl. Taf. II, Fig. 8). Entspringt von der Hinterseite der proximalen vier Fünftel der Fibula. Er geht in eine breite Sehne über, welche einen starken Seitenzweig zum *Hallux* abgibt (vergl. beim *M. flexor tibialis*). Darauf verwächst die Hauptsehne mit der Hauptsehne des *M. flexor tibialis* und sie geben zusammen die Beugesehnen an die III^{te}, IV^{te} und V^{te} Zehe ab. Ausserdem liefert der *M. flexor fibularis*, ohne dass der *M. flexor tibialis* dabei in Betracht kommt, die Beugesehne für die II^{te} Zehe. Auch diese inserirt sich an die letzte Phalanx.

* MURIE and MIVART. *Trans. Zool. Soc. of London*. VII, p. 82—83.

D. MUSKELN DES FUSSES.

1. *Dorsale Muskeln.*

M. extensor digitorum communis brevis. Entspringt von der Dorsalseite des distalen Endes des Calcaneus. Genau wie MURIE und MIVART * angeben, bildet er eine dünne Muskelschicht, welche sich mit sehr schwachen Sehnen zur II^{ten}, III^{ten} und IV^{ten} Zehe wendet, wobei diejenige der III^{ten} Zehe noch aus zwei convergirenden sehnigen Streifen besteht. Die drei Sehnen vereinigen sich am Anfang der Zehen mit den lateralen Seiten der Sehnen des *M. extensor digitorum communis longus* und helfen so mit, die Aponeurosen auf den Rücken der ersten Phalangen zu bilden. Bei meinem zweiten Exemplare war diese Muskelplatte an ihrer Fibularseite mehr oder weniger mit den Sehnen der *Mm. peroneus digiti quarti* und *peroneus digiti quinti* verwachsen. Sieht man den Ursprung dieser zwei hinzukommenden Sehnen (oder wenigstens der des *M. peroneus digiti quinti*) nicht, so könnte man leicht meinen, der *M. extensor digitorum communis brevis* strecke auch die V^{te} Zehe.

M. extensor hallucis brevis. Fehlt.

2. *Plantare Muskeln.*

M. flexor digitorum brevis (Vergl. Taf. II, Fig. 7). Der Haupttheil dieses Muskels entspringt von der Plantarseite der breiten Sehne des *M. flexor tibialis*. Er theilt sich in drei Muskelbäuchen, welche an ihren lateralen Seiten bald die Sehnen zeigen, in welche sie übergehen. Diese drei Sehnen spalten sich und bilden die perforati der III^{ten}, IV^{ten} und V^{ten} Zehe. Zuletzt inseriren sie sich an die Plantarseite der zweiten Phalangen. — Zur II^{ten} Zehe läuft eine sich in der gleichen Weise verhaltende Sehne. Diese entspringt jedoch nicht von der Sehne des *M. flexor tibialis*, sondern von der Dorsalseite der *Fascia plantaris* und zwar an der Stelle, wo sich der Ursprungstheil in Fig. 7 befindet.

M. abductor hallucis (vergl. Taf. II, Fig. 9). Entspringt von der *Fascia palmaris*. Inserirt sich, zum Theile sehnig, zum Theile muskulös, an die Medialseite der grossen Zehe und zwar an das Proximalende der ersten Phalanx.

M. flexor hallucis brevis (vergl. Taf. II, Fig. 9). Entspringt von der

* MURIE and MIVART. *Trans. Zool. Soc. of London*, VII, p. 83.

Plantarseite des proximalen Theiles des Metacarpale III. Inserirt sich plantar an das Proximalende der Phalanx I hallucis.

Mm. lumbricales. Vier an der Zahl (vergl. Taf. II, Fig. 8). Entspringen von den Theilungsstellen der Sehnen des *M. flexor tibialis*, wobei diejenigen für die zweite und dritte Zehe gemeinschaftlich beginnen. — Die vier Muskeln begeben sich zu der medialen Seite der ersten Phalanx der zweiten bis fünften Zehe und verlieren sich, wie gewöhnlich, in den Aponeurosen der Sehnen des *M. extensor digitorum longus*.

Mm. contrahentes (vergl. Taf. II, Fig. 9). Diese drei Muskeln (*Mm. adductores hallucis, digiti II, digiti V*) bieten grosse Uebereinstimmung mit den *Mm. contrahentes* der vorderen Extremität dar. Sie bedecken die Ursprünge der *Mm. interossei*. — Der *M. adductor hallucis* zeigt sich, bei abducirtem Hallux, als eine dreieckige Muskelplatte, deren kräftigste Fasern am meisten distal entspringen und zwar von den Distalenden der Metacarpalia II, III und IV. Die mehr proximalen Fasern bilden eine sehr dünne, durchscheinende Schicht, welche die zwei anderen *Mm. adductores* bedeckt. Inserirt sich an die laterale Seite des Hallux und zwar an das Distalende des Metacarpale und an das Proximalende der Phalanx I. Adducirt und beugt die grosse Zehe.

Die *Mm. adductores digiti II* und *digiti V* entspringen von einer sehnigen Raphe, welche der Plantarseite des Proximalendes der Metatarsalia III und IV angeheftet ist. Ein sehniger Streifen zwischen den beiden Muskeln bildet ausserdem auch noch die Ursprungsstelle mancher Fasern. Der *M. adductor digiti II* wendet sich zur Lateralseite der zweiten, der *M. adductor digiti V* zur Medialseite der fünften Zehe. Beide inseriren sich an die erste Phalanx der resp. Zehen.

M. abductor digiti V (Vergl. Taf. II, Fig. 9). Dieser kräftige Muskel entspringt von der Tuberositas calcanei. Er geht in eine zweigipflige Sehne über, welche sich an das Distalende des Metatarsale V und an das Proximalende der Phalanx I digiti V inserirt.

M. abductor metatarsi V. (Vergl. Taf. II, Fig. 9). Entspringt von der Mitte der Fibularseite des Calcaneus. Inserirt sich an die Fibularseite des proximalen Endes des Metatarsale V.

M. flexor brevis digiti V. (Vergl. Taf. II, Fig. 9). Sehr schwach. Entspringt vom Tarsale IV, am Ende des Ligamentum tarso-calcaneum plantare. Er ist ziemlich gut verwachsen mit dem ihm nächstliegenden *M. inter-*

osseus (plantaris III). Insertion an der Grenze zwischen Metatarsale V und Phalanx I digiti V. Ich konnte nicht finden, dass dieses Muskelchen ein bemerkenswerther Beuger der fünften Zehe sei.

M. *opponens digiti V.* (Vergl. Taf. II, Fig. 9). Schwach. Entspringt von Tarsale IV, am Ende des Ligamentum tarso-calcaneum plantare. Inserirt sich an die laterale Hälfte der Plantarfläche des Metatarsale V.

Mm. *interossei.* Sieben an der Zahl. Vier, welche die Zehen von einander entfernen, drei, welche die Zehen einander näher bringen. Ursprung und Insertion wie gewöhnlich. — Bemerkenswerth ist, dass sich an der Lateralseite der vierten Zehe ein entsprechende Pars accessoria zum M. *interosseus dorsalis IV* findet, gerade wie dies an der Hand der Fall war.

HÜLFSGRGANE DES AUGES.

Es findet sich eine Membrana nictitans, welche besonders am freien Rande, dunkel pigmentirt ist.

Von den Augenmuskeln sah ich, ausser den gewöhnlichen vier *recti* und zwei *obliqui* noch einen feinen Muskel, der dem Nervus opticus anlag und an dessen Lateralseite sich an das hintere Ende des Bulbus oculi inserirte. Ich meine hier einen rudimentären M. *retractor bulbi* zu sehen. An einem Auge eines *Lemur catta* und an einem Auge eines *Perodicticus Potto* fand ich diesen kleinen Muskel in der gleichen Weise.

Von einem derartigen Muskelchen spricht BURMEISTER* bei *Tarsius* nicht.

Von einer mehr speciellen Untersuchung des Bulbus musste wegen der unvollständigen Conservirungszustandes abgesehen werden.

DAS GEHIRN.

Vergl. Taf. III, Fig. 10—13.

Allein von einem Exemplar des *Chiromys* ist das Gehirn beschrieben und

* H. BURMEISTER, Beiträge zur näheren Kenntniss der Gattung *Tarsius*, Berlin 1846, p. 36.

abgebildet*. Dieses Gehirn war jedoch einem in Spiritus conservirten Thier entnommen, welchem Umstand ich es zuschreibe, dass seine Gestalt nicht mit derjenigen des Gehirns meines Exemplars, das ich sofort nach dem Tode bekam, übereinstimmt. Die Abbildungen, welche OWEN gibt, stellen das Gehirn vorn viel spitzer dar als ich es gefunden habe. Ausserdem sind die Verhältnisse zwischen seinen verschiedenen Maassen und den meinigen andere. Zur Vergleichung lasse ich die Maasse, welchen OWEN angibt, und diejenige, welche ich gefunden habe, hier folgen:

		Nach OWEN.	Bei meinem Exemplar.
Totallänge des Gehirns	(2 inch 2 lines)	55 mm.	60 mm.
Länge der Hemisphären	(1 " 10 ^{1/2} ")	47.6 "	50 "
Breite der beiden Hemisphären	(1 " 6 ")	38.1 "	46 "
Höhe der Hemisphären	(1 " 3 ")	31.75 "	35 "

Das Gehirn meines Exemplares war also grösser. Die Grösse der Exemplaren selbst wird einander ziemlich wohl gleich sein, denn mein Exemplar hatte von der Schnauze bis zur Schwanzbasis eine Länge von 44 cm. (längs der Dorsallinie gemessen), während das Exemplar OWEN's eine Länge von (1 Ft. 3 in. 6 lin.) beinahe 40 cm. hatte (in gerader Linie gemessen). Zu beachten ist die verhältnissmässig grössere Breite der beiden Hemisphären bei meinem Exemplar.

Das Gewicht des frischen Gehirns, das ich auf 42.95 Gr. bestimmte, ist gross im Verhältniss zum Körpergewicht (1607 Gr.) und zwar beträgt es 2.67 pCt. davon. Da das Thier jedoch sehr abgemagert war, muss angenommen werden, dass diese Zahl unter normalen Verhältnissen kleiner sein wird.

Die Gestalt des Gehirns weist schon deutlich darauf hin, dass wir es mit einem Säugethier einer der höher organisirten Ordnungen zu thun haben.

Der Lobus frontalis ist gross, stumpf, stark convex und überdeckt den Lobus olfactorius ganz.

Der Lobus temporalis wird vom Lobus frontalis durch die Fissura Sylvii getrennt; diese Abgrenzung ist jedoch nur wenig ausgeprägt, was vielleicht auch mit der grossen Convexität des Gehirns zusammenhängt.

De Lobus parieto-occipitalis streckt sich ziemlich weit nach hinten aus und überdeckt den vorderen Theil des Kleinhirns.

* OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London*. V, p. 68.

Bei der Beschreibung der Furchen werde ich der Nomenclatur von JULIUS KRUEG* folgen.

Ich will noch bemerken, dass die linke und rechte Hemisphäre nicht gleichartig gefurcht waren; darum habe ich beide Hemisphären abgebildet und werde, wo es nöthig ist, Beider Furchen für sich beschreiben.

Die Fissura rhinalis, rh., beiläufig die laterale Grenze des Tractus olfactorius, ist an ihrem hinteren Ende mit der Fissura Sylvii verbunden. Mehr nach vorn steht sie mit der Fissura praesylyvia in Zusammenhang, so wenigstens an der linken Seite.

Die Fissura Sylvii, S., zeigte sich an der rechten Hemisphäre viel mehr ausgeprägt als an der linken. Nur der obere Theil derselben war tief einschneidend, der untere mehr superficiell, besonders an der linken Hemisphäre, wo beide Theile selbst getrennt waren. Dass wir es hier jedoch gewiss mit der Fissura Sylvii zu thun haben, ergab sich durch Vergleichung mit den Gehirnen einiger anderen Lemuriden.

Die Fissura suprasylvia, s. s., ist eine tiefe Furche, welche sich in der Mitte zwischen dem oberen Theil der Fissura Sylvii und dem Medialrande der Hemisphäre befindet,

Die Fissura praesylyvia, p. s. war wenig tief und an der rechten Hemisphäre besonders wenig entwickelt.

Die Fissura coronalis, co., findet sich vor dem Vorderende der Fissura Sylvii und ist eine kurze aber tiefe Furche. Sie war links zweimal so lang als rechts.

Die Fissura suprasylvia posterior, s. s. p., besteht aus zwei von einander getrennten, tiefen Furchen. Nur nach Analogie der Gehirne zweier anderen Lemuriden meine ich diese zwei Furchen mit der Fissura suprasylvia posterior homologisiren zu können.

Die Fissura prorea, pr., wurde rechts von zwei kleinen Furchen, welche fast horizontal liefen, gebildet; links dagegen von einer kurzen, fast senkrecht stehenden.

Das Kleinhirn, dessen Vordertheil von den Hemisphären überwölbt wird, hat beiderseits einen grossen Flocculus, Fl. Ohne Flocculus ist das Kleinhirn 36.5 mm. breit. Die Rücksicht auf die Erhaltung des Praeparates verbot eine eingehendere Untersuchung, besonders der inneren Theile.

Ich hatte die Gelegenheit, das Gehirn des Chiromys mit einem Gehirn von

* JULIUS KRUEG. Ueber die Furchen auf der Grosshirnrinde der zonoplacentalen Säugethiere. *Zeitschr. für Wiss. Zool.* XXXIII. Bd. IV Hft. p. 595. 1880.

Lemur catta und mit zwei Gehirnen von Perodicticus Potto zu vergleichen. In der Gestalt sind die Gehirne von Perodicticus und Chiromys einander nicht unähnlich. Der Lobus frontalis ist jedoch bei Perodicticus mehr zugespitzt.

Beim Gehirn von Lemur war dieser Lobus noch viel spitzer; die Fissura Sylvii und die Fissura prorea sind hier auch sehr stark ausgeprägt.

DER DARMKANAL.

Vergl. Taf. III, Fig. 14.

Der Darmkanal wurde bereits von OWEN* beschrieben und abgebildet. Auch PETERS† macht darüber einige Bemerkungen. Ich gebe in Fig. 14 eine schematische Skizze, wie sich der Darmkanal in situ im Körper befindet. Zu beachten ist der Lauf des Colon, welches vom Coecum ab erst nach vorn geht, umbiegt, weit nach unten geht, wieder umbiegt um darauf wieder nach vorn zu rücken, wo es als Colon transversum weiter geht. Das Coecum habe ich bei meinen beiden Exemplaren anders, und zwar mehr spitz zulaufend gefunden, als OWEN es abgebildet hat.

Die Maasse des Dün- und Dickdarms und des Coecum erwachsener Exemplare sind die folgenden:

	Nach OWEN (♂).	Nach PETERS (♀).	Mein Ex. I (♀).	Mein Ex. II (♀).
Dünndarm: (4 Ft.)	122 cm.	195 cm.	228	193 cm.
Dickdarm: (1 Ft. 10 In.)	56 "	82 "	78	73 "
Coecum: (2 In. 7 Lin.)	6.6 "	10 "	10 ¹ / ₂	10 "

Eine histologische Untersuchung des Magens habe ich angefangen, jedoch aufgeben müssen, weil die Magenwand durch Krankheit abnormal geworden war.

DER BRONCHIALBAUM.

Die Lungen finde ich genau wie PETERS§ sie beschrieben und abgebildet hat.

* OWEN. *Trans. Zool. Soc. of London*. V. p. 71.

† PETERS. *Abh. kön. Acad. der Wiss.* Berlin 1865, p. 94.

§ PETERS. *Abh. kön. Acad. der Wiss.* Berlin 1865, p. 96.

Bei der Untersuchung des Bronchialbaums ergab sich mir, dass es hier rechts ein eparteriereller, bronchialer Bronchus existirt.

DIE ZITZEN.

Wie bekannt, gibt es bis *Chiromys* nur zwei, und zwar inguinale Zitzen. Sie sind bereits von KLAATSCH* untersucht und beschrieben. Die Saugwarzen gehören den secundären zu. Ich habe die Zitzen an Längs- und Querschnitten untersucht und habe den Angaben dieses Autors nichts Weiteres hinzuzufügen.

DIE ERNÄHRUNG.

Ueber die Ernährung dieses Thieres sind die Meinungen der Autoren noch immer getheilt. So sagt z. B. LIÉNARD †, dass er Manga und Zuckerrohr liebt. Dagegen heisst es bei VINSON ‡, dass er „cherche dans l'épaisseur des troncs d'arbres des larves dont il est très-avide“. Er thut dieses, nach VINSON, ebenso wie das Trinken, mit dem dünnen dritten Finger. BARTLETT** theilt wieder mit, dass er das Zuckerrohr sehr vorzieht. Bei OWEN †† lesen wir „Describing the fore foot, SONNERAT specifies the long, slender, naked joints of the middle digit, which the animal, he says, makes use of to draw out of holes in trees the worms which form its food“. Weiter finden wir bei OWEN, p. 37, in the letter from H. SANDWICH, folgendes: „On receiving him from Madagascar, I was told that he ate bananas; so of course I fed him on them, but tried him with other fruit. I found he liked dates“, etc. Ferner, p. 38, erzählt SANDWICH, wie er Larven aus durchgefressenen Baumzweigen hervorholte: „He rapidly stripped off the bark, cut into the wood, and exposed the nest of a grub, which he daintily picked out of its bed with the slender tapping finger, and conveyed

* H. KLAATSCH. Zur Morphologie der Säugethier-Zitzen. *Morph. Jahrb.* IX, p. 263. (*Chiromys* p. 281—282).

† LIÉNARD PÈRE, Note sur un jeune Aye-Aye vivant. *Comptes rendus* 1855, T. 41, p. 403.

‡ A. VINSON, Description de l'Aye-Aye etc. *Comptes rendus* 1855, T. 41, p. 638.

** A. D. BARTLETT, The food of the Aye-Aye. *Ann. and Mag. of Nat. Hist.* 1865, p. 142.

†† OWEN, *Trans. Zool. Soc. of London.* V, p. 33.

the luscious morsel to his mouth". — BARON* sagt ebenso, dass er Insecten frisst „The teeth are used in scratching away the bark of trees in search of insects, and the long claw in digging out the prey when found. A white insect called Andraitra (possibly the larva of some beetle) seems to form its chief food". — Dagegen lese ich bei SHAN †, dass er nur Früchte liebt: „meat, larvae, moths, beetles and eggs it would not touch". Ich weiss nur anzugeben, dass das Exemplar, welches jetzt im hiesigen Zoologischen Garten lebt und ausgezeichnet aussieht, mit Aepfeln und Wallnüssen gefüttert wird. Es liebt besonders die letzteren, wovon es täglich ungefähr ein Dutzend verzehrt. Immer beisst es ein Stück aus den Früchten heraus und löffelt darauf den Inhalt mit dem dritten oder vierten Finger heraus, wobei es diesen Finger dann durch die Mund zieht. Dieses geht sehr schnell. Nur selten sah ich, dass es das Innere der Früchte mit den Zähnen herausholte, resp. zu sich nahm, und zwar nur dann, wenn beim Offenbeissen ein grosses Stück des Inhalts frei kam. Als Beispiel, wie schön es einen Apfel auszuhöhlen wusste, habe ich einen solchen in Fig. 15 abgebildet; nur die Schale und das Kerngehäuse sind übrig geblieben.

Es wird nach den verschiedenen Angaben wohl anzunehmen sein, dass *Chiromys* ebensowohl Insecten, als Früchte zu sich nimmt.

* L. BARON, Notes on the Habits of the Aye-Aye of Madagascar in its Native State. *Proc. Zool. Soc.* 1832, p. 639.

† G. A. SHAN, A few rough notes on the Aye-Aye. *Proc. Zool. Soc.* 1833, p. 44.

ERKLÄRUNG DER FIGUREN.

Fig. 1. Ein Theil der Mm. flexor digitorum sublimis, flexor digitorum profundus und flexor pollicis longus. Die Ziffern deuten die Finger an, zu welchen die Sehnen hingehen.

- » 2. Einige Muskeln des Unterarms.
 - » 3. Einige Muskeln des Unterarms.
 - » 4. Muskeln der Hand, Volarseite.
 - » 5. Mm. contrahentes der linken Hand.
 - » 6. Mm. extensor digitorum communis longus (pedis) und extensor hallucis longus.
 - » 7. M. flexor digitorum brevis (pedis) und die Sehnen des M. flexor tibialis s. digitorum longus.
 - » 8. Sehnen der Mm. flexor tibialis und flexor fibularis. Mm. lumbricales (pedis).
 - » 9. Muskeln des Fusses, Plantarseite.
 - » 10. Das Gehirn von oben.
 - » 11. Das Gehirn von der linken Seite.
 - » 12. Das Grosshirn von der rechten Seite.
 - » 13. Das Gehirn von unten.
 - » 14. Schematische Skizze des Darmkanales.
 - » 15. Ein von Chiromys ausgehöhlter Apfel.
-

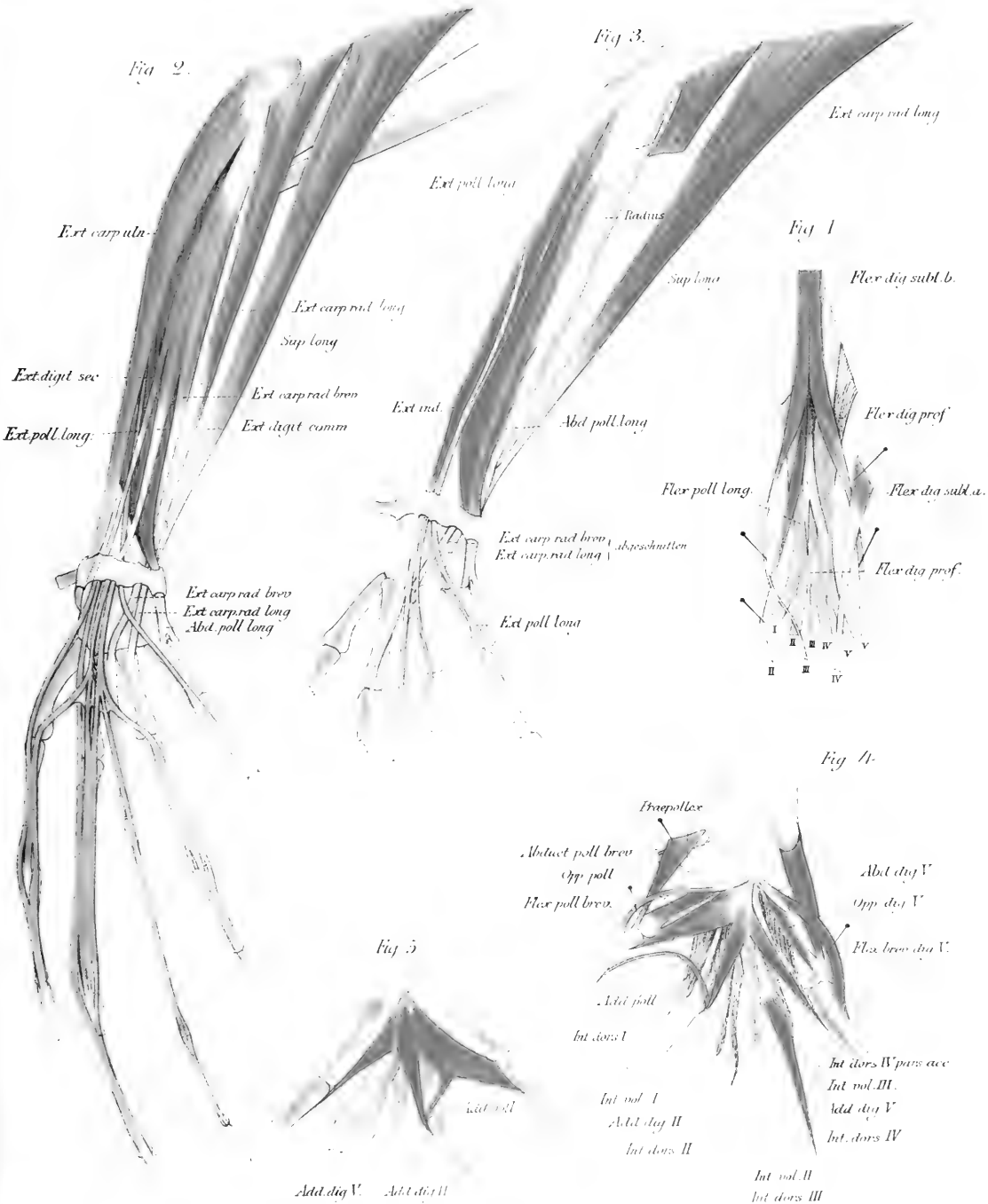


Fig. 8.

Flex. fibularis s. hallucis longus.
Flex. digiti longus s. tibialis.

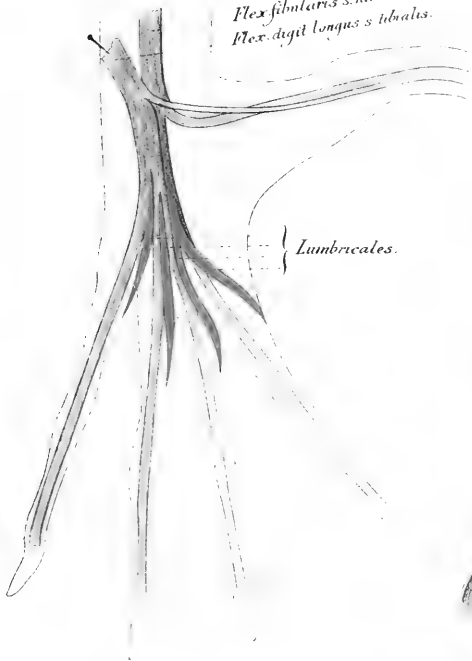


Fig. 7.

Flex. tibialis s. dig. longus



Fig. 6.

Ext. dig. comm. long.
Ext. hall. long.

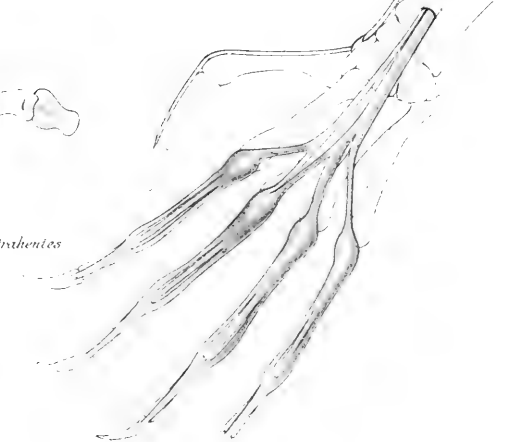
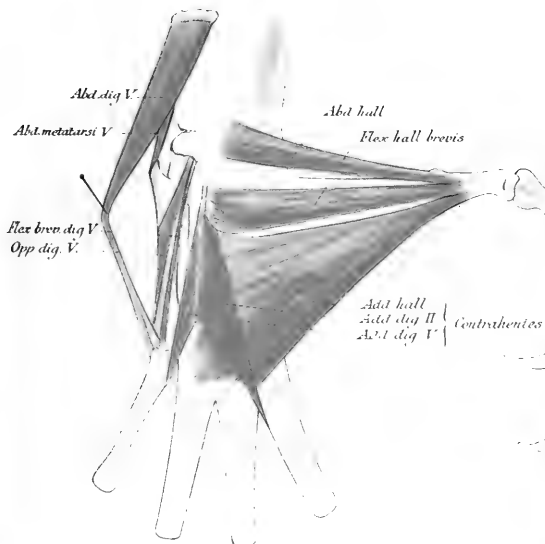
Flex. dig. brevis

Ext. hall. long.
Ext. dig. comm. long.

Ext. dig. comm. long.

Ext. hall. long.

Fig. 9.



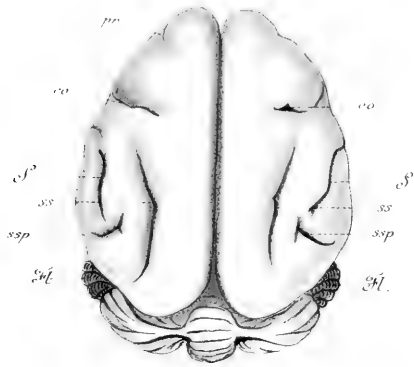


Fig. 10.

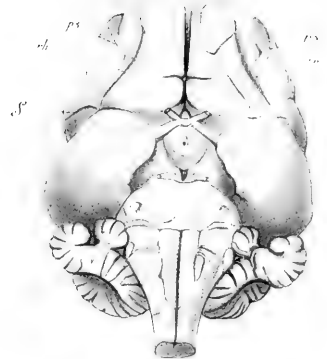


Fig. 13.

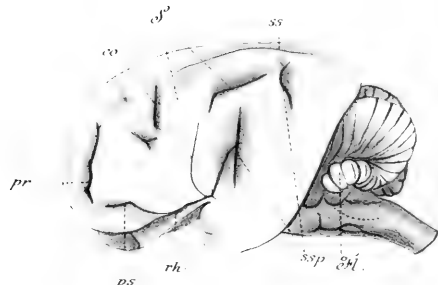


Fig. 11.

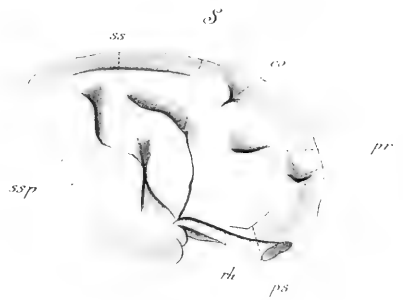


Fig. 12.

Fig. 14.



Fig. 15.



TABLE OF CONTENTS.

INTRODUCTION, by Dr. VAN RYCKEVORSEL	p. 1
PART I. Astronomical part, by Dr. VAN RYCKEVORSEL and E. ENGELENBURG C. E.	" 6
PART II. Observations of magnetical variation, by E. ENGELENBURG C. E.	" 22
Observations at Pará, Sept. 1882—Nov. 1883	" 22
Observations at S. Anna-de-Nietheroy, April 15, 1884—March 31, 1885.	" 38
Reduction of the absolute determinations to one common epoch, by Dr. VAN RYCKEVORSEL.	" 61
PART III. Absolute magnetic measurements, by Dr. VAN RYCKEVORSEL.	" 73
Introduction, and magnetic declination.	" 73
Inclination.	" 99
Horizontal intensity.	" 120
Construction of the maps	" 150
Recapitulation.	" 152
APPENDIX. Meteorological observations at Pará, Nov. 1882— Nov. 1883, by E. ENGELENBURG C. E.	" 160

MAGNETIC SURVEY
OF THE
EASTERN PART OF BRAZIL.

BY

Dr. VAN RIJCKEVORSEL

AND

E. ENGELENBURG. C. E.

I N T R O D U C T I O N .

(by Dr. VAN RIJCKEVORSEL).

The magnetic survey of which the following pages contain the results, was made during the years 1880—1885.

In the first place we have to express our most sincere thanks to the governments of the Netherlands and of Brazil for the very hearty support given to the undertaking. The first took all the official steps and lent the necessary chronometers and some other instruments. This was after having made me a present of the magnetic instruments which had served for the survey of the Malay Archipelago. The Brazilian government on the other hand did very much to promote the work. During four months a steamer of the Imperial Navy was placed at the disposal of the surveying party; all the government railways, many steamship-companies (solicited by government) granted us a free pas-

C 1

sage; the Imperial observatory gave us all the aid it could; official and private letters of introduction made our travels easy in every direction.

It is unnecessary to state that this was owing in the first place to H. M. the Emperor Dom PEDRO II. The noble qualities of this great monarch; his love for science, of which he is himself an illustrious adept; his never failing kindness; his enlightened patriotism, which prompts him to support anything that may be a service to his country, from whatever quarter it come; — these qualities are well known, and our lasting gratitude to His Majesty is only a little more added to the gratitude which hundreds of scientists already owe to him.

But, besides to the Emperor, sincere thanks are also due to a great number of Brazilian gentlemen. Hospitality in tropical countries has become proverbial, and whoever has been to Brazil knows that this country stands conspicuous on the list, even of tropical countries. In the rich man's house, in the poor man's cabin, a traveller is received as if he were an old friend. There really the wish of a visitor is a command, and our only fear is to express it, for these kind people will immediately make all possible efforts to fulfil it. How often did a gentleman, to whom we were only known by an introduction from another of slight personal acquaintance, search whole days to procure a crew or a boat! How often did we find, on arriving at a place, that things had already been perfectly arranged for us!

It would be impossible to give the names, even of those to whom we are most indebted: we found kind people at every step. The ministers of the cabinet; the presidents of the provinces, especially the president of Pará; the priests and judges of all the places where a stay was made; the commander and officers of our man of war and of so many other steamers; ever so many private persons have a right to be remembered by us for their great services and still greater kindness, which greatly tended to make our undertaking a success.

Neither do we wish to forget the friendly intercourse with the Europeans, residents in the many places visited, especially Rio-de-Janeiro and Pará. To a great many of these we are indebted for much more than ordinary good offices. More than one proved himself a friend, when we most needed one, and more than one will for ever be remembered.

I arrived at Rio-de-Janeiro in the middle of December 1880, accompanied by the Jonkheer W. R. A. VAN ALPHEN, C. E. as my first assistant. There we were detained four months by the unfavourable weather, by illness of my assistant, who could not support the climate well, but principally because the ship which the government had promised to lend was absent on other services.

During this time little could be done, except some preliminary work, and a few trips in the neighbourhood were undertaken.

About the middle of March 1881 we began the survey of the coast on board H. Ms. Steamship „*Príncipe-do-Grão-Pará*.” This splendidly equipped vessel was unfortunately too big for such work. The coast of the Empire presents few good ports or anchorages, and it was only with great trouble and sometimes with risk, that we took a certain number of stations, and yet these I do not even consider as sufficient for a good survey. Unhappily the wet season of 1881 was a very protracted one, and the sky nearly always overcast, during the first three months. In certain places we had to stay as many as eleven days before a satisfactory number of observations had been taken. By this immense loss of time not half so much work was done as might have been, under more propitious circumstances.

After Cape S. ROQUE, the point where the coastline assumes a more westerly direction, the weather was continually fine, but unfortunately we being shipwrecked, some leagues East of Maranhão, put a sudden stop to our work. Our poor vessel was totally lost, but we had the good fortune to save everything. However, we had to support a great deal of bumping before we had the instruments safe on shore, and, although the chronometers were not injured, we could of course put no more reliance on their rate. So we hastened to Pará, which place had always been meant for our headquarters in the North, in order to see what was to be done.

More time was lost in finding a house in Pará, and just when we had ascertained that our instruments were in good condition, and while we were planning how to take up the observations at the point where they had been forcibly stopped, Jhr. VAN ALPHEN fell ill and, after a month, died. One more added to the list of scientific martyrs killed by a tropical climate, and one, whose uncommon attainments justified high expectations of what he might have achieved.

A few days after his death my old friend the malaria attacked me rather severely. I found the best thing to do was to get out of Pará, and as soon as I was able to move, in the early part of January 1882, I left for Maranhão. Not quite alone, for I had found a very plucky servant in a shipwrecked young sailor from my native town. But he too very soon caught the malaria, so that during many weeks, we were glad enough if one of us was well.

Both from Maranhão and from Ammaração — the port of the province of Piauhý at the mouth of the Parnahyba river — I went into the interior as far as the steamer went. On the first river, the Itapicurú, I descended in a boat,

taking observations at every convenient point, on the Parnahyba I did the same on a raft.

During this time I continued to suffer from attacks of fever, and came back to Pará in May 1882 so ill and exhausted, that I hastened back to Europe, — not a day too soon. I was not allowed to return to Pará before June 1883.

Before leaving that place however, I had made the acquaintance of Mr. E. ENGELENBURG, C. E., whom my kind friend, Prof. BUYS-BALLOT had engaged to take Jhr. VAN ALPHEN's place. As he is one of the authors of the present publication, here would not be the place to say as much in this gentleman's praise as he deserves, but I rejoice in saying that, as an assistant and a companion, he was all I could have wished. While I was in Europe, he made a series of observations of magnetic variation in Pará, of which more will be said in due time.

The remainder of the dry season after my return in 1883 was spent in several trips, chiefly in the province of Pará. The first of these was on the Capim, a tributary of the Tocantins, running mostly parallel with it. I went up this river partly in the regular steamer, partly in a big boat, towed by a steam-launch, returned in the boat as far as possible and back to Pará in the steamer.

After a stay of two days I made an excursion on the Tocantins, of a month's duration, like the one on the Capim. This trip was rather in the zigzag-fashion, as I availed myself of more than one of the regular trips of the steamer. The rest was done in a boat. It being the dry season, I could proceed no further than the first serious rapid, but this is situated tolerably well in the interior, as the maps will show. These two trips, I made for the most part travelling alone. Mr. ENGELENBURG had to remain in Pará for the readings of the variation instruments. And a second reason was, that I consider the travelling alone less risky, however curious this may sound. The danger of illness is reduced to one person, which is a great thing; for, if of two only one be ill, both are reduced to inaction, and very often of course in an unhealthy district. And also, a boat is often small enough for one person, with his provisions and instruments, decidedly too small for two.

My Dutch boy had gone back to Holland before I returned to Pará, so this time I had a native servant.

The last four months of the year 1884 we spent mostly at Pará, where work was to be done still. However, a station was taken on the island of Marajó, one on an island opposite Pará, and an excursion was made to Manáos; on these occasions Mr. ENGELENBURG accompanied me. Manáos is sure to be the headquarters of any one who will in the future survey the more inland part of the country. So I thought it best to do what I could there, although this

place, quite detached from the area covered by my survey, has little or no value for my work. Also it will be found not to be included in my maps.

In December 1883 we left for Rio and did not do much work for some time. For, with my extraordinary capacity of catching malaria wherever it is to be caught, I had resolved to let the wet season pass before I recommenced my travels. Our first care was to find a house, and after some trouble Mr. ENGENLEBURG was established a little way into the interior, behind Nietherohy, a place at the other side of the bay of Rio. Here a temporary observatory was erected, as had been the case at Pará.

As soon as the wet season showed signs of falling off, I went into the interior again, this time for a tour of seven months. My intention was to gain the great S. Francisco river at the first place where it becomes navigable and descend it to the sea. But I foresaw that this would be rather a strong demand on the reliability of the chronometers, so I first made a preliminary trip, to ascertain the longitude of the last place where the railway would bring me. This was a village called Carandahy. Notwithstanding the wet season proved just at this time to be not at all completely over yet, I succeeded in getting good observations there, and after my return in Rio.

It was from the same place that towards the end of March commenced a tedious overland march of nine days. The chronometers had to be carried, in a country where the people are not at all accustomed to carry from the shoulders.

As, both on the railway and on the march, all depended on the way in which the chronometers were protected, it may be best to explain here the precautions I took. I had three boxes constructed, each for four chronometers. On the bottom were two layers of india-rubber gastubes, the one crosswise over the other. On these rested the chronometers, in their own boxes, all the intervening space being filled in with hay, not too tightly pressed. On the railway I was allowed to have these boxes with me in the carriage, under the seats. Afterwards they were very carefully transported, two men to each box, fastened to a pole resting on the shoulders. Either my confidential servant or I invariably rode alongside the carriers, who were kept together, and great care was taken, that the boxes should never be lifted or dropped with a jerk. It was absolutely the only possible way to include the interior in my survey.

Sabará is the first point where one of the affluents of the S. Francisco, the Rio-das-Velhas, is more or less navigable. Here I got a boat built. A wonderfully uncouth, square thing, but very strong. And lucky it was. For, with the river's numberless rapids and dangers of every kind it is scarcely to be considered navigable, at least only partially so, and only for small craft. With a

good crew I was as fortunate as possible and encountered no accident whatever. I dropped down to where the two big cataracts of Itamaraca and Paulo-Affonso absolutely forbid every idea of navigation. A bit of railway has been constructed to round these obstacles, and from the lower terminus a river steamer brings passengers to Penedo. From here I went by sea to Bahia and Rio. A great number of stations was the result of this tour, lying on a line which satisfactorily connects the work done in the North with that done in the South of the Empire.

After my return to Rio, one more easy trip was undertaken by both of us in the neighbourhood, where I wished to have some more stations.

In November 1884 I went back to Europe. Mr. ENGELENBURG returned in April 1885 after having completed a year's observations in Nietherohy.

P A R T I.

ASTRONOMICAL PART.

(by DR. VAN RIJCKEVORSEL and E. ENGELENBURG).

The instruments we had for the astronomical part of the work were:

Universal instrument, by BAMBERG, Berlin, N^o. 1408;

Prisma-circle with artificial horizon, by the same;

A number of chronometers, varying from 11 to 14.

The universal instrument had vertical and horizontal circles both of which measured 17 Centimeters in diameter, and read to 1", by means of microscopes, with one moveable thread. It was provided with a strong tripod by ELLIOT BROS, London, of the same pattern as is usually given with the unifilar magnetometer, of which instrument hereafter. This stand proved quite steady enough for the purpose. It had moreover a platform all round of three planks, in order to prevent the movements of the observer deranging the instrument.

The prisma-circle, 25 centimeters in diameter, differs only from the ordinary sextant by its being a whole circle, allowing of two readings, and by the substitution of a prism to the smaller mirror. Our instrument was divided from 10' to 10', while the verniers allowed readings to 10".

Of the chronometers 2 were by SCHMIDT, late of Amsterdam; 4 by HOHWÜ, Amsterdam; 1 by PENNINGTON; 3 by PARKINSON & FRODSHAM, and 2 by ARNOLD & DENT.

Of these, eight had been lent by the government of the Netherlands; as long as we were on board the „*Principe-do-Grão-Pará*”, by the kind permission of the commander, we also had the use of three excellent watches belonging to the vessel, two of which were by DENT, one by FRODSHAM. And for Dr. VAN RIJCKEVORSEL's tour on the S. Francisco all the twelve instruments we possessed could be made available, as the able director of the Imperial observatory. Mr. CRULS, kindly furnished Mr. ENGELBURG with another for his work at Nietherohy.

When Dr. VAN RIJCKEVORSEL left for Europe in 1882 he took with him three of the chronometers which most required some attention. These were put into excellent working order again by Mr. HOHWÜ. Three others were afterwards cleaned exceedingly well by a watchmaker at Pará before we went from there to Rio.

It will be seen, that for the computations of every different trip, some of the watches had to be discarded. They were those which had met with some accident, or the rate of which proved to have been too irregular.

Of course the same instruments have served for the magnetic observations.

As to the methods of observation, two periods must be distinguished, viz: 1^o the period before the 29th of August 1881 (date of the shipwreck); 2^o all the following trips.

During the first period, the astronomical work was all done by Jhr. VAN ALPHEN with the universal instrument. As soon as possible after arriving at a station and as late as possible before leaving it, the observations were taken for the correction of the chronometers. As a rule a series of six altitudes of stars was taken, once or twice only a sun's altitude. The observations have always been taken in a way which eliminated the errors of the instrument which were very small by themselves, and made it possible to compute the index-error out of the observations themselves. From time to time a special observation was devoted to the determination of the error of run of the microscopes. The observations were taken as nearly as possible in the prime vertical. The hour angle was calculated after the well known sinus formula.

For the latitude a series of circummeridian altitudes was taken in the same way. As often as it could conveniently be done, two stars were observed, one N. and one S.

With every observation readings of thermometer and barometer have been taken. The reduction of the distances from the zenith have been calculated after the formula:

$$\zeta_1 = \zeta_0 - A m_0 + B n_0,$$

which need hardly be explained.

The leading principle for the determination of the longitudes was, to take as first and last stations of every trip such places which had been satisfactorily determined by others. In some cases the trip ended where it began.

So, for the coast voyage, we had four points: Rio, Bahia, Pernambuco and Pará, taken from „Telegraphic Determination of Longitudes on the East Coast of „South America, by Lieutenant-Commanders F. M. GREEN and C. H. DAVIS „and Lieutenant J. A. NORRIS, U. S. N. in 1878 and 1879”. These were of course taken as first and last stations. In Bahia and Pernambuco we found the stone pillars still standing which had served for that survey, and in such good condition, that our observations were taken on them. In Rio, and afterwards in Pará, the same could not be done.

These fundamental stations naturally cut our coast survey in five parts. These were: One voyage Rio-Bahia; one Bahia-Bahia; one Bahia-Pernambuco; one Pernambuco-Pernambuco, and at last one, beginning at Pernambuco and ending with the shipwreck. The longitudes of this last part are of course less trustworthy.

Upon the whole, the observations are not so good as might be expected with so nice an instrument. This fact must be ascribed to the almost constant bad weather and to the bad state of health of Jhr. VAN ALPHEN, who was scarcely ever thoroughly well.

For a certain number of places where no good observations were taken we adopted the figures from the magnificent survey of admiral MOUCHEZ; with a small correction however, resulting from the difference between that survey and the American one for the four places already named. Those places were Ponta-Redonda, and, for the latitude only, Cabo-Frio, Maragogy and Pará. Further particulars will be found hereafter.

It will be seen, that the longitudes and latitudes given in the magnetic part of this work, are not always exactly the same as those given in this part. The reason is, that the magnetic observations have, as a rule, not been made on the same spot as the astronomical ones. During the stay at a station, the exact place where the different observations were taken, was marked on the maps of MOUCHEZ's Atlas, and by these the distances were afterwards computed.

After Jhr. VAN ALPHEN's death Dr. VAN RIJCKEVORSEL took the astronomical observations as well as the magnetical. With the exception however of Soure;

Manóas and of five places in the neighbourhood of Rio-de-Janeiro, where Mr. ENGELENBURG was the observer.

The prisma-circle was now used. The other instrument, although as compact as possible, was decidedly still too heavy and cumbersome for travels in the interior of Brazil. Also it may be argued, that the degree of precision attainable with the more simple circle was quite sufficient for the end in view, which was not a geographical, but a magnetic survey.

The method followed, although only sun's altitudes were now taken, was very much the same as before. As soon as possible after the arrival at a station, and as late as possible before leaving it, the sun's altitude was observed as near as it could be to the prime vertical. Never less than two days were allowed to elapse between two observations at the same station, in order to make the chronometers' rate more reliable. Generally the determinations of the chronometers' errors in one place were taken either both before, or both after the sun's passage through the meridian. In a few places in the North of the Empire and in nearly half of those on the S. Francisco-river only one observation was taken, in order to lose less time and to prevent too great a bulk of computations afterwards.

Every single observation always consisted of six different double altitudes of the sun's limb, the upper and lower one taken alternately. Before and after every series the index correction was determined, and the observation-chronometer, which was throughout the same, was compared with all the others. The prisma-circle has been tested before and after the survey and presented no instrumental errors of any consequence, nor had any change of importance occurred.

For the latitude, the same number of observations was taken, as near as possible to the meridian. However, only during a small part of the voyage on the S. Francisco could the sun be observed in, or very near to, the meridian, and consequently only a single series of altitudes taken. During the rest of the time the sun, while crossing the meridian, was too near the zenith to be observed with the prisma-circle. In those cases two series were taken, one in the morning and one in the afternoon, both as near as possible to the meridian. Only now and then these two series have not been taken on the same day.

It will be evident, that the latitudes obtained in this way are not so good as those on the upper S. Francisco, when the sun was low enough. Besides, for different reasons, some of the geographical positions are not nearly so trustworthy as others. On the Itapicurú and the Parnahyba (1882) bad weather at first and ill health throughout made the observations of decidedly inferior qua-

lity. At *Manãos* constant rain was the cause of the figures being no more than an approximation. And during the last trip in the South both the bad weather and the great altitude of the sun, which at the time nearly passed through the zenith, rendered the observations of such doubtful value, that we preferred to take some positions from the map.

For the calculation a latitude was at first assumed, as a rule from the map. With this latitude the time was found, separately for every altitude observed. With this result, and with the chronometer's rate, as found at the station, the latitude was then computed, also for every altitude separately. With the so found latitude the correction of the chronometers was again calculated, and this was repeated as often as was found expedient. For the places in the North this method often proved exceedingly tiresome.

The correction of the chronometers has been determined with the well-known sinus-formula, the latitude with the computed local time and the observed altitude.

It will be best, to take the different trips, on which the astronomical observations were taken either by Dr. VAN RIJCKEVORSEL or by Mr. ENGELBURG, separately.

Chronologically the first two are one from Jan. 8 to March 4, 1882 on the river *Itapicurú*, beginning and ending at *Maranhão*, and one from March 7 to May 18 on the river *Parnahyba*, beginning and ending at *Ammaração*. Both these places have been taken from admiral *MOUCHEZ*, as given by him in the „*Connaissance des Temps*” for 1884, in combination with the admiral's Atlas.

The rigorous application of the method of least squares would here have been too wearisome and too nice for the object in view. The following method has been adopted, which practically lead to the same results.

Suppose five stations, A, B, C, D and E are taken. The difference in longitude between A and E is known: let E be West of A by λ (In this case $\lambda = o$). The unknown differences in longitude may be :

$$\begin{aligned} & \text{B from A : } x, \\ & \text{C } \quad \text{A : } y, \\ & \text{D } \quad \text{A : } z. \end{aligned}$$

The observations may be :

Station	Time of observation	Correction of Chron.
A	t_1	a_1
A	t_2	a_2
B	t_3	a_3
B	t_4	a_4

etc.

And, if we call the rate of the chronometer u , the equations of condition will be :

$$\begin{aligned} 0 &= (t_2 - t_1) u \dots\dots\dots + a_1 - a_2 = v_1, \\ 0 &= (t_3 - t_2) u - x \dots\dots\dots + a_2 - a_3 = v_2, \\ 0 &= (t_4 - t_3) u \dots\dots\dots + a_3 - a_4 = v_3, \\ 0 &= (t_5 - t_4) u + x - y \dots\dots\dots + a_4 - a_5 = v_4, \\ &\dots\dots\dots \\ 0 &= (t_{10} - t_9) u \dots\dots\dots + a_9 - a_{10} = v_9. \end{aligned}$$

The irregularities of the chronometer's rate will make it impossible to find the x , y , etc., which rigorously fulfil these conditions. It is then required to make as small as possible the quantities v , which represent so to speak the accidental discrepancies between the real rate and the regular, ideal one. And it may be assumed, that these accidental errors increase according to the duration of the period $t_n - t_{n-1}$.

The most probable system of values for x , y , etc. will be one, which reduces

$$\Omega = \frac{v_1^2}{t_2 - t_1} + \frac{v_2^2}{t_3 - t_2} + \dots\dots\dots$$

to a minimum. To avoid the long circuit by the method of least squares the simple supposition has been assumed

$$u = \frac{a_{10} - a_1 + \lambda}{t_{10} - t_1}.$$

And, if the real consecutive differences in longitude be X_0, Y_0, Z_0, T_0 , then :

$$X_0 + Y_0 + Z_0 + T_0 = \lambda.$$

But, with the assumed value of u , we find the approximative values :

$$\begin{aligned} X &= (t_3 - t_2) u + a_2 - a_3, \\ Y &= (t_5 - t_4) u + a_4 - a_5, \\ &\text{etc.,} \end{aligned}$$

and

$$X + Y + Z + T = n + \lambda.$$

The small quantity n is divided in portions $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, \Delta T$, proportional to $t_3 - t_2, t_5 - t_4, t_7 - t_6, t_9 - t_8$, so the final differences in longitude are :

■

$$\begin{aligned} X_0 &= X - \Delta X, \\ Y_0 &= Y - \Delta Y, \\ Z_0 &= Z - \Delta Z, \\ T_0 &= T - \Delta T. \end{aligned}$$

These values suit the conditions $X + Y + Z + T = \gamma$. They have been substituted in the fundamental formulæ and with the so found values for the v 's the quantity Ω was calculated.

The same work was done for every chronometer separately, and the reciprocal values of Ω have been taken as the weight with which the chronometers were combined.

It is clear, that this method is only admissible, when the rate of the chronometer is nearly constant. And this proved to be the case. It was easy to control the fact, because in nearly every place two sets of observations were taken with an interval (at least two days), long enough to find a rate. And the so found rates were for all the chronometers very nearly constant, and sensibly equal to the mean rate. This happy circumstance was due of course in great degree to the mode of transport, which was, as related before, always by water.

On the Itapicurú 12 chronometers were employed, on the Parnahyba 9, or rather, 3 out of the 12 have been afterwards rejected.

For the trip on the Capim, 2^d of August to 6th of Sept. 1883, the same method could be followed. The position of Pará, where the voyage began and ended, was taken from the U. S. Survey.

However, our position not being exactly the same, the distances between the Americans' pillar, the pillar erected in the garden of the house in the upper part of the *Estrada-S. Jeronimo* in 1881, the house in the same street lower down which we occupied in 1883, and the observatory in the *Estrada-de-Nazareth* were directly measured. This work, through different, partially very busy, streets, and not with the best instrument, was of inferior quality. So the longitudes and latitudes, deduced from the American values are given in round numbers, as follows:

Pillar, 1881 and 1883,	$\lambda = 48^{\circ} 29' 0''$, $\beta = 1^{\circ} 26' 59''$;
House, 1883,	$\lambda = 48 29 30$, $\beta = 1 26 59$;
Observatory,	$\lambda = 48 29 20$, $\beta = 1 27 7$.

Eleven chronometers were employed. and the transport was again by water. During this voyage and the next, however, many of the observations are of an

indifferent character, because the sun was scarcely ever clearly visible. It was the period of the crimson twilights, which have so much interested the scientific world. It may be stated here, that we saw them more than a month before the eruption of Krakatahoe, of which fact our notes in some places bear witness. During a great many weeks the sun at its best was often not much more than an oilstain on a scrap of paper, and observations were an unsatisfactory thing to do.

On the Tocantins, 9th of Sept. to 19th of Oct., 10 chronometers were employed. As has been described before, this trip was not accomplished in the usual way. In three places observations have been taken at different periods. This circumstance rendered a modification of the method of computation necessary.

The rate of the chronometers was determined as before, but the correction ΔX , ΔY , etc. had to be found in another manner. For the number of equations of condition is here three, instead of one.

The last station to the South was Ilha-do-Arco. Both before starting for that island and after the return one observation was taken at a place called S. Francisco. So the difference in longitude between those two places was found immediately by the formula $\frac{xp + x_1 p_1}{p + p_1}$, where x and x_1 represent the two longitudes found in going and in returning and p and p_1 the weight of each of these, assumed as inversely proportional to the duration of each voyage.

The other differences in longitude, X_0 , Y_0 , Z_0 , etc. have been found as follows. Suppose the equations of condition be: $M = 0$, $N = 0$, $P = 0$. If the first found values for X_0 , Y_0 , etc. are m , m_1 , etc., we get: $M = A_1$, $N = B_1$, $P = C_1$, where A_1 , B_1 , C_1 are very small quantities.

Now the following differential equations have been formed:

$$\begin{aligned} \frac{dM}{dX_0} &= a, & \frac{dM}{dY_0} &= a_1, & \frac{dM}{dZ_0} &= a_2; \\ \frac{dN}{dX_0} &= b, & \frac{dN}{dY_0} &= b_1, & \frac{dN}{dZ_0} &= b_2; \\ \frac{dP}{dX_0} &= c, & \frac{dP}{dY_0} &= c_1, & \frac{dP}{dZ_0} &= c_2; \end{aligned}$$

and the sums:

$$[aa] = \frac{a^2}{p} + \frac{a_1^2}{p_1} + \frac{a_2^2}{p_2} \dots \text{etc.}$$

$$[a b] = \frac{a b}{p} + \frac{a_1 b_1}{p_1} + \frac{a_2 b_2}{p_2} \dots \text{etc.}$$

By means of these quantities A , B , C have been found by the equations:

$$\begin{aligned} A [a a] + B [a b] + C [a c] &= A_1, \\ A [a b] + B [b b] + C [b c] &= B_1, \\ &\text{etc.,} \end{aligned}$$

which gave the definitive values:

$$\begin{aligned} X_0 &= m - \varepsilon, \\ Y_0 &= m_1 - \varepsilon_1, \\ Z_0 &= m_2 - \varepsilon_2. \\ &\text{etc.} \end{aligned}$$

where ε , ε_1 , $\varepsilon_2 \dots$ are determined by.

$$\begin{aligned} p \varepsilon &= a A + b \beta + c C, \\ p_1 \varepsilon_1 &= a_1 A + b_1 \beta + c_1 C, \\ &\text{etc.} \end{aligned}$$

This method, although not a short one, is not quite so endless as it looks, because the derivatives $a, a_1 \dots b, b_1 \dots c, c_1 \dots$ are either $= 0$ or $= 1$, and because the sums $[a a]$, $[a b]$, etc. are the same for all the chronometers, so that A , B , C are found by a symmetric set of 9 equations.

Finally the quantities Ω_1 , Ω_2 , etc. have been found and the results of the different chronometers combined as before.

Soure, where the steamer only stops for a few hours, has been visited twice, so that the scheme of the observations is as follows:

Pará		Soure	Pará		Soure	Pará	
Nov. 4	Nov. 8	Nov. 9	Nov. 11	Nov. 18	Nov. 19	Nov. 20	Nov. 30

After what has been said, the method employed for this place needs not to be explained. Four chronometers were employed.

The voyage to Manáos by steamer was made with seven chronometers. The method of calculation was as usual. But almost continual rainshowers during

our stay rendered the sun nearly always unvisible, so that a number of observations sufficient for a determination of the rate could not be made. Also the chronometers, on a tour of nine days each time in a screw steamer, were in worse circumstances than on other occasions. For these reasons, both the longitude and the latitude, which we are able to give for Manáos, as stated before, have no claim to great reliability.

The next voyage is that on the S. Francisco, beginning at Rio-de-Janeiro on the 10th of March, ending at Bahia on the 5th of October 1884. The different modes of transport of the 12 chronometers, out of which 7 have served for the computations, has been described in the introduction. At Sabará, where the boat had to be constructed, a stay of 16 days was unavoidable. At the other stations the rule was two days, or only one. At Januaria, Jatobá, Piranhas and Penedo it was however a little longer.

As explained before, the longitudes of this voyage have been calculated in two parts, by making use of the differences Rio-Carandahy and Carandahy-Bahia as equations of condition. Only of those stations has the longitude at first been computed, where two observations allowed a determination of the chronometers' rate. These being found, the difference in longitude of such places, where only one observation had been taken, was computed by means of the two next to it, of which the longitude had been already found.

We were very much in doubt at first, if for this long lapse of time it would be admissible to adopt constant rates for the watches. But, before the work was undertaken to find the longitudes of 32 intermediate stations with an accelerated rate, this point has been investigated. All the rates at Rio, Bahia and the 32 intermediate stations have been computed. The results are shown in Table I. From this table it is clear, that the irregularities of the rates are far more important than the acceleration or retardation. Also, it showed itself that some of the chronometers had a different rate while travelling, than when at a station. Thus the rate of the seven instruments which were taken into consideration may safely be taken as a constant one, although that of HOHWÜ 454 seems to have been, more than the others, affected by travelling. The irregularities seem to depend in the first place on errors of observation.

An essay of calculation with an accelerated rate for PARKINSON & FRODSHAM 2377, one of the discarded instruments, was made, but the results were not satisfactory. So we adopted the same method as before, based on the supposition of a constant rate, derived from the first and the last observation. The table will show, that this assumption was quite admissible.

TABLE I.

Showing the rates of the different chronometers employed from March 3 to Oct. 15, 1884.

FENNINGTON 1541.	HÖHWÜ 450.	HÖHWÜ 542.	HÖHWÜ 454.	SCHMIDT 351.	HÖHWÜ 394.	SCHMIDT 350.
- 3.2	- 0.7	- 0.1	- 20.0	- 5.3	- 26.4	+ 1.6
- 3.9	- 0.6	- 1.0	- 18.6	- 5.8	- 27.0	- 0.5
- 0.9	+ 1.7	+ 1.1	- 15.7	- 4.0	- 25.0	+ 2.3
- 3.1	+ 0.4	- 0.6	- 17.7	- 4.4	- 26.2	- 0.5
- 1.8	- 0.4	0.0	- 17.2	- 5.2	- 26.1	+ 1.1
- 4.2	- 1.1	- 0.9	- 17.9	- 6.0	- 26.7	- 0.7
- 2.5	- 1.5	- 0.4	- 16.6	- 5.1	- 26.9	+ 2.4
- 3.1	- 1.0	- 0.4	- 17.9	- 5.6	- 26.4	+ 2.0
- 3.7	- 0.9	- 0.7	- 17.2	- 5.0	- 26.1	+ 1.4
- 5.2	- 1.4	- 0.7	- 16.5	- 5.3	- 26.2	+ 1.0
- 4.6	- 2.8	- 0.6	- 17.0	- 5.2	- 26.1	- 0.3
- 5.3	- 1.4	- 0.6	- 16.1	- 5.0	- 25.9	+ 0.6
- 4.6	- 0.3	+ 0.1	- 14.4	- 4.6	- 25.9	+ 1.5
- 3.0	+ 1.7	+ 2.1	- 12.9	- 2.6	- 23.5	+ 3.2
- 5.3	- 1.4	- 0.3	- 16.2	- 5.2	- 26.0	+ 0.6
- 4.0	- 1.2	+ 0.2	- 14.6	- 4.0	- 20.8	+ 0.8
- 5.8	- 2.7	- 0.2	- 15.6	- 2.9	- 25.6	+ 0.4
- 5.8	- 3.0	- 0.2	- 16.8	- 5.8	- 26.1	+ 0.5
- 5.7	- 1.4	- 0.8	- 16.6	- 6.3	- 26.3	+ 0.3
- 4.6	- 0.7	- 0.1	- 15.1	- 5.5	- 25.6	0.0
- 4.1	- 0.8	+ 0.3	- 14.8	- 5.3	- 25.1	+ 0.7
- 4.1	- 1.4	+ 0.7	- 15.1	- 5.3	- 25.1	+ 0.5
- 9.0	- 5.9	- 0.4	- 18.6	- 9.9	- 29.3	+ 4.2
- 4.1	- 1.6	+ 0.9	- 14.7	- 5.4	- 25.0	+ 0.6
- 4.4	- 1.7	+ 0.4	- 15.7	- 5.6	- 25.9	+ 0.7
- 6.2	- 4.8	- 1.8	- 19.1	- 8.4	- 27.5	- 1.8
- 4.2	- 2.4	+ 0.3	- 16.4	- 4.8	- 25.5	+ 1.3
- 3.3	- 2.4	+ 0.8	- 17.6	- 5.6	- 26.1	+ 0.4
- 2.2	- 1.1	+ 1.1	- 14.6	- 4.3	- 24.7	+ 3.1
- 2.2	- 2.2	+ 1.1	- 15.9	- 4.4	- 24.1	+ 2.3
- 2.2	- 1.0	+ 1.2	- 17.9	- 4.3	- 24.5	+ 3.2
- 3.3	- 2.2	+ 0.7	- 18.1	- 3.3	- 25.7	+ 1.6
- 2.8	- 2.2	+ 0.8	- 16.7	- 4.6	- 25.2	+ 0.9
- 3.2	- 1.5	+ 0.3	- 20.0	- 4.4	- 25.6	+ 1.4

The longitudes of Rio and Bahia have again been taken from the U. S. Survey, however with a small correction, carefully computed from the map, owing to the place of observation not being exactly the same. The longitude of Carandahy had been observed separately as has been explained before.

The last little excursion in the neighbourhood of Nictherohy was done by rail with two chronometers only. It has already been said, that the result of this trip has proved unsatisfactory.

The maps employed were, besides those of Admiral MOCHEZ's Atlas: that from KEITH JOHNSTON's Royal atlas; — Mappa do Imperio do Brazil, by a commission under the presidency of H. DE BEAUREPAIRE ROHAN, in 1883, — and some other Brazilian maps of minor importance.

We have thought it necessary to give all these explanations at some length. The geographical work has throughout been of secondary importance, destined, not to produce a new, reliable map of Brazil, but simply to know where the place was, where a certain value had been found for the magnetic constants. For these reasons we would consider it an unwarrantable waste of paper to give the original observations in this part of our work, as will be done in the magnetical part. The Table II contains only the results: the longitudes and latitudes, such as we were able to deduce them from the observations at hand.

One remark may find its place here. It will be in some cases difficult in future to identify some of the stations, because of the variations of appellation. The names of places in Brazil are rather often changed; always so, whenever a hamlet is promoted to a village, or a village to a town. So the place which I call Maragogy not long ago had the name of Gamela, while a few years previously it was called Barreta. Moreover, the capital of a province is, as a rule, not spoken of by its own name, but by that of the province, and some names are so exceedingly long, that they are very much shortened. To give one instance only, the place on the S. Francisco, commonly called Barra, really enjoys the name of Cidade-de-S. Francisco-das-Chagas-da-Barra-do-Rio-Grande. Besides, a great many places, not always far distant from one another, have the same name. So, however careful one may be, mistakes will occasionally appear, and even, notwithstanding the care we took, it is possible, that a place figures in these pages under more than one name.

The calculations have been done by Mr. ENGELENBURG.

TABLE II.

CONTAINING THE LATITUDES AND LONGITUDES OF THE DIFFERENT STATIONS, BEING THE RESULTS OF THE ASTRONOMICAL OBSERVATIONS.

Name of station.	Latitude South.	Longitude W. of Grw
1881.		
Cabo-Frio (bay)		42° 0' 34"
Victoria (<i>praça-da-Alfandega</i>)	20° 19' 24"	40 20 23
Morro-S. Paulo (lighthouse)	13 22 26	38 54 48
Marahú (West bank of creek near village)	15 55 18	38 59 3
S. Cruz	16 5 7	39 0 17
Caravellas (church of S. Antonio)	17 44 16	39 15 9
Ilheos (church)	14 47 32	39 1 25
Maceió (church)	9 40 26	35 43 15
Maragogy (church)		35 13 37
Fernando-de-Noronha (governor's house)	3 51 4	32 24 33
Cabedello (church)	6 58 16	34 50 18
Rio-Grande-do-Norte (obelisk)	5 46 32	35 12 20
Pititinga (shore)	5 23 0	35 20 3
Caiçara (church)	5 3 38	36 3 20
Ceará (customhouse)		38 32 41
Canoa (railwaystation)	4 22 43	38 50 2
Mundahú (church)	3 10 50	39 23 9
Jericoaquara (shore)	2 49 6	40 32 54
Amaração (church)	2 53 17	41 40 44
Tutoia	2 42 57	42 15 11
1882.		
Caxias (bank of river)	4 51 33	43 20 52
Codó (church)	4 28 31	43 51 42
Coroatú (house of judge)	4 8 13	44 6 51
Pirapemas (front of house)	3 43 19	44 11 37
Itapicuru-Mirim (church)	3 23 57	44 20 29
Itaipú	3 6 16	44 13 0
Teresina (great square)	5 4 56	42 48 45
Coloma-S. Pedro (bank of river in front of house)	6 46 24	43 0 43
Amarante (Mr. TOBLER's garden)	6 14 19	42 50 49
Queimadas (just below the village)		42 48 12

Name of station.	Latitude South.	Longitude W. of Grw.
S. Luiz (landing)		43 ^o 0' 40"
Bacurí (landing).	5 ^o 23' 6"	42 51 24
União (landing).	4 35 33	42 52 24
Corralinha (landing)		43 0 57
Lagoa.	3 59 25	42 47 45
Repartição (landing)	3 40 58	42 40 30
Chapeo-de-Couro.	3 26 8	42 21 20
1883.		
Aporoaga (W. of house).	1 59 14	47 46 46
Badajoz (ruins of church).	2 30 50	47 47 25
Manso (S. of house)	2 23 37	47 48 40
Boa-Vista (front of house)	2 17 7	47 51 4
S. Antonio (E. of house).	2 5 28	47 46 55
S. Domingo (square).	1 40 43	47 47 28
Pernambuco (garden in front).	1 28 8	48 2 9
Baião (top of landing)	2 48 26	49 39 55
Mocajuba (river's bank).	2 35 54	49 30 43
Cameté (square).	2 16 20	49 30 16
Jutthy (front of house).	3 22 19	49 36 25
S. Francisco (front of house)	3 45 54	49 39 15
Ilha-do-Arco.	3 58 10	49 35 43
Ituquara	2 53 6	49 38 42
Tamanduá (S. side of house).	2 29 14	49 29 0
Soure (landing-place of steamer)	0 43 35	48 31 45
Manãos (square).	3 6 5	60 2 40
1884.		
Juiz-de-Fora (railway station).	21 45 37	43 19 20
João-Gomes (station)	21 27 41	43 31 25
Barbacena (station).	21 14 43	43 45 57
Carandahy (station).	20 57 10	43 47 58
Queluz (hotel)	20 39 50	43 47 27
Itabira (lowest street).	20 15 23	43 48 7
Sabará (bank of river, between the two bridges).	19 53 10	43 47 13
S. Luzia (priest's house).	19 46 19	43 50 25
Funil (a kilometer below the fall).	19 35 56	43 48 39
Sítio.	19 15 0	43 59 36

*

Name of station.	Latitude South.	Longitude W. of Grw.
Trahiras (river's bank).	19° 0' 31"	44° 0' 27"
Sacco-do-Porto	18 42 17	44 10 43
Barra-do-Paraúna (immediately below mouth of P.)	18 30 14	44 9 0
A.	18 16 30	44 18 0
Barra-do-S. Francisco (immediately above mouth of S. Fr.).	17 58 13	44 29 52
B.	17 40 16	44 39 0
Guaicuhy (village, above the junction of the rivers).	17 12 27	44 46 49
Extrema (landing).	15 51 32	44 53 33
Paracatú (sandbank, little below mouth of P.).	16 37 15	45 2 40
S. Romão (river's bank).		45 4 3
Barra-do-Uruçuia (sandbank, at mouth of U.).	16 7 26	45 4 7
S. Francisco (bank, above village).	15 57 5	44 52 18
Barra-do-Mangahy.	15 42 2	44 46 48
Januaria (landing).	15 29 35	44 20 33
Morro-do-Angú (a little above the hill).	15 16 50	44 8 30
Praia (sandbank).	14 48 4	43 55 22
Carinhanha (landing).	14 18 27	43 46 27
Barra-do Parateca (sandbank).	15 55 18	43 38 6
Bom-Jezus-da-Lapa (front of church).	13 15 39	43 26 0
Urubú (landing).	12 41 30	43 12 15
Itahy (front of house).	12 10 45	43 15 52
C.	11 56 45	43 22 34
Torrinha (front of house)	11 30 38	43 16 45
Barra-(do-Rio-Grande) (bank, just below mouth of R. Gr.).	11 5 51	43 9 45
Mocambo-do-Vento (sandbank).	10 50 27	42 54 4
Matto-Grosso.	10 54 52	42 49 6
Pilão-Arcado (below the village).	10 9 12	42 25 9
Barrocão (island)	9 50 36	42 6 9
Remanso (bank, opposite the village).	9 41 44	42 3 34
Trahiras.	9 44 32	41 38 16
Lagoa	9 39 20	41 25 34
Joazeiro (landing, near chief street)	9 25 14	40 29 0
Capim-Grosso (landing)	9 0 13	39 53 55
Ilha-S. Felix.	8 37 10	39 32 9
Rodella (above village)	8 50 23'	38 45 16
Sacco	8 58 24	38 39 24
Tacutiara.	8 58 36	38 30 43

Name of station.	Latitude South.	Longitude W. of Grw.
Jatobá (railway station).	9° 10' 54"	38° 19' 24"
Piranhas (station).	9 38 40	37 46 13
Penedo (garden of ruined convent)	10 18 28	36 35 52
Nova-Friburgo (garden of hotel)		42 31 40
Cantagallo (middle of main street)		42 20 33
Aldeia-de-Pedra (hotel).		42 4 39
Rio-Bonito (square).		42 37 10
S. Anna-de-Macacú (station).		42 41 46

PART II.

OBSERVATIONS OF MAGNETICAL VARIATION

BY

E. ENGELENBURG C. E.

OBSERVATIONS AT PARÁ. Sept. 1882—Nov. 1883.

Observatory. The instruments were mounted in a small temporary wooden building devoid of iron, 4 M. long by 5 M. wide. The roof was covered with ordinary clay-tiles, excepting immediately over the pillar supporting the telescopes, here glass was the covering used.

This construction stood at a distance of 56 M. from the street in the middle of a garden, which was 16 M. wide. This garden was situated in the „*Estrada de Nazareth*” next the house of Baron DE GUAMÁ.

The instruments were mounted on piers of brickwork, 23 cM. square, covered with stone-slabs which projected 24 cM. backwards. On these the instruments stood, which allowed the deflection magnets to revolve in the vertical plane going through the suspension thread and perpendicular to the axis of the magnetic needle. In addition to the three pillars for the instruments and one for the telescopes a fifth, having a fixed mark, was erected at some distance from the building.

Instruments. The instruments were a set of Prof. J. LAMONT, described in the *Annalen der königl. Sternwarte bei München, Supplementband IV*; but many of the minor articles were provided by Mr. H. OLLAND of Utrecht. The most important modification was, that the magnetic needles did not consist of three blades, but of one solid piece of steel of 100 mM. length 10 mM. breadth and 2 mM. depth. Also the instrument for vertical intensity was constructed as to stand free on its supporting screws, without being fastened to the pier.

With a view to the small value of the inclination and also the important one of the horizontal intensity, the number of weak iron bars of the instrument

for vertical intensity had, in Europe, been increased on both sides from 3 to 5. Even this proved however to produce a deviation out of the magnetical meridian of only a few degrees.

The deflectors of the instrument for horizontal intensity also possessed an insufficient deflecting power.

The mounting of the instruments was begun according to LAMONT's instructions, but this was a very difficult work: 1^o on account of the total want of sufficient assistance, 2^o because the instruments had to be used exactly as I found them at my taking part in this survey, all repairs at Pará being almost impossible.

The first thing to be done was to find a remedy against the deficient deflection by means of the iron bars. They were placed, however always vertically, in such a position, that their magnetical moment on the needle was in maximum. This proving of no avail, the number of the bars was increased, but with the same result. As a curiosity it may be mentioned that four staves with dimensions of 1.1, 4 and 100 cM. were required to produce a sufficient deflection.

Readings on a detached scale clearly showed, that the needle in its utmost possible deviation, only gave declination variations.

A series of absolute determinations of dip was at last begun. This proved also of no avail. So the hope was abandoned of our being able to find the variation of the magnetic inclination.

In consequence of the insufficient moment of the deflecting magnets for the horizontal force the compensating magnets, as they could not be broken, were from the beginning placed inclined to the horizontal plane. Notwithstanding this contrivance both the pairs of deflecting magnets, only when very near to the needle, caused the necessary deflection. The great inclination of the compensating magnets made it impossible for testing the compensation to immerge them alternately in cold and warm water further then the half of their lengths. This defect, which was at first not thought to be of much importance, was the reason, why this part of the observations also proved to be impossible. The readings of the needle for horizontal force soon proved, that this needle moved regularly according to the daily range of the temperature. Yet experiments with the deflecting magnets alternately in cold and warm water showed but very small differences in readings.

After the return of Dr. VAN RIJCKEVORSEL from Europe a series of simultaneous absolute and variation observations of horizontal force was taken. This allowed by means of the method of least squares, with the introduction of the temperature, to investigate the real meaning of the readings of this instrument.

It proved to be beyond doubt, that the influence of the temperature was by far greater than that of the horizontal force.

After what has been said it is useless to speak of the determination of the coefficient of induction or of the angles between the needles and the other factors.

Declination. The mirror attached to the magnetic needle had been (by means of an end-measure) brought to the distance of 1.719 M. from the corresponding glass-scale. At this distance 1 scale division of 1 m.M. has the value of 1 minute of arc. In order to control this the deflections were noted, which the same bar, provided with deflectors, produced in the needle of the variation instrument and in that of the unifilar. Two different series, one before and the other after the series of observations, gave for 1 scale division the mean values of 1'.11 and 0'.94, so the final mean 1'.027 was adopted.

The simultaneous observations after Dr. VAN RIJCKEVORSEL's return gave the following results.

TABLE III.

DETERMINATION OF THE ABSOLUTE DECLINATION CORRESPONDING TO A CERTAIN POINT OF THE SCALE.

Date 1883.	Absolute declination.	Corresp. reading of variation instrum.
July 27	3° 14'.6	60.0
Aug. 1	3 13.7	59.0
7	3 14.2	59.7

On each of these days, after the determination of the true North on the divided horizontal circle of the unifilar, the instrument was left untouched and a long series of observations of declination was taken. This method offered a check upon the already determined value of one scale division. This gave a value of 0.995 for 1 scale division.

A very unfortunate circumstance must be related here: on the 30th of April at 6 a.m. the cross-wire in the telescope belonging to the declination instrument

was found to be broken. Within a couple of days the wires of the other three telescopes likewise followed. The reason was without doubt the excessive dryness, occasioned by the very high temperature. The difficulty of finding a suitable spider's web was the cause of a few days interruption before the threads were repaired; but the break in the series remains.

The considerable distance between my residence and the observatory is the cause of a much smaller number of readings than I was afterwards able to take at Rio de Janeiro.

As many as possible readings were invariably taken at 6, 9 and 10 a. m. and 2 p. m. mean local time. Afterwards a reading at 8 a. m. was added (Table IV.)

Moreover, twice, and afterwards, once a week readings were taken throughout the 24 hours, at every full hour of mean Göttingen time, and on the 1th and 15th of every month throughout one hour readings were taken every five minutes, according to the Instructions of the International Polar Commission, (Table V.)

Lastly, twice a week, from 6 a. m. to noon, readings were taken every 15 minutes mean local time. This was done in order to get the necessary means to correct the absolute determinations. These readings are given in Table VI.

Afterall a detailed discussion of these figures seems useless. However, the movements of the needle are throughout so regular, that it is quite possible to give an idea of the variations in declination as regards the daily and annual inequality. The means of the readings for every hour in the different months, calculated with interpolation, are collected in Table VIII and graphically represented in Plate I. From this Table has been deduced the diurnal inequality in Table VIII.

These Tables and Plate speak for themselves. I point however to the fact, that the month of June 1883 with one maximum and one minimum and the month of December 1882 with a double maximum, and a double minimum clearly show the semi-annual character.

Finally attention may be drawn here to the remarkable disturbance due to the eruption of Krakatahoe. At 10 a. m. on the 27th of August 1883 nothing could yet be detected. At 2 p. m. my curiosity was awakened by the unusually low reading and by the restlessness of the needle. The figures of Table IX will show the uncommonly rapid movements of the needle.

TABLE IV.
OBSERVATORY AT PARÁ.

DAILY DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1882—NOV. 1883. MEAN LOCAL TIME.
ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1'027.

Date 1882	SEPT.				OCT.				NOV.				DEC.			
	6h	9h	10h	14h	6h	9h	10h	14h	6h	9h	10h	14h	6h	9h	10h	14h
1	55.3	54.1	54.9	56.0	56.7	51.6	51.1	57.9		55.2	54.0	56.3	59.1	57.7	55.8	56.9
2	55.3	53.5	54.4	57.4	57.9	53.3	51.1	55.1	58.2					56.9	55.5	57.0
3		50.9		59.3		53.5	53.3	55.8	57.1		53.0			55.9	54.3	57.7
4	54.6	51.2	52.2	56.0	56.9	54.0	53.8	54.8	57.0	54.0	51.6	58.8		56.7	55.8	56.8
5	56.0	52.2	54.1	57.7		54.0	53.8	55.0	56.1	54.6	53.9	56.0		56.3	54.9	58.0
6	54.9	52.3	53.1	54.9		55.9	53.0	55.0		50.5	54.0	54.1	59.1	55.0	53.6	56.0
7						55.0	54.6	56.1					59.5	56.7	55.9	58.0
8					56.7	56.4	56.1	56.6					59.1	55.0	53.5	57.1
9					56.9	55.8	55.0	57.5					59.4	56.8	56.0	58.0
10						53.5	53.3	56.9					59.4	58.0	56.7	58.0
11					56.7	53.6	53.2	57.5					59.3	56.8	55.2	59.2
12					56.9	54.1	54.1	56.9					59.0	56.0	54.1	58.5
13					57.0	53.8	54.4	56.6						56.9	56.4	59.8
14					56.4	54.3	54.8	57.7						56.2	55.5	60.1
15					56.9	56.6	56.4	56.5					60.0	56.5	55.7	59.0
16					57.0	56.0	56.1	56.3					61.5	58.1	55.8	59.1
17					57.0	55.8	55.3	56.4						58.1	57.9	59.3
18						54.5	54.4	56.6					58.9	56.2	55.7	60.9
19						54.8	54.3	58.0						56.0	55.9	60.2
20					57.0	53.9	53.8	56.3					60.5	57.1	55.6	58.0
21					57.5	53.9	53.4	55.0						57.3	56.3	60.2
22					57.5	55.6	54.4	55.8					60.9	55.8	55.4	58.3
23	56.2	53.9	54.0	54.9		54.4	53.8	56.4						55.2	56.2	59.0
24	56.8	54.1	53.9	55.9	57.8	57.4	56.6	55.9						57.0	56.7	60.8
25	57.7	55.4	55.1	56.0		55.7	56.1		59.8	56.5	55.1	55.8				
26	57.0	52.8	52.8	58.1	57.0	55.1	55.2	56.8		57.7	56.6	58.1		57.0	56.4	60.5
27	61.6	55.0	55.9	68.4	57.7	55.8	54.8	56.8	58.9	55.4	54.0	57.3		57.2	56.5	58.7
28		54.6	54.7	57.7	56.9	54.9	54.7	57.3		55.2	55.5	57.4	59.0	56.8	55.9	58.9
29		53.3	53.9	56.0		55.6	55.7	59.2	59.0	56.9	55.3	57.7	60.0	56.0	54.9	58.1
30	56.9	62.7	52.3	56.0		56.1	55.0	56.2	59.9	57.5	56.1	57.0	59.8	58.2	57.0	58.4
31																
Means	56.6	53.3	54.0	56.7	57.1	55.5	54.4	56.5	58.3	55.4	54.5	56.9	59.7	56.7	55.4	58.4

TABLE IV.
OBSERVATORY AT PARÁ.

DAILY DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1882—NOV. 1883. MEAN LOCAL TIME.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1'027.

Date 1883	JAN.				FEBR.					MARCH.					APRIL.								
	6h	9h	10h	14h	6h	8h	9h	10h	14h	6h	8h	9h	10h	14h	6h	8h	9h	10h	14h				
1										58.9	58.0	57.2	56.9	57.9	58.9	57.8	57.0	56.9					
2		56.7	55.0	60.8										56.9	56.8	59.1	60.1	59.7	58.5	58.0	59.0		
3	59.4	55.0	54.4	58.0														58.1	54.7	58.3	55.5		
4		56.0	55.0	58.4						60.0	59.0	57.9	56.3		59.0	58.1	58.0	57.9	57.3				
5	59.6	55.1	53.9	62.0										56.9	55.8	55.0			55.9	54.0	54.6	58.5	
6		55.5	55.3	58.7						59.8	58.4	57.0	57.0	58.0	58.9	57.5	56.7	56.9					
7	60.2	55.3	55.4	60.9						58.9	59.2	58.4	57.6	56.8	59.0	56.6	56.1	56.9	60.2				
8	60.1	56.3	56.5	61.1										57.9	57.0	57.0	56.2	59.0	56.2	55.8	56.4	61.1	
9	60.7	57.6	56.7	59.4						59.2	58.0	57.0	56.4	57.4			55.9	55.0	55.8	59.1			
10	60.4	57.0	56.3	59.1	58.7	56.0	54.4	54.4	60.0	59.2	58.0	56.7	55.9	57.1	58.9	56.0	55.1	55.0	61.4				
11	59.8	57.1	57.0	61.7	59.0	54.4	53.2	53.8	60.1					57.9	56.7	56.3	57.8	60.0	57.2	55.4	54.7	58.4	
12	59.1	54.8	55.0	60.3		55.5	53.4	54.0	59.9	59.1	55.8	54.5	54.2		60.1	59.5	58.2	57.1	57.8				
13	59.7	56.3	56.0	60.9		55.9	52.9	51.3	59.9					58.8	58.9	57.7	59.1	57.7	58.8	57.8	57.0	59.7	
14	59.9	56.3	58.1	59.7	59.1		51.5	51.9	58.8					57.1	56.4	55.3	58.9	59.1	57.6	57.1	57.1	59.4	
15		54.2	54.6	60.2	59.1	57.0	55.2	54.6	57.2						55.9	55.4	57.1	59.4	59.7	59.0	59.1	59.3	
16	60.1	54.0	55.1	58.8														59.0	60.3	60.1	60.0	58.8	
17	61.7	52.9	54.0	60.1	59.3	54.9	52.3	51.0	55.6					57.9	56.7	55.8	58.3	59.1	57.9	57.1	57.1	58.0	
18	60.3	55.9	54.9	60.6										57.7	55.5	54.4	58.1	58.1	59.9	60.1	61.7	62.2	
19		55.0	54.5	60.9										57.4	56.1	56.0	59.0	57.5	57.0	57.0	57.2	61.0	
20	60.8	58.0	57.7	61.3		56.3	55.0	55.0	59.2					58.1	57.2	56.7		59.1	55.5	55.4	56.3	59.7	
21	60.3	57.8	57.2		59.0	55.3	54.0	54.0	59.3					57.9	57.4	57.1	59.3	58.7	58.9	56.7	57.2		
22		58.1	57.6	62.2														59.6	57.9	57.4	58.1	59.8	
23														57.0	55.3	54.1	58.7						
24						59.0	56.9	55.8	55.5	59.9				58.0	57.4	57.9				58.8	58.0	57.3	61.9
25														57.7	57.0	57.0	60.5						
26		54.3	53.7	58.7	60.4	55.9	54.7	53.3		59.0	58.2	57.3	57.1	58.7				56.7	55.9	57.1	61.3		
27		54.4	55.2			57.2	55.8	55.0	58.2	58.3	56.0	55.0	55.0	58.4	59.2	57.1	56.8	56.0	61.0				
28	58.8	54.2	53.3	58.7	59.3	57.8	55.9	54.9	58.4	57.4	56.2	57.0	55.7	59.6				56.9	56.5	56.0	59.0		
29	58.6			58.3		58.0	57.3	57.0	57.9	58.8	56.9	57.3	57.4	59.1				56.0	56.0	55.9	60.1		
30	58.2	51.9	51.0	59.3							58.9	56.3	56.6	56.1			59.0	57.4	56.8	56.8			
31	58.9										58.9	57.2	56.7	57.0	58.1								
															59.3	58.1	57.4	59.0					
Means	59.8	55.6	55.5	60.0	59.2	56.2	54.4	54.0	58.8	59.0	57.7	56.9	55.0	58.3	59.0	57.6	56.9	57.1	59.6				

TABLE IV.
OBSERVATORY AT PARÁ.

DAILY DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1882—NOV. 1883. MEAN LOCAL TIME.
ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1'.027.

Date 1883	MAY.					JUNE.					JULY.					AUGUST.				
	6h	8h	9h	10h	14h	6h	8h	9h	10h	14h	6h	8h	9h	10h	14h	6h	8h	9h	10h	14h
1						59.5	60.0	60.7	60.1	65.0	60.0	57.3	58.2	60.0	64.0	59.2	59.8	59.9	60.1	64.9
2						60.3	58.9	59.1	59.3		60.2	58.4	59.2	60.8	63.5	61.5	60.1	60.8	61.3	63.1
3						60.3	59.3	60.0	60.6	64.0		60.5	61.0	61.3	62.7	61.1	58.9	58.9	59.2	66.0
4		58.1	58.9	58.8	58.0	60.9	59.3	59.0	59.0	63.2	61.4	59.8	60.0	60.0	63.0	62.7	62.0	62.6	63.0	63.1
5						60.1	59.9	61.0	61.0	61.6	61.0	59.2	60.2	61.0	63.9					
6			59.7				63.0	62.4	61.9	63.8	61.0	57.6	57.9	57.0	63.8					63.8
7			58.5			59.9	58.3	58.8	59.1	61.8	60.9	58.8	58.8	59.0	62.4	61.0	59.6	60.0	61.0	66.0
8						60.5	58.9	59.8	60.2	62.2	63.0	59.9	60.0	60.1	63.8		59.8			
9						60.9	57.9	57.1	57.2	64.4		60.2	60.5	60.9	61.2		62.0	62.8	62.5	62.4
10											62.9	61.5	60.9	61.1	63.4	62.5	61.2	62.0	62.4	64.8
11						60.5	59.4	59.1	59.1	62.0						63.0	60.3	61.5	61.2	65.8
12		58.8	58.3	57.9	61.8	60.8		58.0	58.9	61.0		60.1	61.0	62.5	61.3					
13		59.6	59.7	60.0	60.6							60.0	59.8	59.9	62.8					
14		57.9	57.9	58.7	62.1	60.2	58.9	59.1	59.9	61.4	61.9	60.0	61.0	61.9	64.8					
15	59.0	57.8	58.2	58.8	61.9	59.4	58.1	59.5	61.0		61.1	59.5	60.2	61.0	62.4					
16		56.9	57.8	58.3	63.4			61.0	62.1	61.0	60.9	59.6	60.0	60.6	63.0					
17		57.5	57.9	57.2	60.1	60.1	58.1	59.1	59.8	64.0	60.9	60.2	60.3	59.9	62.8					
18	59.5	58.6	58.9	58.1	59.5	61.1	60.1	59.7	60.2	63.1	63.1	60.0	60.0	60.0	61.3	63.9				
19		58.6	60.0	60.3	60.0		58.3	60.2	60.5			57.4	58.1	58.9						
20	59.9	58.3	59.3	60.5	61.0	60.1	57.6	58.0	58.2	63.9	61.0	59.9	59.7	61.0	67.0		61.0	61.2	61.9	64.9
21				59.6	61.3	60.0	58.9	60.0	60.6	64.0						62.0	60.9	62.3	63.9	68.3
22	58.5	57.1	58.0	58.9		60.0	58.0	58.5	59.0	62.0	61.1	58.9	59.1	59.9	65.0	61.0	58.1	59.0	61.8	
23	59.0	57.3	57.2	57.0	61.2						62.0	60.1	60.9	60.9	64.1		60.2	60.2	60.9	65.0
24			58.9	59.3	63.1						62.0	60.1	60.8	60.8	63.0		60.8	60.0	60.3	65.0
25		58.3	58.9	59.1	61.4			62.0	62.1	62.4	61.1	58.6	58.1	58.2	62.8	62.7	60.0	59.0	59.2	62.7
26	59.9	60.5	61.0	62.2	64.1		59.2	60.4	61.1	63.1	62.0	60.8	60.9	60.0	61.6		61.2	61.8	62.0	65.2
27		59.3	59.9	61.0	62.2		57.8	60.1	60.1	63.1	62.9	60.2	60.2	60.9	63.0	62.9	62.0	60.0	59.0	54.9
28	59.7	58.2	58.7	59.0	62.9	60.9	58.9	59.6	61.0	62.2	62.2	62.2	62.1	61.9	64.9	61.8	60.8	60.1	58.9	66.0
29	60.2	59.2	59.6	59.5	61.8	61.7	60.4	61.1	60.9	61.0	61.2	61.4	62.8	62.8	62.8	64.4	64.7	62.9	65.9	63.5
30	60.8	59.0	59.3	59.8	59.3		60.9	60.0	61.8	64.0	60.9	58.2	57.0	57.8	65.0	64.3	64.2	64.3	63.7	62.3
31	61.1	58.2	57.8	58.0	61.8						61.9	58.9	58.1	58.0	63.0	63.2	63.2	63.9	63.8	65.2
Means	59.8	58.4	58.8	59.1	61.4	60.4	59.2	59.7	60.2	62.8	61.5	59.6	59.9	60.3	63.9	61.7	60.4	60.7	61.4	64.8

Remark: In the means for August the 5 last days of the month are omitted.

TABLE IV.

OBSERVATORY AT PARÁ.

DAILY DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1882—NOV. 1883. MEAN LOCAL TIME.
ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1'.027.

Date 1883	SEPT.					OCT.					NOV.				
	6h	8h	9h	10h	14h	6h	8h	9h	10h	14h	6h	8h	9h	10h	14h
1	63.0	63.5	65.9	67.9	66.8						66.9	66.0	64.9		65.2
2													63.5	62.3	65.4
3			60.9	61.6	66.2						68.2	63.8	61.8	61.9	65.2
4			60.1	59.5	63.3										
5		62.1	62.0	62.5	63.1						67.8				66.1
6	63.2	62.1	62.1	62.1	61.7							63.5	62.0	61.6	65.1
7	62.2	61.5	61.8	62.6							66.4	63.0	62.1	61.1	65.1
8	63.2	62.2	61.4	61.0	67.2						67.2		63.0	62.0	64.8
9															
10		62.2	62.2	62.8	63.3										
11	63.5	62.5	62.5	62.8	62.6										
12	63.0	61.6	60.7	60.3	62.0									62.2	
13	63.0	61.1	61.5	62.1	63.8							64.0	61.9	60.4	65.0
14	62.8	61.7	62.0	63.2	61.0	65.7	65.0	63.8	62.9			64.1	62.1	61.6	62.7
15	62.8	62.0	63.1	64.2	62.9	65.8	65.3	65.0	65.2	65.8				63.1	66.0
16	61.2	62.9	65.9	64.8	62.3				62.8	67.0	66.3	64.5	63.3	62.8	66.0
17							66.1	65.0	64.4	65.3		64.0	62.3	61.0	67.1
18	63.9	60.1	60.1	61.8	65.0	65.5	64.8	64.3	64.1	64.4		64.4	62.8	60.6	67.4
19	63.5	61.8	62.7	63.9	66.8	65.1	63.2	62.9	63.1	65.2					
20	63.8	59.8	58.8	58.8	64.0	66.1	63.5	62.9	62.6	64.0					
21	64.0	60.8	59.9	60.3	65.2	65.7	63.2		62.0	65.8					
22		61.5	61.0	61.1	62.0	66.0	64.3	63.1	63.0						
23	64.8	64.0	63.7	63.4	63.9	65.8	64.0	62.3	61.1	64.8					
24	64.1	64.9	65.1	65.3	64.7	66.2	65.0	64.0	63.8	65.0					
25	63.5	62.3	62.7	62.1	61.9	66.8	65.3	64.1	63.8	63.1					
26	64.1	64.3	64.2	64.7	63.9		64.0	63.3	63.4						
27						65.9	63.0	61.1	60.9	63.3					
28						66.2	65.1	64.0	64.0	64.1					
29						66.7		63.9		64.4					
30						66.9	66.3	65.8	65.2	63.6					
31						66.9	65.0	63.8	63.0	65.2					
Means	63.3	62.1	62.0	62.3	64.0	66.1	64.5	63.7	63.3	64.7	67.1	64.1	62.7	61.7	65.5

Remark: In the means for September the first day of the month is omitted.

TABLE V.
OBSERVATORY AT PARÁ.

DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1 1882—NOV. 22 1883. MEAN TIME OF GÖTTINGEN. DIFFERENCE IN TIME GÖTTINGEN. — PARÁ 3h 53^m 46^s.5. ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1.027.

DATE.	Mid- night.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	Mid- night.	
1883 MAY	15 61.1	61.0	61.0	60.8		60.7	60.4		60.1		58.9	57.9	57.8	58.3	58.9	59.7	61.1	61.9	61.8	61.9	61.7	61.8	61.9	61.8	61.7	61.4
	22 61.9		60.9	60.8		61.1		60.2			58.4		57.0		58.7		58.3				64.0		61.9		61.4	
JUNE	1 61.9	61.9	61.9	61.4		61.4	61.2	61.3			59.3	58.8	59.9	60.8	60.1	60.4	61.9		65.0	65.0	64.0	63.3	62.6	62.5	62.2	
	8 62.3		61.9	61.8		61.1		61.1			60.5		58.9		60.3		61.9		62.3		65.1		62.9		62.0	
	15 62.1	62.1	62.1	62.1		62.0			61.8	61.2	59.4	57.9	58.2	59.8	61.1	62.0	62.1	62.8		63.5	64.7	64.0	63.0	62.5		
	22 62.5		62.2	62.2		62.2					60.0		57.9		59.0		60.3		62.1		64.0		63.7		62.1	
JULY	1 62.9	62.9	62.1			62.9	62.9		62.0		59.9	57.1	57.8		58.4	60.0	61.1	62.5	64.1	65.8	65.7	64.3	62.9		62.1	
	8 63.3		62.9		62.4						63.0		59.7		60.1		62.0		63.9		64.0		64.0		63.9	
	15 63.2	63.0	62.9	62.7	62.7				62.2		61.1	59.3	59.7	60.3	61.1	61.2	61.5		62.5	60.6	63.9	65.0	64.9		63.1	
	22 63.1		63.0				63.0		62.3		60.9		58.9		60.0		61.0		65.2		66.8		64.2		63.8	
AUGUST	1 63.8	63.4	63.5	63.2		63.0	62.4	62.8			59.2		58.2	60.0	60.2	61.3	62.3	64.3	65.0	64.1	64.0	63.7	63.8	63.9	61.9	
	9 63.9		63.5	63.2		63.3		63.0				61.9	62.0		62.7		62.3		62.3		64.1		64.0		64.0	
	22 63.2		63.7	63.8							61.0		58.1		62.0		65.9				65.0		63.4		63.2	
	29 64.2	64.2	64.0	64.1	63.9	63.8		63.4		63.0	64.4	64.9	64.4	63.4	65.8	63.8	62.0	61.4	64.0	65.9	65.2	64.1	64.0	64.8	64.3	
SEPT.	1 64.1	64.0	64.0	64.0	63.9	64.0	63.9	63.5	63.2		62.9	62.8	63.8	66.0	68.0	68.1	68.0	67.1	66.5	65.8	64.7					
	8 65.0		64.2	64.0				63.3		63.1			63.0	62.2	61.3	61.0	61.0	62.0	64.5	67.6	68.7	67.7	65.8	64.8	64.9	
	15 64.8	64.6	64.9	64.8	64.7	64.5				63.1	62.7	62.0	62.0	63.3	64.3	64.1	63.2	62.9	62.9	63.8	65.0		65.0	65.0	64.9	
	22 65.0		64.8	64.7	64.4	64.2	64.3				63.1	62.3	61.5	61.0	61.1	61.0	60.4		62.3	66.1	67.5	66.8	65.8		65.0	
OCT.	22 65.9		65.2	65.0	65.3	65.4			65.8		66.0	65.9	64.2	63.1	63.0	62.2	62.0		65.2	67.1	68.6		67.1		65.8	
NOV.	1 65.9	65.8	65.8	65.8	65.9					65.9	67.0	67.0	65.6	64.8			65.0	64.9	65.2	65.2	66.0	67.0	67.5	66.0		
	8 66.1	66.0	66.0								67.3	67.0		62.8	62.0	62.1	62.3	63.4	64.8	65.5	66.0	66.9	67.0			
	22 66.0		65.9	66.0								70.9	68.9	67.8	64.2	64.0	64.1		65.0				67.9		60.9	

T A B L E VI.
OBSERVATORY AT PARÁ.

DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1, 1882—NOV. 16, 1883. TAKEN AT MEAN LOCAL TIME EVERY QUARTER OF AN HOUR FROM 6 A. M. — NOON. ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1'.027.

HOUR.	6h	7h	8h	9	10h	11h	Noon						
1882 SEPT.	1 55.355.355.255.054.854.454.254.053.953.954.054.054.154.354.554.954.955.055.055.055.055.155.355.655.9	5 56.056.055.854.754.054.154.153.752.852.052.552.252.052.853.354.154.354.254.154.155.054.555.054.1	26 57.057.056.956.855.855.154.954.254.053.653.453.052.852.652.552.552.852.953.053.353.754.154.554.955.3	Means	56.156.156.055.755.154.554.454.153.953.453.353.253.053.053.153.653.954.154.154.154.354.854.855.255.1								
OCT.	1 56.756.957.156.956.855.954.954.253.552.852.251.651.351.051.151.251.551.952.152.152.952.353.7	4 56.956.556.557.056.656.656.055.655.255.054.154.154.054.053.853.853.553.353.353.253.453.953.953.7	8 56.756.957.057.357.457.557.057.157.157.056.856.456.256.156.056.156.456.556.856.956.856.756.556.5	11 56.756.556.556.556.155.955.655.154.854.354.153.953.653.253.053.053.253.153.053.253.253.053.754.054.3	15 56.957.057.357.857.957.957.857.557.257.157.056.956.656.256.456.756.456.156.456.556.856.556.756.656.3	18 57.056.957.056.657.056.255.455.054.954.754.554.254.254.354.454.554.754.954.954.954.955.055.055.4	22 57.557.557.957.456.956.756.055.955.655.254.954.854.454.053.953.953.953.853.853.653.653.5	25 60.859.959.058.958.557.957.957.056.455.755.956.456.155.955.956.055.955.855.555.455.0	29 57.657.357.357.157.057.056.355.955.655.755.255.255.755.656.056.256.356.256.656.957.1	Means	56.956.956.957.757.457.157.056.656.255.955.455.054.854.754.654.654.654.554.654.754.854.755.054.955.1		
NOV.	1 58.258.058.158.057.957.056.555.955.355.054.654.454.154.053.953.553.453.453.653.753.753.553.853.954.054.0	5 58.258.058.158.858.258.157.456.856.455.755.554.954.654.554.154.053.753.653.653.653.853.954.054.0	Means	58.258.058.158.858.258.157.456.856.455.755.554.954.654.554.154.053.753.653.653.653.853.954.054.0									
DEC.	1 59.159.259.960.160.360.260.060.059.459.058.758.357.757.056.756.055.855.155.055.054.954.954.955.255.2	5 59.259.159.159.259.259.058.858.358.257.957.256.756.356.155.755.154.954.954.854.955.155.355.956.056.4	8 59.159.159.459.459.158.958.358.057.256.956.055.555.054.454.053.953.553.453.253.153.153.053.153.1	12 59.059.259.159.359.358.958.558.458.257.356.956.256.055.355.054.154.151.252.852.452.052.453.153.954.1	15 60.060.060.060.060.059.859.058.958.858.257.857.157.056.556.156.055.855.755.656.056.356.456.757.057.057.4	19 61.060.960.960.860.159.058.157.856.856.356.055.955.955.855.956.056.156.256.356.356.656.857.0	22 60.960.460.460.059.759.359.058.858.057.157.157.055.855.655.755.755.455.355.855.355.555.255.155.155.9	26 60.060.060.059.959.559.359.058.858.157.957.257.056.856.756.556.456.856.957.056.956.957.057.758.1	29 60.060.061.161.061.060.060.359.759.058.357.957.056.055.355.155.054.954.454.955.055.055.055.155.6	Means	59.659.760.060.059.959.059.258.958.357.757.356.856.355.855.655.355.354.855.155.055.055.155.355.555.9		

T A B L E VI.
OBSERVATORY AT PARÁ.

DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1, 1882—NOV. 16, 1883. TAKEN AT MEAN LOCAL TIME EVERY QUARTER OF AN HOUR FROM 6 A. M. — NOON. ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1'.027.

HOUR.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.	
1883 JAN.	2	60.160.059.559.058.658.057.857.056.756.055.855.355.055.054.955.055.155.155.656.056.3						
	5	59.659.959.759.158.858.157.857.156.856.255.955.355.154.754.254.053.953.954.054.054.154.755.456.157.0						
	9	60.861.061.060.660.460.859.358.958.658.358.157.657.056.556.155.755.355.054.854.554.254.755.055.4						
	12	59.159.159.058.758.157.957.356.856.155.855.255.054.854.854.955.055.656.256.957.758.158.659.059.2						
	15	60.160.059.959.659.058.157.456.755.955.054.354.054.054.054.254.955.155.956.557.157.757.958.158.258.2						
	20	60.860.560.460.159.959.258.958.458.058.058.058.057.657.757.757.757.958.358.959.159.960.861.3						
	Means	59.960.160.059.759.459.058.657.957.456.956.556.256.055.755.655.555.555.655.856.056.356.557.157.557.9						
FEBR.	22	59.259.259.059.059.058.357.757.056.255.555.054.754.054.053.653.453.453.954.054.254.955.155.656.156.557.0						
	26	59.859.959.458.958.457.957.256.556.456.055.855.255.155.055.055.055.055.054.954.954.955.155.4						
	Means	59.259.259.459.358.958.357.757.156.455.855.555.054.954.454.354.254.554.554.055.055.055.355.555.856.2						
MARCH	6	59.860.060.160.059.859.259.058.958.458.057.257.157.057.057.057.057.057.057.056.956.957.057.057.0						
	8	59.459.359.159.058.858.157.957.457.257.157.057.056.957.057.057.357.056.756.356.856.756.456.2						
	13	60.961.061.361.060.259.158.959.058.858.457.958.058.958.057.358.057.759.058.858.658.257.358.058.558.2						
	21	59.359.359.359.059.559.058.257.957.857.957.957.457.457.357.657.157.157.057.057.257.157.057.257.4						
	26	58.359.058.858.258.057.257.057.056.055.555.155.155.055.155.155.054.954.855.155.455.555.956.256.5						
	29	58.959.058.358.358.158.057.357.357.357.156.256.556.656.156.256.256.156.056.456.557.057.157.357.757.9						
	Means	59.559.759.559.459.058.758.358.157.757.456.957.057.056.856.656.556.756.956.856.856.856.757.057.257.2						
APRIL	1	58.959.059.159.159.058.258.057.857.657.357.157.057.057.057.056.956.956.956.856.856.356.055.955.855.7						
	5	58.258.158.058.058.057.358.056.255.955.355.054.754.054.654.154.354.655.055.856.056.656.956.857.057.2						
	8	59.059.058.858.358.057.357.056.756.256.055.955.955.855.955.856.556.456.857.057.157.658.458.859.159.2						
	12	60.160.360.860.960.360.159.859.559.259.058.758.257.957.357.157.157.157.056.756.256.055.956.056.0						
	15	59.459.860.160.160.060.360.159.859.759.459.259.159.059.059.159.059.159.158.958.958.858.558.458.558.4						
	19	57.558.057.857.557.257.157.057.056.956.856.857.057.157.157.257.257.157.357.357.758.058.058.058.1						
	22	59.659.759.759.359.058.858.157.957.957.557.357.357.457.857.958.058.158.258.258.258.258.758.959.159.3						
	26	59.259.259.058.258.157.957.757.057.157.056.656.956.857.056.856.456.056.056.056.056.056.156.757.057.5						
	Means	59.259.159.259.058.858.558.357.857.657.657.257.156.957.056.956.956.957.057.157.257.257.357.457.657.7						

T A B L E VI.
OBSERVATORY AT PARÁ.

DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1, 1882—NOV. 16, 1883. TAKEN AT MEAN LOCAL TIME EVERY QUARTER OF AN HOUR FROM 6 A. M. — NOON. ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1'.027

HOUR.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.
1883 MAY	15 59.0	58.3	58.0	57.8	58.0	57.9	57.8
	59.5	59.2	59.0	58.9	58.8	58.7	58.6
	58.2	58.2	57.9	57.7	57.6	57.5	57.4
25	59.9	59.4	59.1	58.9	58.8	58.7	58.6
30	60.8	60.5	60.1	59.9	59.8	59.7	59.6
Means	59.5	59.4	59.2	59.0	58.9	58.8	58.7
JUNE	1 59.5	59.5	59.0	58.8	58.5	58.0	57.9
	56.0	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
	8 60.5	60.3	60.0	59.9	59.8	59.7	59.6
12	60.1	60.1	59.8	59.5	59.0	58.8	58.5
15	59.4	59.0	58.5	58.1	57.9	57.8	57.7
22	60.5	60.9	60.9	60.5	60.0	59.8	59.5
27	61.0	61.1	61.2	61.0	60.6	60.1	60.0
Means	60.1	59.9	59.6	59.4	59.2	59.0	58.8
JULY	1 60.0	59.7	59.9	58.7	57.1	57.5	58.2
	4 61.4	61.3	61.0	60.0	58.6	58.1	57.9
	8 63.0	62.9	62.8	62.2	61.4	60.9	60.6
12	61.1	61.1	60.8	60.0	58.6	58.1	57.9
15	61.1	61.0	60.3	60.0	59.7	59.4	59.3
18	63.1	62.5	61.5	61.2	61.0	60.6	60.0
22	61.1	60.4	60.0	59.3	58.9	58.8	58.7
25	61.1	61.0	60.9	60.6	60.2	60.0	59.9
29	61.2	61.1	60.9	60.6	60.1	60.1	60.1
Means	61.5	61.3	61.0	60.6	60.2	60.0	59.8

TABLE VI.
OBSERVATORY AT PARÁ.

DECLINATION READINGS FROM SEPT. 1, 1882—NOV. 16, 1883. TAKEN AT MEAN LOCAL TIME EVERY QUARTER OF AN HOUR FROM 6 A. M. — NOON ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 1'.027.

HOUR.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.
1883 AUGUST	159.259.559.8		58.858.858.858.858.858.858.759.1	59.960.059.260.060.160.260.861.461.361.361.261.062.0			
	9		61.961.961.861.962.062.062.262.862.862.862.562.762.562.462.362.262.362.362.3				
	22	61.0	59.759.358.458.758.358.158.258.358.759.059.160.261.161.862.062.563.064.064.064.865.265.9				
	25	62.762.462.261.861.261.060.860.260.059.859.459.059.059.259.059.059.259.259.259.359.559.859.860.060.0					
	29	64.464.865.065.265.164.164.264.264.764.063.262.862.964.465.965.965.965.064.063.563.863.362.962.161.9					
Means (without Aug. 29)	61.061.060.760.860.860.060.059.859.759.759.759.960.260.360.260.760.961.061.261.561.861.962.062.162.6						
SEPT.	163.062.962.963.162.962.962.963.163.564.164.965.165.966.166.567.267.968.168.168.168.168.168.268.1						
	8	63.263.363.263.062.963.062.762.262.061.961.761.461.461.361.061.061.060.860.961.061.061.261.761.9					
	12	63.063.163.163.062.862.362.061.861.661.061.060.760.760.360.160.460.360.460.760.860.360.160.360.760.8					
	15	62.862.462.162.162.062.062.161.962.062.162.362.963.163.864.064.064.264.464.464.364.464.063.863.2					
	22	63.163.163.062.762.061.861.561.761.461.261.061.061.061.161.161.161.161.061.060.960.860.460.3					
	26	64.164.364.564.564.464.364.264.464.364.264.364.364.264.364.464.664.764.864.964.964.864.561.264.0					
Means (without Sept. 1)	63.363.263.263.063.062.962.762.562.562.262.262.262.162.262.262.262.362.362.462.462.262.162.762.162.0						
OCT.	1865.565.965.865.865.165.064.864.164.864.464.863.964.364.164.064.064.164.064.064.063.963.863.763.763.9						
	22	66.066.166.166.265.965.865.064.764.364.063.863.263.163.062.862.763.062.962.562.462.462.262.062.062.0					
	25	66.867.167.166.066.966.266.065.865.365.064.864.164.163.963.963.863.863.863.563.563.563.663.463.4					
Means	66.166.466.366.066.065.765.364.964.864.464.463.763.863.763.663.563.663.663.363.363.263.063.063.0						
NOV.	166.967.067.167.267.166.966.166.065.565.165.064.964.164.064.064.064.063.963.863.763.763.763.9						
	3	68.268.367.767.167.266.465.064.163.863.163.062.061.860.060.961.261.961.961.261.862.061.861.861.962.0					
	6	66.866.566.065.464.964.163.563.062.862.162.061.561.461.461.161.161.061.061.061.061.061.061.061.061.0					
	8	67.267.467.567.167.066.866.066.065.865.365.064.864.164.163.963.963.863.863.863.563.563.563.363.463.8					
	16	66.366.066.766.766.366.065.365.064.564.164.063.963.363.363.062.862.862.862.863.063.163.263.463.764.064.0					
Means (without Nov. 1)	67.267.467.266.966.666.265.364.463.963.463.462.862.561.861.861.962.162.162.162.362.262.162.362.362.363.0						

T A B L E VII.
OBSERVATORY AT PARÁ.

MEANS OF THE DECLINATION READINGS. MEAN GÖTTINGEN TIME.

	1883.					1882.	1883.	1882.			1883.
	May.	June.	July.	Aug.	Sept.	Sept.	Oct.	Oct.	Nov.	Dec.	April.
0	61.5	62.2	63.1	63.6	64.9	56.5	65.9	57.2	57.5	58.5	59.5
1	61.2	62.1	63.0	63.7	64.7	56.5	65.5	56.9	57.3	58.5	59.3
2	61.0	62.0	62.7	63.5	64.6	56.5	65.2	56.8	57.1	58.5	59.2
3	60.8	61.6	62.7	63.6	64.6	56.5	65.2	56.8	57.1	58.6	59.2
4	60.8	61.6	62.7	63.4	64.4	56.5	65.0	56.9	57.2	58.7	59.0
5	60.8	61.8	62.8	63.2	64.2	56.6	65.3	57.1	57.3	58.9	58.9
6	60.8	61.6	62.8	62.9	64.0	56.6	65.4	57.3	57.3	59.2	58.8
7	60.5	61.5	62.6	62.7	63.8	56.6	65.6	57.2	57.3	59.5	58.8
	60.2	61.2	62.4	62.6	63.4	56.4	65.8	57.2	57.4	59.7	58.9
9	59.4	60.7	61.8	61.7	63.1	56.2	65.9	57.1	57.2	59.7	59.0
10	58.7	59.9	61.2	60.8	62.9	55.9	66.0	57.0	57.2	59.6	59.3
11	57.8	58.6	59.5	60.1	62.3	54.8	65.9	56.3	57.0	59.0	58.9
Noon	57.4	58.7	59.0	59.4	61.9	53.8	64.2	55.1	55.8	57.5	57.8
1	58.1	59.7	59.5	60.8	61.7	53.9	63.1	54.7	54.4	55.8	57.6
2	58.8	60.2	59.9	61.6	62.1	54.3	63.0	54.5	53.8	55.1	57.7
3	59.2	60.8	60.8	62.6	62.0	54.6	62.2	54.8	53.8	55.2	57.9
4	59.7	61.6	61.5	63.6	61.9	55.5	62.0	55.5	54.6	55.8	58.3
5	60.8	62.4	62.7	64.1	62.9	56.4	63.4	56.3	55.8	57.0	58.9
6	61.5	63.2	63.9	64.2	64.3	57.3	64.9	57.0	57.0	58.1	59.5
7	62.3	63.8	64.8	64.2	66.2	57.6	67.1	57.6	57.9	58.8	59.8
8	62.9	64.5	65.1	64.4	66.6	57.6	68.6	57.7	58.4	59.2	60.3
9	62.4	63.8	64.5	64.0	65.9	56.9	67.9	57.6	58.3	59.4	60.5
10	61.9	63.0	64.0	63.7	65.2	56.4	67.1	57.5	58.0	59.5	60.0
11	61.8	62.6	63.6	63.7	65.1	56.5	66.5	57.2	57.6	59.1	59.7
12	61.6	62.1	63.2	63.0	64.9	56.5	65.8	57.0	57.3	58.6	59.0
Means	{ 1883	60.5	61.6	62.4	62.4	63.5		65.3			59.0
	{ 1882						56.1	56.7	56.8	58.3	
Amplitude	{ 1883	5.5	5.9	6.1	4.9	4.9		6.6			
	{ 1882						3.8	3.2	4.6	4.0	2.9

T A B L E VIII.
OBSERVATORY AT PARÁ.
DIURNAL INEQUALITY.

THE SIGN \pm INDICATES THAT THE NORTH END OF THE NEEDLE IS TO THE $\frac{W}{E}$ OF ITS
MEAN POSITION. MEAN GÖTTINGEN TIME.

	1883.					1882.	1883.	1882.			1883.
	May.	June.	July.	Aug.	Sept.	Sept.	Oct.	Oct.	Nov.	Dec.	April.
0	+ 1.1	+ 0.6	+ 0.8	+ 1.1	+ 1.4	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.2	+ 0.4
1	+ 0.8	+ 0.5	+ 0.6	+ 1.2	+ 1.2	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.2	+ 0.3
2	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.4	+ 1.1	+ 1.1	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.2
3	+ 0.4	+ 0.0	+ 0.3	+ 1.1	+ 1.0	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.3	+ 0.3	+ 0.1
4	+ 0.3	+ 0.0	+ 0.3	+ 1.0	+ 0.8	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.0
5	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.7	+ 0.6	+ 0.4	+ 0.0	+ 0.5	+ 0.5	+ 0.6	- 0.2
6	+ 0.3	+ 0.0	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.6	+ 0.5	+ 0.9	- 0.3
7	+ 0.0	- 0.1	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.6	+ 0.5	+ 1.2	- 0.2
8	- 0.3	- 0.4	+ 0.0	+ 0.1	- 0.1	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.5	+ 0.6	+ 1.4	- 0.2
9	- 1.1	- 0.9	- 0.6	- 0.8	- 0.4	+ 0.1	+ 0.6	+ 0.5	+ 0.4	+ 1.4	+ 0.0
10	- 1.8	- 1.9	- 1.2	- 1.6	- 0.6	- 0.2	+ 0.7	+ 0.3	+ 0.4	+ 1.3	+ 0.2
11	- 2.7	- 3.0	- 2.9	- 2.4	- 1.2	- 1.3	+ 0.6	- 0.4	+ 0.2	+ 0.7	- 0.2
Noon	- 3.1	- 2.9	- 3.4	- 3.0	- 1.6	- 2.3	- 1.1	- 1.5	- 1.0	- 0.8	- 1.3
1	- 2.4	- 2.0	- 2.9	- 1.7	- 1.9	- 2.3	- 2.2	- 2.0	- 2.4	- 2.5	- 1.5
2	- 1.7	- 1.5	- 2.5	- 0.8	- 1.4	- 1.8	- 2.3	- 2.1	- 3.0	- 3.2	- 1.4
3	- 1.3	- 0.8	- 1.6	+ 0.1	- 1.5	- 1.5	- 3.1	- 1.8	- 2.9	- 3.1	- 1.1
4	- 0.8	- 0.1	- 0.8	+ 1.1	- 1.7	- 0.7	- 3.3	- 1.2	- 2.2	- 2.5	- 0.8
5	+ 0.4	+ 0.8	+ 0.3	+ 1.7	- 0.6	+ 0.3	- 1.9	- 0.4	- 1.0	- 1.3	- 0.1
6	+ 1.1	+ 1.6	+ 1.6	+ 1.8	+ 0.7	+ 1.2	- 0.4	+ 0.3	+ 0.2	- 0.2	+ 0.4
7	+ 1.8	+ 2.2	+ 2.4	+ 1.7	+ 2.7	+ 1.5	+ 1.8	+ 1.0	+ 1.1	+ 0.5	+ 0.8
8	+ 2.4	+ 2.9	+ 2.7	+ 1.8	+ 3.1	+ 1.4	+ 3.3	+ 1.1	+ 1.7	+ 0.9	+ 1.3
9	+ 1.9	+ 2.2	+ 2.1	+ 1.5	+ 2.3	+ 0.8	+ 2.5	+ 1.0	+ 1.5	+ 1.2	+ 1.5
10	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.6	+ 1.3	+ 1.7	+ 0.3	+ 1.8	+ 0.9	+ 1.2	+ 1.2	+ 0.9
11	+ 1.3	+ 1.0	+ 1.2	+ 1.3	+ 1.5	+ 0.4	+ 1.2	+ 0.6	+ 0.8	+ 0.7	+ 0.7
12	+ 1.1	+ 0.5	+ 0.9	+ 0.6	+ 1.4	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.3	+ 0.5

TABLE IX.

READINGS OF THE VARIATION DECLINOMETER ON THE 27th OF AUGUST 1883.

loc. mean time.	reading.	loc. mean time.	reading.
2h.0m	54.9	4h.05m	65.7
2 .05	54.3	4 .10	66.2
2 .10	54.2	4 .15	66.8
2 .15	54.1	4 .20	67.0
3 .00	56.0	4 .25	67.1
3 .18	58.0	4 .30	67.2
3 .30	60.9	4 .35	67.3
3 .35	61.9	4 .40	67.3
3 .40	62.3	4 .45	67.1
3 .45	63.0	4 .50	67.0
3 .50	63.2	4 .55	66.9
3 .55	64.1		
4 .00	64.9	10 .05	64.5

OBSERVATIONS AT S. ANNA-DE-NICTHEROY.

April 15 1884—March 31 1885.

Observatory. The observatory was situated at the corner of the „*Rua-do-General-Castrioto*” and the „*Largo-do-Baratta*” in S. Anna-de-Nictheroy opposite Rio-de-Janeiro.

The small building in which the instruments were mounted was in every respect the same as at Pará; however it was more advantageously situated being close to the house where the observer lived, making a greater number of observations possible.

Instruments. The instruments used were the same, which served at Pará. The observations of the horizontal force proved to be impossible for want of compen-

sation. The telescope belonging to the instrument for vertical force was from the beginning fixed on a separate column. The deflection, which the vertical suspended iron bars could give the needle proved as in Pará to be insufficient and it was clear, that the needle only showed declination variations.

Observations were taken at every full hour, mean local time, as far as was possible for one person. Nearly regularly twice a week readings were also taken every quarter of an hour from 6 a. m. to noon. In November the observations were interrupted for some time by the absence of the observer.

Absolute value of the declination. Having no absolute declinometer at my disposal, the absolute determination of the declination readings was only made after the return of Dr. VAN RIJCKEVORSEL from the S. Francisco journey.

Then was found

T A B L E X.

DETERMINATION OF THE ABSOLUTE DECLINATION CORRESPONDING TO A CERTAIN POINT
ON THE SCALE.

Date 1884.	Absol. declin.	Corresp. reading variation instr.
Nov. 3	5°11'.7	89.8
Nov. 5	5°20'.2	93.5

The absolute value of one scale division (1 m.m.) was determined in the same manner as already described for Pará. One scale division was found to correspond to 0'.999.

Secular and annual variation. To derive any results from the differential observations with regard to both these variations is unreliable. I here mention the absence of absolute determinations of declination, the short period of the observations and the unreliable state of the brickwork as shown by the small movements indicated by the fixed mark.

Diurnal Inequality of the declination. In the following Tables only the readings themselves can of course lay claim to absolute correctness. For as soon as I come to make the means of the readings, the observations are too few in number, too irregular, and the period too short, as to give these means absolutely true. Notwithstanding the many blanks they are however calculated, to derive some results.

Table XI gives the readings themselves. The means of the hourly positions of the magnet in each month are collected in Table XII.

Table XIII exhibits the mean hourly position of the magnet in 10 months of the year relatively to its mean position in the month.

The mean hourly readings in every month are graphically represented in Plate II. The black horizontal line denotes the mean position of the needle in that month. The dotted lines show the means as derived from the readings every quarter of an hour. These readings are collected in Table XIV.

I gave the means for every month separately notwithstanding I am aware, that the time has been too short to give these positions fairly.

I also preferred representing graphically the mean readings, to what commonly is given viz. the diurnal inequality, for then it is possible to illustrate every month and so much the more, because the form of the curve is for both the same.

Out of Table XII or XIII or Plate II the strongly contracted movement with northern declination of the sun and the far greater amplitude with southern sun's declination strikes the eye immediately. This may also be seen from the last column with amplitude in Table XIII. Further is it evident, that the magnetic declination has but one maximum and one minimum in the summer months (Dec., Jan.), while in the winter months (June, July) there are 2 max. and 2 min. In summer the maximum falls during the early morning hours, in the winter season the principal maximum appears about 5 p. m. The maximum in the early morning hours shows itself in summer later than in winter. The minimum appears in the summer months between 11 a. m. and noon. In winter the principal minimum falls between 7 and 8 a. m. gradually it appears earlier and by degrees vanishes. Times of maxima and minima may be seen in detail from Table XIII.

Semi annual Inequality. I do not give this inequality as it has but relative value. A single glance at Table XIII or on Plate II for June and December will show the existence of this semi-annual inequality as in every other observatory.

Disturbance variation. The difference between the real reading and the mean for that hour in that month are formed in Tables.

I separated them, according to the method of Prof. BUYS BALLOT exposed in the *Archives Néerlandaises* 1882, in four parts, those smaller than 0.5, between 0.5 and 1, between 1 and 2, and greater than 2 scale divisions, having regard to westerly and easterly positions.

In counting their numbers I found: That those of the first class are in

minimum about the upper transit of the sun this number increasing strongly towards sunset and sunrise, so that the maximum may be supposed to occur at the lower culmination of the sun. It seems as if the western disturbances prevail with northern sunsdeclination in the morning hours, whilst the eastern are in majority in the evening.

For the fourth class no difference is to be found between the easterly and westerly disturbances. They are only noticed during the day hours, and with northern declination of the sun about the upper culmination. With increasing southern declination their number increases rapidly, at the same time they spread over all the day hours.

The disturbances between 0.5 and 1 scale division follow the same law as those smaller than 0.5 sc. div.

Those between 1 and 2 sc. div. follow the same law as those greater than 2. It seems however that they partake the behaviour of the smaller during the southern declination of the sun.

Magnetic Storms.

During the observation Aug. 11. 6 a. m. the three needles were moving up and down with an amplitude of about one millimeter, without any swinging in the horizontal plane

This movement decreased gradually and 15 minutes afterwards the needles were normal. During this interval the declination was increased by 1 scale division. It is to be noticed, that the diurnal inequality at 6 a. m. Aug. 11 was the smallest of the month. A month latter the European newspapers brought account of an earthquake, which was felt Aug. 12 on the U. S. coast from Maine to Maryland and the Allighany mountains. On my return to Europe I found in the „Statistik der Erdbeben von 1845—1885 von Prof. Dr. C. W. C. FUCHS, *Sitzungsbericht der Königl. Akad. der Wissens.* Bd. XCII. Oct. Heft 1885” that this earthquake was felt at 2.07 p. m. on Aug. 10. The observation on this day 2 p. m. loc mean time showed nothing particular.

A similar observation was made before the Andalousien earthquakes. As the needles stood, with rare exceptions for thunderstorms, almost always quite still, any small trepidation or swinging was immediately detected. So the readings during the evening of Dec. 20 and 21 and still more those of Dec. 22 showed very small vibrations of the needles. These may also be supposed to stand in connection with the earthquake at 3.28 a. m. on Dec. 22 at Lisbon, which preceded the long period of earthquakes in Dec. 1884 Jan. and Feb. 1885.

At Pará on several occasions I visited the observatory to look for some influence of thunderstorms on the magnetic needles. It was always labour lost. At Rio de Janeiro however on Sept. 12 about 5.30 p. m., the sky having the appearance of an approaching thunderstorm, I went immediately to the observatory. Soon after having applied my eye to the telescope, while the first big drops of rain began to fall and the first flash of lightning was noticed all the needles begun to vibrate. The next Table gives the readings of the declinometer.

READINGS OF THE DECLINOMETER DURING A THUNDERSTORM.

loc. m. time.	needle swinging.
5.55	from 89.0—90.2
6.07	89.0—89.8
6.30	88.2—89.0
6.34	88.7—89.3
6.54	88.8—89.1
7.00	89.0 nearly still.

While looking with one eye in the telescope and with the other out of the door. I witnessed at different times the direct influence of the lightning flashes on the movement of the needle. It was clear, that at the moment of a flash the needle received a shock. This shock either brought the needle still farther from its mean position or made it immediately nearly motionless. As the thunderstorm drew nearer the effect of every lightning flash seemed to increase until the storm passed over, when a diminution was perceptible. It may be stated, that for several months previously neither thunder nor rain had been noticed except a little rain in the very early morning hours of the preceding day. The general direction of the storm seemed S.W.—N.E. After this day every thunderstorm which did not pass over at too great a distance confirmed the first experience. The observed facts agreed with those already described. Sometimes the amplitude of the swinging reached 2 scale divisions.

In the *Phil. Trans.* 1795—98 will be found a series of magnetical observations made by JOHN MACDONALD Esq. at Fort Marlborough Sumatra; there we read: „It appears in general that such diurnal variation as had been observed during thunderstorms was greater than it ought to have been *ceteris paribus*.”

A single glance at Table XI will justify this rule for Sept. 12, Oct. 15, Dec. 18, however the other dates for instance Dec. 12 are in contradiction.

I do not try to explain the discrepancy between my observations at Pará and those at Rio-de-Janeiro in relation to thunderstorms. I only state that in the neighbourhood of Pará no hills are to be found, while at Rio-de-Janeiro the observatory was situated at the foot of two high hills.

It may be thought that too much space has been allotted here to the influence of thunderstorms. But with the only exception of JOHN MACDONALD Esq., I believe it is accepted, that no such influence exists. So for instance to mention Prof. Dr. A. OBERBEEK in the *Leopold.-Carol. Deutsche Gesellschaft der Naturforscher* 1881: „Besonders bemerkenswerth ist, dass sich das Nordlicht sehr wesentlich von den gewöhnlichen Entladungen (der Electricität) bei Gelegenheit eines Gewitters unterscheidet, welches keinen Einfluss auf die Magnet-Nadeln aus zu üben scheint”.

Note. Prof. J. A. C. OUDEMANS remarked in the „Rapport over the Magnetic Survey of the Eastern Part of Brazil” *Versl. en Med. der Kon. Akad. v. W.* 3^e reeks, Dl. VII, that he was told by Dr. BERGSMAN, the director of the observatory at Batavia, lightning flashes there also shook the magnetic needle.

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY
DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY).

DATE.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Mid- night.	
15							83.9	84.8	85.7	84.9		79.9	79.9	82.0	85.1										
16							84.9	85.8	84.8	84.4	82.9	81.9			81.8	84.3									
17																									
18								86.0	85.8	85.8	84.4	82.0	80.7	81.1	82.2		85.8	85.7	86.0	85.7					
19							84.7	86.0	85.4	85.7	84.1	80.7	80.1	81.3	83.0	84.9	86.0	84.5	85.7	84.9	85.8				
20								87.0	87.1	87.2	85.0	81.8	81.3	82.8											
21							84.2	86.3	86.1	85.7	83.8	82.5	81.7	81.9	83.0	84.3	85.0	84.0	85.0	85.1	85.1	85.3			
22							84.8	85.2	85.0	84.5	83.0	82.4				81.8	85.4	84.2	85.3	85.8	85.3				
23								85.0	87.0	87.1															
24							83.9	84.2	85.1	85.7	85.3	84.4	83.3	83.0	83.9	84.3	86.1	86.1							
25								83.5	84.9		85.0	83.4	82.9	83.1	83.9	84.9		84.9	85.2	85.3	85.3	85.0			
26								85.4	87.2	87.0	86.9	85.4	81.7	83.2	84.9	85.9	86.5		86.1	86.2	86.5	86.3	86.5		
27							83.7	83.0		86.0	85.5	83.3	82.1	80.0	80.9	83.1	85.3	85.9		86.8	85.8	85.3	85.2		
28							84.0	84.3	85.2	86.2	86.4	83.0	80.0	81.9		85.0		84.9	85.0	85.1	85.1				
29							84.1	85.0	86.4	86.8	85.9	84.1	81.6	80.3				84.2	85.0	85.2	85.3	85.4			
30							83.7	85.0	85.7	85.3	84.2	81.3	80.2	80.0	79.9	81.7	83.4	84.6	83.4	84.9	85.0	85.3	85.8	85.8	86.0

APRIL 1884.

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY
DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY).

DATE.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Mid- night.			
1	86.4	87.1	89.1	88.3		87.8	86.9	86.1	85.7	84.3	82.2	81.8	82.7	82.5	85.0	87.5	86.9	85.0	85.7	85.4	85.4						
2							85.9	87.2	88.0	86.9	84.0	81.4		80.7	82.4	84.0	85.2	84.9	85.9	85.9	85.8						
3							85.2	86.3	88.0	88.0	86.3	83.9	83.0				85.9	85.2	85.9	85.9							
4							85.1	86.9	88.1	86.8																	
5									85.0	83.0	81.7	82.1	84.2	85.2	86.1	85.9	85.1	85.8									
6							85.1	84.2	84.0	85.1	84.2	79.8	78.3	79.8	82.1	84.2	85.9	86.7	85.4	86.1	86.1	85.8					
7							86.1	85.5	86.9	87.0	86.3	83.0	79.2	81.1	82.1	83.8	84.9	85.1	85.0	85.5	85.6	85.8	85.8	85.9		85.9	
8		85.8					85.0	84.8	86.8	87.8	86.5	84.9	83.1		84.1	83.4	84.3	85.1	85.4	85.9	85.9	86.0	86.0				
9							84.8	84.3	85.8	86.2	86.0	84.8		81.1	82.8	84.0	84.9	85.9	85.7	86.0	86.0	86.0					
10								85.7	86.7	85.8	83.4	83.2	85.1	85.4	87.9	88.2	86.9	86.6	86.2	86.2	86.3	86.1					
11							84.4	85.1	85.7			82.6	83.2	85.8	86.0	87.0	86.8		86.0	86.2	86.3	87.0					
12							86.4	87.5	86.3	83.5	83.7	83.7	83.6	84.4	85.8	86.1	86.0										
13							85.0	85.8	87.3	88.7	87.9	86.0	83.2	82.3	81.3	82.2	83.7	85.3		86.2	86.2	86.1					
14							84.3	84.4	85.3	86.7	86.3		82.9	81.4	81.0	82.8		86.2	85.8	86.8	86.3	86.2	86.2	86.3	86.1	86.1	
15	86.1	86.0	86.1	85.9		84.8		84.8	86.3	85.7	85.3	83.8	82.4	83.7	84.3	85.7	86.7	86.3	86.3	86.1	86.2	86.2					
16							85.8	86.0	87.0	86.4	83.9	81.9	81.6				85.6	85.4	86.0	86.2							
17							84.8		86.3	86.8	86.0	84.5	83.8		83.2			86.0	86.3	86.3	86.1						
18							85.0		86.1	84.3	83.2	83.4	83.0	83.3	85.6	87.0			86.6	86.7	86.6	86.9					
19							83.1	84.0	85.7	86.4	86.0	85.0	84.8	83.0	83.8		86.8	86.3	86.7	86.1	86.3						
20							84.7	84.6	85.8	86.8	87.3	85.9	84.0	83.8	81.8	82.1		86.2	86.0	86.3	86.3	86.1					
21							84.8		86.4	88.8	89.4	88.9	87.2	85.4	83.6	83.8		86.8	86.1	86.6	86.1	86.3	86.0	86.1	86.3	86.3	
22	86.2		86.0				85.0	83.8	84.8	86.3	86.9	84.0	83.9	83.1	83.2	84.2	86.0	86.9	86.0	86.7	86.3	86.0					
23								82.9	83.8	85.1	85.4	85.0	85.8	83.4	84.1												
24								85.3	84.9	83.8	83.5	83.5	84.0	83.7			86.9	86.4	86.7	86.3	86.7	86.4					
25								85.1	86.7	87.4	86.4	86.0	85.8		83.6												
26								83.9	83.9	85.0	84.9	83.8	82.9	83.5	84.3	84.8			86.4	86.7	86.4	86.2	86.3				
27							85.8	85.4	85.9	87.6	86.8	84.4	82.2	82.3	83.0	84.3		86.3	85.8	86.1	86.0	86.1	86.1				
28							85.9	84.3	84.6	85.2		84.0	83.8	84.4		85.4			86.3	86.7	86.8	86.7	86.4				
29								84.1	84.9	84.8	83.8	82.3	82.1	83.1	83.2	85.3	86.2	86.3	86.9						86.6	86.7	
30	86.9	86.9	86.4	86.2	85.9	85.8	85.0	84.9	86.0	86.1	85.0		83.7	83.9	84.0	85.0		86.6	86.1	86.8	86.7	86.7	86.5				
31							85.0	84.0	83.4	83.5	83.7	82.9		82.9	84.0	85.0	86.0		86.8	86.8	86.8	86.8	86.9				

MAY 1884.

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY
DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY.)

DATE												Noon.												Mid- night.
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	
1						85.1	83.5	83.0	84.8	85.8			84.1	85.2	86.2			87.0	87.3	87.4	87.9	87.3		
2						85.8	84.0	84.6	85.7	85.8	82.9	81.9	83.2	83.7	86.0	88.7		86.0		86.5	86.8	86.9		
3						84.7	84.0	85.8	87.4					85.8										
4							85.3	85.9	85.5	85.2	85.9	87.0	87.0	85.9	85.8				86.9	86.8	86.6			
5						84.4	85.0	86.2	87.0	83.7	81.7	83.0	83.9	85.2	86.8		86.3	86.4	86.7	87.0	87.0			
6							86.1	87.0	86.1	84.7	85.1	85.3	86.2	87.0			87.3	88.1	87.0	87.3	87.0			
7						85.1	84.2	85.2	86.1	87.7	86.4	85.9	85.3	84.8	85.2	86.3					86.8	86.8	86.7	
8	86.8	86.2	86.1	86.0		85.7	84.3	84.3	85.3	85.8	85.3	83.8	83.3	83.9	85.0	86.7	87.1	86.9	86.9	86.9				
9							84.3	85.5	85.7	84.9	83.0	82.4	83.5											
10						86.4	85.2	85.4	86.2	87.3	87.1	85.7	84.8	84.0	85.9	88.0			87.0	86.8	86.7	86.7		
11						85.8	85.2	86.3	88.1	88.9	85.9	83.0	82.3	82.9	84.0	86.1			87.0	86.9	86.8	86.7		
12							85.2	85.7	86.3	85.9	85.3	85.2	86.5	86.0	84.3			86.9	86.9	86.8	86.7	86.8		
13						85.7		84.8	86.2	86.8	86.9	86.0	85.4	84.1	85.0	86.4		87.7	87.1	87.0	87.3	87.7	86.7	
14					86.1	85.9		85.3	85.9	85.8	84.8	83.9	84.2	82.4	84.3		87.8	87.3	87.3	87.2	87.1	87.1		
15						86.0	84.9	84.8	86.3	88.1	87.9	86.5	86.0	85.4	86.1			87.1	87.1	86.9	86.9	86.9	86.9	
16	86.9	86.8				86.1	84.8	84.1	84.9	85.2	83.7	83.0	84.0	84.9										
17																								
18						85.7										86.2								
19							83.1	84.5	86.1	87.1	86.7	87.3	87.0	86.7					87.4	87.1		86.8		
20							84.9	85.2	86.4	86.8	86.3	85.9	86.0	85.7	85.9	87.3	87.1	87.0	87.0	87.1	87.0	87.0	87.0	
21	87.0	86.9			86.8	86.3	86.0	84.7	84.2	85.8	86.9	86.0	84.3		82.0	83.6	85.9		87.1	87.0	87.0	87.1		
22							85.2		86.5	87.0	86.7	86.3	86.2	86.9										
23						90.2		85.0	85.0	86.1	87.0	85.4	86.7	86.9	86.3	87.0			88.1	87.2		87.8		
24							85.1	84.3	85.7	86.7	85.1		84.5	85.7	87.1	87.5		87.7	87.9	87.5		87.1		
25								87.3	86.2	85.0			85.3	85.1			87.8	87.1	87.4		87.3	87.1		
26						86.1	85.1	85.2	86.3	87.0	86.1	85.3	86.3	86.0	85.6	87.0	88.1	87.9	88.0	87.6	87.2	87.2		
27							85.5	85.3	85.8	86.3	86.0	85.9	86.4	86.1		87.5	88.3	87.9	87.7	87.7	87.4	87.4		
28						86.1		84.9	85.1	85.5	84.8	84.2	85.8	85.4	86.4	88.7		88.4	88.1	88.0	87.9	87.5		
29							87.8		85.4	86.0			84.7	85.8	85.1		87.6			88.0	87.5			
30						87.0		85.1	85.4	85.0	84.0	83.5		85.1	85.0	86.5	87.7	87.2	87.3	87.7	87.7	87.3	87.8	

JUNE 1884.

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICHTEROY.)

DATE	Noon.																						Mid- night.
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	
1	87.9	87.9	87.9	87.0		86.1	85.2	84.1	85.1	85.9	85.0	85.8	85.3	85.3	86.0	87.8		87.9	87.8	87.9			
2								84.8	84.9	84.9	84.1	84.4	85.1	87.0									
3						87.0					86.7	84.9	85.1	86.9	87.9	88.0		87.0	88.0		85.9	87.0	
4								82.0	82.5	84.1	85.0	86.0	86.8	87.0	86.8	87.7	88.0	88.0	88.0	87.9	88.0	87.9	
5						86.0	85.4	84.8	85.2	85.9		85.8	84.5	84.8	85.6	87.5			88.3	88.1	87.3	87.4	
6								83.9	83.5	83.9	84.1	85.2	85.0	85.0		87.0			88.0	88.0	87.8	87.8	
7						86.0	85.2	85.0	86.3	87.6	87.3	87.7	87.0	85.3			87.9	87.8	88.0	87.9	87.2	87.8	
8	87.8							84.7	84.0	84.9	85.8	85.0	83.2	85.1	85.3	85.7	87.4	88.6	87.9	87.6	87.4	87.3	
9	87.2	87.2										87.3	85.7	85.0	85.7	87.8	88.8	87.9	88.6	87.9	87.4	87.2	
10						85.3	84.1	84.0	85.6	86.9	87.0	86.3	87.2	86.8		89.2		88.0	88.0	87.9	87.9	87.9	
11								84.0	85.3	85.8	86.0	87.0			85.0	85.2	87.3	88.1	87.7	88.0	88.0	87.6	
12						87.3	85.6	84.0	84.7	86.0	87.0	86.1	85.9	86.3	87.1		89.1	88.0	88.4	88.2	88.0	88.0	
13								86.0	85.2	86.0	87.0	85.4	84.0	82.8	86.0								
14						86.9			84.5	84.7				84.0	85.5	87.9	89.0	88.1	88.1	87.9	88.0	87.9	
15								85.0	85.9	86.7	86.3	85.0	84.0	86.0	87.4		88.8						
16						86.7	85.9	86.0	86.7	85.4	85.8	86.9	88.0	86.9	85.9	87.1	88.4	88.1	88.0				
17												84.0	85.0	85.9	87.0	87.9		88.1	88.1	88.0	87.9	87.9	
18						87.0			89.7	89.1			85.1	85.2	85.7	86.4							
19								86.0	87.0	86.7		85.9	85.7	86.9	86.6	87.4	89.1			88.7	88.0	88.7	
20								86.2	85.9	87.0	88.3		86.5	86.9	87.1	85.6	86.0	87.3	87.7	87.9	87.9	87.9	
21						86.2		86.0	87.4	88.0	86.0	82.9	84.9	85.7					87.7	87.9	88.0	87.8	
22						86.9	86.1	86.0	86.7	87.0	87.3	86.4	84.9	85.3	86.1	87.6	88.3	88.0	88.0	88.0	88.0		
23								85.0	85.0	86.5	87.1	86.2	84.1	84.0	86.9	88.6	89.0	90.0	88.7	88.2	88.2	88.0	
24						86.3		84.9	85.5	85.8	85.0	86.0	86.1	85.9			89.0	88.4	88.2	88.2		88.2	
25						89.1	86.9	85.1	85.9	85.5	85.1	84.6	85.9	86.8	88.4	89.8			89.0	88.9	88.0	87.8	
26						86.9			84.2	83.3	83.2	86.0	85.6	85.0	87.2			86.9	88.0	88.0	88.0	88.0	
27						87.1	86.1	86.1	86.8	88.1	87.1	86.1	87.2	86.6	86.9	88.8							
28						87.4		86.8	86.1	86.9	86.1	85.2	84.8	84.1	84.9	86.5	83.7		88.3	88.1	88.1	88.0	
29						86.9	86.1	87.8	88.1	88.2	88.0	87.0	86.8	84.5	83.4	85.9	83.3	89.0	88.5	88.7	88.3	88.0	
30						86.8		86.1	88.0	89.6	88.7	86.7	87.8	87.3	86.9	87.3	87.9	88.4	88.2	88.7	88.5	88.4	
31						86.4		84.4	85.8	87.3	88.6	86.9	86.0	83.9	85.2	88.1	88.5	89.1	88.9	88.9	88.8	88.4	

T A B L E XI.

M A G N E T I C D E C L I N A T I O N .

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 1' 999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY
DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY).

DATE.	North											Mid- night.												
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h		
1	88.1	88.0	87.8	87.2	87.0		85.9	86.6	87.3	88.9	87.5	86.0	84.7	85.2		86.8	88.4	89.0	89.0	88.4	88.0			
2							87.0	86.8	87.7	89.2	89.9	87.8	86.3	85.7	85.1	85.2								
3							86.9			88.8		87.6	86.0	83.0	82.9	85.0		88.1	88.7	88.6	88.5	88.3		
4							86.9		85.8	87.4	89.1	89.2	87.0	85.7	84.2	84.3	87.0							
5							86.2	85.1	86.1	88.0	89.6	90.2	89.9	87.2	84.7	85.4	86.6	88.2	88.1	88.2	88.5	88.6	88.4	
6							86.5	85.9	87.3	89.6	90.4	89.1	88.1	87.3	87.0	87.1	87.1	87.7		88.2	88.3	88.2	88.1	
7							87.0	85.2	85.9	87.0	88.1	88.0	85.9	85.3	85.3	84.2								
8							87.0			87.9	87.4	88.7	86.9	86.7	86.4	87.3	88.0	88.4	88.3	89.1	89.6	88.9	88.1	
9	88.5	88.0	87.9	87.7	87.0	85.9	85.2	87.0	89.2	88.4	87.4					87.6	89.2	89.3	90.5	89.2	89.0			
10							86.0		86.9	88.7	89.9	90.5	88.8	86.5	86.1									
11							86.7	87.0	88.0	89.4	89.9	88.0	87.0	85.0	84.1	84.7	85.9	87.9	88.2	88.8	88.7	88.7		
12							87.0		86.9	87.8	89.0	88.9	87.2	86.9	85.9	85.1	86.3	87.9	88.4	88.9	88.4	88.8	89.0	
13							87.0	85.9	86.5	87.2	87.1	87.4	86.0	84.2	83.7	84.0	86.4	88.9	88.8	88.8	88.9	88.7	88.9	
14							87.9	85.8	86.7	86.8	87.1	87.1	86.0	84.2	85.0	86.6	87.0	88.1	88.2	89.0		88.5		
15							87.2	86.0	85.9	87.8	88.5	87.1	84.6	83.9	84.8			88.8	89.0	89.0				
16							87.1	86.8	88.0	89.3	90.0	89.0	87.0	86.9	88.0	86.6	87.1	87.8	88.0	88.2		88.6	88.3	88.3
17	88.6	88.4	88.2	88.0	87.8	85.8	86.0	87.0	88.0	89.0	87.9	86.6	85.0		85.7	86.4		88.0	88.7	88.8	88.8	88.7		
18							86.2					88.0	86.8	84.9	86.0	86.0	87.2	88.3		88.8	88.9	88.9	89.0	
19									89.6		90.0	87.9	83.8							88.9	89.0	88.9	88.9	
20							86.1	85.0	85.9	87.7	88.9	88.6	86.2	84.1	83.8	84.4	85.6	87.6	88.0	88.3	87.9	87.6	88.3	
21							87.0		87.1		85.2	83.7	83.9	85.7	87.0			88.8	89.5	89.0	89.2	88.5	88.5	
22							86.5		86.0	86.2	87.0	87.2	87.9	87.0	86.0			90.0	89.1	88.7	88.5		88.4	
23							87.0	85.9	86.2	88.0	89.3	89.3	88.4	87.1	86.0	84.2	85.9	88.9	89.1	88.9	88.7	88.4	88.3	
24							87.1			90.0	89.8	89.7	89.0	88.2	85.9	85.4	86.6							
25									88.6		87.9	88.1	86.9							88.7	88.7	88.7	88.3	
26									86.0	86.5	87.1	87.2	87.3	87.1	86.7	84.9	87.0	89.1	89.2	88.9	89.2	89.1	89.0	
27							86.9	86.0	87.1	87.7	89.0	89.2	88.7	87.1	86.2			88.0	88.8	88.8	88.8	88.9	88.7	
28									87.0	88.0	89.0	90.1	90.4	88.4	86.0	84.4	86.0	87.7	88.9	89.0	9.0	88.9	88.7	
29							86.9	86.1	88.3	90.2	91.9	92.0	91.9	90.5	87.2	85.7	85.9	86.9	88.1		89.0	88.9	88.8	
30									88.9	90.3	91.6	92.0	90.5	89.0	87.6	86.0	86.8	87.7	88.4	88.9	88.9	88.6	88.5	
31									87.8		88.9	88.6	86.9	86.1	86.0									

AUGUST 1884.

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY.)

DATE.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Mid-night.		
1						86.9	86.9																			
2						87.2	87.6	89.7	90.9	90.0	88.3	86.8	86.0	85.9	85.1	85.9				88.7	89.0	89.0	88.8			
3						86.9		88.6	90.0	90.1	89.7	87.9	87.0		87.7	87.3			87.9	88.4	89.0	89.0				
4						86.8	86.0	87.6	88.6	89.0	87.8	86.0	84.5	85.0	86.2	86.6	87.7	88.2	88.8				89.0	89.1	89.1	
5	89.1	89.1	89.3			87.3	87.0	87.7	88.0	88.1	87.5	86.0	85.4	87.0	86.8	86.3			88.2	88.3		89.0				
6						86.4		86.8	88.6	90.3	90.7	88.9	88.2	88.0	87.7	88.3	88.3			88.7	89.2					
7							86.7		90.0	90.2	89.0	87.2	86.0	86.8	87.1	87.7				88.8	88.9	88.8	88.9			
8															88.8	88.0	87.7				88.8	88.9	89.0	89.0	88.9	88.9
9	88.9		89.0			86.5	86.0	86.4	87.6	89.0	87.1	84.8	85.4		86.3	87.2			88.8	89.0	89.0					
10						87.6			89.1	88.8	86.4	85.0	84.0	84.9	86.4	89.0				89.0	88.7	89.2	89.0	89.1		
11						87.8	87.6	88.6	89.3	88.4	87.8	86.2	84.0	86.0	87.8	89.2	89.8			89.0	88.9	89.3	89.2	89.1		
12						87.8	86.1	86.9	88.2	89.8	89.0	85.9	84.6	84.7	86.8	88.9				89.5	89.0	89.4	89.5	89.2		
13						88.0		87.7	88.2	88.0	87.0	83.0	83.8	83.4	85.5	87.2				88.3	88.3	88.8	89.1	89.3	90.4	90.5
14						86.7		86.1	87.5		86.8	84.8	84.9	88.2	88.5											
15										89.8	88.7	86.1	85.9	85.6	84.9	86.0	87.9	88.3	88.3	89.0	89.2	89.6	89.3	89.2	89.1	
16	89.1	89.1	89.2	88.9	88.2	88.3			89.3	88.9	87.5	85.1	84.1	83.0	82.9				89.0	89.0	89.1	89.5				
17						87.7	87.0	89.2	88.9	88.9	89.0	88.0							88.5		87.8	87.6	87.5	89.5	88.8	
18							87.5	87.2	86.9	85.4	83.4	85.8	86.0	86.8	88.3	89.2	89.4	89.2	89.0	88.9	89.2	89.0				
19							88.4	89.0	88.8	88.0	87.4		85.6						89.9	89.0	89.0	89.4	89.1	89.2		
20						88.9	90.3	91.1	90.5	90.1	90.3	90.0	90.2	88.9	89.7	91.0	89.9	88.8	88.9	89.3						
21																										
22						87.1			90.0	89.1	87.2	85.5	84.4	84.1	86.4	89.5	90.8	89.6	89.2	89.5						
23						87.8	88.9	89.2	87.9	87.7	87.2	85.5	84.8	85.1	86.1	88.2	90.3	89.8	89.1	89.2	89.7	89.3				
24						88.1	88.7	88.3	87.3	86.8	85.4	84.2	84.0	84.8	86.4	87.8	89.2	89.2	89.1	89.4	89.6	89.2				
25						88.1	88.3	88.4	88.7	88.3	86.0	84.8	82.9	83.9	85.5	88.5	90.2	89.9	89.4				89.3	89.5	89.9	
26	90.1	90.2		89.7			86.6	86.1	86.0	84.2	84.3	84.0	84.1	86.4	89.4					89.7	89.7	89.9	89.9			
27											86.8	83.9	82.9	84.1	87.0	89.9				90.2	89.9	90.0	89.9	89.5		
28									89.0	88.6	86.7	84.7	83.2	84.8	88.0	89.8				90.0	89.7	90.0	89.5			
29						89.0	90.0	90.4	89.9	85.7	82.9	82.8	84.0	86.2	89.1											
30														85.9	85.9	87.1	88.0				89.1	89.9				

SEPTEMBER 1884.

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY).

DATE	DECLINATION.											Noon.	DECLINATION.											Mid-night.			
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h				
1											86.2	85.0	85.1	86.2	88.2	89.5	89.2	88.2	88.8	89.1	89.2	89.9					
2						88.0					90.4	89.0	89.5	86.0	83.4	84.0	87.2	89.2	89.5	90.0	90.2	91.9	91.0	91.1			
3							90.2	90.2	89.8	88.9	86.5	84.7	84.0	85.7	87.2	89.6			89.0	89.2	89.3	89.6	89.5				
4						88.0					89.4	89.8	88.3	85.9	83.7	83.6	86.6	89.0	91.2			89.4	89.0	90.1			
5						89.1			91.1	89.9	87.0	84.3	82.7	82.6	84.1	87.9											
6						89.8	92.7	93.4	93.0	91.7	89.0						90.0										
7														81.3	83.5	87.5	90.0			90.3	89.9	89.8	89.6	89.0			
8						88.0				91.8	89.3	84.9	81.8	82.1	84.7				91.5	91.0	90.0	89.0	89.2	89.1	89.3	90.0	
9						90.1	91.7	93.0	91.2	88.9	84.7	82.8				85.9	89.2	91.3	90.1	90.0				89.8			
10	90.4	90.8	90.9	90.2	90.0				92.5	91.7	89.8	86.7	84.2	84.0	84.1	86.9	89.0	90.0	90.2	90.0	90.0						
11															83.4	84.8	88.0	90.0	90.1		89.8		89.9	89.9			
12						89.0					88.0	86.3	84.1	82.8	81.4	83.1											
13						90.0	92.1	93.1	91.1	87.1	83.9	82.9	83.9	85.0	87.0	89.1	90.1	90.0	89.7	89.6	89.7	89.8					
14						89.2			89.9	90.0	88.1	84.4	82.3	83.1	85.7			90.9	90.1	90.1	90.1			90.0			
15						91.1				91.1	88.3	86.0	84.6	83.9	85.0	88.8	89.7	89.7	89.0	90.0	90.8	90.9	90.8	90.9			
16						91.8	93.7	93.8	92.1	88.8	86.0	84.9	85.8	87.0	88.4	90.0	90.1			89.4	90.1						
17		90.9	90.8	90.7	90.4	91.7				92.2	89.9	89.0	85.0	83.9	86.1	88.1	89.4	90.1		89.0	89.2	89.9					
18						90.0	92.7	93.5	92.1	88.9	86.2	83.3	83.6	85.9						89.9							
19						92.4				93.3	88.8	85.0	83.1	84.3													
20									95.3	94.7	92.1	89.4	87.0	86.5	87.2	89.8	91.3							89.9	90.0	90.2	90.1
21						91.0	92.1	92.7	91.1	89.1	87.2	83.7	82.4	85.4	88.7	91.9	92.1	91.2	90.4	90.2	90.4	90.2	90.4	90.4	90.4	90.4	
22						91.3	94.0	95.1	93.6	89.0	84.9	84.0	85.0	86.7	89.0	90.9	91.4	91.0	90.1				90.1	90.1			
23						91.3			94.0	92.2	89.2	86.3	84.1	83.6	85.4	88.0	90.8	92.0	91.0	90.4						90.8	
24	91.0	91.3	91.0	90.9	90.2	90.7	91.1	91.9	90.8	89.0			85.8	84.2	85.0	87.1	89.0	90.9			90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	
25						90.2	91.8	92.2	91.0	88.7	87.1	85.9			84.8	86.8	88.8	90.6	90.2								
26																											
27						90.8			91.6	90.3	89.4	87.7	85.0	84.8	87.0	88.8	89.8	91.0			90.1	90.1					
28						91.8	93.4	93.8	92.4	90.7	86.8	85.1	85.9	87.0						90.9	90.1	90.0	90.0	90.0	90.1		
29						92.1	92.9	91.6	89.5	86.3	86.7																
30						91.9			93.0	91.8	89.0	87.0			86.0	87.7	89.8	90.9									
31						93.0			93.0	90.5	88.0	86.3	86.4		86.7												

OCTOBER 1884.

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY).

DATE.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Mid-night			
1						92.5		91.4	88.9	86.3	85.9	84.7	84.9														
2								90.0	87.9	84.1	81.9	82.0	83.1			91.3	92.6										
3						95.4	93.9	92.2	87.9	84.0			85.0	87.6													
4						92.1	91.7	89.6	87.0	85.5	84.1																
5						92.5	94.0	94.1	91.7	88.0	84.9	83.9	83.4		88.8	91.0											
6							93.2	93.0	91.9	88.9	86.0	84.5	83.4	84.4	86.6	89.3	89.8										
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											
12																											
13																											
14																											
15																											
16						91.0	89.6	88.8	88.8	88.8	87.9	87.0	87.3												89.8	89.8	89.8
17						94.0	94.0	92.9	91.6	88.4	86.1	84.7		87.0	91.0	91.3	91.0	90.8	89.2	89.3	89.9	89.8					
18						90.9	91.0	90.5	89.8	88.3	87.5		87.4	90.2													
19																											
20																											
21																											
22						92.6	92.7	91.0	87.9			84.9	85.9	87.1	88.9	91.3	93.7	92.9									
23																											
24								91.7	90.7	88.6			85.5	83.3	87.0	91.1											
25							92.2	91.2	89.8	88.1	86.7			86.5	88.0	90.0											
26																											
27								92.1	90.7	89.8	88.9	88.8	89.0	90.2	91.5		92.1										
28						94.6		91.1	89.8																		
29							92.3	91.1	89.2	86.0			84.9	85.9	87.5	88.9	90.0										
30																											

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY
DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY.)

DATE												Noon.												Mid- night.
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	
1																								
2																								
3																								
4								92.0	91.0	90.7	90.7	89.7	88.8	88.6	88.3		91.9	92.1	91.2					
5								92.8	91.9	90.1	89.0	87.0	83.0		82.9	85.8	90.2	92.6	92.3	91.0		90.0	90.1	90.1
6								92.9	93.0	92.8	91.4	89.2	87.7	87.5	87.6	89.0	90.7	91.9	92.1	91.7	91.0	90.1	90.5	90.7
7								93.2	93.0	92.2	91.0	89.0	87.2	86.2	86.6	88.6	90.0							
8								92.3	92.3	91.9	91.5	88.9	87.2	85.6	85.0	87.6	88.9	88.3	88.0	89.3		89.8	90.0	89.8
9								92.3	91.0	90.0	90.0	88.6	86.4	85.8	87.9	89.8	92.2	93.2	91.0		89.9			
10	91.2	91.3	91.9	92.2				89.1	87.6	86.9	86.7	86.0	86.9	88.9	89.8	90.7	90.0	89.7		89.4	89.8	90.1	89.9	
11								91.9	92.0	90.9	89.0	86.2	85.0	85.7	93.4	95.5	95.2	93.4	90.9	89.9	90.8	90.1	89.2	
12								92.9	92.7	91.8	89.9	88.8	88.1	86.3	87.0	90.8	93.1				89.9	89.9	89.9	
13								91.9	90.6	89.3	87.7	85.8	84.6	85.4	88.9	91.9	93.9	93.6	91.4	89.1		89.8	89.8	89.7
14								94.1	95.4	94.1	91.3	88.5												
15								91.3	90.1	88.4		88.8	88.9	88.5	91.0	92.0	92.2	91.3	89.6		88.8	90.0	89.9	90.4
16								92.0	92.1	91.1	89.8	87.0	87.1		86.5	87.0	90.4		90.9	90.0	90.2	90.0	90.1	
17								93.0		90.8	90.1	87.9	86.2	87.3	88.3	89.2	92.7	93.2	91.4	90.0				
18								94.1		95.3	92.8	88.1	85.9	85.9	85.3	87.7	92.0	94.2	92.5	90.5	89.8	89.9	90.3	90.2
19								92.8	93.2	92.4	90.7	87.2	86.8	87.2	88.1	91.0	92.9	93.8	90.9	88.5				
20								91.6	91.1	89.6	88.4	85.8	85.1	85.3	87.7	89.1	90.9	91.0	89.6	90.0	90.4	90.3	90.7	90.5
21								92.0			89.0	87.0	86.0	85.9	87.0	89.7	89.8	91.3		91.1	90.4	90.8	90.5	90.3
22								92.4			89.0	86.9	86.0	86.2	87.1	90.0	90.8	90.3	90.5	91.1		90.6	90.0	89.5
23								90.9	91.2	91.0	87.9	85.0	82.3	81.6	84.8	88.8	90.0	90.3	90.7	91.0	91.1			
24								92.1	92.1	90.7	88.9	86.2	84.9	84.0		88.9	91.1	92.1	91.0	90.4	90.7		90.8	90.7
25	91.5	91.9	92.2	92.0				88.8	87.6	85.9	86.0	86.7	88.7	89.7	90.9	91.0								
26															89.8									
27								92.0		91.2	89.4	88.2	88.0	87.7	86.8	89.0	90.0	90.1	90.1	90.1		89.6	89.3	89.7
28								94.0	94.0	92.2	91.7	89.7	88.2	86.5	87.3	87.7	90.8	92.0	92.2	89.3	88.9		89.9	90.0
29								92.1			88.0	87.8	86.9	86.5	89.2	91.3	92.9	92.2	90.9		90.1	90.4	90.4	
30								92.3	92.4	91.9	89.8	85.8	83.7	85.4	88.9	90.1	93.2	93.2						
31								90.7	91.9	91.7	91.0	89.2	87.9	87.2	87.7	89.2	90.7	93.9			90.5	90.5	90.4	

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY
DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY).

DATE.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Mid-night.	
1						93.0	91.7	91.0																	
2										87.9	86.8	85.8	80.7	86.5	88.9	92.0									
3													87.0	90.9	92.6	92.1	92.2	91.0	90.9	90.3	90.7	90.7	91.0	91.3	
4	91.7					94.3	93.9	93.2	91.5	89.0	85.9	84.6	85.0	85.6	88.2		92.7				90.8	90.8			
5						92.6	94.1	94.1	92.9	90.5	88.3	88.1	90.7	92.0	91.1	90.2	90.2								
6												87.4	86.4	85.8	87.9	93.0	94.3	92.2							90.9
7					92.1	92.2	92.8	92.0	90.1	89.0	87.7	87.0	86.9	88.0	89.8	89.9	91.2								
8						92.8	94.2	92.4	90.0	86.1	85.9	86.8	86.0	87.6	89.5	91.0	90.1	90.0				91.8	91.2	91.4	
9	91.2					89.9		90.0	88.8	87.9	87.9	89.0	89.4	90.5	92.0	91.1	89.1								
10						92.8	91.6	89.0	87.1	86.2	86.0	85.6	87.2		89.8	89.9	89.4				90.7	90.5	91.0	91.1	
11	91.3		92.5			93.8						87.8	87.8	88.0	89.0	89.4	90.7								
12						93.4		90.3	87.4	85.9	85.9	87.2	88.4	91.0	92.0										
13						93.3	93.8	93.0	91.2	88.6	88.2	88.3	87.6	89.7	92.8	93.3	92.0	91.1	90.9	90.8	90.9	91.0			
14						94.1	93.3	91.6	88.2	85.3	84.2	83.6	88.9	91.3	93.7	94.0	91.9				90.8	90.8	90.9		
15						92.8	92.4	91.0	89.7	88.8	88.0	85.8	84.4	88.1	92.4	94.0				90.1	90.6	90.7			
16						93.3	93.1	92.9	91.2	88.9	87.9	86.8	85.9	88.5											
17						92.8	92.4	92.0	90.8	89.0	85.8	83.2	86.0	90.8	95.0	96.0	95.1				89.8	90.0			
18						92.1		92.0	90.9	88.0	86.9	84.4	83.3	86.2	88.9	91.2									
19						92.6		94.6		91.1	90.9	88.7	87.4	91.2	95.9	95.1	91.8								
20																									
21						92.0				88.3	87.9	87.0	86.8	87.1	90.7	93.1	91.0	91.0	91.8						
22						91.0	94.0	96.3	96.3	94.0	89.3	85.8	82.9	83.0	83.9	85.2				88.0	89.2	89.8	90.2	91.0	
23	91.0	91.5	91.9	92.1	92.7		92.9					87.2	87.0	88.5	89.7	90.1									
24						90.8		91.1	92.0	91.5	90.2		85.3	87.0	88.5	90.5				91.8	92.0	91.8			
25						91.0		92.0	91.0	89.0	88.7	87.9	87.9	87.6	88.1	89.1									
26						91.4	93.4	94.1	94.8	94.2	92.8	89.0	88.2	87.9	88.5				91.9	91.2	91.5	91.5			
27						92.0	93.7	95.0	96.3	95.0	91.7	87.5	86.7	88.1	88.8					90.8	91.0	90.8			
28						92.1		94.8	93.8	91.1	89.9	89.0	87.2	88.2	91.7	91.9				90.8	90.8	91.3			92.9
29	92.5	92.1	92.0	91.9	91.9	92.2	93.1	94.4	95.1	92.8		85.7	86.0	88.1	90.5				90.8						
30							95.6	95.1	91.2	86.3	85.0	83.9	84.2	88.5	89.9	90.1	90.0								
31						91.6	94.0	95.9	94.8	90.1	90.4	87.4	87.0		88.7	90.0									

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY
DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICHTEROY).

DATE.												Noon.												Mid- night.		
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h			
1						90.5	95.8	95.1	93.2																	
2						90.8	92.5	95.1	97.4	98.5	96.0	88.2	85.3	85.6	90.0											
3						89.8	92.0	93.7	95.0	95.3	93.2	87.7	82.6	84.3	88.4	89.9						91.0	91.3	91.7		
4						89.9	92.0	94.7	94.4	94.0	94.4	90.0	85.0		88.4	90.2						92.0	91.7	91.7	91.7	
5	91.9	92.0				90.0	94.0	95.9	96.0	94.2	88.8	80.7	82.8	86.1	86.9	89.3	90.3						90.9	91.2		
6						89.6	90.3	92.1	92.2	91.3	91.9	90.4	87.5	86.1	87.0								91.6	91.5		
7						91.0	90.9	90.7	90.5	90.0	89.8	88.0	86.6	85.9	86.2	88.2										
8					91.9					91.2	90.6	90.1	89.4	88.7	88.3	90.0										
9						92.0		94.4	94.1	91.3	89.8	88.0	88.3	87.3	89.2	90.0	91.2									
10						92.8	95.0	96.5	97.0	93.9	93.0	84.1	86.0	86.5	86.3											
11						92.1																	92.0	92.0		
12						92.1	94.8	95.6	95.0	92.9	89.5	87.7	86.0	82.3	85.0	87.6	88.7	91.0						92.0	92.8	
13						89.8		93.2	94.3	92.8	92.4	89.8	89.0	89.4	89.3	90.2										
14		92.3	92.2	92.2	91.7	91.1			95.9			90.8	84.6	84.7	87.1	88.9										
15						91.0	93.1	95.4	96.4	95.8	94.2	85.9	84.9	86.9	88.4											
16						91.2				93.3	91.8	89.3	84.7													
17						91.1	94.4					85.9	83.3	82.3	84.8	88.2										
18						91.2						91.5	88.2	85.8	87.7	90.7	92.9	93.9						92.0	92.0	92.2
19	92.9					92.7							82.8	84.8	86.4	89.0										
20						92.2	95.0	96.7	96.3	94.8	92.1	87.9	85.8	88.1	88.8	89.9							92.0	92.0	92.0	
21						92.0		96.7	94.9	92.8	90.0	87.6	85.0	87.1	87.7	88.8										
22						90.0						89.0	87.0	88.7	90.5											
23						90.7	91.0	92.1	93.0	92.3	90.0	88.7	85.7	84.1	86.1	88.3									92.3	
24	92.3						93.0			94.7	92.5	90.2	88.8	88.9	89.2	91.0							92.2	92.1	92.2	
25						91.0		94.1	93.7	92.0	90.4	89.2	88.7	88.2	88.4	90.0	91.1							92.5		
26						91.9			94.9		90.9	88.0	86.9	88.5												
27						92.8	93.4	94.1	93.0	91.0	88.0	88.1	89.5	89.7	90.6			91.3	91.7							
28						93.0																				

TABLE XI.
MAGNETIC DECLINATION.

ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0'.999. INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY DECLINATION. RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICHTEROY).

DATE.												Noon.												Mid-night.
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	
1						91.8	92.4	94.0	95.0	93.4														
2						92.4	93.1	94.2	94.0	92.0	90.0	88.6	87.2							92.4	92.3	92.2	92.4	
3						92.0	94.6		94.6	93.3	91.7	89.9	87.0	86.9	89.1	92.3				92.7	92.0	92.0		
4						91.9		96.8	96.9	94.0	90.9	86.0	84.0	86.2	90.3	93.0								
5						92.3	95.0	96.1	95.0	92.5	89.6	87.5	86.9	89.0	91.1	93.1	93.9	93.0		92.5	92.0	91.9	92.2	
6						91.9				90.9	87.2	87.6	88.0	91.0					92.9	92.8	92.8	92.5		
7						92.2	94.9	96.4	96.2	93.5	90.3	87.8	86.9	87.8	89.9	91.2				92.6	92.4	92.2		
8						92.1	94.0		96.0	94.8	92.1	90.5	88.2	89.2					92.4	92.5		92.4		
9						92.2	94.1	96.0	95.7	93.2	90.9	88.8							92.9	92.8			92.3	
10						92.4					90.3	86.1	85.7	88.2	92.0								92.6	
11	92.8						94.0		95.8	93.7	90.9	88.0	85.7	85.9	88.1					92.6		92.7		
12							94.5		96.0		91.0	89.4		88.0						92.2	92.0	92.1		
13							91.9	92.2	94.2	94.0	92.7	91.0	89.4	87.9	87.9									
14							93.6			94.0	90.6	88.4	88.0	90.7	91.7	93.1	92.3	92.2						
15							95.0	96.1	94.3															
16							91.3		93.0	92.2	89.5	87.2	87.8	88.9	90.6								92.9	93.2
17							92.9	94.2	96.1	95.7	93.0	89.0	87.2	86.1	88.1	91.0	93.8							
18								94.8	96.9	97.9	96.4	92.8	90.0	88.7	89.1	91.0	93.3	93.9	92.7	92.8	92.9	93.0	93.0	93.0
19							92.8	93.7	95.0	95.4	94.0	88.3	84.7	84.8	86.2	88.8	91.1							
20							93.0	95.8	96.6	96.6										93.8	92.8	92.9		94.0
21							93.0		94.1	94.1	93.7	90.0	86.1	85.8										
22												89.9	89.5	91.0	92.8	94.1	94.0	93.1						
23							92.7	93.6	95.3	95.1	94.1	91.1	88.4	88.0	90.2				93.0	93.3	93.1	93.1		
24										95.3	94.3	92.2	89.2	88.0	89.8	92.0	93.0	93.8			93.5	93.2		
25										96.0	94.2	91.8	89.0							93.1			93.5	
26							92.5													93.9	94.0	94.1	93.8	
27							93.3	94.8	96.3	96.7	96.0	93.7	90.5	86.6			93.0							
28							93.1	93.9	95.8	97.0	96.2	92.8	88.1	86.9	90.1									
29										95.4	93.9													
30										98.1	96.7													
31										97.5	96.0	93.0								93.2	93.6	93.7	93.5	

MARCH 1885.

T A B L E XII.

MEANS OF THE HOURLY POSITION OF THE MAGNET IN EACH MONTH.

INCREASING NUMBERS DENOTE INCREASING WESTERLY DECLINATION, ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION 0°.999.

RIO-DE-JANEIRO (S., ANNA-DE-NICHEROV.)

HOUR	Noon												Mid-night	Mean						
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h								
1884																				
April	86.4	86.5	86.9	86.8	85.9	84.5	85.8	85.9	85.7	83.9	81.9	81.5	82.3	83.4	84.9	85.5	84.6	85.5	85.8	86.0
May	86.9	86.6	86.1	86.4	86.2	86.3	84.8	84.8	86.5	84.5	83.1	83.1	83.2	84.1	85.8	86.3	85.9	86.3	86.2	86.4
June	87.6	87.6	87.9	87.0	86.0	86.8	85.6	85.6	86.5	86.1	85.7	85.7	85.0	85.5	87.0	87.7	87.2	87.1	87.0	86.8
July	88.4	88.1	88.9	87.6	87.3	86.8	86.0	86.8	88.1	89.1	88.6	87.6	86.5	86.5	88.3	88.8	88.7	88.7	88.6	88.2
Aug.	89.3	89.5	89.2	89.3	88.0	87.5	87.7	88.2	88.8	89.4	87.1	85.6	85.0	85.0	87.0	88.3	89.4	89.0	89.0	89.3
Sept.	90.7	91.0	90.9	90.6	90.2	90.5	92.4	92.6	91.3	88.9	86.3	84.3	83.9	85.6	90.0	90.6	90.0	90.0	90.2	89.8
Oct.																				
Nov.																				
Dec.	91.5	91.6	91.8	92.0	93.1	92.5	92.2	91.4	89.7	87.6	86.3	87.4	89.5	91.3	92.1	90.9	90.2	90.6	90.1	90.4
1885																				
Jan.	91.5	91.8	92.1	92.0	92.2	92.4	93.3	92.9	91.6	89.4	87.9	86.7	86.5	88.5	90.6	91.5	91.4	91.0	91.1	90.8
Febr.	92.4	92.2	92.2	92.2	91.8	91.2	92.9	94.4	94.5	93.5	91.8	88.7	86.1	86.3	87.9	89.1	90.7	90.8	92.0	91.3
March	92.8	(92.7)	(92.6)	(92.5)	(92.5)	93.9	95.6	95.7	94.3	91.2	88.5	87.1	88.4	90.4	92.8	93.6	92.8	93.1	92.9	92.0

T A B L E XIII.

DIURNAL INEQUALITY.

THE SIGN ± IMPLIES THAT THE NORTH POINTING END OF THE NEEDLE IS TO THE W^E OF ITS MEAN POSITION IN THE MONTH.

RIO-DE-JANEIRO. (S., ANNA-DE-NICHEROV.)

HOUR	Noon												Mid-night	Amplitude									
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h											
1884																							
May	+0.8	+0.9	+1.3	+1.2	+0.3	-0.3	-0.8	-0.2	+0.8	+0.7	-1.1	-2.5	-2.5	-2.4	-1.5	+0.2	+0.7	+0.3	+0.7	+0.6	+0.8	+3.8	
June	+0.6	+0.4	-0.2	+0.1	-0.1	-0.0	-1.5	-1.5	-0.5	+0.2	-0.7	-1.6	-1.2	-1.3	-0.8	+0.7	+1.5	+1.0	+1.1	+0.9	+0.8	+3.0	
July	+0.7	+0.5	+0.9	+0.0	-1.0	-0.2	-1.4	-1.9	-1.0	-0.5	-0.9	-1.4	-1.3	-1.1	-0.7	+0.7	+1.6	+1.1	+1.2	+1.1	+0.9	+0.7	+3.5
Aug.	+0.7	+0.4	+0.3	-0.1	-0.4	-0.9	-1.7	-0.9	+0.4	+1.4	+0.9	-1.1	-1.2	-2.1	-2.4	-1.2	+0.6	+0.9	+1.1	+1.0	+1.0	+0.9	+3.8
Sept.	+1.0	+1.2	+0.9	+1.0	-0.1	-0.8	-0.6	-0.1	+1.5	+0.2	-1.2	-2.7	-3.3	-2.7	-3.3	+0.0	+1.1	+0.7	+0.7	+1.0	+1.0	+0.8	+4.4
Oct.	+1.2	+1.5	+1.4	+1.1	+0.7	+2.0	+2.9	+3.1	+1.8	+0.6	-3.2	-5.2	-5.6	-4.0	-1.5	+0.5	+1.1	+0.5	+0.4	+0.5	+0.5	+0.7	+8.7
Nov.	+1.1	+1.2	+1.4	+1.6	+1.7	+2.1	+1.8	+1.0	-0.7	-2.8	-4.1	-4.1	-3.0	-0.9	+1.0	+1.7	+0.5	-0.2	+0.2	-0.4	-0.3	+0.0	+6.9
1885																							
Jan.	+0.8	+1.0	+1.3	+1.2	+1.4	+1.6	+2.5	+2.2	+0.8	-1.4	-2.9	-4.1	-4.3	-2.3	-0.2	+0.7	+0.6	+0.2	+0.3	-0.2	+0.0	+0.1	+6.9
Febr.	+1.1	+0.9	+0.9	+0.9	+0.5	-0.1	+1.6	+3.1	+3.2	+2.2	+0.5	-2.6	-5.2	-5.0	-3.4	-2.2	-0.6	+0.5	+0.7	+0.4	+0.4	+0.6	+8.2
March	+0.8	(+0.7)	(+0.6)	(+0.5)	(+0.5)	+0.5	+1.9	+3.6	+3.5	+2.2	-0.9	-3.5	-4.9	-3.7	-3.6	+0.7	+1.6	+0.7	+1.1	+0.9	+0.3	+0.4	+6.5

TABLE XIV.
MAGNETIC DECLINATION.

READINGS EVERY QUARTER OF AN HOUR, ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 0.999. ;

RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICHEROÏ).

HOUR.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	100 N	1h				
24 APRIL 1884	83.933	83.984	84.284	84.484	85.185	85.585	785	785.485	385.885	384.984	483.883	583.182.8
29	84.084	84.485	84.985	85.485	86.086	86.886	886	886.386	886.886	884.883	981.881	181.580.6
Means	84.084	84.084	84.384	84.684	85.285	85.885	785	785.985	785.684	883	782.682	682.881.7

1	87.888	87.487	186	987	385	385	086	185	885	785	284	884	484	383	582	882	882	281	981	982	381	881	981	881	982.7	
6	85.185	184	884	984	184	284	484	884	985	085	185	385	485	585	685	785	885	985	081	880	779	878	878	978	78.379	179.7
8	85.0	84	984	884	885	886	886	987	187	587	887	987	387	487	586	686	185	989	484	984	684	183	684	1	83.2	
13	85.085	085	185	385	586	287	087	187	387	988	188	488	788	688	588	487	9	57	086	886	085	584	483	883	182	682.3
15	84.8	84	884	884	985	685	985	385	685	985	585	785	485	385	485	485	384	884	184	083	8	8	8	8	84.5	
19	84.284	183	883	883	883	883	884	884	8	85	485	786	086	486	686	686	786	686	286	686	585	485	384	885	0	85.6
22	85.0	84	183	283	383	484	584	884	985	186	086	387	0	87	086	986	886	085	084	083	7	84	083	9	84	
27	85.885	885	985	785	485	685	885	085	986	386	987	387	887	487	086	886	285	985	084	483	983	282	982	2	82.2	
30	85.385	585	285	185	084	984	884	884	985	185	385	986	086	086	186	186	186	085	585	084	384	083	883	7	83.7	
Means	85.485	685	385	084	985	085	085	185	585	786	386	386	486	486	185	585	384	884	683	683	683	283	082	8	82.8	

MAY.

2	86.385	084	884	084	084	084	184	084	985	385	585	785	485	986	086	885	584	082	482	682	782	682	181	9	81.9
5	85.385	185	084	484	284	384	985	085	285	885	886	986	587	087	187	986	886	085	083	782	682	382	081	7	79.8
8	87.785	385	184	884	184	184	284	384	484	584	684	985	285	385	285	885	885	986	085	985	385	084	584	083	6
12	86.085	685	385	985	185	085	285	785	986	086	186	386	186	185	985	685	285	385	385	585	885	685	385	2	82.2
16	86.186	086	985	985	284	284	184	184	184	484	784	884	985	085	385	285	084	884	083	783	483	183	083	0	83.0
21	86.086	085	885	184	784	384	184	184	484	985	085	585	886	086	286	986	986	886	786	286	085	885	385	0	85.3
26	86.186	186	186	186	085	585	786	086	286	386	987	087	087	087	087	087	086	986	886	386	1	85	885	285	3
Means	85.986	785	785	084	484	484	584	584	785	085	485	485	286	286	386	566	185	785	084	784	384	283	883	8	83.6

JUNE.

TABLE XIV. MAGNETIC DECLINATION.

READINGS EVERY QUARTER OF AN HOUR. ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 0'999.

RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY.)

HOUR.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.	
JULY.	1	86.1 86.1 86.1 85.8 85.2 84.9 84.2 84.0 84.1 84.2 84.5 84.8 85.1 85.0 85.7 85.9 85.9 85.6 85.2 84.9 85.0 85.1 85.8 85.8						
	5	86.0 86.0 86.0 85.8 85.4 85.1 85.0 84.8 84.8 84.9 85.0 85.0 85.2 85.5 85.3 85.9 85.9 85.9 85.8 85.9 85.9 86.0 86.1 85.8						
	12	87.3 87.1 86.9 86.2 85.6 85.0 84.3 84.0 84.0 83.9 84.0 84.3 84.7 85.0 85.5 85.8 86.0 86.7 87.4 87.3 87.0 86.7 86.4 86.2 86.1						
	16	86.7	86.3 86.1 85.9 85.4 85.4 85.9 86.0 86.1	86.8 86.8 86.7 86.7 86.2 85.9 85.4 85.8 85.9 86.0 86.3 86.9				
	22	86.9	86.7 86.3 86.1 86.0 86.0 86.0 86.0 86.1	86.2 86.5 86.7 86.9 86.9 87.0 87.0 87.0 87.1 87.3 87.3 87.3 87.3 86.9 86.4				
	25	89.1 89.1 88.4 87.9 86.9	85.1 85.1 85.1 85.7	86.0 86.0 85.9 86.0 85.8 85.8 85.5 85.5 85.8 85.7 85.1 85.0 85.0 85.0 84.6				
	29	86.9 86.9 86.5 86.2 86.1	86.3 86.7 87.1 87.8 87.9 88.4 88.3 88.1 88.3 88.7 88.2 88.2 88.7 88.2 88.1 88.0 88.0 87.8 87.5 87.0					
Means	87.0 87.0 86.7 86.3 85.9 86.5 85.2 85.3 85.4 85.5 85.8 86.0 86.1 86.3 86.3 86.4 86.4 86.4 86.4 86.3 86.2 86.3 86.1							
AUG.	2	87.0 87.0 87.0 86.9 86.8 86.9 87.0 87.1 87.7 88.0 88.6 88.9 88.9 89.2 89.8 89.7 89.9 89.9 89.4 88.0 88.2 87.8 87.1 86.8 86.7 86.3						
	5	86.2 86.0 85.9 85.4 85.1 85.2 85.4 85.8 86.1 86.9 87.1 87.8 88.0 88.3 88.9 89.0 89.6 90.0 90.0 90.2 90.0 90.0 90.0 89.9						
	9	85.9	84.9 84.2 85.2 86.3 86.8 86.8 87.0 87.4 88.0 88.7 89.2 90.0 90.0 89.7 88.4 88.1 88.2 88.0 87.4					
	13	87.0 86.8 86.1 85.8 85.9 85.8 86.0 86.4 86.5 86.9 87.0 87.1 87.2 87.3 87.1 87.1 87.1 87.5 87.3 87.4 87.4 85.9 85.8 85.9 86.0						
	16	87.1 87.0 86.8 86.7 86.8 87.0 87.2 87.5 88.0 88.2 88.5 88.9 89.3 89.7 89.9 90.0 90.0 89.9 89.7 89.3 89.0 88.7 88.0 87.6 87.0						
	20	86.1 86.0 85.4 85.1 85.0 85.1 85.2 85.7 85.9 86.0 86.1 87.0 87.7 88.0 88.7 88.9 89.0 89.7 89.8 89.8 89.1 89.1 88.6 87.9 87.2 86.7 86.2						
	23	87.0 86.4 86.1 86.0 85.9 86.0 86.0 86.1 86.2 86.6 87.0 87.7 88.0 88.7 88.9 89.0 89.3 89.9 90.0 89.2 89.3 89.0 88.8 88.4						
27	86.9 86.7 86.1 86.0 86.0 86.2 86.7 87.0 87.1 87.2 87.3 87.5 87.7 88.0 88.3 88.8 89.0 89.1 89.2 89.1 89.2 89.2 89.1 89.0 88.7							
Means	86.7 86.6 86.2 86.0 85.9 86.0 86.1 86.2 86.6 87.0 87.3 87.7 88.0 88.4 88.7 88.9 89.1 89.7 89.4 89.0 88.8 88.1 87.9 87.8 87.5							
SEPTEMBER.	2	87.2 87.2 87.1 87.2 87.6 88.0 88.4 89.0 89.7 90.0 90.4 90.8 90.9 90.9 90.9 90.9 90.0 89.6 88.9 88.8 88.0 87.5 86.8						
	5	87.3 87.1 87.0 87.0 87.0 87.2 87.3 87.5 87.7 87.9 88.0 88.0 88.0 88.1 88.1 88.1 88.1 88.1 87.7 87.4 87.5 87.5 87.4 87.0 86.7 86.0						
	9	86.5 86.1 86.0 86.0 86.0 86.1 86.2 86.4 86.6 86.9 87.0 87.6 88.0 88.5 88.9 89.0 88.8 88.1 87.8 87.1 86.1 85.6 85.0 84.8						
	12	87.8 87.0 86.9 86.3 86.1 86.2 86 3 86.6 86.9 87.1 87.6 88.0 88.2 88.5 89.1 89.5 89.8 90.0 89.4 89.1 89.0 88.2 87.5 86.8 85.9						
	16	88.3	89.5 89.4 89.3 89.2 89.0 89.8 98.9 88.9 88.8 88.5 88.2 87.5 87.1 86.6 85.9 85.1 84.4 84.7 84.3 84.1					
	20	88.9 89.1 89.5 90.0 90.3 90.7 90.9 91.1 91.2 91.2 91.0 90.5 90.4 90.3 90.1 89.4 89.7 89.9 90.3 89.9 89.9 90.0 90.0						
	23	87.8 87.9 88.1 88.6 88.9 89.1 89.3 89 6 89.2 89.0 88.9 88.2 87.9 87.7 87.6 87.8 87.7 87.6 87.8 87.6 87.6 87.6 87.6 87.5 87.5						
29	89.0 89.1 89.3 89.8 90.0 90.1 90.2 90.3 90.4 90.5 90.3 90.2 90.9 90.8 88.0 86.9 85.7 84.4 83.9 83.1 82.9 82.4 82.5 82.7 82.8							
Means	87.9 87.6 87.7 87.8 88.0 88.2 88.5 88.7 88.8 89.0 89.0 89.0 88.9 88.9 88.9 88.8 88.8 88.8 88.5 88.7 88.7 88.7 88.7 88.6 88.5 88.7							

TABLE XIV.
MAGNETIC DECLINATION.

READINGS EVERY QUARTER OF AN HOUR. ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 0'.999.

RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY).

HOUR.	6h	7h	8h	9h	10h	11h	Noon.	
OCTOBER.	3		90.290.290.290.390.390.290.190.090.0	89.889.489.289.088.988.588.087.186.586.085.585.084.7				
	6	89.891.291.992.192.793.093.193.393.493.593.393.393.092.9			91.991.791.390.090.089.088.988.287.786.084.784.083.883.782.8			
	9	90.190.290.891.291.792.092.392.993.092.491.991.691.290.990.289.488.988.287.786.084.784.083.883.782.8						
	13	90.090.290.991.692.192.793.193.193.193.092.292.091.190.289.388.287.186.185.184.583.983.683.183.182.9						
	16	91.892.192.793.093.793.994.093.993.893.293.0			92.191.690.889.988.888.087.086.186.085.284.984.884.9			
	21	91.091.391.992.292.192.892.792.792.792.892.492.491.191.391.090.189.188.688.087.987.286.985.884.783.7						
	25	90.290.991.191.591.8	92.392.492.292.291.991.591.090.390.089.188.788.087.687.187.186.485.385.085.9					
28	91.892.292.893.193.493.793.893.993.893.192.992.792.492.091.591.190.790.189.888.988.886.486.985.985.1							
	Means	90.791.291.791.992.292.692.792.892.892.592.291.991.591.190.389.889.288.788.787.286.485.985.484.984.3						
NOV.	5	92.593.193.494.094.094.294.294.294.193.993.192.391.790.489.188.588.087.186.385.484.984.884.1					83.9	
	17	94.094.094.094.094.093.593.293.092.992.592.192.191.691.090.489.688.487.987.987.786.185.585.385.084.7						
	Means	93.393.693.794.094.093.993.793.693.593.292.692.291.790.789.889.188.287.587.186.685.585.284.785.084.3						
DECEMBER.	5	92.892.892.592.191.991.291.090.390.190.089.7		89.088.688.0		87.085.984.883.383.082.081.080.5		
	8	92.392.292.091.491.091.090.590.290.090.390.290.390.089.889.289.088.688.183.688.886.487.086.888.085.8						
	13	92.992.992.992.092.792.492.192.091.891.090.590.189.989.489.088.888.883.988.788.188.187.787.187.086.3						
	16	92.091.991.992.092.192.392.191.491.190.990.890.179.889.087.887.787.086.386.286.387.187.087.486.1						
	22	92.892.993.193.293.293.192.992.892.492.191.791.290.789.789.088.087.286.786.486.686.887.087.287.487.2						
	27	90.992.291.992.991.291.092.191.591.090.589.989.087.987.485.984.885.084.083.182.682.382.481.682.881.6						
	30	92.392.592.292.492.492.392.292.191.991.991.090.489.888.987.886.685.884.884.083.483.783.884.0					85.4	
	Means	92.392.592.492.492.191.991.891.591.291.090.590.289.689.088.287.587.186.486.085.585.385.385.085.085.3						
JANUARY 1885.	5	92.693.193.794.094.194.094.094.294.194.194.093.392.992.391.991.090.589.688.888.488.388.688.788.788.1						
	8	92.893.694.094.594.293.893.493.092.492.091.390.890.089.087.886.486.186.086.085.785.986.386.887.186.8						
	13	93.393.8	93.993.893.793.493.093.092.392.091.791.290.790.089.088.688.287.988.088.288.488.188.688.3					
	16	93.393.693.993.593.193.0	92.892.992.492.291.991.290.990.289.988.989.088.888.887.987.287.086.886.8					
	22	91.092.093.093.394.095.095.996.096.396.796.696.396.396.395.995.094.093.792.590.489.387.986.186.285.8						
	27	92.0	93.393.794.194.494.895.095.395.796.096.396.1		95.195.094.192.992.291.791.090.689.087.5			
	30		95.694.695.895.495.194.093.392.691.289.9		87.286.385.985.685.485.085.085.083.9			
	Means	92.593.293.793.894.194.094.594.294.193.893.793.292.792.291.291.189.989.588.988.488.087.887.587.386.7						

*

TABLE XIV.
MAGNETIC DECLINATION.

READINGS EVERY QUARTER OF AN HOUR. ANGULAR VALUE OF ONE SCALE DIVISION = 1 m. m. = 0.999.

RIO-DE-JANEIRO (S. ANNA-DE-NICTHEROY).

HOUR.	6h			7h			8h			9h			10h			11h			Noon.							
FEBRUARY.	2	90.8	90.9	91.3	92.0	92.5	93.2	93.7	94.6	95.1	95.8	96.4	96.1	97.4	97.9	98.0	98.2	98.5	98.5	98.1	97.7	96.0	93.8	91.8	90.0	88.2
	7	91.0	91.1		91.2	90.9	91.0	91.0	90.9	90.7	90.7	90.6	90.6	90.5	90.2	90.0	90.0	90.0	89.9	89.8	89.8	89.8	89.2	88.8	88.5	88.0
	10	92.8	93.1		94.0	95.0	95.8	95.3	96.1	96.5	96.9	96.5	96.9	97.0	94.9	93.1	94.0	93.9	93.5	93.9	93.4	93.0	92.2	89.8		84.1
	15	91.0	91.7	92.1	92.8	93.1	94.0	94.7	94.9	95.4	95.9	96.0	96.3	96.4	96.4	96.1	96.0	95.8	95.4	95.1	94.9	94.2	93.1	90.9	87.9	85.9
	20	92.2	92.9	93.3	94.0	95.0	95.2	96.4	96.1	96.7		96.7		96.3	96.1		95.2	94.8	94.4	93.6	92.7	92.1	91.2		89.0	87.9
	23	90.7	90.9	90.6	90.9	91.0	91.2	91.2	91.8	92.1	92.4	92.9	93.0	93.0	93.2	93.0	92.7	92.3	91.8	91.1	89.9	90.0	90.0	89.2	88.9	88.7
	27	92.8	93.0	93.3	93.8	93.4	93.8	93.9	94.1	94.1	94.0	94.0	93.9	93.0	92.8	92.1	91.8	91.0	90.3	88.3	89.1	88.0	88.1	86.6	87.2	88.1
Means	91.6	91.9	92.1	92.7	93.0	93.5	93.7	94.1	94.4	94.3	94.7	94.5	94.8	94.5	93.7	94.0	94.8	93.4	92.8	92.5	91.9	91.1	89.5	88.6	87.2	
MARCH.	2	92.4	92.9	93.0	93.0	93.1	93.4	93.8	94.2	94.2	94.3	94.3	94.2	94.0	93.7	93.1	92.9	92.0	91.2	90.9	90.1	90.0	89.9	89.5	89.1	88.6
	5	92.3	93.0	93.9	94.5	95.0	95.6	96.0	96.1	96.1	96.1	95.6	95.5	95.0	94.3	94.0	93.2	92.5	91.9	91.0	90.1	89.6	89.2	88.4	87.9	87.5
	9	92.2	92.6	93.0	93.6	94.1	94.8	95.1	95.8	96.0	96.1	96.1	95.9	95.7	95.0	94.2	94.0	93.2	92.5	91.9	91.0	90.9	90.3		89.0	88.8
	13	91.9	92.0	92.0	92.2	92.3	92.3	93.9	94.2	94.3	94.5	94.0	94.0	93.8	93.7	93.0	92.7	91.8	90.1	91.0	91.0	91.0	89.4	92.4		89.4
	17	92.9			94.2	95.0	95.5	96.0	96.1	96.3	96.1	96.2	95.7	95.0	94.5	93.9	93.0	92.0	91.0	89.9	89.0	88.5	88.0	87.1		87.2
	19	92.8	92.8	93.1	93.7	94.1	94.2	94.8	95.0	95.1	95.4	95.5	95.4	95.4	95.0	94.7	94.0	92.9	91.2	89.9	88.3	87.0	86.0	85.1		84.7
	23	92.7	92.5	92.7	93.0	93.6	94.0	94.5	95.0	95.3	95.4	95.8	95.1	95.0	94.8	94.3	94.1	93.8	93.0		91.1	91.8	90.7	89.8	88.4	
27	93.3	93.4	93.8	94.0	94.8	95.2	95.9	96.0	96.3	96.5	96.6	96.8	96.7	96.9	96.8	96.1	96.0	95.9	95.0	94.4	93.7	93.0	92.5	91.5	90.5	
Means	92.6	92.7	93.1	93.3	93.8	94.4	94.8	95.2	95.4	95.5	95.6	95.4	95.2	94.9	94.5	94.0	93.4	92.8	91.8	90.5	89.8	88.2	88.5	88.1		

REDUCTION OF THE ABSOLUTE DETERMINATIONS TO ONE COMMON EPOCH.

By Dr. VAN RIJCKEVORSEL.

Declination, diurnal variation. For the declination, part of the corrections, which would be required to reduce all the observations to one common epoch, could be deduced from the observations at Pará and Rio-de-Janeiro. At both places a great number of readings during the hours between 6 a.m. and noon were at hand, as will be seen from tables VI and XIV.

As it seemed convenient to reduce all the observations to 10 a.m., the mean was first taken of all the readings at the same hour for every separate month and the differences between these means and the mean reading for 10 a.m. were set down in a list.

For Pará. A glance at the list for Pará showed the expediency of dividing the year into three groups of four months each. The first group included the winter: May, June, July, August. The second the summermonths: November, December, January and February, whilst the third group included the equinoctial months: March, April, September and October. The result was the following table.

TABLE XV.

SHOWING THE DIFFERENCES BETWEEN THE MEAN READINGS OF DECLINATION AND THE MEAN FOR 10 A. M. FOR THE YEAR 1882—1883 AT PARÁ.

HOUR a. m.	6	6½	6¾	7	7¼	7½	7¾	8	8¼	8½	8¾	9	
Equin. months	+ 2.2	+ 2.2	+ 2.2	+ 2.1	+ 1.9	+ 1.6	+ 1.3	+ 1.0	+ 0.8	+ 0.5	+ 0.2	+ 0.1	-0.1
Wintermonths	+ 0.5	+ 0.3	- 0.1	- 0.3	- 0.5	- 0.8	- 0.9	- 1.0	- 1.1	- 1.1	- 1.0	- 0.6	-0.5
Summermonths	+ 4.5	+ 4.6	+ 4.6	+ 4.6	+ 4.4	+ 4.1	+ 3.5	+ 2.8	+ 2.3	+ 1.8	+ 1.4	+ 1.0	+0.8
HOUR a. m.	9¼	9½	9¾	10	10¼	10½	10¾	11	11¼	11½	11¾	12	
Equin. months.	- 0.1	- 0.2	- 0.1	0.0	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.3	
Wintermonths	- 0.4	- 0.3	- 0.1	0.0	0.0	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.6	+ 0.8	+ 0.9	+ 1.1	+ 1.3	
Summermonths	+ 0.2	+ 0.3	- 0.1	0.0	+ 0.1	0.0	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.6	+ 0.9	+ 1.2	

By means of this table every single absolute observation was reduced to the period of 10 a.m. In order to find the correction of the so found figure to the mean of the month in which the observation took place, the following values were deduced from the readings.

TABLE XVI.

SHOWING THE DEVIATION OF THE MEAN READINGS AT 10 A.M. FROM THE MEAN FOR THE MONTH AT PARÁ.

1882	September	— 1.9
	October	— 1.7
	November	— 2.8
	December	— 3.4
1883	January	— 3.9
	February	evaluated at — 3.2
	March	— 2.0
	April	— 1.4
	May	— 1.6
	June	— 1.6
	July	— 2.4
	Augustus	— 1.2
	September	— 1.9
	October	— 2.3
	November	— 2.3

This table gave the following means:

for the equinoctial months	— 1.9
for the wintermonths	— 1.7
for the summermonths	— 3.1.

The readings, taken only during 14 months, did not seem sufficient in number to reduce each month to the year's mean. It will be seen hereafter, that this has been done in another way.

For Rio. For the observations at S. Anna-de-Nictherohy (Rio-de-Janeiro) a grouping like that at Pará was not so evident, as was to be expected from the

difference in geographical position. So it was found expedient to take the different months separately. The result is put down in the following table.

TABLE XVII.

SHOWING THE DIFFERENCE BETWEEN THE MEAN READINGS OF THE DECLINATION AND THE MEAN FOR 10 A. M. FOR THE YEAR 1884—1885 AT S. ANNA-DE-NICTHEROY.

HOOR a. m.	6	6½	6¾	6¾	7	7¼	7½	7¾	8	8¼	8½	8¾	9
April.....	- 1.8	- 1.7	- 1.5	- 1.3	- 1.1	- 0.8	- 0.5	- 0.2	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2
May.....	- 1.0	- 1.1	- 1.2	- 1.3	- 1.4	- 1.2	- 1.1	- 1.0	- 0.9	- 0.6	- 0.3	- 0.1	- 0.1
June.....	- 0.2	- 0.6	- 1.0	- 1.3	- 1.7	- 1.7	- 1.7	- 1.7	- 1.7	- 1.5	- 1.2	- 0.9	- 0.6
July.....	- 0.2	- 0.1	- 0.4	- 0.6	- 0.9	- 1.0	- 1.2	- 1.5	- 1.5	- 1.2	- 1.0	- 0.8	- 0.5
Aug.....	- 2.3	- 2.5	- 2.8	- 3.0	- 3.2	- 3.0	- 2.8	- 2.5	- 2.3	- 2.0	- 1.6	- 1.3	- 1.0
Sept.....	- 0.9	- 0.8	- 0.8	- 0.8	- 0.8	- 0.7	- 0.5	- 0.4	- 0.2	- 0.1	0.0	+ 0.1	+ 0.3
Oct.....	+ 1.6	+ 2.1	+ 2.6	+ 3.0	+ 3.5	+ 3.5	+ 3.6	+ 3.6	+ 3.7	+ 3.4	+ 3.1	+ 2.7	+ 2.4
Nov.....	+ 5.6	+ 5.5	+ 5.4	+ 5.3	+ 5.2	+ 4.9	+ 4.6	+ 4.3	+ 4.0	+ 3.6	+ 3.2	+ 2.8	+ 2.4
Dec.....	+ 4.9	+ 4.8	+ 4.8	+ 4.7	+ 4.6	+ 4.6	+ 4.7	+ 4.7	+ 4.7	+ 4.0	+ 3.4	+ 2.8	+ 2.1
Jan.....	+ 3.0	+ 3.2	+ 3.4	+ 3.6	+ 3.9	+ 3.8	+ 3.7	+ 3.6	+ 3.5	+ 3.2	+ 2.9	+ 2.5	+ 2.2
Febr.....	- 2.2	- 1.8	- 1.4	- 1.0	- 1.6	- 0.2	+ 0.2	+ 0.5	+ 0.9	+ 1.0	+ 1.0	+ 1.0	+ 1.0
March.....	- 1.8	- 1.5	- 1.1	- 0.8	- 0.4	0.0	+ 0.5	+ 0.9	+ 1.3	+ 1.3	+ 1.4	+ 1.4	+ 1.4

HOOR a. m.	9¼	9½	9¾	10	10¼	10½	10¾	11	11¼	11½	11¾	12
April.....	+ 0.2	+ 0.1	0.0	0.0	+ 0.4	+ 0.8	+ 1.2	+ 1.7	+ 2.2	+ 2.8	+ 3.2	+ 3.8
May.....	- 0.1	- 0.1	0.0	0.0	+ 0.4	+ 0.8	+ 1.2	+ 1.8	+ 2.1	+ 2.4	+ 2.7	+ 3.1
June.....	- 0.5	- 0.3	0.0	0.0	- 0.2	- 0.5	- 0.6	- 0.8	- 0.9	- 1.0	- 1.4	- 1.8
July.....	- 0.4	- 0.2	- 0.1	0.0	0.0	- 0.1	- 0.2	- 0.4	- 0.5	- 0.6	- 0.8	- 0.9
Aug.....	- 0.8	- 0.5	0.0	0.0	0.0	- 0.2	- 0.3	- 0.5	- 0.7	- 1.0	- 1.2	- 1.5
Sept.....	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.1	0.0	- 0.3	- 0.7	- 1.0	- 1.3	- 1.5	- 2.0	- 2.4	- 2.8
Oct.....	+ 1.8	+ 1.2	0.0	0.0	0.0	- 1.3	- 1.9	- 2.5	- 3.0	- 3.6	- 4.1	- 4.6
Nov.....	+ 1.8	+ 1.2	+ 0.6	0.0	- 0.3	- 0.7	- 1.1	- 1.4	- 1.6	- 1.9	- 1.9	- 2.1
Dec.....	+ 1.6	+ 1.1	+ 0.6	0.0	- 0.3	- 0.7	- 1.0	- 1.3	- 1.3	- 1.3	- 1.3	- 1.3
Jan.....	+ 1.6	+ 1.1	+ 0.6	0.0	- 0.4	- 0.7	- 1.0	- 1.4	- 1.7	- 2.0	- 2.4	- 2.7
Febr.....	+ 0.8	+ 0.5	+ 0.3	0.0	- 0.4	- 0.9	- 1.3	- 1.7	- 2.5	- 3.3	- 4.1	- 4.8
March.....	+ 1.1	+ 0.7	+ 0.4	0.0	- 0.8	- 1.6	- 2.3	- 3.1	- 3.8	- 4.4	- 5.0	- 5.7

And again, to reduce the observations to the mean of the month:

T A B L E V X I I I .

SHOWING THE DEVIATIONS OF THE MEAN READINGS AT 10 A.M. FROM THE MEAN
FOR THE MONTH AT S. ANNA-DE-NICHTHEROHY.

1884 April	evaluated at + 0.7
May	+ 0.7
June	+ 0.2
July	— 0.5
August	+ 1.4
September	+ 0.2
October	— 0.6
November	evaluated at — 1.4
December	— 2.8
1885 January	— 1.4
February	+ 2.2
March	+ 2.3

A difficult question was, how to apply these figures, which are, strictly, true only for Pará and Nictherohy and only for the years in which they had been found, to the different stations of the survey. The following plan has been adopted.

The whole map was divided into three parts. The first included all the stations in the North, as far South as the parallel of 8°. The corrections found for Pará have been applied to all the stations of this district.

A second part included all the southern stations, as far North as 15°. There to all the stations the corrections were applied as they were found for Rio.

A district remained between the parallels 8 and 15. For this district a mean variation was computed, between the two others, by simply taking the arithmetical mean.

I am of course aware, that this course is open to objections. But having only observations during two years, at two places so far distant as Pará and Rio; the survey being scattered over such an area, and divided over four years, it may be doubted, if a more exact way of applying these corrections would be worth the trouble.

Horizontal intensity, diurnal variation. As to the horizontal intensity, an approximative value of the diurnal variation has been deduced from the absolute measurements in the following manner.

It will be seen from Table XXV, that the differences between the first and second observation on each day are throughout proportional to the time elapsed. This is the case, may the observations be taken either very early in the morning or about 10 a.m., either in the North or in the South. From this fact the conclusion may be drawn, that the variation is, during the hours from 6 to 10, very regular. Graphically, it would very probably show a nearly straight line for this period of the day.

This being granted, the method was most simple. The mean was taken of all the differences between the first and the second observation of each day. This mean was divided by the mean time between the two observations.

By this means the correction for daily variation was found to be nearly 0.00062 for every five minutes. Needless to say that this value has no claim to any great accuracy, but since the observations were made at different hours, it may be considered somewhat better than no correction.

As mean period was here chosen 8 a.m., which is about the mean of the different hours of observation. Thus, for an observation taken at 6 a.m. a correction of + 0.0149 was applied; for one taken at 10 a.m., a correction of — 0.0149.

Inclination. For the inclination, a similar method could not be employed, because, as a rule, the two observations were taken at the same hour, in the way which will be explained elsewhere. And as for this element also the variation-instruments were at fault, no correction for diurnal variation could be obtained for the dip.

For both inclination and horizontal intensity it is clear that a reduction to the month's mean was impossible.

Secular variation. Declination. The secular variation of course offers a difficulty in a part of the world, where as yet no magnetical observatory exists.

The two series of absolute determinations at Pará from September to December 1881 and 1883 were meant to find values for the secular variation which would be sufficient at least for the reduction of my own results. But these only include a period of two years and were made in the most northern corner covered by the survey, so that the results might scarcely, a priori, be adopted for Rio-de-Janeiro ou Fernando-de-Noronha for instance.

Moreover, the series of 1883 is not a satisfactory one, as the figures for the horizontal intensity (Table XXV) will show. I have no reason to think that this was my own fault: it was a very quiet time, and nothing happened to justify the supposition that the observations were worse than others. But it was soon after the eruption of Krakatahoe, which certainly was the cause of the great perturbation on the 27th of August 1883 in the readings of the diurnal variation. So the idea lies at hand, that the uncommonly irregular results of some observations during the following months were due to the same origin.

A method was afterwards tried to find a value for the secular variation out of all the absolute determinations. As this proved of no avail, it needs not be explained.

So, use was made of such older observations as Mr. ENGELENBURG and I were able to find. I have to thank Mr. G. M. WHIPPLE, Superintendent of Kew Observatory for many indications in this direction, and Admiral MOUCHEZ, director of the Paris observatory not only for his own observations, but for mentioning those of Rear-admiral Baron ROUSSIN, taken in 1819.

To the method followed may be raised the objection, that the stations of different observers during more than half a century cannot have always been strictly the same. However, they are sure to have been nearly so in most cases. With very few exceptions, the older observations have been made on the coast. And the coast of Brazil is not one of easy access: the anchorages for vessels of any size are few. So there is a great probability, that the ship I was in lay at very nearly the same spot as its predecessors. And again it is very probable, that any observer will have taken his observations as near as possible to where his ship lay. This remark, however, is certainly not true for larger towns with a good harbour, such as Rio or Bahia.

Also, the older observations have certainly not all been taken with instruments similar to mine, nor with a wish to obtain the same degree of accuracy.

But as, for the most part, there are many years between those observations and mine, the errors resulting from these causes may be considered of no consequence, especially, if a mean can be taken of a great many values.

For the declination this is the case.

At Pará, my two series of absolute determinations were taken exactly on the same pillar (in the garden of the house which I occupied in 1881, at the top of the *Estrada-S. Jeronimo*). The table XXIII gives the observations themselves; for the present it is sufficient to state, that the mean for the observations in 1881 was 3° 3' 0" W., and for those in 1883, during exactly the same months,

3° 19' 8". This gives for the secular variation at Pará a value of very nearly 8' pro anno.

For Rio-de-Janeiro many observations are on hand. In the table XIX (and in the next tables) those of Baron ROUSSIN are taken from „Le pilote du Brésil”, Paris 1845. Those of Admiral MOUCHEZ were kindly communicated by himself as far as they were not supplied by his Atlas. Those of 1857 and 1882 have been taken from the publications of the voyages, during which the observations were made; the others, with the exception of my own, from the „Contributions to terrestrial magnetism”, by General Sir EDWARD SABINE in the „Philosophical Transactions”.

TABLE XIX.

A LIST OF OBSERVATIONS OF MAGNETIC DECLINATION AT RIO DE-JANEIRO
BY DIFFERENT OBSERVERS.

Year.	Declination.	Observer.
1818	3° 40' E	Baron ROUSSIN.
1825	3 11 "	BEECHY.
1826	2 37 "	KING.
1827	3 — "	LÜTKE.
1830	2 9 "	ERMAN.
1832	2 — "	LAPLACE.
1832	2 — "	FITZ-ROY.
1837	0 51 "	SULIVAN.
1845	0 13 "	HELMREICHER.
1851	1 15 "	Swedish ship Eugénie.
1857	0 45 W	Austrian ship Novara.
1866	2 49 "	HARKNESS
1881	4 23 "	VAN RYCKEVORSEL (Botafogo).]
1881	4 23 "	The same (Villa-Isabel).
1882	4 39 "	French commission for passage of Venus.
1884	5 19 "	VAN RYCKEVORSEL (Nichterohy).

It must be remarked, that Villa-Isabel, like Botafogo, is a suburb of Rio, and Nichterohy a town at the other side of the Bay, where our observatory was in 1882. As the other determinations, in so big a town as Rio, were certainly not made on the same spot, and probably some of them on board, I saw no objection to include these observations of my own.

Only one of the figures in this list does look rather suspicious. But, in

whichever way the figures are combined, the result is always, that the secular variation during this period is very nearly equal to that of Pará, viz. to 8'.

From the same sources are drawn the figures for some other places. To these are added two observations at Sabará and Guaicuby, on the Rio-das-Vellas, by Mr. E. LIAIS, the late director of the Imperial Observatory at Rio. As to the figures of Baron ROUSSIN, I am bound to state, that I am aware that his station was not always the same as mine. For instance, he observed at Porto-Seguro, and I at S. Cruz. But, as the two villages are near one another, and considering the great lapse of time between our visits, I think this to be allowable.

In the following table the stations are arranged from West to East.

TABLE XX.

A LIST OF SOME OLDER DETERMINATIONS OF MAGNETIC DECLINATION, AS COMPARED WITH MY OWN AT THE SAME PLACES.

Station.	Observer.	Date.	Declination.	VAN RYCKEVORSEL		Difference in years.	Difference in Declination.	Secular variation.	Means of secular variation.
				Date.	Declination.				
Pará.....	FOSTER.	1830	1° 41' E	1883	3° 19' W	53	4° 33'	5'2	6.1
Guaicuby.....	LIAIS.	1862	1 21 W	1884	3 36	22	2 15	6.1	
Maranhão.....	ROUSSIN.	1819	1 37 W	1882	6 4	63	4 27	4.2	7.3
	FOSTER.	1828	0 31 W	—	—	54	5 33	6.2	
	OWEN.	1832	2 0 E	—	—	50	8 4	9.7	
	MOUCHEZ.	1866	3 40 W	—	—	16	2 24	9.0	
Sabará.....	LIAIS.	1862	1 46 W	1884	4 53	22	3 7	8.5	8.5
Tutoia.....	MOUCHEZ	1866	5 0 W	1881	7 29	15	2 29	9.9	9.9
Cabo-Frio.....	ROUSSIN.	1819	2 30 E	1881	6 24	62	3 54	8.6	8.4
	FOSTER.	1828	0 12 E	—	—	53	6 36	7.5	
	KELLETT.	1831	0 30 E	—	—	50	6 54	8.3	
	MOUCHEZ.	1861	3 20 W	—	—	20	3 4	9.2	
Ammaração.....	MOUCHEZ	1866	5 50 W	1881	7 57	15	2 7	8.5	8.7
Jericocoquara.....	ROUSSIN.	1819	2 23 W	1881	8 56	62	6 33	6.3	7.7
	MOUCHEZ.	1866	6 40 W	—	—	15	2 16	9.1	
Victoria.....	ROUSSIN.	1819	1 2 E	1881	7 20	62	8 22	8.1	8.9
	MOUCHEZ.	1861	4 6 W	—	—	20	3 14	9.7	
Mundahú.....	MOUCHEZ	1866	7 30 W	1881	9 47	15	2 17	9.1	9.1
Caravellas.....	MOUCHEZ.	1861	5 7 W	1881	8 38	20	3 31	10.6	10.6
Ilheos.....	ROUSSIN.	1819	1 0 W	1881	9 49	62	8 49	8.5	10.8
	MOUCHEZ.	1861	5 30 W	—	—	20	4 19	13.0	

Station.	Observer.	Date.	Declination.	VAN RYCKEVOORSEL.		Difference in years.	Difference in Declination.	Secular variation.	Means of secular variation.
				Date.	Declination.				
S. Cruz.....	ROUSSIN.	1819	0 54 W	1881	8 58 W	62	8 4	7.8	} 9.4
	MOUCHEZ.	1861	5 20 W	—	—	20	3 38	10.9	
Marahú.....	MOUCHEZ.	1861	5 40 W	1881	9 13	20	3 33	10.7	
M.-S. Paulo.....	ROUSSIN.	1819	1 50 W	1881	9 21	62	7 31	7.3	} 9.2
	MOUCHEZ.	1861	5 40 W	—	—	20	3 41	11.1	
Ceará.....	ROUSSIN.	1819	3 0 W	1881	10 15	62	7 15	7.0	} 6.5
	HARKNESS.	1865	8 29 W	—	—	16	1 46	6.6	
	MOUCHEZ.	1866	8 45 W	—	—	15	1 30	6.0	
Bahia.....	ROUSSIN.	1819	1 58 W	1881	9 54	62	7 56	7.7	} 8.3
	FITZ ROY	1832	4 18 W	—	—	49	5 36	6.9	
	BERARD	1842	3 30 W	—	—	39	6 24	9.9	
	HARKNESS	1865	7 57 W	—	—	16	1 57	7.3	
	MOUCHEZ	1865	7 15 W	—	—	16	2 39	9.9	
Maceió.....	MOUCHEZ.	1865	8 45 W	1881	12 4	16	3 19	12.4	12.4
Caicara.....	MOUCHEZ.	1865	9 45 W	1881	12 2	16	2 17	8.5	8.5
Pititinga.....	MOUCHEZ.	1865	10 23 W	1881	12 34	16	2 11	8.2	8.2
Natal.....	MOUCHEZ.	1865	10 45 W	1881	12 39	16	1 54	7.1	7.1
Pernambuco.....	ROUSSIN.	1819	4 45 W	1881	12 33	62	7 48	7.5	} 8.0
	FITZ ROY.	1836	5 54 W	—	—	45	6 39	8.9	
	HARKNESS.	1865	11 0 W	—	—	16	1 33	5.9	
	MOUCHEZ.	1865	10 0 W	—	—	16	2 33	9.6	
Fernando-de-Noronha.	FITZ ROY.	1832	7 0 W	1881	14 47	49	7 47	9.5	9.5

Here too, of course, other methods of combining the observations are possible, but I preferred this one under the circumstances.

The first conclusion that can be inferred from this table is, that as a rule, the comparison of my declination with that of the older observers gives a smaller secular variation than the comparison with some observers of a later date. This seems to make a progression in the secular variation probable. Not more than probable, however, for a glance at the list will show, that the larger values are nearly all due to the comparison with Admiral MOUCHEZ. And the persons who took observations at nearly the same time, and partly at the same stations, Mr. LIAIS and Mr. HARKNESS, show by comparison much smaller figures, smaller even than the means I took.

A second remark is, that the variation seems to be rather larger than 8', perhaps as much as 10' for a part of Brazil about Bahia, and that perhaps other slight anomalies really exist.

But these considerations do not seem to me conclusive enough, to warrant the assumption of more than a single mean value for the secular variation for the whole of my survey. I do not consider the material extant considerable enough to justify adopting a different course.

Now, if we consider a triangle of which the angles are Rio-de-Janeiro, Pará and Ceará, this includes by far the greater part of my stations. And nowhere in this triangle do we find a secular variation much exceeding 8', if we take the mean values as I gave them, and in few cases only exceeding 9', if we consider the greatest figure only for each station.

So I assumed for my whole survey the value of 8' 30" pro anno for the secular variation. This seemed to me to be the utmost concession that could be allowed to the few stations which clearly show a greater value.

This value has not been immediately applied to the observed figures.

In another tropical country, the Malay Archipelago, the observations of the Batavia Observatory show that the magnetic declination varies very regularly from month to month, so that the twelfth part of the secular variation is very nearly equal to the difference between the mean for one month and that for the next.

The figures obtained by Mr. ENGELENBURG both at Pará and at Rio, although of course not numerous enough to establish the fact, do certainly not gainsay it, but point in the same direction. With a wish to apply to the observed declination all the necessary corrections for variation, I ventured to surmise, that the regularity of the variation is a fact.

So the twelfth part of 8' 30" pro month has been taken as secular variation, and by means of this value all the observations have been reduced to the 1st of January 1883.

Inclination. For the inclination the existing material is much less important.

My own two series at Pará of 1881 and 1883 show a mean dip of 23° 44'.746 and 23° 42'.534 respectively. This gives a difference of 1'.212 or a secular variation of about minus half a minute a year, or — 0°.01.

From Sir EDWARD SABINE'S contributions I could extract only six places which coincide with my own. It seems unnecessary in this case to give the single observations. So for each station the mean is given such as Sir EDWARD himself states it, and for the date the mean is taken of the different years for which observations are noted. In the next table, which shows the result of this comparison, the sign + has been given to North dip, to South

dip the sign —. A positive secular variation means that the North dip is progressing.

TABLE XXI.

COMPARISON BETWEEN SOME OLDER DETERMINATIONS OF MAGNETIC INCLINATION
AND MY OWN AT THE SAME PLACES.

Station.	Contributions.		VAN RYCKEVORSEL.		Difference in years.	Difference in dip.	Secular Variation.
	Year.	Dip.	Year.	Dip.			
Rio-de-Janeiro..	1839	— 13°.2	1880	— 12°.1	41	+ 1.1	+ 0°.03
Bahia.....	1843	+ 5 .0	1884	+ 2 .8	41	— 2.2	— 0 .05
Pernambuco....	1847	+ 13 .0	1881	+ 8 .9	34	— 4.1	— 0 .12
Ceará.....	1865	+ 21 .4	1881	+ 18 .9	16	— 2.5	— 0 .16
Maranhão.....	1828	+ 23 .3	1882	+ 22 .1	54	— 1.1	— 0 .02
Pará.....	1834	+ 23 .8	1883	+ 23 .7	49	— 0.1	0 .00

Here again it would seem, as if in the north-eastern part of Brazil there is a secular variation of some importance. But, for the dip, this part includes very few of my observations.

Pará and Rio both unmistakably show an insignificant value, and even, for Rio, small as it is, this value has a different sign. And as far to the East as Bahia and Maranhão the secular variation is still very small. From this I conclude, that in the part of the country which includes nearly all my stations, it is too small to be taken into consideration. This lead me to assume 0.0, and to apply no secular variation whatever to the dip, although it would seem, as if for the utmost north-eastern corner of the survey a mean value of 3' or 4' pro anno did exist. But the evidence is not strong enough to warrant the adoption of another course.

Horizontal Intensity. For the horizontal intensity the result is poorer still.

The mean of my own observations at Pará was for 1881 and 1883 respectively 6.4398 and 6.4222, which gives a difference of 0.0176. The horizontal intensity would thus, for Pará, diminish at rate of 0.0088 pro anno. However, as said before, the series of 1883 is unsatisfactory. By leaving out such observations as seem very bad, the value is slightly modified, and a greater one would seem more warranted.

I think that the observations are such, as not to justify their use for this end, except by saying, that they do not flatly contradict those found by comparing the values given by Sir EDWARD SABINE with mine. They are computed in the following table.

TABLE XXII.

COMPARISON BETWEEN SOME OLDER DETERMINATIONS OF HORIZONTAL INTENSITY
AND MY OWN IN THE SAME PLACES.

Stations.	CONTRIBUTIONS.		VAN RYCKEVORSEL.		Difference in years.	Difference in hor. intensity.	Secular Variation.
	Year.	Hor. intensity.	Year.	Hor. intensity.			
Rio-de-Janeiro ..	1845	6.22	1881	5.62	36	— 0.60	— 0.017
Bahia	1852	6.30	1881	5.90	29	— 0.40	— 0.014
Pernambuco....	1852	6.48	1881	6.19	29	— 0.29	— 0.010
Ceará.....	1865	6.51	1881	6.32	16	— 0.19	— 0.012

This gives a mean secular variation of about — 0.0130, and the agreement between the four stations is so great, that there can be no objection against the adoption of this value for the whole survey.

To resume this chapter, the result is, that for the declination all the necessary reductions for variation could be applied, although not all are reliable to the same degree, and that the observations have been reduced to the 1st of January 1883, 10 a.m..

That, for the dip no correction was applied, because the secular variation seemed to be = 0, and for the diurnal and annual variation no material was at hand.

That for the horizontal intensity a diurnal and a secular variation, although both are not quite certain, have been applied, so that the observations are, although defectively, reduced to 1883.0, 8^h a.m..

P A R T III.

ABSOLUTE MAGNETIC MEASUREMENTS.

By DR. VAN RIJCKEVORSEL.

INTRODUCTION, AND MAGNETIC DECLINATION.

The different voyages have been described in the general introduction, so that here only the methods of observation have to be detailed.

Throughout I employed the same instruments.

Order of observing. My rule was, to take at every station two sets of observations on two different days. In order to eliminate the influence of accidental local disturbances, the station was never quite the same on the second day as on the first. From ten to twenty meters was the average distance between both; sometimes circumstances compelled me to make it more or less. If some peculiarity of the soil, the neighbourhood of houses or something else made me in the least afraid of local influences, my aim always was to eliminate them, by varying the circumstances. If there was for instance, a difference of level, I took care to observe on each of the two days at a different altitude. And, if the figures for any one of the magnetic elements, at a first glance, showed a marked difference between the two days, I prolonged my stay, so as to have a third day's observation. So for instance at Victoria, March 1881. Sometimes I took another set on the same day, but shifted the station.

In a few places time would not allow this arrangement, and the observations were forcibly less complete.

The different spots where I observed at every single station, being so little apart from one another, have always been taken as one station.

During the voyage on the coast, for reasons already stated, the average stay in each place was much longer. I used to make the best of this delay by taking a second station, also of two days, at a more considerable distance from the first one. This was taken as another station and both were distinguished as, for instance, Cabo-Frio I and Cabo-Frio II. This means, that at both these places observations have been taken on two different days, in two spots some twenty meters apart. In a few cases even more than two stations have been taken in one neighbourhood.

Upon the whole, as might be expected from the formation of the land, the area covered by this survey is relatively free from disturbances of any other character than that of purely local ones. The only district, with the island of Fernando-de-Noronha, where disturbances of some importance were to be expected, and were really found, is the mountainous country to the North of Rio, in the southern part of the province of Minas-Geraes. Here it will afterwards be seen, that the results in some cases are not at all what might be expected.

In a few other cases, Victoria I for instance, I am quite unable to suggest a plausible reason for the discrepancies between the observations on different days. My station was the bank of the river, opposite the town; the only building was a hut at a considerable distance, which certainly had little or no iron in or about it; the only difference of level was a slope of some six feet high, and the soil, quite the same as at numberless other stations, was scarcely, if at all, ferruginous. And it is to be noted, that on the first morning my station was very near to the little mound; on the second, some twenty paces to the West, and on the third, nearly exactly between these two. And the place furthest from the mound is the one that, at least for two elements, gives the worst figures of all.

The only suggestion I can make is the following. In and about Brazilian towns old iron is often to be found in astonishing quantities. Hoops, horseshoes, old tins, kitchen-utensils and other bits of iron are never absent. However slight the influence must be which this can have had on my observations, it is not absolutely impossible, that, in a few cases, some error, attributable to this cause, may exist. It is scarcely necessary to add, that I eliminated this cause of errors as much as possible: now and then a regular search for stray bits of old iron was the beginning of the day's work.

Another remark may find its place here. Often my observations in the larger towns are not half so good as those in more secluded spots. In a town the observer is never at his ease and free from nervousness like in the country. Letters are expected; very often it is the starting point for a long voyage, for which everything has to be considered and arranged; there are more lookers on. The Brazilians are a civil, obliging people, and will readily comply with your wish to stand aside and not to speak to you. But still, it is a different thing to take observations with a crowd all round your tent, although at a respectful distance, from working in the solitude of the woods. Of course, whenever I could, in the towns I observed in some enclosure, on private ground, in a secluded spot; but this could not always be done, so very often my observations in the more important places are worse than others.

The order in which I operated was nearly always the same. The declination came first, as soon as sun was high enough to be reflected by the mirror of the instrument into the telescope. After this came the horizontal intensity, and lastly the dip. Two complete observations of every kind were always taken.

Of course the state of the sky, especially during the rainy season, would not always permit the observation of declination. The intensity was never omitted, the dip now and then. At first this was done rather too often, which I deeply regret, as I found no occasion afterwards to correct this defect to any great extent.

At Pará, where I took observations in view of the secular variation, as stated before, the order was slightly altered. One determination of declination was taken before the two of intensity, another after these. And during the first part of the voyage on the S. Francisco the sun rose so late, that I found expedient, to take the two observations of declination between those of intensity.

Another cause of some irregularity were the sun's altitudes, which I had to take for the geographical positions. These had, of course, to be taken whenever the hour was most suitable.

The different instruments will be mentioned each in its own place. But it may be well to say here, that the tent, which served for part of the observations, was by BENJAMIN EDGINGTON, London, and was perfectly free from iron, the little metal employed in its construction being brass.

Declination. Instrument. The instrument which served for the declination was a unifilar magnetometer, Kew pattern, by ELLIOT BROS, with its tripod stand. This latter served for all the magnetic observations.

It may be surmised that the unifilar is well enough known by this time to render a lengthened description unnecessary. The horizontal circle of mine has 10 Centimeters in diameter, is divided from 20' to 20' and the verniers allow readings of 20". But as some of the minor parts of the instrument have been often modified, I must say a few words about some of these.

The observation of declination naturally consists of two parts: the one tending to find the direction of the magnetic meridian, the other to find the true geographical North by the sun, the angle between both directions being the magnetic declination. For the part first mentioned the instrument is very perfect. In only one respect I continued to depart from the Kew rules. My magnet, by its lightness and construction, was so easy to adjust, that I always turned it upside down after every single reading, and each time brought the central line of the scale on the central wire of the telescope. This method

rendered it unnecessary to find the value of one scale division, and made the observations independent of scale error. By means of four independent readings it is possible to find the direction of the magnetical North with a degree of precision greater than necessary.

But for the second part of the work my instrument has never been thoroughly good. It has a telescope supported by Y's, which is always in the same horizontal position capable of no movement in a vertical plane, and moveable in azimuth only with the instrument itself. Opposite to this is a small mirror, intended to reflect the sun's image into the horizontal telescope. In some instruments, this mirror is only capable of revolving round a fixed, horizontal axis. With this arrangement the instrumental errors of the mirror have to be ascertained by adequate means and corrections on this head have to be applied to the observations.

In my instrument, however, the plan has been adopted, to render the mirror moveable also round a vertical axis. Its horizontal axis is supported by Y's which are firmly mounted on a small azimuth circle. This latter is supported by a vertical axle, and its movement is independent from that of the larger circle, which serves for the readings of the magnet. This contrivance allows to make the mirror's plane vertical to the vertical plane passing through the optical axis of the telescope before every observation. The order of observation then becomes as follows. The mirror is brought in a vertical position, so that the image of the cross-wires is reflected back into the telescope. When this reflected image has been brought into exact coincidence with the cross, as directly seen through the telescope, the small horizontal circle belonging to the mirror is firmly clasped. Now the instrument may be turned in azimuth, and the mirror revolve round its horizontal axle, in order to throw the sun's image into the telescope. Any error in the collimation resulting from the elevation is eliminated by taking a second observation, with the same preliminary adjustment, but with the mirror turned through 180° both round its vertical and round its horizontal axis.

One difficulty has always been, how, especially on days when the sun is not bright, to illuminate the cross-wires from behind, so as to render their image visible. This has been effected by constructing the part of the telescope immediately at the back of the wires out of a glass tube. But the mirror itself is, in the tropics, another source of trouble. Any glass mirror will always, after a shorter or longer space of time become dim, to such a degree, that observations are nearly impossible, and, of course, unreliable. This also was my experience in the Indian Archipelago. In Brazil I at first tried a silver

mirror, which answered very well for a certain time. But silver is a too soft a metal; by cleaning it, it always becomes more or less scratched, and so this also became dim and useless. For the latter part of the survey I hit by chance upon a magnificent material. I had a mirror constructed by Mr. OLLAND, Utrecht, out of a fine specimen of hematite (commonly called bloodstone). This answered wonderfully well, and I can advise all who intend to take observations in the tropics to adopt this material for all the mirrors required.

Another difficulty of the arrangement of my instrument is, that the observer's own head is always in the way of the rays which ought to illuminate the wires. This makes it necessary to turn the instrument in azimuth, and the wires are illuminated from one side. Although I took great care to get the illumination once from the right, and once from the left, a cause of some uncertainty will always remain.

But the whole arrangement, although looking very well, is deficient. The mirror, its supports, its azimuthcircle are so delicate, that it is not possible to clasp everything sufficiently tight. The handling of one screw is hardly to be done without putting another one out of order. Also, the mirror has to be touched too often; the Y's and the axle are uncovered, and too small to be conveniently covered, so that, in the open air, some dust may always introduce itself. So, theoretically speaking, the instrument is very fine, but practically, it leaves a margin for uncertainty.

And, even theoretically, there is one great defect. The whole scheme rests upon the idea, that the telescope is exactly in the same position for the magnetic declination as for that of the sun. This is, practically, not the case: the telescope must be touched. The sun is, of course, observed through dark glasses, the magnet without, and these glasses are not independent of the telescope. Moreover, the collimation of my magnet was not so perfect, but that the focus of the telescope had to be readjusted. Although as much care as possible was always taken to have the telescope throughout in the same position, here is another cause of uncertainty.

In short: the instrument was a great deal better than when I first observed with it in the East, but still the degree of precision of the magnetic declination is not what it might be with a better instrument than mine.

The observations at Pará are somewhat more free from uncertainty on this head. A large garden was attached to my house, and, as I had in view a long series of determinations, a pillar of masonry was constructed at the end of the garden. On the wall of the house, some hundred meters distant, and nearly due North of the pillar, a fixed mark was made: two vertical strokes of

black paint, with a narrow white one between them. In 1883, although I had taken another house, the pillar and the mark were intact, and the owner of the house kindly allowed me to take my observations in his garden.

The azimuth of the fixed mark had been determined by Jhr. VAN ALPHEN with the universal instrument. The observation proved afterwards to be useless, but fortunately I had taken another in 1883 with the unifilar. The means of twelve observations was as follows:

local mean time by chron.	6 ^h 47 ^m 52 ^s ,6,
reading on horizontal circle of sun's vertical	71° 45' 38",3,
reading on horizontal circle when pointed due North	146 31 32 ,2,
reading on horizontal circle, when pointed on fixed mark	324 42 3 ,0,

from which the azimuth of the fixed mark is found to be 178° 10' 30",8, with an uncertainty of $\pm 6",3$.

Method of observation. The way of operating, when a complete, double observation was taken, was as follows. First, the instrument was levelled all round. To this effect the riding level belonging to the mirror's horizontal axle was employed. Then the magnet was suspended, and four consecutive readings taken. Then the magnet and its wooden box were removed, and the mirror readjusted in the way which has been described. Two readings of the sun's azimuth were taken, one with the sun's limb touching the wire on the right hand, another on the left hand. The mirror having been turned through 180°, reverted, and adjusted again, the same readings were taken once more.

Immediately afterwards the whole observation was repeated in an inverted order.

The torsion of the suspension thread was not observed. In many instances, in the open air, this lengthy operation is nearly impossible and little trustworthy. And it has become unnecessary, now that the magnets are so light, that a very slender thread is quite able to support them. If good care is taken to remove the torsion whenever a new thread has been introduced, and if, from time to time, it is ascertained that no new twisting has introduced itself, the influence of the torsion is reduced to a quite unappreciable quantity. During one month however of the year 1884, by some unexplained cause, there is an error resulting from the torsion, which was taken into account as the next table will show.

The observations were always taken as soon as the sun was high enough to shine over my head into the mirror. In a few cases only, when the sun was clouded over at rising, the azimuth was taken a little later.

The declination was always observed without making use of the tent.

In the following table, containing the absolute determinations of declination, the tenth column shows the sum of all the corrections applied to each figure, viz that for diurnal, annual and secular variation.

In the first column the longitudes West of Greenwich (L) and the latitudes South (B) of the station are added to the names of the stations.

In order to avoid a too bulky publication, the observations themselves are not given at length in the table. Only the means are given of the readings of the magnetic meridian, of the times by the chronometer, and of the sun's azimuths.

The result which would be found by computing a declination with these figures might not be exactly the same as the one I give in the table. This discrepancy depends from the position of the sun, and may attain to same 6" in some cases when the sun was not very clear, and consequently the observation a protacted one. For most of the observations however these mean readings will give a sufficient check upon my definitive figures.

As the declination is troughout West, with the exception only of Manáos, no sign is prefixed.

All the computations for the declination have been made by Mr. ENGENBURG.

TABLE XXIII.

CONTAINING THE OBSERVATIONS OF MAGNETIC DECLINATION.

NAME OF STATION.	DATE	Loc. Mean Time A.M. of high obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid	Magn. merid.				
Rio-de-Janeiro I. (Botafogo). L = 43° 14' 47" B = 22° 56' 23"	1880 Dec. 29	6h 45m	82.3	6h 58m 26s.0	25° 33' 2".5	278° 19' 3".0	273° 53' 13".0	4° 25' 50".0	+15'.8	4° 41' 38"	
		7 25	97.1	7 12 21.0	24 33 7.5	278 18 42.5	273 56 17.5	4 22 25.0	+15.8	4 38 13	
	1881 Jan. 1	6 45	81.4	7 31 30.0	15 3 50.0	270 15 29.6	265 53 42.5	4 21 47.1	+14.8	4 36 35	
Rio-de-Janeiro II. (Villa-Isabel). L = 43° 14' 15" B = 22° 54' 18"		8 0	86.7	7 45 39.0	14 18 7.5	270 14 50.2	265 53 35.0	4 21 15.2 a)	+14.9	4 36 9	4° 38' 9"
		6 0	77.9	6 15 26.2	21 8 25.0	108 13 47.5	103 52 27.5	4 21 20.0	+15.4	4 36 44	
		6 45	88.2	6 28 10.2	21 7 32.5	108 15 47.5	103 51 47.5	4 24 0.0	+14.8	4 38 48	4 37 46
Cabo-Frio I. L = 42° 0' 37" B = 23° 57' 49"	March 21	6 20	79.4	7 54 10.0	29 37 17.5	131 6 22.5	126 34 27.5	4 31 55.0	+14.7	4 46 37	
		8 40	87.9	8 21 35.0	26 14 27.5	131 11 1.6	126 29 52.5	4 41 9.1 b)	+11.9	4 53 3	
		22 6 30	76.6	7 5 59.6	149 22 7.5	245 58 19.2	241 23 30.0	4 34 49.2	+14.4	4 49 13	
Cabo-Frio II. L = 42° 0' 12" B = 23° 0' 14"		7 50	83.6	7 30 28.2	146 45 47.5	245 58 42.1	241 23 10.0	4 35 32.1	+12.3	4 47 50	4 49 11
		23 7 5	76.7	8 13 51.1	32 7 7.5	72 13 11.0	65 57 30.0	6 15 41.0 c)	+13.6	6 29 17	
		8 45	85.4	8 22 30.2	32 4 37.5	72 16 10.1	65 56 17.5	6 19 52.6	+11.9	6 31 47	
Victoria I. L = 40° 20' 10" B = 20° 19' 44"		24 7 5	80.5	7 24 11.0	32 9 57.5	68 35 21.5	62 9 57.5	6 25 24.0	+13.6	6 39 0	
		8 5	82.0	7 50 51.3	32 6 43 10.0	68 32 26.0	62 0 17.5	6 32 8.5	+12.0	6 44 9	6 36 3
		26 7 30	76.7	7 47 2.0	10 7 35.0	28 59 35.4	21 0 40.0	7 58 55.4	+12.8	8 11 43	
Victoria II. L = 49° 18' 51" B = 20° 19' 20"		8 5	90.7	7 55 33.3	10 6 19 47.5	28 57 11.6	21 1 47.5	7 55 24.1	+12.0	8 7 24	
		27 6 40	74.2	7 32 28.5	130 49 25.0	51 25 13.1	42 37 2.5	8 48 10.6	+14.2	9 2 23	
		7 55	86.1	7 44 10.8	129 36 5.0	51 25 7.2	42 37 22.5	8 47 44.7	+12.1	8 59 51	
Victoria II.		28 6 20	77.1	7 16 29.0	161 19 15.0	80 43 33.9	69 54 17.5	10 49 16.4	+14.7	11 3 58	
		7 40	88.4	7 29 17.0	160 14 50.0	80 40 38.4	69 53 45.0	10 46 53.4	+12.5	10 58 23	9 23 57
		29 6 45	78.0	7 0 5.0	187 22 5.0	285 36 8.7	278 9 55.0	7 26 13.7	+14.1	7 40 20	
Victoria II.		7 25	84.2	7 10 57.0	186 19 42.5	285 35 51.9	278 10 32.5	7 25 19.4	+12.9	7 38 13	
		30 6 35	75.0	7 3 29.0	353 3 40.0	92 0 52.5	84 46 2.5	7 14 50.0	+14.4	7 29 14	
	7 25	82.8	7 12 14.5	352 11 10.0	91 58 54.8	84 44 46.0	7 14 8.8	+12.8	7 26 57	7 33 41	

a) Rain, clouds.

b) Bad observation.

c) Both observations on this day are less good.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 1 st Jan. 1883	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
Bahia I. L = 38° 31' 22" B = 12° 59' 4"	1881 Apr.	6h 50m	78.1	7h 5m 36s.7	21° 58' 50".0	122° 9' 55".8	113° 1' 35".0	9° 8' 20".8	+15'.1	9° 23' 27"	
		7 25	83.9	7 14 14.2	21 21 50.0	122 10 42.5	113 4 27.5	9 6 15.0	+15.1	9 21 21	
		9 7 10	78.2	7 25 11.0	130 17 55.0	233 6 43.5	224 3 17.5	9 3 26.0	+15.1	9 18 32	
		7 50	81.4	7 35 49.8	128 27 50.0	233 5 1.3	225 4 25.0	9 0 36.3	+15.0	9 15 36	9° 19' 44"
		10 6 25	77.8	7 28 23.0	336 40 25.0	80 4 47.3	70 11 15.0	9 53 32.3 a)	+15.2	10 8 44	
Bahia II. L = 38° 31' 4" B = 12° 55' 48"	10	8 10	86.4	7 49 48.6	334 59 7.5	80 6 44.4	70 12 55.0	9 53 49.4	+15.2	10 9 1	
		11 6 55	82.4	7 15 10.0	138 25 25.9	241 10 41.1	231 14 0.0	9 56 41.1	+15.2	10 11 53	
		7 40	84.5	7 28 24.1	137 20 0.0	241 8 2.5	231 15 35.0	9 52 27.5	+15.2	10 7 40	10 9 20
Morro-S. Paulo I. L = 38° 55' 1" B = 13° 23' 37"	12	7 20	79.2	7 30 53.5	21 54 35.0	126 27 4.1	117 2 55.0	9 24 9.1	+15.1	9 39 15	
		8 10	83.1	7 40 22.2	20 16 27.5	126 26 43.1	117 0 22.5	9 26 20.6	+15.2	9 41 33	
		17 6 45	73.2	7 15 29.7	145 0 30.0	250 13 32.4	240 55 15.0	9 18 17.4	+15.1	9 33 23	
		7 50	85.3	7 25 4.2	143 45 15.0	250 13 16.1	240 54 42.5	9 18 33.6	+15.1	9 33 40	9 36 58
Morro-S. Paulo II. L = 38° 56' 1" B = 13° 23' 43"	14	7 5	77.2	7 19 1.5	13 50 30.0	118 13 30.0	108 52 27.5	9 21 2.5	+15.1	9 36 9	
		7 45	81.6	7 28 3.3	13 24 35.0	118 14 43.0	108 53 37.5	9 22 5.5	+15.1	9 37 12	
		16 6 40	76.1	7 5 9.8	21 13 55.0	125 28 36.3	116 12 42.5	9 15 53.8	+15.1	9 31 0	
		7 35	91.6	7 16 10.7	20 31 37.5	125 27 2.2	116 12 40.0	9 14 22.2	+15.1	9 29 28	9 33 27
Marahú I. L = 38° 59' 3" B = 13° 55' 18"	18	6 40	74.4	6 56 18.0	261 59 45.0	366 17 12.9	357 1 50.0	9 15 22.9	+15.1	9 30 29	
		7 25	80.3	7 6 21.5	261 16 12.5	366 17 57.8	357 2 37.5	9 15 20.3	+15.1	9 30 26	
		19 6 35	74.3	6 49 22.3	163 16 35.0	267 25 39.5	258 11 47.5	9 13 51.8	+15.1	9 28 58	
Marahú II. L = 38° 59' 3" B = 13° 55' 18"	20	7 15	75.3	6 56 14.5	162 55 6.7	267 24 44.4	258 10 55.0	9 13 40.4 b)	+15.1	9 28 55	9 29 42
		6 45	78.4	7 2 30.7	143 4 7.5	68 30 46.6	59 23 17.5	9 7 20.1 c)	+15.1	9 22 35	
		7 30	82.8	7 13 6.0	142 1 55.0	68 31 56.6	59 20 55.0	9 11 1.6	+15.1	9 26 8	
		21 6 45	76.2	8 0 22.0	124 11 30.0	55 0 13.1	45 49 0.0	9 11 13.1	+15.1	9 26 19	
S. Cruz I. L = 39° 0' 17" B = 16° 15' 7"	25	7 0	76.8	7 52 53.9	19 15 30.0	131 45 8.3	122 49 2.5	8 56 5.8	+15.3	9 11 24	
		8 15	83.9	8 5 45.0	17 47 15.0	131 44 28.9	122 47 50.0	8 56 38.9	+15.7	9 13 21	9 11 53

a) Especially on the first day the sky was overcast, the sun only visible now and then.

b) Good observation, but not quite complete.

c) Both observations not good, because the soil on which the instrument stood proved unsteady.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
S. Cruz II. L = 39° 0' 57" B = 16° 16' 56"	1881 Apr. 27	Sh 0m	89.3	Sh 16m 30s.0	141° 43' 57".5	257° 35' 46".5	248° 35' 52".5	8° 59' 54".0 a)	+15.7	9° 15' 36"	
		8 35	89.6	8 23 51.1	140 45 45.0	257 33 59.5	248 36 47.5	8 57 12.0	+15.7	9 12 54	
		28 7 15	85.9	7 37 3.2	116 31 52.5	228 22 25.5	219 24 17.5	8 58 8.0	+14.8	9 12 56	
		8 25	86.4	8 13 39.8	112 29 55.0	228 20 56.5	219 23 0.0	8 57 56.5	+14.8	9 12 45	9° 13' 33"
Caravelles. L = 39° 15' 9" B = 17° 44' 16'	30 6 35	73.4	6 52 59.0	144 17 17.5	252 53 4.0	244 15 0.0	8 38 4.0	+15.6	8 53 40		
	7 20	79.4	7 2 48.0	143 23 12.5	252 51 31.1	244 14 37.5	8 36 53.6	+14.8	8 51 42		
May	1 6 40	75.0	6 54 4.4	21 17 17.5	130 16 31.5	121 38 10.0	8 38 21.5	+14.8	8 53 10		
	7 15	80.8	7 3 42.2	20 23 30.0	130 14 38.2	121 37 32.5	8 37 5.7	+14.7	8 51 48	8 52 35	
Ilheos II. L = 39° 0' 51" B = 14° 48' 6"	7 6 30	70.9	6 41 14.8	268 10 10.0	17 28 0.8	7 6 17.5	10 21 43.3	+15.7	10 37 25		
	7 5	75.4	6 51 48.8	267 20 45.0	17 25 55.6	7 6 5.0	10 19 50.6 b)	+15.7	10 35 33		
	8 6 30	68.5	6 49 57.6	321 51 57.5	252 4 30.4	242 14 52.5	9 49 37.9	+15.4	10 5 2		
	7 15	73.5	6 59 20.8	321 17 22.5	252 3 35.8	242 15 25.0	9 48 10.8	+15.7	10 3 53	10 20 28	
Maceió I. L = 35° 43' 15" B = 9° 40' 5"	20 6 45	72.6	7 1 40.8	157 25 47.5	90 24 47.0	78 20 35.0	12 4 12.0	+15.6	12 19 48		
	7 35	81.9	7 9 50.5	156 52 50.0	90 23 7.1	78 20 40.0	12 2 27.1	+15.7	12 18 9		
	21 6 50	72.8	7 4 22.8	69 44 40.0	3 5 36.2	351 0 32.5	12 5 3.7	+15.5	12 20 34		
	7 20	84.4	7 17 35.3	69 50 0.0	3 3 42.9	351 1 2.5	12 2 40.4	+15.7	12 18 22	12 19 13	
Maceió II. L = 85° 41' 55" B = 9° 39' 45"	22 6 45	78.2	6 59 50.0	16 8 22.5	309 23 51.1	297 18 12.5	12 5 38.6	+15.5	12 21 9		
	7 20	83.6	7 8 36.5	15 32 47.5	309 21 41.5	297 17 55.0	12 3 46.5	+15.7	12 19 29		
	23 6 40	73.5	6 48 20.3	67 50 17.5	0 36 16.6	348 29 12.5	12 7 4.1	+15.5	12 22 34		
	7 20	80.0	7 0 22.6	67 4 22.5	0 33 2.0	348 28 45.0	12 4 17.0	+15.7	12 19 59	12 20 48	
Maragogý. L = 35° 13' 29" B = 9° 2' 22"	24 6 40	76.1	6 51 16.6	185 57 30.0	118 58 37.6	106 32 47.5	12 23 50.1	+15.5	12 41 20		
	7 15	78.1	6 59 16.8	185 28 15.0	118 56 45.2	106 31 57.5	12 24 47.7	+15.7	12 40 30		
	26 6 45	84.9	7 29 29.0	115 55 47.5	51 44 49.7	39 19 50.0	12 25 0.0 c)	+15.5	12 40 30	12 40 27	
Pernambuco I. L = 34° 52' 40" B = 8° 3' 46"	June 2 6 15	79.8	6 43 15.3	22 47 50.0	316 35 46.9	304 9 27.5	12 26 19.4	+14.7	12 41 1		
	7 20	86.6	6 52 39.8	22 18 27.5	316 34 44.2	304 10 25.0	12 24 19.2	+15.2	12 39 31		
	6 30	72.1	6 49 20.0	93 48 30.0	208 56 14.0	196 2 5.0	12 54 9.0	+14.8	13 8 57		
	19 7 15	74.0	6 59 39.4	92 14 57.5	208 54 39.5	196 1 47.5	12 52 52.0	+15.5	13 8 22	12 54 28	

a) On the first day the suspension-thread broke partially, so that the torsion was only partially eliminated.

b) Sun not clear.

c) Not a good observation.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of Sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h. A.M. 1. Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid				
1881											
Pernambuco II. L = 34° 53' 17" B = 8° 5' 17"	June 15	7h 30m	77.1	8h 1m 57.5	203° 51' 20".0	143° 53' 29".3	131° 13' 37".5	12° 39' 51".8 a)	+15.6	12° 55' 28"	
		8 25	89.3	8 12 37.3	202 49 47.5	143 51 16.1	131 13 20.0	12 37 56.1	+15.5	12 53 26	
		16h 8 5	80.9	8 11 23.0	133 29 17.5	254 25 20.8	241 44 40.0	12 40 40.8	+15.6	12 56 29	
		8 50	87.8	8 19 15.0	132 41 7.5	254 23 57.8	241 45 10.0	12 38 47.8	+14.9	12 53 42	12° 54' 46"
Fernando-de-Noronha I. L = 32° 24' 31" B = 3° 50' 49"	57	7 10	87.5	7 22 28.4	259 35 35.0	194 47 45.0	179 54 12.5	14 53 32.5 b)	+15.9	15 9 26	
		7 40	89.3	7 30 2.4	259 7 55.0	194 44 6.6	179 54 17.5	14 49 49.1	+16.1	15 5 55	15 7 41
Fernando-de-Noronha II. L = 32° 25' 26" B = 3° 51' 50"	86	10	79.5	7 9 25.0	10 16 32.5	395 9 4.0	290 27 50.0	14 41 14.0	+15.6	14 56 50	
		7 40	89.3	7 25 26.0	9 28 45.0	305 7 34.6	290 29 2.5	14 38 32.1	+16.1	14 54 38	14 55 44
Cabedello I. L = 34° 50' 18" B = 6° 55' 16"	237	20	76.9	7 45 33.0	257 48 40.0	15 59 26.0	3 9 0.0	12 50 26.0	+16.0	13 6 26	
		8 15	82.6	7 54 9.4	257 4 25.0	15 59 18.0	3 7 50.0	12 51 28.0	+16.3	13 7 46	
		247 5	79.1	7 19 55.4	262 35 7.5	19 5 55.2	6 15 20.0	12 50 35.2	+15.9	13 6 29	
		7 40	80.9	7 29 29.3	261 59 0.0	19 5 16.9	6 14 37.5	12 50 39.4	+16.1	13 6 45	13 6 52
Cabedello II. L = 34° 51' 14" B = 6° 55' 11"	256	45	75.5	6 28 31.1	332 43 7.5	88 2 11.4	75 12 5.0	12 50 6.4	+15.5	13 5 36	
		7 25	80.2	7 7 36.4	332 14 37.5	88 1 33.1	75 13 30.0	12 48 3.1	+16.1	13 4 9	13 4 53
Cabedello III. L = 34° 51' 24" B = 7° 2' 4"	296	45	77.6	6 54 27.7	238 35 57.5	355 8 48.0	342 19 50.0	12 48 58.0	+16.0	13 4 58	
		7 25	84.3	7 3 56.9	238 3 35.0	355 7 52.3	342 19 50.0	12 48 2.3	+16.2	13 4 14	13 4 36
Rio-Grande-do-Norte I. L = 35° 12' 42" B = 5° 46' 34"	July 36	40	75.3	6 51 40.0	214 22 57.5	328 42 29.2	316 2 40.0	12 39 49.2	+14.8	12 54 37	
		7 15	79.2	7 1 50.0	213 55 5.0	328 40 32.9	316 5 7.5	12 35 25.4	+15.3	12 50 43	12 52 40
Rio-Grande-do-Norte II. L = 35° 12' 3" B = 5° 45' 44"	107	0	81.4	7 9 55.2	79 58 45.0	14 19 12.9	1 37 15.0	12 41 57.9	+15.0	12 56 58	
		7 30	84.9	7 17 58.9	79 34 35.0	14 18 18.4	1 38 17.5	12 40 0.9	+15.4	12 55 25	12 56 12
Pititinga I. L = 35° 20' 3" B = 5° 23' 0"	136	33	72.4	6 48 33.0	330 10 40.0	83 6 50.9	70 33 55.0	12 35 55.9 c)	+14.7	12 50 38	
		7 10	81.6	6 56 20.4	329 51 30.0	83 6 10.0	70 30 55.0	12 35 15.0	+15.2	12 50 27	
		147 0	75.5	7 15 26.3	141 4 0.0	255 14 26.5	242 39 0.0	12 35 26.5 d)	+15.0	12 50 27	
		7 40	85.6	7 25 0.7	140 48 17.5	255 13 3.0	242 39 45.0	12 33 18.0	+15.4	12 48 42	12 50 4
Pititinga II. L = 35° 18' 12" B = 5° 21' 9"	156	20	70.2	6 37 58.1	16 7 25.0	128 23 14.1	115 49 7.5	12 34 6.6	+14.3	12 48 25	
		7 0	77.0	6 47 13.3	15 47 0.0	128 23 44.7	115 49 53.0	12 33 49.7	+15.0	12 48 50	
		167 25	77.8	7 35 45.2	243 0 57.5	97 41 39.1	85 9 55.0	12 31 44.1 e)	+15.4	12 47 8	12 48 8

a) On both days the sun was not at all bright.

b) A strong wind and clouds rendered all the observations on the island less satisfactory.

c) Nearly all the observations between this place and Tutoia were done on the shore, where the sand is in perpetual movement. This renders all observing difficult, and to a certain degree not so good.

d) Both observations on this day are not very good. e) Bad observation.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h. A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
Caiçara I. L = 36° 3' 15" B = 5° 3' 30"	1881	6h 35m	72.4	6h 45m 12s.0	187°39'32".5	299°36'10".5	287°33'37".5	12° 2'33".0	+14.7	12° 17' 15"	
		7 5	77.4	6 53 52.0	187 19 32.5	299 35 40.0	287 35 37.5	12 0 2.5	+15.1	12 15 9	
		23 6 20	69.0	6 37 49.5	101 24 57.5	212 10 26.0	200 6 15.0	12 4 11.0	+14.7	12 18 53	
Caiçara II. L = 36° 3' 35" B = 5° 4' 1"	19 6 50	7 0	70.9	6 46 3.7	101 8 17.5	212 9 31.3	200 7 22.5	12 2 8.8	+16.0	12 18 9	12°17'22"
		7 45	75.5	7 5 37.4	158 29 40.0	271 3 2.4	259 1 27.5	12 1 34.9	+14.9	12 16 29	
Ponta-Redonda. L = 36° 57' 5" B = 4° 56' 45"	25 6 35	7 30	75.0	7 10 55.2	193 9 15.0	304 41 12.8	293 10 7.5	11 31 5.3 a)	+14.7	11 45 47	
		7 30	80.5	7 19 0.0	193 1 32.5	304 40 15.7	293 10 17.5	11 29 58.1	+15.4	11 45 22	
		26 6 25	72.4	6 56 23.2	219 16 22.5	330 0 2.4	318 31 20.0	11 28 42.4	+14.5	11 43 12	
Ceará I. L = 38° 33' 41" B = 3° 42' 48"	28 6 55	7 15	78.8	7 3 16.7	218 56 57.5	329 59 34.6	318 28 52.5	11 30 42.1	+15.3	11 46 0	11 45 5
		6 55	76.5	6 47 43.1	1325 7 45.0	74 55 22.1	64 45 40.0	10 9 42.1	+15.0	10 24 42	
		Aug. 26 45	75.5	6 55 20.3	288 22 2.5	37 9 35.6	26 59 22.5	10 10 13.1	+14.1	10 24 19	
Ceará II. L = 38° 33' 19" B = 3° 42' 48"	9 6 40	7 15	75.9	7 4 2.0	288 4 50.0	37 9 25.6	26 59 15.0	10 10 10.6	+14.6	10 24 47	10 24 41
		7 10	76.7	6 52 34.5	31 54 27.5	137 42 14.3	127 26 40.0	10 15 34.3	+14.1	10 29 40	
		7 10	81.7	7 0 45.0	30 36 32.5	137 41 17.5	127 27 2.5	10 14 15.0	+14.5	10 28 45	
Canoa. L = 38° 50' 9" B = 4° 22' 43"	10 6 30	7 5	74.8	6 44 32.0	260 55 17.5	7 12 18.6	356 55 37.5	10 16 41.1	+13.9	10 30 35	
		7 5	79.8	6 52 40.0	260 40 27.5	7 11 0.0	356 57 5.0	10 13 55.0	+14.6	10 28 31	10 29 23
		5 6 35	74.7	6 56 52.2	309 14 57.5	237 25 3.7	227 20 0.0	10 5 3.7	+14.0	10 19 4	
Mundahú I L = 39° 23' 9" B = 3° 10' 50"	7 25	7 25	82.4	7 6 43.2	308 52 50.0	237 24 15.0	227 21 12.5	10 3 2.5	+14.7	10 17 45	
		6 6 45	74.3	6 59 38.2	27 22 37.5	135 24 2.5	125 18 5.0	10 5 57.5	+14.1	10 20 4	
		7 20	82.9	7 8 26.0	27 2 22.5	135 23 5.3	125 17 40.0	10 5 25.3	+14.6	10 19 49	10 19 26
Mundahú II. L = 39° 21' 17" B = 3° 10' 50"	12 6 55	7 25	79.8	7 6 33.8	309 16 30.0	53 29 42.8	45 43 35.0	9 46 7.8 b)	+14.3	10 0 26	
		7 25	84.4	7 14 58.6	308 57 2.5	53 27 24.6	45 42 20.0	9 45 4.6	+14.7	9 59 47	
		13 6 35	72.9	6 49 15.0	40 14 40.0	145 40 23.0	135 51 15.0	9 49 8.0	+13.9	10 3 2	
Mundahú II. L = 39° 21' 17" B = 3° 10' 50"	7 10	7 10	79.3	6 57 23.0	40 0 15.0	145 39 56.3	135 53 57.5	9 45 48.8	+14.0	9 59 49	10 0 46
		16 6 40	73.8	6 40 19.6	83 35 20.0	188 5 29.0	178 17 15.0	9 48 14.0 c)	+14.1	10 2 20	
		7 10	75.1	6 58 52.6	83 19 45.0	188 4 57.7	178 18 20.0	9 46 37.7	+14.5	10 1 8	10 1 44

a) The first observation not very good: sun not clear.

b) I was unwell this day, no good observations. c) Sun clouded over.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magnt. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 1 st A.M. 1 st Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
Jericoaquara. L = 40° 32' 54" B = 2° 49' 6"	Aug.	18 6h 45m	77.7	6h 50m 24s.0	23° 53' 17.5	127° 42' 22".5	118° 46' 20".0	8° 56' 2".5	+14.1	9° 10' 9"	
		7 15	80.9	6 58 19.5	23 39 35.0	127 40 49.4	118 46 17.5	8 54 31.9	+14.6	9 9 8	
		19 6 40	72.6	6 48 0.0	146 10 37.5	249 37 11.0	240 40 25.0	8 56 46.0	+14.1	9 10 52	
Amaração I. L = 41° 40' 40" B = 2° 53' 17"		7 10	79.3	6 56 46.1	145 57 7.5	249 36 9.5	240 41 17.5	8 54 52.0	+14.5	9 9 22	9° 9' 53"
		21 6 30	77.6	6 42 54.4	252 42 15.0	355 23 13.7	347 28 25.0	7 54 48.7 a)	+13.9	8 8 43	
		7 0	80.2	6 51 27.5	252 29 35.0	355 22 0.8	347 28 25.0	7 53 35.8	+14.3	8 7 54	
Amaração II. L = 41° 39' 50" B = 2° 52' 55"		22 6 25	75.4	6 42 15.4	19 30 42.5	121 49 58.6	113 51 42.5	7 58 16.1	+13.8	8 12 4	
		7 5	81.8	6 51 44.4	19 16 32.5	121 48 47.5	113 52 42.5	7 56 5.0	+14.4	8 10 29	8 9 48
		23 6 15	77.2	6 30 11.5	139 42 40.0	241 28 35.6	233 33 20.0	7 55 15.6 b)	+13.5	8 8 46	
Tutoia. L = 42° 15' 11" B = 2° 42' 57"		6 50	81.1	6 38 48.0	139 34 12.5	241 29 55.1	233 31 32.5	7 58 22.6	+14.2	8 12 35	
		24 6 25	74.8	6 37 11.3	82 40 45.0	4 14 14.9	356 14 12.5	8 0 2.4	+13.8	8 13 50	
		7 0	82.0	6 46 38.5	82 28 7.5	4 13 11.2	356 14 7.5	7 59 3.7	+14.3	8 13 22	8 12 8
Pará. Estr.-S. Jeromino.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	Oct.	28 6 25	77.4	6 39 28.2	264 42 35.0	4 53 59.0	357 22 15.0	7 31 44.0	+13.9	7 45 38	
		7 0	83.7	6 49 19.5	264 28 55.0	4 51 52.2	357 21 30.0	7 30 22.0	+14.3	7 44 40	
		29 6 40	79.5	6 45 25.0	145 14 32.5	245 12 5.5	237 44 20.0	7 27 45.5	+14.0	7 41 46	
		7 10	83.6	6 53 32.0	145 4 40.0	245 11 34.4	237 45 15.0	7 26 19.4	+14.6	7 40 54	7 43 15
					Azimuth fixed mark.	Reading fixed mark.					
					178 10 30.8	86 10 15.0	84 55 57.5	3 3 46.7	+10.6	3 14 23	
						326 40 35.0	325 29 35.0	3 0 29.2	+12.6	3 13 5	
						86 23 20.0	85 9 7.5	3 3 41.7	+10.6	3 14 18	
						326 43 5.0	325 29 10.0	3 3 24.2	+12.6	3 16 0	
						86 4 55.0	84 50 7.5	3 4 16.7	+10.6	3 14 53	
						326 24 25.0	325 14 50.0	2 59 4.2	+12.6	3 11 40	
						206 12 30.0	204 57 42.5	3 4 16.7	+10.4	3 14 41	
						326 20 15.0	325 10 35.0	2 59 9.2	+12.4	3 11 33	
						86 18 20.0	85 3 52.5	3 13 56.7	+10.4	3 24 21	
						208 5 0.0	206 54 50.0	2 59 39.2	+12.6	3 12 15	

a) A very windy day.

b) Bad observations.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. Merid.				
Pará. (Estr.-S. Jeronimo.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	1881 Nov.	16h 55m	85.5		206° 48' 5" 0	205° 35' 40" 0	3° 1' 54' 7	+ 8.6	3° 10' 31"		
		9 2	95.8		326 18 5.0	325 6 40.0	3 0 54.7	+12.2	3 13 7		
		6 6 42	87.9		206 16 0.0	205 0 27.5	3 5 1.7	+ 8.4	3 13 26		
		9 1	99.5		326 33 40.0	325 20 45.0	3 1 24.2	+12.2	3 13 48		
		11 6 46	80.9		86 20 5.0	85 5 45.0	3 3 49.2	+ 8.4	3 12 13		
		8 54	104.2		205 51 10.0	204 40 57.5	2 59 41.7	+12.2	3 11 54		
		16 6 42	84.3		205 58 35.0	204 48 47.5	3 4 16.7	+ 8.4	3 12 41		
		8 52	100.6		86 10 55.0	84 57 52.5	3 2 31.7	+12.0	3 14 32		
		21 6 36	85.4		326 3 5.0	324 46 5.0	3 6 29.2	+ 8.4	3 14 53		
		8 37	102.2		86 40 45.0	85 27 5.0	3 3 9.2	+11.6	3 14 45		
		26 6 49	81.1		206 20 50.0	205 5 22.5	3 4 56.7	+ 8.4	3 13 21		
		8 53	89.8		86 35 30.0	85 21 42.5	3 3 16.7	+12.2	3 15 29		
	Dec.	6 6 32	83.3		206 3 30.0	204 46 55.0	3 6 4.2	+ 7.7	3 13 46		
		8 42	94.2		326 7 45.0	324 55 37.5	3 1 36.7	+11.3	3 12 55		
	11 6 31	83.6		86 4 10.0	84 47 40.0	3 5 59.2	+ 7.7	3 13 41			
	3 37	101.6		326 47 20.0	325 34 45.0	3 2 4.2	+10.9	3 12 58			
	21 6 39	89.4		87 8 25.0	85 51 32.5	3 6 21.7	+ 7.7	3 14 4			
	8 51	95.5		206 13 20.0	205 0 5.0	3 2 44.2	+11.3	3 14 2	3° 14' 0"		
Maranhão. L = 41° 17' 51" B = 2° 31' 58"	1882 Jan.	10 6 45	79.5	7h 53m 52s.5	230° 20' 50" 0	287 11 33.4	291 6 35.0	6 4 58.4 a)	+11.2	6 16 10	
		8 10	89.7	8 0 40.8	230 34 10.0	287 9 28.8	291 7 17.5	6 2 11.3	+ 8.9	6 11 5	
		11 6 55	82.77	5 45.8	196 12 52.5	84 21 50.2	78 17 40.0	6 4 10.2	+ 7.5	6 11 40	
		7 25	85.37	14 39.2	196 21 2.5	84 22 33.2	78 18 42.5	6 3 50.7	+ 7.0	6 10 51	6 12 27
		22 6 55	80.67	7 5.8	329 47 10.0	220 43 27.0	214 5 12.5	6 38 14.5	+ 7.7	6 45 57	
		7 30	84.37	17 27.8	329 46 50.0	220 42 6.9	214 6 42.5	6 35 24.4	+ 7.1	6 42 30	
		24 6 50	80.47	5 30.0	79 56 0.0	331 21 27.0	324 45 47.5	6 35 39.5	+ 7.5	6 43 10	
Caxias L = 43° 20' 52" B = 4° 51' 33"		7 30	82.57	19 2.2	79 55 30.0	331 20 7.0	324 46 20.0	6 33 47.0	+ 7.3	6 41 5	6 43 11
		7 45	85.27	7 31 43.0	143 53 2.5	38 48 34.4	32 53 30.0	5 55 4.4	+ 6.7	6 1 46	
Coroatá. L = 44° 6' 51" B = 4° 8' 13"	Febr.	6 7 5	78.87	22 21.3	143 53 5.0	38 50 52.4	32 52 5.0	5 58 47.4	+ 7.6	6 6 23	
		7 45	85.27	7 31 43.0	143 53 2.5	38 48 34.4	32 53 30.0	5 55 4.4	+ 6.7	6 1 46	

a) The station on this day was at no very great distance of some guns. On the 11th it was at more than the ordinary distance from the point of the 10th, but with no guns in the neighbourhood.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of mag. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of Sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.	
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.					
1882												
Coroatá.	Febr.	7 6h 45m	80.5	6h 58m 59s.5	266°13'12".5	161°28' 1".7	155°22'47".5	6° 5'14".2	+ 6.7	6° 11' 56"		
L = 44° 6' 51"												
B = 4° 8' 13"		7 20	86.97	9 40.0	266 8 30.0	161 25 31.0	155 24 35.0	6 0 56.0	+ 6.4	6 7 20	6° 6' 51"	
Pirapemas.		9 45	78.6	6 58	43.0	76 55 20.0	332 44 10.8	326 39 35.0	6 4 35.8	+ 6.7	6 11 18	
L = 44° 11' 37"		7 20	82.7	7 26.8	76 53 25.0	332 43 37.6	326 40 20.0	6 3 17.6	+ 6.4	6 10 42		
B = 3° 43' 19"		10 6 45	78.97	1 44.5	144 40 2.5	40 49 18.3	34 44 42.5	6 4 35.8	+ 6.7	6 11 18	6 11 6	
Itapicuru-Mirim.		17 6 50	76.3	7 6	16.2	262 32 12.5	160 48 58.9	154 45 22.5	6 3 36.4	+ 6.4	6 10 0	
L = 44° 20' 29"		7 30	82.0	7 15	9.5	262 15 17.5	160 48 14.9	154 45 52.5	6 2 22.4	+ 7.4	6 9 46	6 9 53
B = 3° 23' 57"		21 6 40	77.1	7 36	42.1	249 3 55.0	149 0 28.1	142 53 22.5	6 7 5.6	+ 9.3	6 16 24	
Itaipú.		7 55	89.3	7 43	55.9	249 4 35.0	148 59 14.3	142 56 40.0	6 2 34.3	+ 8.4	6 10 58	
L = 44° 13' 0"		22 7 15	79.0	7 59	42.9	140 40 12.5	49 53 10.2	43 47 2.5	6 6 7.7	+ 6.8	6 13 56	6 13 46
B = 3° 6' 16"		24 6 40	77.0	7 0	51.6	93 40 32.5	354 38 36.0	348 29 22.5	6 9 13.5	+ 6.7	6 15 56	
Rosario.		7 20	84.8	7 10	27.1	93 27 20.0	354 37 13.0	348 29 7.5	6 8 5.5	+ 7.0	6 15 56	
L = 44° 13' 46"		25 7 5	76.1	7 15	3.1	249 51 20.0	151 15 4.4	145 6 10.0	6 8 53.4	+ 6.6	6 15 30	
B = 2° 55' 21"		7 35	85.8	7 24	35.1	249 48 22.5	151 12 36.0	145 6 22.5	6 6 13.5	+ 7.4	6 13 38	6 15 3
Parnahyba.	March	14 7 15	84.4	7 29	42.4	132 51 0.0	41 20 38.9	33 16 57.5	8 3 41.6	+ 7.4	8 11 5	
L = 41° 46' 45"		7 55	91.2	7 43	4.4	132 43 7.5	41 18 52.6	33 18 5.0	8 0 47.6	+ 7.9	8 8 42	
B = 2° 59' 22"		16 7 5	81.6	7 20	44.8	146 42 22.5	55 49 47.0	47 50 50.0	7 58 57.0	+ 7.2	8 6 9	
		7 45	90.8	7 30	57.5	146 34 27.5	55 48 41.2	47 53 2.5	7 55 38.7	+ 7.4	8 4 3	8 7 30
Terezina.		29 6 45	77.4	7 4	57.7	142 2 25.0	236 53 33.2	229 50 35.0	7 2 58.2	+ 6.9	7 9 52	
L = 42° 48' 45"		7 35	84.7	7 29	25.9	141 15 12.5	236 49 45.0	229 51 30.0	6 58 15.0	+ 7.8	7 6 3	
B = 5° 4' 56"		31 7 25	78.3	7 35	26.8	6 34 22.5	283 13 34.0	276 12 10.0	7 1 24.0	+ 7.6	7 9 12	
		7 55	87.4	7 45	28.3	6 13 15.0	283 13 46.8	276 13 55.0	6 59 51.8	+ 8.1	7 7 58	7 8 16
Colonia-S. Pedro.	Apr.	7 7 5	78.0	7 17	8.5	141 12 12.5	60 39 4.7	53 34 45.0	7 4 19.7	+ 6.5	7 10 50	
L = 43° 0' 43"		7 40	82.0	7 30	7.7	140 39 27.5	60 40 41.5	53 35 55.0	7 4 46.5	+ 7.2	7 11 59	7 11 25
B = 6° 46' 24"		10 7 10	81.1	7 18	46.8	141 3 57.5	62 5 2.0	55 11 39.5	6 53 24.5	+ 6.7	7 6 7	
Amarante.		7 50	94.4	7 37	55.3	140 39 55.0	62 4 1.1	55 14 27.5	6 49 33.6	+ 7.3	6 56 52	6 58 30
L = 42° 0' 43"		21 6 35	76.7	6 50	53.0	145 54 17.5	69 8 25.1	62 12 47.5	6 55 37.6	+ 6.1	7 1 44	
B = 6° 14' 19"		7 25	80.2	7 1	21.7	145 24 42.5	69 7 45.7	62 14 10.0	6 53 35.7	+ 6.8	7 0 24	7 1 4

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
União. L = 42° 52' 24" B = 4° 35' 33"	1882 Apr. 27	6h35m	73.1	6h54m 33s.8	30° 47' 7".5	316° 6' 57".8	309° 2' 50".0	7° 4' 7".8	+ 6.1	7° 10' 14"	
		7 25	85.6	7 5 58.8	30 20 35.0	316 6 24.2	309 5 47.5	7 0 36.7	+ 6.9	7 7 31	
		29 30	75.4	6 44 13.0	131 43 22.5	57 35 14.1	50 23 17.5	7 1 56.6	+ 6.1	7 8 3	
		7 5	81.4	6 53 14.8	131 29 17.5	57 25 40.0	50 24 32.5	7 1 7.5	+ 6.5	7 7 38	7° 8' 22"
		30 7 0	78.9	7 14 11.2	140 4 40.0	67 1 45.6	60 10 27.5	6 51 18.1 ^{a)}	+ 6.4	6 57 42	
Corralinha. L = 43° 0' 57" B = 4° 12' 4"	May	7 40	87.7	7 24 40.7	139 37 7.5	67 1 39.1	60 11 15.0	6 50 24.1	+ 7.2	6 57 36	
		16 45	80.9	6 55 46.9	144 58 5.0	71 32 3.8	64 57 57.5	6 34 6.3	+ 7.7	6 41 48	
Lagoa. L = 42° 47' 45" B = 3° 59' 25"		7 15	84.4	7 4 28.2	144 36 5.0	71 29 25.1	64 58 32.5	6 30 52.6	+ 8.2	6 39 5	6 49 3
		5 6 20	76.7	6 41 14.7	19 41 2.5	306 56 44.3	299 52 27.5	7 4 16.8	+ 7.2	7 11 29	
Repartimento. L = 42° 40' 30" B = 3° 40' 58"		7 10	80.9	6 52 2.7	19 20 12.5	306 56 12.8	499 54 5.0	7 2 7.8	+ 8.1	7 10 14	7 10 52
		6 6 15	77.1	6 28 51.6	140 11 37.5	67 21 8.5	59 58 7.5	7 23 1.0	+ 7.1	7 20 7	
		6 50	83.1	6 37 36.5	139 57 5.0	67 20 23.9	59 58 10.0	7 22 13.9	+ 7.8	7 30 2	
		7 6 20	77.8	6 34 0.7	13 56 52.5	301 31 12.3	294 7 42.5	7 23 29.8	+ 7.2	7 30 42	
Chapeo-de-Couro. L = 42° 21' 20" B = 3° 26' 8"		7 10	83.0	6 43 15.7	13 38 20.0	301 28 21.0	294 8 35.0	7 19 46.0	+ 8.1	7 27 52	7 27 11
		9 6 30	78.4	6 42 25.4	22 12 32.5	310 32 32.5	303 3 12.5	7 29 20.0	+ 7.5	7 36 50	
		7 0	84.0	6 51 51.9	21 53 5.0	310 30 29.4	303 4 45.0	7 25 44.4	+ 7.9	7 33 38	
Pará (observatory). Estr. de-Nazareth. L = 45° 29' 20" B = 1° 27' 7"	1883 July	11 6 45	83.1	6 53 18.3	259 15 12.5	188 34 53.5	181 10 27.5	7 24 31.0	+ 7.7	7 32 13	
		7 15	86.6	7 6 37.1	258 54 30.0	188 34 24.1	181 10 45.0	7 23 39.1	+ 8.2	7 31 51	7 33 38
Badajoz. L = 47° 47' 25" B = 2° 30' 50"	Aug.	27 8 30		7 27 9.4	357 10 50.0	218 4 17.5	214 49 41.5	3 14 36.0	- 2.3	3 14 34	
		18 40		7 10 47.9	281 2 10.0	210 11 6.1	206 57 23.9	3 13 42.2	- 3.3	3 12 31	
Manso L = 47° 45' 40" B = 2° 23' 37"		7 8 25		7 13 14.9	83 36 26.2	12 6 39.8	8 52 26.8	3 14 13.0	- 3.0	3 14 10	3 13 45
		17 6 34	74.0	6 47 29.0	277 8 27.5	201 25 0.8	197 56 0.0	3 29 0.8	- 3.9	3 25 7	
		7 11	78.5	6 57 13.2	277 0 45.0	201 24 21.4	197 56 27.5	3 27 53.9	- 3.3	3 24 36	3 24 52
Boa-Vista. L = 47° 51' 4" B = 2° 17' 7"		21 6 26	72.4	6 40 39.3	301 26 17.5	224 18 51.5	220 47 37.5	3 31 14.0	- 4.1	3 27 8	
		7 15	77.8	7 4 26.3	301 3 40.0	224 17 39.5	220 49 45.0	3 27 54.5	- 3.2	3 24 43	3 25 56
		22 6 8	69.9	6 17 29.8	27 37 25.0	310 34 2.1	307 5 32.5	3 28 29.6 ^{b)}	- 3.7	3 24 46	
		7 32	79.6	7 18 28.3	27 18 32.5	310 33 8.1	307 7 10.0	3 25 58.1	- 3.1	3 22 52	
		23 6 42	71.7	7 25 25.1	263 37 47.5	186 43 33.6	183 14 10.0	3 29 23.6	- 3.7	3 25 42	
		7 48	79.4	7 37 5.4	263 14 57.5	186 42 52.2	183 15 30.0	3 27 22.2	- 3.1	3 24 16	3 24 25

a) Bad observations in every respect.

b) The station this day was perhaps too near the house; other reasons also rendered the observations less trustworthy.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE	Loc Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE			Observed magnetic declination.	Correction to [on A.M. Jan. 1858.]	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid	Magn. merid.				
1858											
S. Antonio.	Aug.	25 6h 24m	69.6	6h 40m 20s.6	86°50'35".0	8° 9'31".7	4°38' 5".0	3°31'26".7	- 4.1	3° 27' 21"	
L = 46° 46' 55"											
B = 2° 5' 28"		7 4	75.3	6 51 13.4	86 38 5.0	8 8 59.5	4 40 42.5	3 28 17.0	- 3.4	3 24 53	3°26' 7"
S. Domingo.		27 6 20	72.5	6 51 42.1	82 47 45.0	247 31 53.6	243 52 47.5	3 39 6.1	- 4.2	3 34 54	
L = 47° 47' 28"											
B = 1° 40' 43"		7 13	79.2	7 0 35.1	82 35 37.5	247 29 22.5	243 53 22.5	3 36 0.0	- 3.3	3 32 42	
		28 6 24	73.1	6 39 23.8	84 5 47.5	260 14 46.4	256 38 20.0	3 36 26.4	- 4.1	3 32 20	
		7 2	78.9	6 49 19.3	83 51 55.0	260 12 26.6	256 38 17.5	3 34 9.1	- 3.5	3 30 39	3 32 39
Pernambuco.		30 6 35	72.3	6 50 1.8	82 6 10.0	145 40 50.1	142 4 42.5	3 36 7.6 a)	- 3.9	3 32 14	
L = 48° 2' 9"											
B = 1° 28' 8"		7 15	78.7	6 59 41.8	82 54 45.0	145 39 40.0	142 6 0.0	3 33 40.0	- 3.2	3 30 28	
		31 6 34	70.8	6 50 51.7	82 41 2.5	215 55 42.8	212 20 15.0	3 35 27.8	- 3.9	3 31 14	
		7 14	77.9	7 1 14.7	82 31 17.5	215 55 53.1	212 22 12.5	3 33 40.6	- 3.2	3 30 29	3 31 6
Cametá.	Sept.	8 6 29	78.6	6 40 56.7	83 54 20.0	217 11 42.9	214 47 37.5	2 24 5.4	- 6.7	2 17 23	
L = 49° 30' 16"											
B = 2° 16' 20"		7 0	82.0	6 49 34.5	83 46 45.0	217 12 9.7	214 48 12.5	2 23 57.2	- 6.4	2 17 33	
		16 6 32	78.0	6 48 57.3	83 25 35.0	116 45 12.6	114 18 22.5	2 26 50.0 b)	- 6.7	2 20 8	
		7 15	81.0	7 2 55.1	83 12 52.5	116 44 2.0	114 21 32.5	2 22 29.5	- 6.1	2 16 24	
		17 6 38	78.8	6 51 33.0	83 55 7.5	177 53 15.9	175 30 10.0	2 23 5.9	- 6.7	2 16 24	
		7 17	81.1	7 3 8.5	83 45 2.5	177 52 27.3	175 30 27.5	2 21 29.8	- 6.1	2 15 24	2 17 13
Baiao.		11 6 20	75.9	6 49 31.9	84 46 42.5	294 10 45.0	291 56 45.0	2 14 0.0 c)	- 6.7	2 7 18	
L = 49° 30' 55"											
B = 2° 48' 26"		7 18	82.0	7 6 9.9	83 30 12.5	294 12 19.4	291 58 12.5	2 14 6.9	- 6.8	2 7 19	
	Oct.	3 6 24	76.1	6 52 48.8	83 52 35.0	125 37 31.6	123 19 37.5	2 17 54.1	- 7.4	2 10 30	
		7 15	83.9	7 2 86.0	83 47 20.0	125 36 44.5	123 19 42.5	2 17 2.0	- 6.8	2 11 14	2 9 5
Mocajuba.	Sept.	13 6 25	75.4	6 37 8.5	83 33 5.0	122 56 41.0	120 33 10.0	2 23 31.0	- 6.7	2 16 49	
L = 49° 30' 43"											
B = 2° 35' 54"		6 57	79.4	6 45 43.5	83 24 30.0	122 55 41.0	120 34 7.5	2 21 33.5	- 6.5	2 15 4	2 15 57
Jutahy.		22 6 31	75.0	6 46 23.3	83 45 22.5	115 56 59.1	113 43 57.5	2 13 1.6	- 6.7	2 6 20	
L = 49° 46' 25"											
B = 3° 22' 19"		7 6	81.0	6 55 37.8	83 27 22.5	115 57 46.1	113 44 47.5	2 12 56.6	- 6.5	2 6 27	2 6 24
S. Francisco.		24 6 46	81.0	6 59 34.7	85 58 40.0	336 41 0.8	334 31 7.5	2 9 53.3	- 6.6	2 3 17	
L = 49° 39' 15"											
B = 8° 45' 54"		7 21	81.2	7 8 17.5	85 47 57.5	336 41 21.9	334 32 35.0	2 8 46.9	- 6.0	2 2 47	2 3 2
Ilha-do-Arco.		25 6 23	77.7	6 40 25.8	79 4 42.5	349 12 52.6	347 7 0.0	2 5 52.6 d)	- 6.7	1 59 11	
L = 49° 35' 43"											
B = 3° 58' 10"		7 15	82.1	7 3 37.8	78 45 25.0	349 12 27.6	347 8 52.5	2 3 35.1	- 6.1	1 57 29	

a) On this day both my servant and I were very fatigued.

b) On this and following day sun very bad.

c) Sun hardly visible.

d) Sun not bright.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. Merid.				
	1883										
Ilha-do-Arco. L = 49° 35' 43" B = 3° 58' 10"	Sept. 26	6h 25m	76.4	6h 40m 32.5	322° 21' 45".0	232° 1' 23".6	229° 52' 52".5	2° 8' 31".1	- 6.7	2° 1' 49"	
		7 6	80.8	6 51 45.0	322 9 50.0	232 0 46.1	229 54 42.5	2 6 3.6	- 6.3	1 59 46	1° 59' 34"
Itaquara. L = 49° 38' 42" B = 2° 53' 6"	Oct. 16	29	76.7	18 46.6	219 29 10.0	127 16 37.1	125 3 27.5	2 13 9.6 a)	- 7.4	2 5 46	
		7 41	84.4	7 28 41.8	219 24 25.0	127 16 50.2	125 2 45.0	2 14 5.2	- 7.3	2 6 47	
		26 44	76.5	6 59 31.6	195 4 7.5	102 16 48.4	100 1 55.0	2 14 53.4	- 7.3	2 7 35	
		6 27	83.1	7 13 20.6	194 57 35.0	102 17 55.2	100 4 37.5	2 13 17.7	- 6.6	2 6 42	2 6 43
Tamandaá. L = 49° 29' 0" B = 2° 29' 14"	56	21	79.0	6 36 12.7	204 47 25.0	110 32 18.0	108 17 30.0	2 24 48.0 b)	- 7.4	2 17 24	
		7 0	81.3	6 48 38.5	204 41 45.0	110 30 56.9	108 3 47.5	2 27 9.4	- 7.1	2 20 3	
		76 23	78.8	6 34 49.5	194 55 57.5	99 53 22.2	97 24 32.5	2 28 49.7	- 7.4	2 21 26	
		7 0	79.3	6 45 56.0	194 52 30.0	99 53 36.1	97 23 22.5	2 30 13.6	- 7.1	2 23 8	
		66 27	78.7	6 39 33.7	334 35 20.0	239 10 57.1	236 42 40.0	2 28 17.1	- 7.4	2 20 53	
		7 2	83.3	6 50 2.7	334 32 50.0	239 11 18.7	236 42 22.5	2 28 56.2	- 7.1	2 21 50	2 20 47
Source. L = 48° 31' 45" B = 0° 43' 35"	Nov. 19	58	79.5	6 13 45.8	243 50 37.5	134 20 54.3	130 41 7.5	3 39 46.8 c)	- 9.2	3 30 35	
		6 33	81.5	6 21 46.8	243 55 5.0	134 21 7.4	130 43 0.0	3 38 7.4	- 9.3	3 28 49	3 29 42
Ilha-das-Onças. L = 48° 31' 39" B = 1° 27' 0"	Dec. 46	13	73.4	6 39 9.6	147 24 35.0	34 59 7.4	31 42 27.5	3 16 39.9	-10.0	3 6 40	
		6 57	80.7	6 46 47.3	147 32 12.5	34 59 42.4	31 42 55.0	3 16 47.4	- 9.8	3 6 59	
		56 12	75.2	6 40 35.5	26 5 42.5	273 31 20.1	270 10 50.0	3 20 30.1	-10.0	3 10 30	
		7 0	83.7	6 48 58.2	26 11 10.0	273 28 41.1	270 11 7.5	3 17 33.6	- 9.8	3 7 46	
		66 10	75.5	6 42 33.8	15 31 42.5	262 48 17.6	259 30 30.0	3 17 47.6	-10.0	3 7 48	
		7 3	82.6	6 52 2.4	15 41 57.5	262 48 52.8	259 31 17.5	3 17 35.3	- 9.7	3 7 53	3 7 56
Manãos. L = 60° 2' 40" B = 3° 6' 5"	196	51	78.2	7 28 35.7	2 18 5.0	248 13 14.5	251 55 47.5	3 42 33.0 d)			
		8 7	87.5	7 50 54.5	2 58 45.0	248 8 27.7	252 0 17.5	3 51 49.8			
					Azimuth fixed mark.	Reading fixed mark.					
Pará. (Estr. S. Jeronimo.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	Oct. 17	48	80.3		178 10 30.8	308 57 55.0	307 23 35.0	3 23 49.2	- 7.3	3 16 31	
		8 36	97.0			68 14 20.0	66 44 32.5	3 19 16.7	- 5.4	3 13 53	
		22	6 20			206 22 45.0	204 51 52.5	3 20 21.7	- 7.4	3 12 58	
		8 18				206 41 50.0	205 14 15.0	3 17 4.2	- 5.4	3 11 40	

a) The first observation is not a good one.

b) Both observations of this day not very good.

c) Sun not bright.

d) The declination in Manãos is East. The observations are bad.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of mag. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
Pará. (Estr.-S. Jeronimo.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	1883										
	Oct. 27	6h 25m	78.0			325° 9' 20".0	323° 39' 32".5	3° 19' 16".7	- 7.4	3° 12' 53"	
		8 8	94.6			324 11 45.0	322 47 15.0	3 13 59.2	- 5.8	3 8 11	
	Nov. 26	6 26	77.2			83 12 45.0	81 42 47.5	3 19 26.7	- 9.3	3 10 9	
		8 13	94.9			203 9 10.0	201 41 27.5	3 17 11.7	- 6.6	3 10 36	
		7 6 16	76.8			83 28 25.0	81 58 52.5	3 19 1.7	- 9.3	3 9 44	
		8 6	93.9			204 30 5.0	203 5 0.0	3 14 34.2	- 6.5	3 7 46	
		12 6 32				324 3 50.0	322 32 5.0	3 21 14.2	- 9.3	3 11 56	
		8 19				204 31 0.0	203 2 30.0	3 17 59.2	- 6.4	3 11 35	
		17 6 22	77.5			83 17 10.0	81 48 37.5	3 18 1.7	- 9.3	3 8 44	
		8 6	85.8			84 37 40.0	83 11 5.0	3 16 4.2	- 6.8	3 9 16	
		22 6 27	79.8			324 11 30.0	322 37 25.0	3 23 34.2	- 9.2	3 14 22	
		8 16	95.1			324 45 55.0	323 14 12.5	3 21 11.7	- 6.5	3 14 42	
		27 6 36	79.7			324 18 50.0	322 47 42.5	3 20 36.7	- 9.3	3 11 19	
		8 19	95.2			323 44 55.0	322 14 57.5	3 19 26.7	- 6.4	3 13 3	
	Dec. 26	6 36	79.4			326 3 0.0	324 31 7.5	3 21 21.7	-10.0	3 11 22	
		8 13	95.7			325 12 35.0	323 43 42.5	3 18 21.7	- 7.3	3 11 4	
		7 6 42	80.1			84 23 45.0	82 51 35.0	3 21 39.2	-10.0	3 11 39	
		8 14	96.3			83 3 50.0	81 34 0.0	3 19 19.2	- 7.2	3 12 7	
		27 7 6	82.4			207 3 25.0	205 30 52.5	3 22 1.7	- 9.7	3 12 20	
	9 17	94.5			205 7 20.0	203 38 30.0	3 18 19.2	- 5.6	3 12 43	3° 11' 41"	
1884											
João-Gomes. L = 43° 31' 25" B = 21° 27' 41"	March 16	7 17	68.7	7h 32m 42s.2	161° 39' 57".5	78 12 43.0	73 15 20.0	4 57 23.0 a)	-13.0	4 44 23	
		7 53	77.9	7 43 22.8	160 42 25.0	78 13 53.5	73 14 5.0	4 59 48.5	-14.0	4 45 49	4 45 6
Barbacena. L = 43° 45' 57" B = 20° 57' 10"	19	6 37	66.4	6 51 28.5	320 3 32.5	233 46 8.4	228 59 55.0	4 46 13.4	-11.9	4 34 19	
		7 16	74.6	7 1 48.0	319 7 35.0	233 48 35.0	228 58 22.5	4 50 12.5	-12.9	4 37 19	4 35 49
Carandahy. L = 43° 47' 58" B = 20° 57' 10"	22	6 48	68.5	7 1 27.3	296 44 25.0	212 34 16.5	207 42 52.5	4 51 24.0	-12.1	4 39 18	
		7 23	77.9	7 12 23.7	295 40 22.5	212 33 17.2	207 39 47.5	4 53 29.7	-13.3	4 40 12	4 39 45
Queluz. L = 43° 47' 27" B = 20° 39' 50"	31	6 49	58.6	7 1 17.6	16 46 0.0	296 5 5.6	291 15 7.5	4 49 58.1	-12.2	4 37 46	
		8 12	61.5	7 10 49.6	15 51 2.5	296 6 17.7	291 13 15.0	4 53 2.7	-14.2	4 38 51	4 38 18

a) Bad observations.

*

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn merid.				
	1884										
Itabira.	Apr.	6h42m	58.3	6h55m 38.9	127°32'45".0	48°31'35".1	42° 53' 12.5"	5°38'22".6 a)	-10.6	5° 28'47"	
L = 43° 48' 7"		7 20	61.5	7 12 22.0	126 45 55.0	48 52 36.0	42 52 7.5	5 40 28.5	-11.3	5 29 11	5°28' 59"
B = 20° 15' 23"											
Sabarú.		12 6 50	68.1	7 9 35.7	266 12 2.5	190 32 3.0	185 20 42.5	5 11 20.5	-10.8	5 0 33	
L = 43° 47' 13"		7 31	80.1	7 19 50.2	264 56 22.5	190 32 4.8	185 21 17.5	5 10 47.3	-11.5	4 59 17	
B = 19° 53' 10"											
		13 6 46	76.9	7 3 8.3	243 50 7.5	168 8 18.0	163 31 0.0	4 37 18.0	-10.7	4 26 36	
		17 7 43	70.2	7 29 15.3	137 6 30.0	66 31 3.0	61 56 35.0	4 34 28.0	-11.7	4 22 46	4 42 18
S. Luzia.		24 6 33	64.1	6 46 8.1	276 36 10.0	203 3 20.0	197 55 27.5	5 7 52.5	-10.5	4 57 22	
L = 43° 50' 25"		7 7	66.9	6 56 8.1	275 37 25.0	203 1 4.4	197 55 7.5	5 5 56.9	-11.0	4 54 57	
B = 19° 46' 19"											
		25 6 24	61.5	7 19 15.1	258 20 32.5	188 22 16.1	183 15 40.0	5 6 36.1	-10.4	4 56 12	
		7 39	79.1	7 26 1.3	257 36 5.0	188 23 45.1	183 15 15.0	5 8 30.1	-11.7	4 57 2	4 56 26
Funil.		29 7 4	59.9	7 22 4.0	306 34 10.0	238 6 18.5	232 53 35.0	5 12 43.5	-10.9	5 1 50	
L = 43° 48' 39"		7 46	74.6	7 33 40.0	305 18 40.0	238 6 12.4	332 53 45.0	5 12 27.4	-11.8	5 0 39	
B = 19° 35' 56"											
		30 7 16	60.8	7 29 30.7	299 58 10.0	232 36 12.6	227 21 50.0	5 14 22.6	-11.2	5 3 11	
		7 51	71.4	7 38 8.4	298 58 12.5	232 34 7.1	227 22 25.0	5 11 42.1	-11.9	4 59 48	5 1 22
Trahiras.	May	7 7 1	58.4	7 12 29.1	274 37 12.5	208 13 31.1	202 15 45.0	4 57 46.1	-11.4	4 46 22	
L = 44° 0' 27"		7 34	67.9	7 22 13.4	273 34 50.0	208 12 51.7	202 16 10.0	4 56 41.7	-11.7	4 45 0	
B = 19° 0' 31"											
		8 7 0	60.5	7 12 0.0	134 30 10.0	67 23 15.2	62 28 0.0	4 55 15.2	-11.4	4 43 51	
		7 31	69.5	7 21 33.0	133 31 27.5	67 23 5.9	62 29 32.5	4 53 33.4	-11.7	4 41 51	4 44 16
Sacoo-do-Porto.		11 7 3	60.5	7 15 6.2	147 5 25.0	80 58 13.9	76 4 45.0	4 53 28.9	-11.4	4 42 5	
L = 44° 10' 43"		7 38	68.3	7 25 47.5	146 7 37.5	80 58 47.6	76 4 32.5	4 54 15.1	-11.7	4 42 33	
B = 18° 42' 17"											
		12 6 59	61.6	7 11 47.9	258 5 7.5	191 52 19.6	186 58 32.5	4 53 47.1 b)	-11.4	4 42 23	
		7 35	69.9	7 20 23.4	257 14 20.0	191 53 33.0	186 59 47.5	4 53 45.5	-11.7	4 42 4	4 42 16
Barra-do-Parauana.		14 7 0	63.9	7 14 44.3	28 2 57.5	322 32 50.9	317 27 5.0	5 5 45.9	-11.4	4 54 22	
L = 44° 9' 0"		7 38	71.4	7 24 22.3	27 8 35.0	322 37 13.1	317 30 52.5	5 6 20.6	-11.7	4 54 39	
B = 18° 30' 14"											
		15 7 6	59.9	7 21 40.0	32 57 7.5	328 22 7.4	323 18 42.5	5 3 24.9 c)	-11.5	4 51 55	4 53 39
A.		17 6 51	62.4	7 3 38.4	220 35 10.0	154 36 38.9	149 34 50.0	5 1 48.9	-11.4	4 50 25	
L = 44° 18' 0"		7 24	69.6	7 13 2.1	219 40 17.5	154 35 48.3	149 35 37.5	5 0 10.8	-11.7	4 48 29	
B = 18° 16' 30"											
		18 6 54	61.9	7 5 53.0	13 8 10.0	307 34 25.5	302 31 17.5	5 3 8.0	-11.5	4 51 38	
		7 32	70.0	7 21 58.0	11 31 27.5	307 32 31.4	302 30 57.5	5 1 33.9	-11.7	4 49 52	4 50 6

a) Not very good observations.

b) Very unsteady ground, instrument not well levelled.

c) Not a good observation.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 1 st Jan. 1883	Corrected magnetic declination.	Mean.	
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.					
B.-do-S. Francisco. L = 44° 39' 0" B = 17° 53' 13" B. L = 44° 39' 0" B = 17° 40' 16"	1884 May 20	7h 2m	66.4	7h17m 12s.3	143°41' 0".0	79°32'49".4	74°42'57".5	4°49'51".9 a)	-11.4	4° 38' 28"		
		7 53	77.8	7 26 3.0	142 49 15.0	79 34 40.0	74 38 45.0	4 55 55.0	-11.8	4 41 7	4°41' 18"	
		23 7 13	59.2	7 26 19.6	97 28 45.0	34 43 35.7	30 24 32.5	4 18 48.2 b)	-11.6	4 7 12	15".0	
		7 56	73.0	7 44 1.4	95 33 40.0	34 42 16.9	30 25 17.5	4 16 44.4	-11.9	4 5 8	15.0	
		24 7 5	54.9	7 17 1.5	195 27 47.5	131 56 45.7	127 33 50.0	4 22 35.7	-11.6	4 11 0	20.0	
		7 42	66.7	7 30 24.5	194 4 5.0	131 53 56.3	127 33 42.5	4 19 53.8	-11.8	4 8 6	4 7 52	20.0
	Guaicubuy. L = 44° 46' 49" B = 17° 12' 27"	26 7 1	61.3	7 13 14.0	116 42 25.9	53 3 16.8	49 27 22.5	3 35 24.3	-11.4	3 24 0	30.0	
			7 35	65.0	7 23 21.0	116 42 52.5	53 2 16.1	49 27 57.5	3 33 48.6	-11.7	3 22 7	30.0
			27 7 4	59.2	7 18 19.1	176 15 10.0	113 7 58.9	109 31 27.5	3 35 55.4	-11.5	3 24 25	36.0
			7 39	68.8	7 27 15.1	175 17 45.0	113 9 9.0	109 31 25.0	3 37 8.0	-11.7	3 25 26	3 24 0
Extrema. L = 44° 53' 33" B = 16° 51' 32"	29 7 3	58.0	7 14 17.0	259 7 52.5	195 56 0.5	191 30 55.0	4 24 19.5	-11.5	4 12 50	46.0		
		7 34	64.3	7 23 28.0	258 15 2.5	195 55 44.5	191 30 22.5	4 24 36.0	-11.7	4 12 54	46.0	
		30 7 11	58.6	7 23 4.0	84 38 35.0	22 24 26.5	17 58 17.5	4 25 19.0	-11.6	4 13 43	50.0	
		7 43	68.8	7 31 51.1	83 45 32.5	22 23 53.2	17 58 37.5	4 24 25.7	-11.8	4 12 38	4 13 1	50.0
Paracatú. L = 45° 2' 40" B = 16° 37' 15"	June 17 4	58.4	7 16 25.2	270 30 10.0	207 48 50.7	203 22 2.5	4 25 47.2	-11.3	4 14 29	1' 1.0		
		7 37	65.2	7 26 11.9	269 32 17.5	207 47 25.9	203 23 32.5	4 22 52.4	-11.3	4 11 34	1 1.0	
		27 5	55.4	7 17 6.3	316 24 17.5	253 53 32.2	249 26 2.5	4 26 23.7	-11.3	4 15 6	1 6.0	
		7 44	65.2	7 31 38.8	315 0 10.0	253 54 2.0	249 26 52.5	4 26 3.5	-11.3	4 14 46	4 13 59	1 6.0
S. Romão. L = 45° 4' 3" B = 16° 20' 0"	37 9	64.7	7 21 44.5	133 58 42.5	71 57 0.5	67 34 22.5	4 21 27.0	-11.3	4 10 9	1 11.0		
		7 41	69.2	7 29 50.5	133 12 42.5	71 57 58.2	67 34 50.0	4 21 57.2	-11.3	4 10 39	4 10 24	1 11.0
		57 4	58.9	7 15 31.3	319 13 12.5	256 45 30.0	252 12 37.3	4 31 31.8	-11.3	4 20 14	1 21.0	
Barra-do-Urucuia. L = 45° 4' 7" B = 16° 7' 26"		7 25	63.4	7 24 48.5	318 20 32.5	256 44 44.9	252 14 27.5	4 28 56.4	-11.3	4 17 38	1 21.0	
		67 0	59.2	7 11 0.0	7 59 12.5	305 12 5.1	300 41 35.0	4 29 4.0	-11.3	4 17 46	1 26.0	
		7 31	65.7	7 20 3.3	7 7 25.0	305 9 27.7	300 39 17.5	4 28 34.2	-11.3	4 17 16	4 18 14	1 26.0

a) On the 22^d of June I found a rather serious amount of torsion, of which the influence was found to be 2'.5 in a westerly direction. On the 20th of May no torsion had been found, so the rational thing to do, seemed to adopt an interpolated correction, surmising that the torsion had gradually increased. This correction is given here in an additional column and has been applied with the sign —

b) The tripod had been injured while passing a dangerous rapid. Observations were made on the stump of a tree which we felled. The top of the tripod was firmly fixed on the top by means of pieces of copper. We mended the tripod, so the observations on the second day were done in the usual manner.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.	
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.					
S. Francisco. L = 44° 52' 18" B = 15° 57' 5"	1884 June	7h 5m	55.9	7h 15m 28.7	23° 20' 17".5	320° 59' 52".8	316° 10' 12".5	4° 48' 9".3	-11.3	4° 36' 51"	1' 31".0	
		7 34	65.0	7 23 7.2	22 30 10 0	320 55 12.6	316 11 7.5	4 42 34.1	-11.3	4 31 16	1 31.0	
		8 7 15	66.3	7 28 43.1	25 5 57.5	194 18 22.6	189 30 32.5	4 46 13.1	-11.3	4 34 55	1 37.0	
		7 51	72.4	7 38 5.0	25 4 12.5	194 17 19.9	189 30 45.0	4 44 57.9	-11.3	4 33 40	4° 34' 11"	1 37.0
Barra-do-Mangaby. L = 44° 46' 45" B = 15° 42' 2"		10 7 0	62.0	7 11 38.0	35 9 22.5	296 57 13.2	292 1 40.0	4 53 46.2	-11.3	4 42 28	1 47.0	
		7 32	68.7	7 21 9.6	35 8 42.5	296 57 26.9	292 2 2.5	4 53 37.4	-11.3	4 42 19	1 47.0	
		11 7 6	63.4	7 18 18.0	12 5 8 7.5	63 12 46.9	58 20 20.0	4 50 34.9	-11.3	4 39 17	1 52.0	
Januária. L = 44° 20' 33" B = 15° 29' 35"		7 37	71.2	7 26 46.8	12 4 19 40.0	63 12 33.9	58 21 42.5	4 49 59.4	-11.3	4 38 41	4 40 41	1 52.0
		18 7 11	63.6	7 20 46.5	27 4 32.5	211 6 31.9	205 56 52.5	5 7 37.4	-11.3	4 56 19	2 2.0	
		7 42	72.6	7 30 27.0	27 1 50 20.0	211 5 52.5	205 57 5.0	5 6 45.5	-11.3	4 55 27	2 2.0	
Morro-do-Angú. L = 44° 8' 30" B = 15° 16' 50"		14 7 1	61.6	7 12 57.8	4 0 19 20.0	338 2 24.1	332 52 15.0	5 8 2.1	-11.3	4 56 44	2 7.0	
		7 34	72.0	7 22 52.0	3 9 27 37.5	338 2 17.9	332 52 42.5	5 7 28.4	-11.3	4 56 10	4 56 10	2 7.0
		18 7 3	64.9	7 13 42.8	2 5 23 2.5	189 9 24.2	183 48 35.0	5 18 16.2	-11.3	5 6 58	2 33.0	
Praia. L = 43° 55' 22" B = 14° 45' 4"		7 44	73.1	7 32 56.0	2 4 9 20.0	189 8 17.7	183 49 27.5	5 16 17.2	-11.3	5 4 59	2 33.0	
		19 7 1	63.5	7 12 26.7	5 9 22 40.0	356 47 30.8	351 27 55.0	5 16 57.8	-11.3	5 5 40	2 38.0	
		7 45	69.2	7 33 28.7	5 7 12 52.5	356 46 26.4	351 28 40.0	5 15 8.4	-11.3	5 3 50	5 5 22	2 38.0
Carinhonha. L = 43° 46' 27" B = 14° 18' 27"		21 7 6	61.6	7 15 41.6	1 2 9 35.0	66 52 28.5	61 24 37.5	5 25 8.0	-11.3	5 13 50	2 43.0	
		7 45	71.7	7 31 57.4	1 2 7 36 7.5	66 54 50.8	61 25 42.5	5 26 25.3	-11.3	5 15 7	2 43.0	
		22 7 2	61.0	7 14 31.0	1 6 3 8 12.5	314 20 57.0	308 52 25.0	5 25 44.0	-11.3	5 14 26	2 48.0	
Barra-do-Parateca. L = 43° 35' 6" B = 13° 55' 18"		7 34	69.2	7 23 15.2	1 5 1 51 52.5	314 19 43.6	308 53 2.5	5 23 53.1	-11.3	5 12 35	5 13 55	2 48.0
		24 6 58	63.5	7 9 13.0	2 5 2 33 27.5	189 39 23.2	183 52 20.0	5 47 3.2	-10.9	5 36 9		
		7 30	69.2	7 18 29.0	2 5 1 45 15.0	189 39 1.1	183 52 21.1	5 46 21.1	-10.8	5 35 33		
Barra-do-Parateca. L = 43° 35' 6" B = 13° 55' 18"		25 7 0	63.3	7 11 42.3	1 4 1 9 22.5	311 36 41.6	305 47 42.5	5 48 59.1	-10.9	5 38 5		
		7 32	70.9	7 21 26.8	1 3 2 7 0.0	311 33 11.7	305 47 17.5	5 45 54.2	-10.8	5 35 6	5 36 13	
		27 6 37	59.3	7 0 0.0	9 6 4 2 0.0	32 56 25.5	27 10 2.5	5 46 23.0	-11.4	5 34 59		
Barra-do-Parateca. L = 43° 35' 6" B = 13° 55' 18"		7 21	68.1	7 10 38.2	9 5 4 40.0	32 57 36.5	27 7 57.5	5 49 39.0	-10.8	5 38 51		
		28 6 33	60.3	6 54 36.6	8 2 4 6 50.0	18 34 17.5	27 47 50.0	5 46 27.5	-11.0	5 35 28		
	7 18	66.8	7 6 14.6	8 1 5 3 45.0	18 32 40.2	12 47 35.0	5 45 5.2	-10.8	5 34 17	5 35 54		

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of Sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 100° AM. 1 Jan. 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid				
Pitoba. L = 43° 37' 16" B = 13° 39' 14"	1884 June 29	6h 36m	62.3	6h 50m 5s.2	270° 43' 30".0	206° 6' 42".2	200° 13' 47".5	5° 52' 54".7	-11'.5	5° 41' 25"	
		7 12	65.5	7 0 48.8	269 53 22.5	206 6 59.0	200 13 27.5	5 53 31.5	-10.8	5 42 44	
		30 6 41	62.9	6 53 50.0	42 10 20.0	337 44 38.8	331 52 22.5	5 52 16.3	-11.3	5 40 58	
		7 15	66.5	7 4 0.0	41 26 25.0	337 44 41.3	331 51 55.0	5 52 46.3	-10.8	5 41 58	5° 41' 46"
Bom-Jezus-da-Lapa. L = 43° 26' 00" B = 13° 15' 39"	July 2	6 35	63.8	7 2 39.0	3 39 17.5	299 38 47.0	293 43 52.5	5 54 54.5 a)	-11.4	5 43 31	
		7 24	67.0	7 12 8.1	2 56 32.5	299 38 23.5	293 45 37.5	5 52 46.0	-10.7	5 42 4	
		3 6 35	61.9	6 55 20.8	18 20 45.0	313 43 44.3	307 45 10.0	5 58 34.3	-11.4	5 47 10	
		7 16	64.6	7 4 45.3	17 40 25.0	313 43 40.8	307 47 10.0	5 56 30.8	-10.8	5 45 43	5 44 37
Urnubú. L = 43° 12' 15" B = 12° 41' 30"	7 6 57		7 8 4.0	19 52 10.0	316 21 25.5	308 56 17.5	7 25 8.0 b)	-11.0	7 14 8		
		7 35		7 23 54.0	17 36 5.0	315 22 29.2	307 54 22.5	7 28 6.7	-10.6	7 17 31	
		8 5 55	69.5	7 6 18.5	263 56 17.5	199 31 12.5	192 55 52.5	6 35 20.0	-12.0	6 23 20	
		6 27	71.4	7 15 49.0	263 19 52.5	199 37 15.7	192 56 0.5	6 41 15.2	-11.4	6 29 51	6 26 36
Itahy. L = 43° 15' 52" B = 12° 10' 45"	11 6 45	63.6	6 55 39.4	24 44 35.0	319 6 21.2	312 44 0.0	6 22 21.2	-11.2	6 11 9		
		7 15	67.7	7 5 6.8	24 4 30.0	319 4 24.6	312 45 52.5	6 18 32.1	-10.8	6 7 46	
		12 6 52	64.5	7 4 39.8	322 21 10.0	257 10 12.1	250 48 20.0	6 21 52.1 c)	-11.8	6 10 4	
		7 36	76.2	7 25 54.3	320 48 30.0	257 11 15.0	250 50 17.5	6 20 57.5	-10.6	6 10 10	6 9 47
C. L = 43° 22' 34" B = 11° 56' 45"	14 6 55	68.1	7 6 10.7	117 19 35.0	81 49 7.5	75 41 0.0	6 8 7.5	-11.0	5 57 8		
		7 26	73.4	7 15 10.0	146 35 17.5	81 48 28.1	75 41 0.0	6 7 28.1	-10.6	5 56 52	
		15 6 55	70.2	7 4 58.0	195 42 47.5	130 3 12.1	123 54 32.5	6 8 39.6 d)	-11.0	5 57 40	
		7 31	73.7	7 12 23.0	194 49 5.0	130 2 19.5	123 55 55.0	6 6 24.5	-10.6	5 55 49	5 56 52
Torrinha. L = 43° 16' 45" B = 11° 30' 38"	17 6 43	67.1	6 55 51.4	259 48 20.0	193 11 24.5	186 56 17.5	6 15 7.0	-11.2	6 3 55		
		7 19	70.1	7 6 40.7	259 6 40.0	193 9 53.7	186 55 2.5	6 14 51.2	-10.7	6 4 9	
		18 6 43	67.0	6 54 26.5	133 56 52.5	67 2 27.8	60 52 17.5	6 10 10.3	-11.2	5 58 53	
		7 16	69.6	7 3 10.5	133 22 47.5	67 1 34.2	60 51 50.0	6 9 44.2	-10.8	5 58 56	6 1 30
Barra. (do-Rio-Grande) L = 43° 9' 45" B = 11° 5' 51"	20 6 39	66.7	6 51 33.4	89 22 22.5	21 52 50.8	15 7 5.0	6 45 45.8	-11.3	6 34 28		
		7 13	69.2	7 0 29.4	88 48 30.0	21 51 23.2	15 8 5.0	6 43 18.2	-10.8	6 32 30	
		21 6 55	68.4	6 32 6.3	32 25 20.0	325 39 52.6	318 55 10.0	6 44 42.6	-11.0	6 33 43	
		7 27	72.9	7 15 49.3	31 49 17.5	325 41 6.4	318 55 10.0	6 45 54.0	-11.6	6 35 18	6 34 0

a) On the first day the sun was not bright; the station on the second day was 200 meters to the North.

b) On both days the observations are not quite good. c) Soft soil, levelment not good. d) On this day the sun was clouded over.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10 ^h A.M. 1 Jan. 1888.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
1884											
Mocambo-do-Vento. L = 42° 54' 4" B = 10° 50' 27"	July	24 6h 31m	67.5	5h 44m 41s.7	314° 8' 20".0	245° 26' 13".1	238° 14' 27".5	7° 11' 45".6 a)	-11.4	7° 0' 22"	
		7 9	69.6	55 53.7	313 31 45.0	245 27 59.7	238 15 35.0	7 12 24.7	-10.9	7 1 49	
		25 6 40	65.0	52 39.0	22 6 12.5	313 38 17.3	306 24 47.5	7 13 29.8	-11.3	7 2 12	
		7 13	70.0	1 35.5	21 33 10.0	313 37 21.9	306 24 57.5	7 12 24.4	-10.8	7 1 36	7° 1' 30"
Matto-Grosso. L = 42° 49' 6" B = 10° 54' 52"		27 6 38	64.3	50 24.0	145 28 30.0	76 27 51.4	70 59 47.5	5 27 3.9	-11.3	5 15 46	
		7 24	71.2	11 31.0	144 11 55.0	76 28 35.0	71 0 35.0	5 28 0.0	-10.8	5 17 12	
		28 6 41	68.0	52 0.0	35 42 25.0	326 33 0.8	321 3 55.0	5 29 5.8	-11.3	5 17 48	
		7 15	72.4	1 6.5	35 10 15.0	326 33 30.4	321 4 12.5	5 29 17.9	-10.8	5 18 30	5 17 19
Pilão-Arcado. L = 42° 25' 9" B = 10° 9' 12"		30 6 35	68.4	57 56.4	13 14 22.5	13 51 24.1	6 41 27.5	7 9 56.6	-12.1	6 57 51	
		7 20	75.6	8 48.9	82 33 40.0	13 49 41.6	6 38 42.5	7 10 59.1	-11.3	6 59 41	
		31 6 38	66.9	50 35.9	138 9 17.5	68 7 30.9	60 58 50.0	7 8 40.9 b)	-12.0	6 56 41	
		7 13	70.2	59 44.2	137 36 57.5	68 6 4.0	60 58 27.5	7 7 36.5	-11.5	6 56 7	6 57 35
Barroco. L = 42° 6' 9" B = 9° 50' 36"	Aug.	3 6 36	70.0	49 51.6	320 54 57.5	250 7 39.8	242 51 52.5	7 15 47.3	-12.5	7 3 17	
		7 21	76.8	7 16.4	320 2 55.0	250 7 0.0	242 54 5.0	7 12 55.0	-12.1	7 0 49	
		4 6 36	68.6	56 15.8	199 58 55.0	129 28 15.2	122 9 42.5	7 18 32.7	-12.5	7 6 3	
		7 19	74.3	7 0.8	199 37 20.0	129 28 35.6	122 11 25.0	7 17 10.6	-12.1	7 5 5	7 3 49
Remanso. L = 42° 3' 34" B = 9° 41' 44"		5 6 32	64.8	47 56.9	145 1 42.5	73 32 21.4	65 55 7.5	7 37 13.9	-12.5	7 24 44	
		7 19	70.7	57 9.6	144 32 12.5	73 32 22.2	65 57 22.5	7 35 0.0	-12.2	7 22 48	
		6 6 31	67.3	44 45.4	71 27 7.5	359 32 21.7	352 11 25.0	7 20 36.7	-12.5	7 8 8	
		7 6	70.5	54 37.9	70 56 12.5	359 32 8.6	352 12 20.0	7 19 48.6	-12.1	7 7 43	7 15 51
Trahiras. L = 41° 38' 16" B = 9° 44' 32"		8 6 33	68.0	45 23.3	311 24 25.0	238 59 9.0	231 16 37.5	7 42 31.5	-12.5	7 30 2	
		7 19	74.1	7 2 42.2	310 27 57.5	238 58 48.0	231 16 5.0	7 42 43.0	-12.1	7 30 37	
		9 6 35	70.6	47 0.0	261 24 50.0	188 47 49.8	181 5 35.0	7 42 14.8	-12.5	7 29 45	
		7 16	76.9	7 3 20.3	260 33 10.0	188 46 55.2	181 5 2.5	7 41 52.7	-12.1	7 29 47	7 30 3
Lagoa. L = 41° 25' 34" B = 9° 39' 20"		11 6 43	69.5	56 5.3	323 22 55.0	250 40 3.2	242 42 55.0	7 57 8.2	-12.4	7 44 44	
		7 22	73.2	7 12.0	322 37 15.0	250 38 50.4	242 43 7.5	7 55 42.9	-12.0	7 43 43	
		12 6 31	70.1	43 45.1	25 28 22.5	311 49 41.8	303 54 52.5	7 54 49.3	-12.5	7 42 19	
		7 15	74.0	7 3 6.5	24 26 15.0	311 49 30.5	303 54 22.5	7 55 8.0	-12.1	7 43 2	7 43 27

a) During this and the next month the wind was very often so strong as to render a really good observation impossible.

b) New thread: torsion imperfectly eliminated.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of mact. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of Sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 1 st Jan 1883.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
1884											
Joazeiro.	Aug. 21	6h 38m	71.0	6h 50m 59s.6	321° 12' 30".0	245° 8' 51".6	236° 37' 52".5	8° 30' 59".1	-12.5	8° 18' 29"	
L = 40° 29' 0"		7 10	75.1	6 59	2.4	320 46 55.0	245 8 23.4	236 38 2.5	8 30 20.9	-12.1	8 18 15
B = 9° 25' 14"											8° 18' 22"
Capim-Grosso.	27	6 20	66.4	6 55	39.5	256 23 35.0	178 30 55.5	169 15 42.5	9 15 13.0 a)	-12.9	9 2 19
L = 39° 53' 55"		7 16	74.9	7 3	54.0	255 59 5.0	178 31 37.0	169 15 35.0	9 15 56.0	-12.1	9 3 50
B = 9° 0' 13"											
	28	6 37	71.3	6 49	2.0	78 44 22.5	355 12 3.0	345 54 55.0	9 17 8.0	-12.5	9 4 38
	7	15	76.5	7 2	49.2	73 0 47.5	355 6 55.7	345 56 7.5	9 10 48.2	-12.1	8 58 42
Rodella	Sept. 4	6 19	73.1	6 30	3.0	144 51 5.0	62 58 14.5	52 44 40.0	10 13 34.5	-14.6	9 58 59
L = 38° 45' 16"		6 54	77.4	6 41	44.7	144 24 40.0	63 2 1.9	52 46 55.0	10 15 6.9	-14.6	10 0 31
B = 8° 50' 23"											
	5	6 18	73.7	6 29	15.0	80 3 35.0	352 49 53.0	347 29 20.0	10 20 35.0	-14.7	10 5 53
	6	51	76.7	6 38	57.4	79 38 7.5	357 49 9.9	347 30 17.5	10 18 52.4	-14.6	10 4 16
Sacco.	6	6 18	69.7	6 32	10.0	266 53 7.5	184 26 32.7	174 12 0.0	10 14 32.7	-14.7	9 59 51
L = 38° 39' 24"		7 5	76.2	6 49	55.0	266 7 47.5	184 27 11.7	174 13 5.0	10 14 6.7	-14.6	9 59 31
B = 8° 58' 24"											
	7	6 26	73.4	6 37	11.0	82 49 47.5	360 14 42.5	349 56 12.5	10 18 30.0	-14.7	10 3 48
	7	5	75.3	6 53	5.5	82 5 20.0	366 13 14.6	349 57 32.5	10 15 42.1	-14.5	10 1 12
Jatobá	16	6 7	73.9	6 15	50.0	323 0 0.0	236 24 0.9	225 47 10.0	10 36 50.9	-14.7	10 22 9
L = 38° 19' 2 1/2"		6 44	75.8	6 30	4.3	322 24 57.5	236 22 10.9	225 48 37.5	10 33 33.4	-14.7	10 18 51
B = 9° 16' 5 1/2"											10 20 30
Piranhas.	21	6 25	73.0	6 34	16.2	138 39 15.0	50 54 54.4	39 49 7.5	11 14 46.9 b)	-14.7	11 0 5
L = 37° 46' 13"		6 55	78.2	6 42	23.2	138 17 35.0	50 53 25.6	39 41 50.0	11 11 38.6	-14.6	10 57 3
B = 9° 38' 40"											
	23	6 29	77.0	6 43	6.5	62 0 52.5	333 51 10.7	322 58 5.0	10 53 5.7	-14.7	10 38 24
	7	11	80.6	6 51	55.8	61 38 2.5	333 51 37.7	323 0 7.5	10 51 30.2	-14.7	10 36 48
Penedo.	26	6 20	73.2	6 31	32.4	79 42 12.5	349 49 19.9	338 2 7.5	11 47 12.4	-14.7	11 32 30
L = 36° 35' 52"		6 52	77.1	6 39	45.7	79 6 45.0	349 50 59.6	338 3 7.5	11 47 52.1	-14.6	11 33 16
B = 10° 18' 28"											11 32 53
Aracajú.	Oct. 3	6 6	77.7	6 16	55.2	310 55 7.5	218 6 52.1	206 35 15.0	11 31 37.1	-14.5	11 17 7
L = 37° 3' 39"		6 39	80.7	6 27	8.3	310 27 0.0	218 6 29.6	206 33 42.5	11 32 47.1	-14.4	11 18 23
B = 10° 53' 49"											11 17 45
Nova-Friburgo.	Nov. 9	5 54	63.2	6 17	3.2	205 53 52.5	101 59 43.6	96 15 25.0	5 44 18.6	-20.5	5 23 49
L = 42° 31' 40"		6 26	66.1	6 15	2.1	205 11 0.0	101 59 25.4	96 16 40.0	5 42 45.4	-20.3	5 22 27
B = 22° 18' 25"											5 23 8
Cantagallo.	10	5 57	71.4	6 8	44.4	283 16 20.0	179 12 57.4	173 15 5.0	5 57 54.9	-20.5	5 37 25
L = 42° 20' 33"											
B = 21° 50' 23"											

a) The two stations on this and the next day are nearly 500 Meters asunder.

b) The stations on the 21st was dangerously near some old rails. On the 23^d I went to the other side of the river.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Loc. Mean Time A.M. of magn. obs.	Temp. Fahr.	Loc. Mean Time A.M. of sun's observ.	READINGS ON HORIZ. CIRCLE.			Observed magnetic declination.	Correction to 10h A.M. 1 Jan. 1888.	Corrected magnetic declination.	Mean.
					Sun's vertical.	Astron. merid.	Magn. merid.				
	1884										
S. Anna-de-Macacú.	Nov. 16	5h 31m	65.0	6h 9m 29s.2	163° 18' 57".5	57° 52' 4".1	52° 51' 40".0	5° 0' 24".1 a)	-20' 5	4° 39' 54"	
L = 42° 37' 10"											
B = 22° 43' 48"		6 28	70.8	6 18 35.7	162 35 17.5	57 51 24.7	52 55 17.5	4 56 7.2	-20.3	4 35 49	4° 37' 52"
Rio-Borito.		19 5 18	72.3	5 38 40.7	83 23 40.0	334 35 39.2	328 46 57.5	5 48 41.7	-20.5	5 28 12	
L = 42° 41' 46"											
B = 22° 34' 38"		6 2	76.1	5 58 36.2	82 28 15 0	334 33 4.9	328 48 45.0	5 44 20.0	-20.5	5 23 50	5 26 1
S.A.-de-Nietherohy.		3 10 0	—	5 52 45.5	217 35 51.6	216 32 33.9	211 25 15.0	5 7 18.9	-22.2	4 45 7	
L = 43° 6' 27"											
B = 22° 51' 56"		5 10 0	—	5 59 45.8	106 30 30.0	362 38 6.7	357 21 35.0	5 16 31.7	-18.2	4 58 20	4 51 44

a) No very good observations.

I N C L I N A T I O N .

Inclination. Instrument. The inclination was observed with a dip-circle, Kew pattern, N^o. 14, by JOHN DOVER, late of Charlton. This instrument also I may take as being well enough known. The horizontal and the vertical circle were both divided to 30' and the verniers allowed readings of 1'. I was provided at first with two three-inch needles, marked 7 and 8.

During my survey in the Malay Archipelago I had reasons to be not fully content with my results and never quite made out, why it was. The reason certainly was partially the wind. The slightest breeze would always cause the needle to move with jerks, and with a strong wind these often were far too great for a satisfactory observation. Before starting for America I had a second case made over the wooden box which encloses the needle. Nothing but a wooden frame, but carefully made, so as to fit tightly over the slit of the box, and lined with velvet. This prevented any movement of the air entering directly into the box. This arrangement made things a great deal better and the uncertainty of the readings is, on this head, reduced to a minimum. However, a strong wind always made itself felt.

Another more serious inconvenience I experienced in the East was due, as I thought, to the rusting of my needles. In Brazil I commenced with a new pair of needles. At first nothing went amiss. But soon after a few months the observations became bad, and soon very bad, as some of the results for the places between Bahia and Pernambuco will show.

Immediately I ordered a new pair of needles. However, as not the slightest speck of rust could be detected on the needles or their axles, I struck upon the idea, if the cause might not perhaps be in the bar-magnets which served to magnetise the needles. These, of course, have to be very often handled, and although in the tropics I always made it my rule to observe with gloves, the perspiration would oxydize the bars in a very short time, and perhaps made them lose too much of their coercive power. This really was the case. For I found, that by applying fifteen, twenty, even thirty rubbings each time, instead

of the ten which are prescribed, I could keep the irregularities within very reasonable bounds.

So I ordered a new set of bars, this time thickly covered with paint. This answered very well, and after receiving them, I had the satisfaction of having overcome this evil also. In fact, only a few places, Maceió and Maragogy in the first instance, show a really large difference between the results of the two needles employed.

At Caiçara the needle N^o. 7 became useless by rough handling. Consequently, during a short period, I observed with N^o. 8 alone. At Pará I found the two new needles, N^o. 1 and 2, and for some time I observed with three needles. When I came back from Europe, I found N^o. 2 disabled by rust, and since then I observed with 1 and 8, which showed a very satisfactory agreement.

Every needle however shows what might be called a personal error. In order to eliminate this as far as possible, all the observations were discussed, which had been made during the months when I had the three needles 1, 2 and 8 at my disposal. A very easy calculus gave the following corrections for a northern inclination:

For N ^o . 1,	+	0'.41,
" N ^o . 2,	-	0.70,
" N ^o . 8,	+	0.29,

and N^o. 7, by comparison with 8, proved to want the correction — 4'.33. The large amount of this correction is chiefly due to the few stations, where the rusty bars produced a greater degree of uncertainty. From the first I had a conviction, that 8 was a better needle than 7. For South dip the sign of all the corrections of course changes.

After the applications of these corrections the observations may be considered to have been taken with an ideal needle, which would be the mean of 1, 2 and 8.

Method of observation. The plan of observation was as follows. The instrument having been carefully levelled, was put into the plane of the magnetic meridian by means of one needle only. This had to be done after the Kew instructions, by finding the division of the horizontal circle on which the instrument has to be put, in order to bring the needle in a vertical position. The plane of the meridian is at 90° to both sides of this point. I wish to insert the remark, that I think the method a defective one. A better contri-

vance is the one applied to one of the instruments at the Utrecht Observatory. This consists of a simple horizontal needle, which can be put in the place of the dipping needles, and which directly shows the plane of the meridian.

With the same needle the observation was forthwith begun. In each of the four positions, viz :

face of needle to face of instr.	}	face of instr. to East
		" " " " West
back of needle to face of instr.	}	" " " " "
		" " " " East

four independent settings were made by lifting the needle by means of the Y's and suffering it to come to rest again. Both ends of the needle were then read.

Supposing this to have been done with the A-end of one needle magnetized as North-pole, then the second needle was taken, magnetized in the same sense, and the same operation repeated.

After this, first the second needle, then the first one again was magnetized in the opposite way, the end marked A now becoming a South-pole, and the whole operation performed again.

As the whole of the work described was completed in 40 minutes, it may be considered as two observations, taken at the same time with two different needles. Only during the short period, when I had to observe with needle 8 only, I had to depart from this rule and two independent observations were each day taken.

As a rule the observations were taken in the tent. Now and then, however, when the weather was cool, on when I could find shelter under some big tree, no tent was employed; this was also the case on a few occasions when the wind was so strong, that I feared for my tent.

As has been explained before, no corrections whatever for variation were applied.

The computations have mostly been made by myself.

TABLE XXIV.

CONTAINING THE OBSERVATIONS OF MAGNETIC INCLINATION.

To North dip the sign + is given, to South dip the sign —.

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8.	Mean.	REMARKS.
	1880						
Rio-de-Janeiro I. (Botafogo).	Dec. 23	10h 59m	7	—11°54'.33	—11°53'.66		On the first day the station was rather near a house.
L = 43° 10' 47"			8	—11 56.38	—11 56.09		
B = 22° 56' 23"							
	24	10 0	8	—12 24.53	—12 24.24		
			7	—12 22.05	—12 26.38		
	27	9 26	7	—11 59.67	—12 4.00		
			8	—11 58.97	—11 58.68	—12° 8'.01	
	1881						
Palmeiras.	Febr. 13	9 49	8	—11 35.42	—11 35.13		
L = 43° 39' 20"			7	—11 32.44	—11 36.77		
B = 22° 33' 50'							
	14	9 24	8	—11 29.03	—11 28.74		
			7	—11 31.89	—11 36.21	—11 34.21	
Entre-Rios.	17	9 36	8	—11 11.33	—11 11.04		
L = 43° 12' 40"			7	—11 5.08	—11 9.41		
B = 22° 6' 0"							
	18	9 31	7	—11 24.27	—11 28.60		
			8	—11 31.80	—11 31.51	—11 20.14	
Cabo-Frio I.	March 21	10 58	8	—12 2.27	—12 1.98		
L = 42° 0' 37"			7	—12 2.44	—12 6.77		
B = 22° 57' 49"							
	22	10 8	8	—11 59.05	—11 58.76		
			7	—11 57.42	—12 1.75	—12 2.32	
Victoria I.	26	10 17	8	— 9 17.33	— 9 17.04		The first observation is not good.
L = 40° 20' 10"			7	— 9 20.54	— 9 24.87		
B = 20° 19' 44"							
	27	10 11	8	—12 4.14	—12 3.85		
			7	—12 4.08	—12 8.41		
	28	10 1	8	— 9 50.31	— 9 50.02		
			7	—10 0.05	— 9 55.72	—10 23.81	
Bahia I.	Apr. 6	9 35	8	+ 2 35.61	+ 2 35.90		
L = 38° 31' 22"			7	+ 2 43.22	+ 2 38.89		
B = 12° 59' 4"							

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o . of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8.	Mean.	REMARKS.
Bahia I. L = 35° 31' 22" B = 12° 59' 4"	April 7	9h 30m	8	+ 2° 29'.63	+ 2° 29'.92		Not quite good.
			7	+ 2 36.14	+ 2 31.81	+ 2° 34'.14	
Morro-S. Paulo I. L = 38° 55' 1" B = 13° 22' 37"	12	10 26	8	+ 1 53.47	+ 1 53.76		
			7	+ 2 7.92	+ 2 3.59		
	13	9 51	8	+ 1 58.66	+ 1 58.95		A heavy rainshower made the last observation a very bad one.
			7	+ 1 55.67	+ 1 51.34	+ 1 56.91	
Marahú I. L = 38° 59' 3" B = 13° 55' 18"	18	9 30	8	+ 0 56.94	+ 0 56.65		
			7	+ 1 6.70	+ 1 2.37		
	19	9 25	7	+ 1 11.52	+ 1 7.19		Rain.
			8	+ 0 50.80	+ 0 56.47	+ 1 0.67	
S. Cruz I. L = 39° 0' 17" B = 16° 15' 7"	25	10 23	8	- 2 46.14	- 2 45.85		Wind.
			7	- 2 46.95	- 2 51.28		
	26	9 57	8	- 2 44.19	- 2 43.90		
			7	- 2 42.33	- 2 46.66	- 2 46.92	
Caravellas. L = 39° 15' 9" B = 17° 44' 16"	30	9 35	8	- 5 5.48	- 5 5.19		
			7	- 5 8.72	- 5 13.05		
	May 1	9 26	8	- 5 13.86	- 5 13.57		
			7	- 5 13.59	- 5 17.92	- 5 12.43	
Ilheos I. L = 39° 1' 25" B = 14° 47' 32"	4	10 37	7	- 1 59.50	- 2 3.83		
			8	- 2 10.53	- 2 10.24		
	5	10 13	7	- 2 33.50	- 2 37.83		
			8	- 2 40.53	- 2 40.24		
	6	9 29	8	- 2 31.30	- 2 31.01		
			7	- 2 29.41	- 2 33.74	- 2 26.15	
Ilheos II. L = 39° 0' 51" B = 14° 48' 6"	8	9 28	8	- 1 38.25	- 1 37.96		Very windy day.
			7	- 1 33.30	- 1 57.63	- 1 37.80	
Maceió I. L = 35° 43' 15" B = 9° 40' 5"	20	9 30	7	+ 7 21.33	+ 7 17.00		To this place and the next refers the remark in the text about the rusty bars.
			8	+ 6 49.20	+ 6 49.49		
	21	9 54	7	+ 7 1.83	+ 6 57.50		
			8	+ 6 27.72	- 6 28.01	- 6 53.00	

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local time A. M.	N ^o . of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1 2, and 8.	Mean.	REMARKS.
	1881						
Maceió II. L = 35° 41' 55" B = 9° 39' 45"	May 22	9h 24m	7	+ 6° 54.80	+ 6° 50.47		
			8	+ 6 48.97	+ 6 49.26	+ 6° 49'.87	
Maragogy. L = 35° 13' 29" B = 9° 2' 22"	24	9 19	7	+ 8 6.52	+ 8 2.19		
			8	+ 7 55.27	+ 7 55.56		
		26	9 35	7	+ 7 59.70	+ 7 55.37	
			8	+ 7 27.50	+ 7 27.79	+ 7 50.23	
Pernambuco I. L = 34° 52' 40" B = 8° 3' 46"	June 1	9 35	7	+ 8 55.05	+ 8 51.72		
			8	+ 9 0.23	+ 9 0.52		
		2	9 31	7	+ 8 53.83	+ 8 49.50	Storm.
			8	+ 9 5.59	+ 9 5.88	+ 8 56.91	
Fernando-de-Noronha I. L = 32° 24' 31" B = 3° 50' 49"	5	9 52	7	+14 43.27	+14 38.94		The weather throughout very stormy while I was on the island.
			8	+14 27.00	+14 27.29		
		6	8 59	7	+14 37.67	+14 33.34	
			8	+14 38.61	+14 38.90	+14 34.62	
Fernando-de-Noronha II. L = 32° 25' 26" B = 3° 51' 50"	7	9 21	7	+15 41.70	+15 37.37		
			8	+15 20.17	+15 20.46		
		8	9 38	7	+15 31.94	+15 27.61	
			8	+15 15.88	+15 16.17	+15 25.40	
Cabedello I. L = 34° 50' 18" B = 6° 58' 16"	23	10 23	7	+11 3.36	+10 59.03		Wind.
			8	+10 54.63	+10 54.92		
		24	9 23	7	+10 32.41	+10 28.08	
			8	+10 43.17	+10 43.46	+10 46.37	
Cabedello III. L = 34° 51' 24" L = 7° 2' 4"	29	10 19	7	+10 52.67	+10 48.34		
			8	+10 47.61	+10 47.90	+10 48.12	
Rio-Grande-do-Norte I. L = 35° 12' 42" B = 5° 46' 34"	July 2	10 13	7	+13 24.80	+13 20.47		
			8	+13 36.42	+13 36.71		
		3	9 28	7	+13 33.44	+13 29.11	
			8	+13 28.09	+13 28.38	+13 28.67	
Rio-Grande-do-Norte II. L = 35° 12' 3" B = 5° 45' 44"	10	9 50	7	+13 29.58	+13 25.25		Very windy throughout.
			8	+13 31 89	+13 32.18		

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A.M.	N ^o . of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2, and 8.	Mean.	REMARKS.
	1881						
Rio-Grande-do-Norte II.	July 11	9h 24m	7	+13°24'.63	+13°20'.30		
L = 35° 12' 3"			8	+13 35.75	+13 36.04	+ 13°28'.44	
B = 5° 45' 44"							
Pititinga	13	9 34	7	+14 16.83	+14 12.50		
L = 35° 20' 3"			8	+14 21.67	+14 21.96		
B = 5° 23' 0"							
	14	9 45	7	+14 5.48	+14 1.15		
			8	+14 8.28	+14 8.57	+14 11.05	
Caicara II.	19	9 35	8	+15 0.05	+15 0.34		Wind.
L = 36° 3' 35"		10 2	8	+14 54.86	+14 55.15		
B = 5° 4' 1"							
	20	8 58	8	+14 45.78	+14 46.07		
		9 24	8	+15 1.27	+15 1.56	+14 55.78	
Ponta-Redonda.	25	9 25	8	+15 49.67	+15 49.96		
L = 36° 57' 5"		9 55	8	+15 48.66	+15 48.95		
B = 4° 56' 45"							
	26	9 5	8	+15 46.30	+15 46.59		
		9 33	8	+15 25.80	+15 26.09	+15 42.90	
Ceará I.	28	8 56	8	+18 53.95	+18 54.24		
L = 38° 32' 41"		9 23	8	+18 56.53	+18 56.82		
B = 3° 42' 45"							
	Aug. 2	9 15	8	+18 51.44	+18 51.73		
		9 43	8	+18 48.09	+18 48.38	+18 52.79	
Canoa.	4	9 18	8	+17 33.58	+17 33.87		
L = 35° 5' 9"		9 43	8	+17 35.92	+17 36.21		
B = 4° 22' 43"							
	5	9 38	8	+17 23.09	+17 23.38		
		10 9	8	+17 35.59	+17 35.88	+17 32.34	
Mundahú I.	12	9 2	8	+19 40.14	+19 40.43		
L = 39° 23' 9"		9 32	8	+19 39.23	+19 39.52		
B = 3° 10' 50"							
	13	8 50	8	+19 50.25	+19 50.54		
		9 16	8	+19 41.50	+19 41.79	+19 43.07	
Jericoaquara.	18	9 4	8	+20 53.13	+20 58.41		
L = 40° 32' 54"		9 30	8	+20 39.22	+20 39.51		Wind. During the whole of this month the wind was generally too strong to allow a really good observation.
B = 2° 49' 6"							
	19	9 15	8	+20 45.08	+20 45.37		
		9 41	8	+21 25.58	+21 25.87		

NAME OF STATION.	DATE	Mean local Time A. M.	N ^o . of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1 2, and 8.	Mean.	REMARKS.
	1881						
Ammaração I. L = 2° 53' 17" B = 41° 40' 44"	Aug.	21	8h 5Sm	8	+21° 43'.14	+21° 43'.43	
			9 20	8	+20 34.44	+20 34.73	
	22		8 57	8	+21 16.78	+21 19.07	
			9 23	8	+21 2.75	+21 3.04	+21° 10'.07
Tutoia. L = 42° 15' 11" B = 2° 42' 57"	28		9 15	8	+21 12.94	+21 13.23	
			9 47	8	+21 16.55	+21 16.84	
	29		9 9	8	+21 12.42	+21 12.71	
			9 39	8	+21 12.92	+21 13.21	+21.14.00
Pará. (Estr. S. Jeronimo.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	Oct.	7	10 0	2	+23 43.16	+23 42.46	
				1	+23 39.38	+23 39.79	
	12		9 53	1	+23 45.67	+23 46.08	
				8	+23 43.77	+23 44.06	
	17		9 48	2	+23 50.94	+23 50.24	
				8	+23 42.41	+23 42.70	
	22		9 36	1	+23 44.78	+23 45.19	
				2	+23 42.92	+23 42.22	
	27		9 47	1	+23 39.98	+23 40.39	
				8	+23 41.88	+23 42.17	
Nov.	1		9 49	2	+23 44.22	+23 43.52	
				8	+23 44.19	+23 44.48	
	6		9 50	1	+23 46.09	+23 46.50	
				2	+23 48.02	+23 47.32	
	11		9 41	1	+23 41.31	+23 41.72	
				8	+23 44.91	+23 45.20	
	16		9 38	2	+23 40.44	+23 39.74	
				8	+23 34.11	+23 34.40	
	21		9 32	2	+23 49.42	+23 48.72	
				1	+23 43.58	+23 43.99	
26		9 36	1	+23 43.14	+23 43.55		
			8	+23 38.11	+23 38.40		

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

107

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o . of needles.	Observed Inclination.	Incl. corr for the mean of the needles 1 2, and 8.	Mean.	REMARKS.	
	1881							
Pará.	Dec.	6	9h 31m	2	+24° 2' 97	+24° 2' 27		
L = 48° 29' 0"				8	+23 41.86	+23 42.15		
B = 1° 26' 59"								
		11	9 32	1	+23 39.66	+23 40.07		
				2	+23 47.61	+23 46.91		
		21	9 33	1	+23 41.78	+23 42.19		
				8	+23 40.48	+23 40.77		
		26	9 17	2	+23 45.25	+23 44.50		
				8	+23 39.92	+23 40.21	+23° 43'.06	
	1882							
Maranhão.	Jan.	10	10 16	1	+22 11.70	+22 12.11		
L = 44° 17' 51"				2	+22 12.36	+22 11.66		
B = 2° 31' 55"								
		11	9 50	1	+22 4.38	+22 4.79		
				8	+22 5.59	+22 5.87	+22 8.61	
		22	9 50	2	+17 59.44	+17 58.74		
Caxias.				8	+18 5.47	+18 5.75		
L = 43° 20' 52"								
B = 4° 51' 33"								
		23	9 52	1	+18 5.48	+18 5.89		
				2	+18 7.84	+18 7.14	+18 4.38	
		Febr.	1	9 0	1	+18 53.58	+18 53.99	
Codó.				8	+18 50.47	+18 50.75		
L = 43° 51' 42"								
B = 4° 28' 31"								
		2	8 54	2	+18 53.88	+18 53.18		
				8	+18 50.69	+18 50.98	+18 52.23	
		6	10 7	1	+19 27.83	+19 28.24		
Coroatá.				2	+19 29.81	+19 29.11		
L = 44° 6' 51"								
B = 4° 8' 13"								
		7	9 39	1	+19 30.17	+19 30.58		
				8	+19 28.28	+19 28.57	+19 29.13	
		9	9 45	2	+19 56.92	+19 56.22		
Pirapemas.				8	+19 54.64	+19 54.93		
L = 44° 11' 37"								
B = 3° 43' 19"								
		10	9 31	1	+19 54.41	+19 54.82		
				2	+19 56.94	+19 56.24	+19 55.55	
		10	9 1	1	+20 43.95	+20 44.36		
Itapicuru-Mirim.				8	+20 37.64	+20 37.93		
L = 3° 23' 57"								
B = 44° 20' 29"								

On the first day rather near to some guns: on the second, fear for rain made me hurry through the observations.

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o . of needle.	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2, and 8.	Mean.	REMARKS.
	1882						
Itapicuru-Mirim.	Febr. 18	10h 5m	2	+20°41'98	+20°41'28		
L = 44° 20' 29"			8	+20 37.78	+20 38.07	+20 40.41	
B = 3° 23' 57"							
Rosario.	24	9 47	2	+20 59.58	+20 58.88		
L = 44° 13' 46"			1	+20 38.31	+20 38.72		
B = 2° 55' 21"							
	25	10 28	1	+20 59.72	+21 0.13		
			8	+20 51.83	+20 52.12	+20 52.46	
Parnahyba.	March 16	10 19	2	+21 5.06	+21 4.36		
L = 41° 46' 45"			8	+21 4.98	+21 5.27		
B = 2° 59' 22"							
	17	10 17	2	+21 9.28	+21 8.58		
			1	+21 9.78	+21 10.19	+21 7.10	
Terezina.	28	9 30	1	+17 39.19	+17 39.60		
L = 42° 45' 45"			8	+17 39.16	+17 39.45		
B = 5° 4' 56"							
	30	9 55	2	+17 35.92	+17 35.22		
			8	+17 31.64	+17 31.93	+17 36.55	
Colonia.	Apr. 6	9 46	2	+14 32.48	+14 31.78		Soft soil; every now and then found instrument out of level.
L = 43° 0' 43"			1	+14 30.14	+14 30.55		
B = 6° 46' 24"							
	7	10 20	8	+14 28.52	+14 28.81		
			1	+14 25.95	+14 26.36	+14 29.38	
Amarante.	10	10 4	8	+15 27.92	+15 28.21		
L = 42° 50' 49"			2	+15 30.83	+15 30.13		
B = 6° 14' 19"							
	11	9 20	1	+15 27.03	+15 27.44		
			2	+15 28.03	+15 27.33	+15 28.28	
Queimadas.	14	10 9	1	+16 14.52	+16 14.93		
L = 42° 48' 12"			8	+16 3.64	+16 3.93		
B = 5° 26' 0"							
	15	9 36	2	+16 4.09	+16 3.39		
			8	+16 6.22	+16 6.51	+16 7.19	
Bacuri.	20	9 56	1	+17 18.02	+17 18.43		
L = 42° 51' 24"			2	+17 16.94	+17 16.24		
B = 5° 23' 6"							
	21	10 6	1	+17 9.45	+17 9.86		
			8	+17 16.53	+17 16.82	+17 15.34	

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o . of needle.	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8	Mean.	REMARKS.
	1882						
União L = 42° 52' 24" B = 4° 35' 33"	Apr. 26	10h 36m	2	+18° 26'.95	+18° 26'.25		
			8	+18 13.70	+18 13.99		
	28	9 27	1	+18 30.27	+18 30.65		
			2	+18 29.30	+18 28.60	+18° 24'.88	
Lagoa L = 42° 47' 45" B = 3° 59' 25"	May 2	9 23	1	+19 36.80	+19 37.21		
			8	+19 34.23	+19 34.52		
	3	9 36	2	+19 30.92	+19 30.22		
			8	+19 30.30	+19 30.59	+19 33.14	
Repertição. L = 42° 40' 30" B = 3° 40' 58"	6	9 54	1	+19 55.30	+19 55.71		
			2	+19 51.98	+19 51.28		
	7	9 36	1	+19 50.86	+19 51.27		
			2	+19 47.70	+19 47.00	+19 51.32	For different reasons the observations are bad.
Chapeo-de-Couro. L = 42° 21' 20" B = 3° 26' 8"	9	9 25	1	+20 18.36	+20 18.77		
			8	+20 14.52	+20 14.81		
	10	9 23	2	+20 14.89	+20 14.19		
			8	+20 14.23	+20 14.52	+20 15.57	
	1883						
Apporosa. L = 47° 46' 46" B = 1° 59' 14"	Aug. 13	10 20	1	+23 20.94	+23 21.35		
	14	9 40	8	+22 59.44	+22 59.73		
			1	+23 0.59	+23 1.00	+23 7.36	
Badajoz. L = 47° 47' 25" B = 2° 30' 50"	17	10 15	8	+22 3.30	+22 3.59		
			1	+22 1.27	+22 1.68		
	19	9 1	1	+22 2.00	+22 2.41		
			8	+22 2.95	+22 3.24	+22 2.73	
Manso. L = 47° 48' 40" B = 2° 23' 37"	20	8 51	1	+22 7.16	+22 7.57		
			8	+22 21.20	+22 21.49		Windy day.
	21	9 32	8	+22 9.48	+22 9.77		
			1	+22 17.27	+22 17.68	+22 10.13	
Boa-Vista. L = 47° 51' 4" B = 2° 17' 7"	22	9 20	8	+22 30.33	+22 30.62		
			1	+22 41.11	+22 41.52		

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local time A.M.	N ^o of needle.	Observed Inclination.	Incl. corr for the mean of the needles 1, 2 and 8.	Mean.	REMARKS.
	1883						
Boa-Vista. L = 47° 51' 4" B = 2° 17' 7"	23	Sh 12 ^m	S	+22° 33'.04	+22° 33'.93		
			1	+22 27.83	+22 28.24	+22° 33'.58	
S. Domingo. L = 47° 47' 28" B = 1° 40' 43"	27	10 5	S	+23 28.59	+23 28.88		Both observations bad.
			1	+23 23.94	+23 24.35		
	28	9 25	1	+23 38.59	+23 39.01		
			8	+23 26.95	+23 27.24	+23 29.87	
Pernambuco. L = 48° 2' 9" B = 1° 28' 8"	31	9 32	S	+23 41.52	+23 41.81		
			1	+23 43.98	+23 44.39		
	Sept.	2	8 51	1	+23 40.28	+23 40.69	
			8	+23 22.70	+23 22.99	+23 37.47	
Cametá. L = 49° 30' 16" B = 2° 16' 20"	8	9 27	S	+22 22.09	+22 22.38		
			1	+22 22.27	+22 22.68		
	16	9 24	S	+22 27.75	+22 28.04		
			1	+22 40.05	+22 40.46	+22 28.39	
Baião L = 49° 39' 52" B = 2° 48' 26"	10	9 10	S	+21 22.81	+21 23.10		
			1	+21 20.80	+21 21.21		
	11	9 28	S	+21 33.17	+21 33.46		
			1	+21 22.08	+21 22.49	+21 25.07	
Mocajuba. L = 49° 30' 43" B = 2° 35' 54"	13	9 35	S	+22 0.55	+22 0.84		
			1	+21 57.34	+21 57.75		
	14	—	1	+22 5.83	+22 6.24		
			8	+22 2.69	+22 2.98	+22 1.95	
Jutahy. L = 49° 46' 25" B = 3° 22' 19"	21	9 9	1	+20 29.16	+20 29.57		
			8	+20 20.72	+20 21.01		
	22	9 22	S	+20 17.16	+20 17.45		
			1	+20 27.78	+20 28.19	+20 24.06	
S. Francisco. L = 49° 39' 15" B = 3° 45' 54"	24	9 19	S	+19 54.84	+19 55.13		
			1	+19 56.28	+19 56.69		
	26	—	1	+19 50.06	+19 50.47		
			8	+19 45.72	+19 46.01	+19 52.08	

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local time A. M.	N ^o . of needle.	Observed Inclination	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8.	Mean.	REMARKS.
Ilha-do-Areo. L = 49° 35' 43" B = 3° 58' 10"	1883 Sept. 25	10h 13m	1	+19° 27'.61	+19° 28'.02		Very windy day.
			8	+19 16.97	+19 17.26		
		26 9 29	8	+19 20.31	+19 20.60		
			1	+19 28.09	+19 28.50	+19° 23'.60	
Ituquara. L = 49° 38' 42" B = 2° 53' 6"	Oct. 1	9 51	1	+21 0.95	+21 1.36		
			8	+20 59.33	+20 59.62		
		2 9 35	8	+20 56.64	+20 56.93		
			1	+21 4.50	+21 4.91	+21 0.71	
Pará. (Estr. S. Jeronimo.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	17	9 25	8	+23 39.03	+23 39.32		
			1	+23 41.98	+23 42.39		
		22 9 9	8	+23 39.73	+23 40.02		
			1	+23 38.66	+23 39.07		
		27 8 59	1	+23 47.97	+23 48.38		
			8	+23 42.63	+23 42.92		
Nov.	2	9 1	8	+23 42.91	+23 43.20		
			1	+23 35.58	+23 35.99		
		7 8 52	1	+23 41.72	+23 42.13		
			8	+23 38.73	+23 39.02		
		12 9 5	8	+23 40 42	+23 40.71		
			1	+23 46.81	+23 47.22		
		17 8 50	8	+23 41.05	+23 41.34		
			1	+23 44.70	+23 45.11		
		22 9 3	8	+23 59.39	+23 59.68		Wind.
			1	+23 51.20	+23 51.61		
Dec.	27 9 0	1	+23 42.52	+23 42.93			
			8	+23 50.28	+23 50.57		
		2 8 57	8	+23 37.45	+23 37.74		
			1	+23 50.48	+23 50.89		
		7 9 8	8	+23 41.55	+23 41.84		Strong wind.
		1	+23 36.89	+23 37.30			

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local time A. M.	N ^o . of needles.	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8.	Mean.	REMARKS.
	1883						
Pará. (Estr. S.-Jerônimo.)	Dec. 27	9h 29m	8	+23°30'.95	+23°31'.24		
L = 48° 29' 0"			1	+23 29.78	+23 30.19	+23°42'.53	
B = 1° 26' 59"							
Soure	Nov. 9	—	1	+24 47.41	+24 47.82		
L = 48° 31' 45"			8	+24 49.44	+24 49.73		
B = 0° 43' 35"							
	19	9 51	1	+24 45.22	+24 45.63		Storm.
			8	+24 35.84	+24 36.13	+24 44.83	
Manãos.	Dec. 17	10 53	1	+17 53.98	+17 54.39		Rainy day, with thunder.
L = 60° 2' 40"			8	+17 41.66	+17 41.94		
B = 3° 6' 5"							
	18	8 47	8	+17 35.39	+17 35.68		
			1	+17 27.81	+17 28.22	+17 40.06	
Juiz-de-Fora.	1884 March 12	9 25	1	-10 45.58	-10 45.17		
L = 43° 19' 20"			8	-10 33.39	-10 33.10		
B = 21° 45' 37"							
	13	8 56	8	-10 47.70	-10 47.41		
			1	-10 54.66	-10 54.25	-10 44.98	
João-Gomes.	15	8 49	1	- 9 57.25	- 9 56.84		
L = 43° 31' 25"			8	-10 12.59	-10 12.30		
B = 21° 27' 41"							
	16	9 37	8	-10 5.11	-10 4.82		
			1	-10 13.06	-10 12.65	-10 6.65	
Barbacena.	18	8 44	1	- 9 41.36	- 9 40.95		
L = 43° 45' 57"			8	- 9 47.42	- 9 47.13		
B = 21° 14' 43"							
	19	9 27	8	- 9 42.64	- 9 42.35		
			1	- 9 27.92	- 9 27.51	- 9 39.48	
Carandahy.	20	9 19	8	- 9 18.27	- 9 17.98		
B = 43° 47' 58"			1	- 8 59.58	- 8 59.17		
L = 20° 57' 10"							
	21	9 0	1	- 9 12.42	- 9 12.01		
			8	- 9 8.77	- 9 8.48	- 9 9.41	
Quefuz.	27	9 15	8	- 7 58.08	- 7 57.79		
L = 43° 47' 27"			1	- 8 19.73	- 8 19.32		
B = 20° 39' 50"							
	31	9 24	1	- 8 31.14	- 8 30.73		
			8	- 8 5.64	- 8 5.35	- 8 13.30	

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o . of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8.	Mean.	REMARKS.
Itabira. L = 43° 48' 7" B = 20° 15' 23"	1884 Apr.	5	9h 23m	1	-- 8°21'03	-- 8°20'02	
				8	-- 8 1.47	-- 8 1.18	
		6	9 41	8	-- 8 15.41	-- 8 15.12	
				1	-- 8 26.56	-- 8 26.15	-- 8°15'77
Sabará. L = 43° 47' 13" B = 19° 53' 10"		12	9 35	1	-- 5 50.09	-- 5 49.68	
				8	-- 6 3.03	-- 6 2.74	
		13	9 18	8	-- 5 48.69	-- 5 48.40	
				1	-- 5 37.58	-- 5 37.17	-- 5 49.50
Funil L = 43° 48' 39" B = 19° 35' 56"		29	10 15	8	-- 6 35.06	-- 6 34.77	
				1	-- 6 48.52	-- 6 48.11	
		30	9 15	1	-- 6 47.48	-- 6 47.07	
				8	-- 6 54.86	-- 6 54.57	-- 6 46.13
Sitio L = 43° 59' 36" B = 19° 15' 0"	May	3	9 52	1	-- 6 25.13	-- 6 24.72	
				8	-- 6 12.55	-- 6 12.26	
		4	8 23	1	-- 6 15.17	-- 6 14.76	
				8	-- 6 19.33	-- 6 19.04	-- 6 17.70
Trahiras. L = 44° 0' 27" B = 19° 0' 31"		7	8 59	1	-- 5 57.67	-- 5 57.26	
				8	-- 6 7.94	-- 6 7.65	
		8	9 18	1	-- 6 1.98	-- 6 1.57	
				8	-- 5 53.44	-- 5 53.15	-- 5 59.91
Barra-do-Paraná. L = 44° 9' 0" B = 18° 30' 14"		14	8 57	1	-- 5 1.70	-- 5 1.29	
				8	-- 5 5.14	-- 5 4.85	
		15	9 6	1	-- 5 3.14	-- 5 2.73	
				8	-- 5 10.09	-- 5 9.80	-- 5 4.67
A. L = 44° 18' 0" B = 18° 16' 30"		17	9 27	1	-- 4 53.84	-- 4 53.43	
				8	-- 5 9.38	-- 5 9.09	
		18	9 1	1	-- 4 58.45	-- 4 58.04	
				8	-- 4 58.67	-- 4 58.38	-- 4 59.76
Barra-do-S. Francisco. L = 44° 29' 52" B = 17° 58' 13"		20	9 23	1	-- 4 28.06	-- 4 27.65	
				8	-- 4 34.94	-- 4 34.65	

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local time A. M.	N ^o . of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2, and 8.	Mean.	REMARKS.
	1884						
Barra-do-S. Francisco.	May 21	9h 11m	1	— 4°48'50	— 4°48'09		Storm.
L = 44° 29' 52"			8	— 4 14.81	— 4 14.52	— 4°31'23	
B = 17° 58' 13"							
Guacahy.	26	9 1	1	— 0 42.27	— 0 41.85		One observed figure has been afterwards corrected.
L = 44° 46' 49"			8	— 1 2.92	— 1 2.63		
B = 17° 12' 27"							
	27	9 2	1	— 0 26.13	— 0 25.72		
			8	— 0 36.17	— 0 35.88	— 0 41.52	
Extrema	29	9 45	1	— 2 31.14	— 2 30.73		
L = 44° 53' 33"			8	— 2 32.33	— 2 32.04		
B = 16° 51' 32"							
	30	9 5	1	— 2 11.59	— 2 11.18		
			8	— 2 18.59	— 2 18.30	— 2 23.06	
Paracatu.	31	9 42	8	— 2 6.81	— 2 6.52		
L = 45° 2' 40"			1	— 1 58.98	— 1 58.57		
B = 16° 37' 15"							
	June 1	9 6	1	— 1 57.77	— 1 57.36		
			8	— 2 13.44	— 2 13.15	— 2 3.90	
S. Romão.	3	9 44	1	— 1 18.97	— 1 18.56		
L = 45° 4' 3"			8	— 1 3.78	— 1 3.49	— 1 11.03	
B = 16° 20' 0"							
Barra-do-Urucuia	4	9 34	1	— 0 49.42	— 0 49.01		
L = 45° 4' 7"			8	— 0 36.22	— 0 35.93		
B = 16° 7' 26"							
	5	10 6	1	— 0 48.69	— 0 48.28		
			8	— 1 4.50	— 1 4.21	— 0 49.36	
S Francisco.	7	9 38	8	— 0 52.81	— 0 51.52		The instr. stood not strictly in the magn. meridian.
L = 44° 52' 18"			1	— 0 53.94	— 0 53.53		
B = 15° 57' 5"							
	8	9 17	1	— 0 58.22	— 0 57.81		
			8	— 0 58.27	— 0 57.98	— 0 55.21	
Barra-do-Mangahy.	10	9 4	1	— 0 29.06	— 0 28.65		
L = 44° 46' 48"			8	— 0 29.19	— 0 28.90		
B = 15° 42' 2"							
	11	9 10	1	— 0 22.31	— 0 21.90		
			8	— 0 21.72	— 0 21.43	— 0 25.22	
Januaría.	13	9 12	1	— 0 25.36	— 0 24.95		
L = 44° 20' 33"			8	— 0 9.75	— 0 9.46		
B = 15° 29' 35"							

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o . of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8.	Mean.	REMARKS.
	1884						
Januaría.	June 14	8h 55m	8	— 0°25'.67	— 0°25'.38		
L = 44° 20' 33"			1	— 0 18.00	— 0 17.59	— 0°19'.35	
B = 15° 29' 35"							
Morro-do-Angú.	18	9 50	1	+ 0 6.59	+ 0 7.00		
L = 44° 8' 30"			8	+ 0 19.70	+ 0 19.99		
B = 15° 16' 50"							
	19	10 15	8	+ 0 1.03	+ 0 1.32		
			1	+ 0 4.17	+ 0 4.58	+ 0 8.22	
Praia.	21	9 11	1	+ 0 50.42	+ 0 50.83		
L = 43° 55' 22"			8	+ 0 38.98	+ 0 39.27		
B = 14° 48' 4"							
	22	8 44	8	+ 0 39.30	+ 0 39.59		
			1	+ 0 41.02	+ 0 41.43	+ 0 42.78	
Carinhonha.	24	9 35	1	+ 1 52.20	+ 1 52.61		
L = 43° 46' 27"			8	+ 1 44.36	+ 1 44.65		
B = 14° 18' 27"							
	25	9 6	8	+ 1 42.33	+ 1 42.62		
			1	+ 1 51.16	+ 1 51.57	+ 1 47.86	
Barra-do-Parateca.	26	9 26	1	+ 2 19.22	+ 2 19.63		
L = 43° 38' 6"			8	+ 2 15.63	+ 2 15.92		
B = 13° 55' 18"							
	27	9 20	1	+ 1 55.94	+ 1 56.35		
			8	+ 2 10.47	+ 2 10.76	+ 2 10.67	
Bom-Jezus-da-Lapa.	July 2	9 18	1	+ 3 24.23	+ 3 24.64		Strong wind on the first day. On the second station rather far from that of first day.
L = 43° 26' 0"			8	+ 3 13.47	+ 3 13.76		
B = 13° 15' 39"							
	3	9 18	8	+ 3 20.17	+ 3 20.46		
			1	+ 3 25.50	+ 3 25.91	+ 3 21.19	
Urubú.	7	9 40	1	+ 4 8.78	+ 4 9.19		
L = 43° 12' 15"			8	+ 4 13.72	+ 4 14.01		
B = 12° 41' 30"							
	8	9 23	8	+ 4 10.30	+ 4 10.59		
			1	+ 4 26.50	+ 4 26.91	+ 4 15.18	
Itahy.	11	10 4	1	+ 5 29.72	+ 5 30.13		
L = 43° 15' 52"			8	+ 5 14.67	+ 5 14.96		
B = 12° 10' 45"							
	12	9 34	1	+ 5 25.13	+ 5 25.54		
			8	+ 5 15.25	+ 5 15.54	+ 5 21.54	

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local time A. M.	N ^o . of needle.	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8.	Mean.	REMARKS.
1884							
C. L = 43° 22' 34" B = 11° 56' 45"	July	13	10h 32m	8	+ 5° 27'.05	+ 5° 27'.34	
				1	+ 5 32.92	+ 5 33.33	
		14	9 27	1	+ 5 30.20	+ 5 30.61	
				8	+ 5 36.00	+ 5 36.29	+ 5° 31'.89
Torrinha. L = 43° 16' 45" B = 11° 30' 38"	17	9 34		1	+ 7 20.59	+ 7 21.00	
				8	+ 7 26.86	+ 7 27.15	
	18	9 19		8	+ 7 35.02	+ 7 35.31	
				1	+ 7 35.22	+ 7 35.63	+ 7 29.77
Barra(-do-Rio-Grande). L = 43° 9' 45" B = 11° 5' 51"	20	9 44		1	+ 7 19.66	+ 7 20.07	
				8	+ 7 19.55	+ 7 19.85	
	21	9 24		8	+ 7 7.47	+ 7 7.77	
				1	+ 7 14.61	+ 7 15.02	+ 7 15.68
Matto-Grosso. L = 42° 49' 6" B = 10° 54' 52"	27	9 26		1	+ 7 9.19	+ 7 9.60	
				8	+ 7 11.08	+ 7 11.37	
	28	9 20		1	+ 7 6.86	+ 7 7.27	
				8	+ 7 9.08	+ 7 9.37	+ 7 9.40
Pirão-Arendo. L = 42° 25' 9" B = 10° 9' 12"	30	9 24		1	+ 8 37.17	+ 8 37.58	
				8	+ 8 32.56	+ 8 32.85	
	31	9 21		1	+ 8 31.47	+ 8 31.88	
				8	+ 8 46.53	+ 8 46.82	+ 8 37.28
Barrocaõ. L = 42° 6' 9" B = 9° 50' 36"	Aug.	3	10 2	8	+ 8 48.05	+ 8 48.34	
				1	+ 8 56.47	+ 8 56.88	
	4	9 23		1	+ 8 50.69	+ 8 51.10	
				8	+ 8 44.02	+ 8 44.31	+ 8 50.16
Remauso. L = 42° 3' 34" B = 9° 41' 4½"	5	9 30		8	+ 8 50.41	+ 8 50.70	
				1	+ 8 44.78	+ 8 45.19	
	6	9 30		1	+ 8 59.70	+ 9 0.11	
				8	+ 8 47.16	+ 8 47.45	+ 8 50.86
Trahiras. L = 41° 38' 16" B = 9° 44' 32"	8	10 1		8	+ 8 59.05	+ 8 59.34	
				1	+ 9 3.00	+ 9 3.41	

Storm. Between this place and Penedo the weather was constantly very windy. So all the observations of dip are less good but the remark is not again repeated.

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o . of needle	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1 2, and 8.	Mean.	REMARKS.
	1884						
Trabras.	Aug. 9	9h 20m	1	+ 8°55'.47	+ 8°55'.88		
L = 41° 38' 16"			8	+ 9 8.95	+ 9 9.24	+ 9° 1'.97	
B = 9° 44' 32"							
Lagoa.	10	9 40	1	+ 8 58.84	+ 8 59.25		
L = 41° 25' 54"			8	+ 9 1.17	+ 9 1.46		
B = 9° 39' 20"							
	11	9 30	1	+ 9 1.97	+ 9 2.38		
			8	+ 9 2.16	+ 9 2.45	+ 9 1.39	
Jonzairo	20	9 9	1	+ 9 46.28	+ 9 46.69		On the 20th the station was rather near to a house which was not free from iron.
L = 40° 29' 0"			8	+ 9 27.61	+ 9 27.90		
B = 9° 25' 14"							
	21	9 37	8	+ 9 48.67	+ 9 48.96		
			1	+ 9 42.23	+ 9 42.64	+ 9 41.55	
Capim-Grosso	26	9 58	8	+ 9 31.45	+ 9 31.74		
L = 39° 53' 55"			1	+ 9 28.16	+ 9 28.57		
B = 9° 0' 13"							
	27	9 21	1	+ 9 33.70	+ 9 34.11		
			8	+ 9 27.25	+ 9 27.54	+ 9 30.49	
Ilha-S. Felix.	30	8 52	1	+10 27.81	+10 28.22		
L = 39° 32' 9"			8	+10 30.89	+10 31.18		
B = 8° 37' 10"							
	31	8 56	8	+10 31.83	+10 32.12		
			1	+10 23.69	+10 24.10	+10 28.91	
Rodella.	Sept. 4	10 1	1	+ 9 19.06	+ 9 19.47		
L = 38° 45' 16"			8	+ 9 18.19	+ 9 18.48		
B = 8° 50' 23"							
	5	8 0	8	+ 9 26.45	+ 9 26.74		
			1	+ 9 26.84	+ 9 27.25	+ 9 22.99	
Sacco.	6	9 13	1	+ 9 1.45	+ 9 1.86		
L = 38° 39' 24"			8	+ 8 54.50	+ 8 54.79		
B = 8° 58' 24"							
	7	9 15	8	+ 8 59.94	+ 9 0.23		
			1	+ 9 3.69	+ 9 4.10	+ 9 0.25	
Tacutiara.	9	8 44	1	+ 9 0.92	+ 9 1.33		
L = 38° 30' 43"			8	+ 9 4.66	+ 9 4.95		
B = 8° 58' 36"							
	10	8 25	8	+ 9 9.59	+ 9 9.79		
			1	+ 9 5.89	+ 9 6.30	+ 9 5.59	

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N. of needles.	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1 2, and 8.	Mean.	REMARKS.	
Jatobá. L = 38° 19' 24" B = 9° 10' 54"	1884 Sept. 15	8h 37m	1	+ 8° 43'.67	+ 8° 44'.08			
			8	+ 8 42.97	+ 8 43.26			
		18	8 51	8	+ 8 41.69	+ 8 41.98		
Piranhas. L = 37° 46' 13" B = 9° 38' 40"			1	+ 8 47.92	+ 8 48.33	+ 8° 44'.41		
		21	8 52	1	+ 7 2.88	+ 7 3.29		
			8	+ 7 10.20	+ 7 10.49			
		22	8 47	8	+ 7 31.78	+ 7 32.07		
			1	+ 7 47.75	+ 7 48.16			
		23	8 52	1	+ 7 17.81	+ 7 18.22		
Penedo. L = 36° 35' 52" B = 10° 18' 28"			8	+ 7 25.23	+ 7 25.52	+ 7 22.96		
		26	9 52	1	+ 5 47.77	+ 5 48.18		
			8	+ 5 54.45	+ 5 54.74			
Aracajú L = 37° 3' 39" B = 10° 53' 49"			1	+ 5 50.25	+ 5 50.54			
		27	8 52	8	+ 5 42.59	+ 5 43.00	+ 5 49.12	
			1	+ 5 8.83	+ 5 9.24			
Bahia III. (Lighthouse.) L = 38° 32' 6" B = 13° 0' 37"	Oct. 3	8 31	1	+ 5 8.83	+ 5 9.24			
			8	+ 5 0.98	+ 5 1.27	+ 5 5.26		
		21	9 32	8	+ 2 57.55	+ 2 57.84		
Bahia IV. (Rio-Vermelho.) L = 38° 29' 27" B = 13° 0' 42"			1	+ 2 57.66	+ 2 57.07		Not very far from rails and other iron.	
		22	8 57	1	+ 2 46.45	+ 2 46.86		
			8	+ 2 45.70	+ 2 45.99	+ 2 51.94		
S. Anna-de-Nietheroby. (Observatory.) L = 43° 6' 27" B = 22° 51' 56"		23	8 40	1	+ 2 40.78	+ 2 41.19		
			8	+ 2 41.47	+ 2 41.76			
		24	8 36	1	+ 2 37.64	+ 2 38.05		
			8	+ 2 37.72	+ 2 38.01	+ 2 39.75		
		30	9 28	1	-11 58.88	-11 58.47		
			9 38	1	-12 8.05	-12 7.64		
			9 48	1	-12 6.50	-12 6.09		
		31	9 16	1	-11 31.19	-11 30.78		
			10 0	1	-12 0.55	-12 0.14		
		10 41	1	-12 9.56	-12 9.15			

NAME OF STATION.	DATE.	Mean local Time A. M.	N ^o . of needle.	Observed Inclination.	Incl. corr. for the mean of the needles 1, 2 and 8	Mean.	REMARKS.
	1884						
S. Anna-de-Nitherohy. (Observatory.)	Nov.	1 8h 48m	1	-12° 0'.95	-12° 0'.54		
L = 43° 6' 27"		9 31	1	-12 7.75	-12 7.34		
B = 22° 51' 56"		10 18	1	-12 7.80	-12 7.39	-12° 0.84	
Nova-Friburgo.		8 8 10	8	-11 27.39	-11 27.10		
L = 42° 31' 40"			1	-11 30.61	-11 30.20		
B = 22° 18' 25"		9 8 18	1	-11 45.48	-11 45.07		
			8	-11 42.78	-11 42.49	-11 36.22	
Cantagallo.		10 8 32	1	-11 10.97	-11 10.56		
L = 42° 20' 33"			8	-11 4.73	-11 4.44		
B = 21° 59' 23"		11 7 56	8	-11 19.38	-11 19.09		
			1	-11 21.22	-11 20.81	-11 13.73	
Aldeia-de-Pedra.		12 8 32	8	-10 39.64	-10 39.35		
L = 42° 9' 39"			1	-10 32.81	-10 32.40		
B = 21° 41' 38"		13 8 41	1	-10 12.91	-10 12.50		
			8	-10 32.39	-10 32.10	-10 29.09	
S. Anna-de-Macacú.		16 8 37	8	-11 55.97	-11 55.68		
L = 42° 41' 46"			1	-11 52.05	-11 51.64		
B = 22° 34' 38"		17 8 21	1	-11 47.98	-11 47.57		
			8	-11 54.09	-11 53.80	-11 52.17	
Rio-Bonito.		18 7 55	1	-11 40.13	-11 39.72		
L = 42° 37' 10"			8	-11 51.81	-11 51.52		
B = 22° 43' 48"		19 8 4	8	-11 50.94	-11 50.64		
			1	-11 44.17	-11 43.76	-11 46.41	

HORIZONTAL INTENSITY.

Horizontal intensity. Instrument. The horizontal intensity was determined with the same unifilar magnetometer as the declination. For this observation my instrument was a good one.

It may be well to remember, that the observation after the Kew method consists of two parts. X being the horizontal component of the magnetic force, and m the magnetic moment of the needle, one part of the observation gives a value of mX by means of the duration of the vibrations of the freely suspended needle. The other part gives a value of $\frac{X}{m}$ by means of the angle through which the same needle deflects another out of the magnetic meridian.

For the first named operation the needle is suspended, and made to oscillate slightly in the horizontal plane. Its passages are then noted through the central wire of the same telescope which serves for the declination. I found it convenient to observe the duration of ten half-oscillations. I slightly modified the Kew method in so far, as I always noted the time of passage when the magnet moved from right to left, and the time of the very next passage, from left to right. It is easy to see, how, with this method, the following scheme may be obtained:

N^o. OF VIBRATION

from right to left,		from left to right.	
0	100	1	101
10	110	11	111
20	120	21	121
30	130	31	131
40	140	41	141
50	150	51	151

The 1st and 3^d of these columns are observed at the same time, and, after

a while the 2^d and 4th also. This operation gives a very fair mean for the duration of 100 vibrations and consequently of one. It will, however, strike any observer, I think, that the degree of nicety of this operation is, more than of any other, dependent upon the more or less nervous disposition of the observer.

For the observation of deflection, another magnet is suspended, and the needle which served for the vibrations, by means of a riding stirrup, is, at different distances adapted to a brass ruler. This ruler is so posed, that it turns in azimuth with the instrument itself, so as to be always perpendicular to the suspended magnet. Very much of course depends upon the careful construction of this bar. The first I used had been carefully tested at Kew, and was, practically, faultless. By the carelessness of a sailor, it fell into the sea at Mundahú. I immediately wrote to England for a new one, which I received in January 1882, just before starting from Pará to Maranhão. During the intervening months I observed with a brass bar, kindly made for me by the engineer of the „Príncipe-do-Grão-Pará”. He did his best, and it was a good bit of work, but still a rude thing compared to what ELLIOT BROS. are able to supply. It was tested at Kew after my return, but it is unnecessary to say, that the observations made with a make-shift like this are not quite so trustworthy as those with the two other bars.

Another remark is, that the rackwork of the tubes which contained the suspension-threads had in course of time become a little rickety, so that some care had to be taken, lest the suspended magnets should descend a little. A small piece of wood put in at the proper place was one more of the make-shifts that had to be employed; but it answered.

The two levels inserted in the azimuth-circle were filled with alcohol. Both in the course of my survey exploded by the heat, and I had to employ the riding level, which I was able to put into the shade as soon as I had done with it. This, however, did not do as well, and was not quite so sensitive as the larger. For the deflections, this is certainly an inconvenience, but still, the uncertainty of the results on this head cannot but be very trifling.

The influence of the torsion was regularly observed; but I found it quite sufficient to do it now and then, as a rule once at every station. As the light magnets of my instrument were suspended by only two very thin threads, this influence is so small, that the variations of its value are decidedly smaller than the errors of observation.

Method of observation. The regular method was as follows. The instrument being levelled, the observation of vibration was first gone through. During

the course of this operation, the temperature was read four times on the thermometer inserted in the box. Then the instrument was relevelled, as this is of the utmost importance for the deflections. These were taken with the needle at two different distances, viz. 1 foot and 1.3 foot. This was done with the needle once to the right hand, and once to the left of the suspended needle, and in every single position the North pole of the needle was once turned to the right and once to the left. During this operation the temperature of the air was read eight times on a thermometer resting on the instrument. This last item seems not quite satisfactory: it is by no means sure, that the deflecting magnet always has the temperature to which the thermometer is exposed, especially when the observations are taken in a hot country, within a tent. Sometimes, some part of the rather long bar will be exposed to the sun, while the rest of the instrument is in the shade. Still, the influence of this defect cannot be large.

The whole operation was then repeated in an inverted sense. In a few cases, when it was found convenient, the observations were taken in another order: first one of deflection, then two of vibration, lastly one of deflection again. And, as has been explained, sometimes the observation of declination, or an astronomical one, was made between the two of horizontal intensity.

As a rule these observations were taken in the tent.

Constants of the instrument; corrections. The horizontal intensity is given in English units: one foot, one second of time and one grain. The temperatures are expressed in degrees of the Fahrenheit scale. In order to reduce the English to metric values, multiply by 0.46108.

The value of $\text{Log. } \pi^2 K$ employed in the reductions is 1.66397 at 60° F.

The induction-coefficient μ is 0.0002244.

The correction of the magnetic power for temperature to the standard temperature of 35° F. is 0.0002188.

However, this standard temperature is too low for Brazil. It was found convenient, to reduce the observations in the North to a standard of 82° and those in the South to 70°. This difference has no influence whatever on the horizontal intensity itself; it occasions a discrepancy between the values m of the needle's magnetic moment in the two series.

The true distances between the centres of the deflecting and deflected magnets, when the former is placed at the two divisions of the deflection-bar which were made use of, is 1.0 and 1.3 foot without any correction for the two bars of ELLIOT BROS. For the temporary bar they were 0.99900 and 1.30042 respectively at 62° F.

The value of the constant P could be deduced from all the observations, so that the means for every observation-year are very reliable. It was computed as follows

$$\begin{aligned} \text{for 1881 } P &= - 0.003694, \\ \text{, 1882 } P &= - 0.003883, \\ \text{, 1883 } P &= - 0.003357, \\ \text{, 1884 } P &= - 0.004689. \end{aligned}$$

It was possible to make the semiarc of vibration so small, that its influence was always = 0, and the influence of the torsion was so small, that it may be safely neglected. So, neither the one nor the other has been put down in the following table.

In the last column of this table a note is made every time when a new suspension thread for the collimator-magnet was inserted. However slight the influence must be, the observation of torsion is in such cases a little less trustworthy than on other days.

The division of the azimuth-circle renders errors of 20' in the readings of the deflection possible. This is of course easily detected afterwards, but, as a slight doubt may of course remain, the fact is always noted, when such a correction has been applied.

As has been explained before, corrections are applied for diurnal and for secular variation, but for the annual, this was not possible.

Both Mr. ENGELENBERG and I concurred in the computations.

TABLE XXV.

CONTAINING THE OBSERVATIONS OF HORIZONTAL INTENSITY.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet	Horizontal force.	X corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
	1880												
Rio-de Janeiro I. (Botafogo).	Dec. 23	5h 0m	87.4	13° 0' 7.5"	5° 53' 5.0"	81.7	0.55489	0.63564	5.62175	5.6218			
L = 43° 10' 47"		9 0	87.4	12 58 27.5	5 52 22.5	92.3	0.55514	0.63601	5.63025	5.6229			
B = 22° 56' 23"		24 7 30	79.2	13 1 55.0	5 53 47.5	79.3	0.55466	0.63593	5.62113	5.6248			
		8 20	79.7	13 1 20.0	5 53 30.0	82.8	0.55473	0.63596	5.62486	5.6224			
		27 7 0	74.3	13 2 55.0	5 54 52.5	74.0	0.55439	0.63599	5.61838	5.6258 a)			
		7 50	75.1	13 2 22.5	5 54 15.0	76.5	0.55431	0.63606	5.62429	5.6255	5.6239	5.5979	2.5811
	1881												
Rio-de Janeiro II. (Villa-Isabel).	Jan. 6	7 25	84.7	13 2 27.5	5 54 10.0	84.4	0.55594	0.63552	5.60275	5.6071 b)			
L = 43° 14' 15"		8 10	85.2	13 2 7.5	5 54 12.5	87.1	0.55564	0.63624	5.60888	5.6077			
B = 22° 54' 18"		7 9 30	80.1	13 3 7.5	5 55 30.0	83.9	0.55578	0.63596	5.60200	5.5908			
		10 25	83.6	13 2 25.0	5 54 7.5	83.8	0.55370	0.63569	5.60063	5.5886 c)	5.5986	5.5726	2.5392
S. A.-de-Nitcheoehy.	12	7 30	82.8	12 59 47.5	5 52 57.5	80.1	0.55478	0.63555	5.62525	5.6290			
L = 43° 7' 15"		8 20	84.8	12 58 47.5	5 52 37.5	89.7	0.55536	0.63541	5.62813	5.6256			
B = 22° 52' 39"		13 7 50	81.3	13 0 7.5	5 53 2.5	81.8	0.55500	0.63534	5.62443	5.6256			
		8 45	82.7	12 59 10.0	5 5 12.5	86.3	0.55513	0.63563	5.62638	5.6208	5.6253	5.5993	2.5817
Palmeiras.	Febr. 13	7 15	70.2	12 51 37.5	5 49 32.5	70.0	0.55144	0.63503	5.69986	5.7055 d)			
L = 43° 39' 20"		8 15	72.1	12 51 10.0	5 49 2.5	77.3	0.55035	0.63726	5.72163	5.7197			
B = 22° 33' 50"		14 7 15	73.0	12 45 17.5	5 46 42.5	75.0	0.54973	0.63569	5.74738	5.7530			
		8 10	78.8	12 42 35.0	5 45 25.0	77.8	0.54972	0.63540	5.75500	5.7538	5.7330	5.7070	2.6314
Barra-do-Pirahy.	15	8 35	77.2	12 58 17.5	5 52 15.0	75.8	0.55379	0.63539	5.64513	5.6408			
L = 43° 50' 50"		9 25	77.6	12 58 5.0	5 52 15.0	81.6	0.55400	0.63550	5.64613	5.6356			
B = 22° 26' 20"		16 8 25	77.6	13 1 32.5	5 53 42.5	77.2	0.55496	0.63515	5.61913	5.6160			
		9 10	78.1	13 1 37.5	5 53 55.0	82.3	0.55316	0.63552	5.61938	5.6107	5.6258	5.5998	2.5819

a) One figure afterwards corrected. Both observations on this day are not very good.

b) New suspension thread. The place on the 6th rather near to some iron. c) One figure by interpolation.

d) Perhaps too near the rails, could not find a better station.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
Entre-Rios. L = 43° 12' 40" B = 22° 6' 0"	18	7h 25m	67.4	13° 0' 7.5"	5° 53' 20.0"	68.5	0.55232	0.63677	5.65935	5.6637			
		8 5	67.9	13 0 7.5	5 53 22.5	71.2	0.55237	0.63699	5.66014	5.6595			
		8 5	70.0	12 56 57.5	5 49 35.0	71.9	0.55048	0.63767	5.70450	5.7039 a)			
		8 55	71.7	12 55 42.5	5 48 27.5	79.6	0.55100	0.63706	5.70963	5.7028	5.6825	5.6565	2.6081
Cabo-Frio I. L = 42° 0' 37" B = 22° 57' 49"	March 21	9 12	83.1	13 4 10.0	5 55 5.0	83.7	0.55592	0.63609	5.59743	5.5857			
		9 54	82.8	13 3 42.5	5 54 57.5	87.2	0.55584	0.63638	5.60300	5.5887			
		22 8 11	81.3	13 6 10.0	5 56 20.0	79.3	0.55656	0.63549	5.57875	5.5786			
		8 50	81.5	13 6 52.5	5 56 22.5	87.1	0.55679	0.63613	5.58012	5.5739	5.5825	5.5565	2.5620
Cabo-Frio II. L = 42° 0' 12" B = 23° 0' 14"	23	9 17	78.5	13 31 57.5	6 7 20.0	82.0	0.56297	0.63597	5.41738	5.4081			
		10 0	79.6	13 30 32.5	6 6 35.0	88.5	0.56277	0.63644	5.42962	5.4147			
		24 8 36	79.4	13 28 5.0	6 5 40.0	79.5	0.56250	0.63506	5.43288	5.4286			
		9 19	79.0	13 28 12.5	6 5 40.0	81.6	0.56212	0.63580	5.43950	5.4296	5.4203	5.3943	2.4872
Victoria I. L = 40° 20' 10" B = 20° 19' 44"	26	8 26	79.6	12 54 5.0	5 50 30.0	79.2	0.55316	0.63526	5.60875	5.6057			
		9 5	79.6	12 53 42.5	5 50 25.0	90.5	0.55359	0.63567	5.67438	5.6663			
		27 8 23	81.8	12 34 57.5	5 41 37.5	79.6	0.54890	0.63510	5.80700	5.8039			
		9 9	83.2	12 33 45.0	5 41 30.0	90.4	0.54824	0.63566	5.81500	5.8063			
Victoria II. L = 40° 18' 51" B = 20° 19' 20"	28	8 13	79.7	12 51 35.0	5 49 7.5	81.5	0.55246	0.63539	5.68971	5.6878			
		8 59	79.7	12 50 20.0	5 49 20.0	86.7	0.55260	0.63553	5.69388	5.6865	5.7194	5.6934	2.6251
		29 7 54	82.8	12 55 30.0	5 51 35.0	81.6	0.55409	0.63523	5.64863	5.6492			
		8 32	83.3	13 0 30.0	5 51 22.5	84.6	0.55382	0.63687	5.64638	5.6427			
Bahia I. L = 38° 31' 22" B = 12° 39' 4"	April 6	7 52	80.1	12 31 27.5	5 40 17.5	80.8	0.54802	0.63363	5.82143	5.8226 b)			
		8 31	79.6	12 31 30.0	5 40 22.5	80.4	0.54761	0.63419	5.82650	5.8222			
		9 5 13	79.1	12 29 35.0	5 40 22.5	78.7	0.54715	0.63423	5.83525	5.8334 c)			
		8 59	78.9	12 28 17.5	5 39 7.5	79.7	0.54684	0.63393	5.81843	5.8110	5.8298	5.8038	2.6760

a) Observations both not quite good.

b) I suspect some gustabes of having had an influence on the figures. c) New thread.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.	
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate							
Bahia II. L = 38° 31' 4" B = 12° 55' 48"	1881 April 10	8h 34m	82.9	12° 14' 35.0"	5° 33' 47.5"	83.3	0.54107	0.63723	5.98100	5.9767				
		9 15	82.3	12 14 5.0	5 32 52.5	87.4	0.54330	0.63425	5.95543	5.9461				
		11 8 10	84.2	12 13 0.0	5 32 22.5	84.7	0.54347	0.63343	5.95314	5.9519				
Morro-S. Paulo I. L = 38° 55' 1" B = 13° 22' 37"	12	8 46	85.3	12 12 20.0	5 31 52.5	92.7	0.54368	0.63370	5.96029	5.9547	5.9574	5.9314	2.7348	
		8 36	78.1	12 10 57.5	5 31 42.5	79.6	0.54246	0.63309	5.97529	5.9710 a)				
		9 19	79.2	12 11 5.0	5 31 42.5	88.0	0.54239	0.63422	5.98357	5.9736				
Morro-S. Paulo II. L = 38° 56' 4" B = 13° 23' 43"	13	7 58	78.0	12 12 5.0	5 31 52.5	78.5	0.54245	0.63403	5.97857	5.9786				
		8 36	78.0	12 11 30.0	5 31 27.5	81.7	0.54220	0.63365	5.98125	5.9770	5.9751	5.9491	2.7480	
		8 14	78.6	12 10 45.0	5 31 20.0	78.4	0.54246	0.63276	5.97586	5.9740				
Marahú I. L = 38° 59' 3" B = 13° 55' 18"	14	8 54	79.2	12 11 10.0	5 31 25.0	83.7	0.54258	0.63330	5.97713	5.9703				
		16	7 56	84.2	12 11 57.5	5 31 35.0	85.3	0.54341	0.63300	5.96014	5.9607			
		8 36	84.1	12 11 7.5	5 31 20.0	85.9	0.54295	0.63343	5.97000	5.9657	5.9677	5.9417	2.7396	
Marahú II. L = 38° 59' 3" B = 13° 55' 18"	18	7 51	75.3	12 17 35.0	5 38 57.5	76.3	0.54363	0.63324	5.93571	5.9369				
		8 26	75.5	12 16 50.0	5 34 0.0	79.2	0.54337	0.63379	5.94300	5.9399				
		19	7 44	74.6	12 19 22.5	5 34 27.5	74.6	0.54390	0.63327	5.92500	5.9269			
S. Cruz I. L = 39° 0' 17" B = 16° 15' 7"	20	8 24	76.1	12 17 10.0	5 33 57.5	79.2	0.54380	0.63326	5.93625	5.9332	5.9342	5.9082	2.7242	
		8 2	78.9	12 17 37.5	5 34 0.0	79.0	0.54403	0.63327	5.92929	3.9293				
		8 36	79.7	12 16 32.5	5 33 57.5	83.3	0.54436	0.63309	5.93000	5.9257				
S. Cruz II. L = 39° 0' 57" B = 16° 16' 56"	21	8 44	79.2	12 22 40.0	5 34 17.5	79.7	0.54438	0.63409	5.91324	5.9078				
		9 19	80.6	12 21 52.5	5 34 7.5	91.4	0.54462	0.63380	5.92200	5.9121	5.9187	5.8927	2.7170	
		9 9	80.7	12 28 30.0	5 39 15.0	81.0	0.54790	0.63280	5.83286	5.8379				
S. Cruz I. L = 39° 0' 17" B = 16° 15' 7"	25	9 16	80.9	12 29 10.0	5 39 17.5	88.9	0.54795	0.63368	5.83786	5.8286				
		8 20	78.5	12 29 55.0	5 39 30.0	77.6	0.54768	0.63297	5.83114	5.8286				
		8 56	79.6	12 29 17.5	5 39 25.0	85.4	0.54794	0.63330	5.83513	5.8283	5.8309	5.8049	2.6765	
S. Cruz II. L = 39° 0' 57" B = 16° 16' 56"	27	9 4	83.5	12 25 30.0	5 38 25.0	85.0	0.54813	0.63211	5.84028	5.8322				
		9 41	83.2	12 26 12.5	5 38 25.0	89.1	0.54799	0.63286	5.84457	5.8322				

a) One deflection obtained by a correction.

b) The first observation not very good.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot	Deflection at 1.3 good.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
S. Cruz II. L = 39° 0' 57" B = 16° 16' 56"	1881 April 28	8h 56m	83.7	12°30' 7.5"	5°39'32.5"	83.7	0.54873	0.63267	5.81729	5.8105			
		9 35	84.1	12 29 30.0	5 39 10.0	85.9	0.54815	0.63350	5.82975	5.8180 a)	5.8232	5.7972	2.7630
		30 7 41	74.3	12 40 5.0	5 43 55.0	74.5	0.55033	0.63257	5.75914	5.7617			
Caravellas. L = 39° 15' 9" B = 17° 44' 16"	30	8 30	74.8	12 39 27.5	5 43 57.5	80.0	0.55016	0.63331	5.76713	5.7634			
		May 1 7 44	76.0	12 39 50.0	5 43 52.5	77.4	0.55038	0.63284	5.76013	5.7620			
Ilheos I. L = 39° 1' 25" B = 14° 47' 32"	May	8 24	76.4	12 39 15.0	5 43 52.5	79.8	0.55020	0.63327	5.76514	5.7620	5.7623	5.7363	2.6449
		4 8 52	76.5	12 52 45.0	5 50 0.0	77.6	0.55391	0.63467	5.66500	5.6588			
		9 32	77.5	12 51 45.0	5 52 7.5	80.3	0.55375	0.63457	5.66162	5.6504			
		5 8 36	78.2	12 20 15.0	5 35 12.5	77.6	0.54497	0.63289	5.90557	5.9013			
		9 14	78.6	12 19 27.5	5 35 2.5	82.3	0.54480	0.63337	5.91400	5.9047			
		6 7 51	76.2	12 21 37.5	5 35 45.0	73.3	0.54487	0.63297	5.89986	5.9011			
Ilheos II. L = 39° 0' 51" B = 14° 48' 6"	7	8 27	77.7	12 21 10.0	5 35 21.0	84.2	0.54524	0.63340	5.90571	5.9026	5.8197	5.7937	2.6714
		7 7 40	71.1	12 24 50.0	5 37 35.0	72.7	0.54531	0.63326	5.88438	5.8869			
		8 23	71.1	12 24 30.0	5 37 2.5	72.8	0.54521	0.63310	5.88788	5.8848			
		8 7 46	69.9	12 20 27.5	5 35 25.0	69.9	0.54388	0.63309	5.92000	5.9219			
Maceió I. L = 35° 43' 15" B = 9° 40' 5"	20	8 21	70.7	12 20 27.5	5 35 17.5	74.7	0.54390	0.63349	5.92338	5.9209	5.9036	5.8776	2.7100
		7 43	82.0	11 53 20.0	5 23 20.0	81.1	0.53732	0.63306	6.11757	6.1195 b)			
		8 15	82.7	11 52 45.0	5 23 22.5	89.5	0.53775	0.63341	6.12171	6.1198			
Maceió II. L = 35° 41' 55" B = 9° 39' 45"	21	8 2	83.1	11 52 5.0	5 22 45.0	81.0	0.53731	0.63280	6.12350	6.1235			
		8 55	83.9	11 52 22.5	5 23 0.0	86.3	0.53743	0.63341	6.12429	6.1175	6.1201	6.0941	2.8099
		22 7 46	79.3	11 53 37.5	5 23 37.5	79.1	0.55751	0.63273	6.11557	6.1175			
		8 24	81.3	11 53 32.5	5 23 22.5	88.6	0.53765	0.63351	6.12214	6.1190			
Maragoggy. L = 35° 13' 29" B = 9° 2' 22"	23	7 36	75.2	11 54 37.5	5 26 17.5	75.3	0.53748	0.63351	6.10186	6.1050			
		8 10	76.8	11 54 20.0	5 23 45.0	84.8	0.53756	0.63317	6.12057	6.1194	6.1152	6.0892	2.8076
		24 7 39	77.4	11 51 20.0	5 22 32.5	76.8	0.53662	0.63264	6.13829	6.1408			
Maragoggy. L = 35° 13' 29" B = 9° 2' 22"	24	8 19	78.0	11 51 12.5	5 22 35.0	83.8	0.53707	0.63264	6.13743	6.1349			
		26 7 58	83.4	11 50 17.5	5 21 50.0	83.1	0.53665	0.63314	6.14257	6.1426			
		8 36	83.2	11 49 57.5	5 22 2.5	86.9	0.53701	0.63304	6.14143	6.1371	6.1389	6.1129	2.8165

a) New suspension-thread.

b) Bad observation.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.	m = Magnetic moment of vibrating magnet.	X = Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.							
1881													
Pernambuco I. L = 34° 52' 40" B = 8° 3' 46"	June	1 7h 56m	75.6	11° 44' 15.0"	5° 19' 20.0"	75.2	0.53412	0.63273	6.20443	6.2050 a)			
		5 36	76.4	11 43 32.5	5 18 57.5	80.8	0.53442	0.63260	6.20729	6.2030			
		2 7 53	80.9	11 44 47.5	5 19 45.0	80.6	0.53512	0.63264	6.18629	6.1869 b)			
		8 39	81.3	11 44 15.0	5 19 17.5	86.3	0.53458	0.63326	6.19814	6.1931	6.1970	6.1710	2.8453
Pernambuco II. L = 34° 53' 17" B = 8° 5' 17"		15 8 54	80.0	11 44 52.5	5 19 35.0	81.7	0.53519	0.63251	6.18880	6.1820			
		9 29	80.4	11 44 42.5	5 15 25.0	85.5	0.53508	0.63240	6.18829	6.1771			
		16 9 4	80.3	11 45 37.5	5 19 45.0	79.0	0.53525	0.63251	6.18243	6.1743			
		9 36	80.4	11 45 45.0	5 19 30.0	80.5	0.53495	0.63290	6.18857	6.1768	6.1776	6.1516	2.8364
Fern-de-Noronha I. L = 32° 24' 31" B = 3° 50' 49"		5 8 16	83.8	11 22 35.0	5 10 2.5	83.1	0.52874	0.63260	6.37571	6.3738 c)			
		8 53	84.3	11 22 10.0	5 9 30.0	88.3	0.52857	0.63306	6.38657	6.3798			
		6 7 19	77.7	11 24 30.0	5 10 25.0	77.7	0.52824	0.63284	6.37814	6.3831			
		7 54	77.2	11 24 15.0	5 10 7.5	80.4	0.52826	0.63280	6.38300	6.3836	6.3801	6.3541	2.9297
Fern-de-Noronha II. L = 32° 25' 26" B = 3° 51' 50"		7 7 48	80.0	11 24 35.0	5 10 25.0	80.5	0.52862	0.63290	6.37186	6.3731			
		8 23	80.8	11 24 52.5	5 10 17.5	82.8	0.52852	0.63326	6.37543	6.3723			
		8 7 56	83.6	11 24 37.5	5 10 22.5	83.5	0.52914	0.63269	6.36429	6.3649			
		8 39	83.2	11 24 17.5	5 10 32.5	85.4	0.52908	0.63293	6.36743	6.3624	6.3682	6.3422	2.9243
Cabedello I. L = 34° 50' 18" B = 6° 58' 16"		23 8 36	77.7	11 39 32.5	5 16 55.0	77.7	0.53310	0.63240	6.24142	6.2371			
		9 15	78.3	11 39 20.0	5 17 15.0	84.0	0.53333	0.63257	6.24200	6.2327			
		24 8 10	74.8	11 41 45.0	5 18 5.0	75.5	0.53264	0.63362	6.23833	6.2371 d)			
		27 8 10	73.8	11 40 25.0	5 15 50.0	74.5	0.53294	0.63159	6.24743	6.2474			
Cabedello II. L = 34° 51' 14" B = 6° 58' 11"		8 44	74.5	11 39 52.5	5 12 57.5	77.4	0.53300	0.63029	6.26386	6.2583	6.2425	6.2165	2.8662
		25 7 58	75.6	11 41 22.5	5 18 7.5	75.8	0.53317	0.63300	6.22914	6.2291 e)			
		8 39	76.2	11 41 0.0	5 17 37.5	79.6	0.53334	0.63274	6.23400	6.2290			
		26 8 41	75.4	11 40 55.0	5 17 47.5	76.1	0.53295	0.63292	6.23643	6.2314			
		9 19	75.9	11 41 30.0	5 17 40.0	77.2	0.53321	0.63290	6.23214	6.2222	6.2279	6.2019	2.8596

a) The first is not a good observation. b) Bad observation.

c) The strong wind on this place and the next two made the deflection-needle less steady.

d) Not good. e) New thread.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
	1881												
Cabedello II.	June 29	8h 41m	79.1	11°45' 25.0"	5°18' 55.0"	79.5	0.53355	0.63437	6.21200	6.2070			
L = 34° 51' 24"		9 16	78.0	11 40 37.5	5 18 32.5	87.2	0.53355	0.63376	6.23256	6.2236	6.21536	6.1893	2.8537
B = 7° 2' 4"													
Rio-Gr.-do-Norte I.	July 2	8 19	75.2	11 40 17.5	5 17 32.5	72.6	0.53271	0.63270	6.23929	6.2368			
L = 35° 12' 42"		9 10	76.4	11 40 0.0	5 17 5.0	80.1	0.53315	0.63259	6.24171	6.2330			
B = 5° 46' 34"													
		3 7 49	75.7	11 41 47.5	5 18 7.5	74.9	0.53319	0.63287	6.22786	6.2291			
		8 29	76.4	11 40 32.5	5 18 0.0	81.5	0.53348	0.63307	6.23029	6.2266	6.2314	6.2054	2.8612
Rio-Gr.-do-Norte II.	10	8 24	80.9	11 38 20.0	5 16 40.0	81.6	0.53327	0.63244	6.24257	6.2395			
L = 35° 12' 3"		8 57	81.0	11 38 7.5	5 16 45.0	83.8	0.53303	0.63295	6.24557	6.2418			
B = 5° 45' 44"													
		11 7 45	79.5	11 39 40.0	5 16 47.5	77.7	0.53321	0.63237	6.23757	6.2395			
		8 20	81.0	11 38 40.0	5 17 7.5	83.5	0.53330	0.63289	6.24100	6.2385	6.2398	6.2138	2.8651
Pitinga I.	13	8 4	80.6	11 34 42.5	5 15 5.0	78.0	0.53177	0.63266	6.27714	6.2765			
L = 35° 30' 3"		8 36	81.1	11 35 15.0	5 14 57.5	85.0	0.53203	0.63304	6.27900	6.2747 a)			
B = 5° 23' 0"													
		14 8 11	78.5	11 35 35.0	5 15 22.5	77.8	0.53201	0.63243	6.27200	6.2708			
		8 48	78.3	11 36 10.0	5 15 35.0	82.8	0.53190	0.63328	6.27643	6.2702	6.2731	6.2471	2.8804
Pitinga II.	15	7 34	73.6	11 35 40.0	5 16 25.0	73.4	0.53130	0.63311	6.27771	6.2808 b)			
L = 35° 18' 12"		8 19	75.5	11 35 27.5	5 15 27.5	77.7	0.53148	0.63290	6.28257	6.2801			
B = 5° 21' 9"													
		16 8 14	74.1	11 36 47.5	5 15 52.5	76.0	0.53159	0.63296	6.27600	6.2741			
		8 46	74.6	11 36 7.5	5 15 45.0	77.7	0.53196	0.63241	6.27366	6.2681	6.2758	6.2498	2.8816
Caçeira I.	18	7 39	75.7	11 37 42.5	5 16 22.5	74.3	0.53201	0.63280	6.26229	6.2648			
L = 36° 3' 15"		8 24	76.3	11 37 47.5	5 16 0.0	78.0	0.53198	0.63310	6.26714	6.2640			
B = 5° 3' 30"													
		22 7 31	73.7	11 37 55.0	5 16 25.0	73.2	0.53187	0.63264	6.26329	6.2670			
		8 15	74.7	11 37 17.5	5 16 15.0	78.2	0.53203	0.63286	6.26786	6.2660	6.2655	6.2395	2.8760
Caçeira II.	19	8 18	76.8	11 36 45.0	5 15 47.5	75.5	0.53193	0.63263	6.26814	6.2657			
L = 36° 3' 35"		8 55	77.3	11 36 50.0	5 15 25.0	81.0	0.53218	0.63269	6.27100	6.2642			
B = 5° 4' 1"													
		20 7 16	72.4	11 38 10.0	5 16 35.0	72.3	0.53193	0.63261	6.26257	6.2652			
		7 39	72.8	11 38 15.0	5 16 35.0	74.3	0.53182	0.63292	6.26457	6.2671	6.2663	6.2403	2.8773

a) Temperature not quite certain.

b) Strong wind. This was very often the case during the rest of this voyage, ending with Tutoia. The wind especially makes the torsion less trustworthy, but also causes the suspended needle to move irregularly. The remark is not repeated for the next stations.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
Ponta-Redonda. L = 36° 57' 57" B = 4° 56' 45"	July 25	7h 3m	79.0	11° 33' 40.0"	5° 15' 0.0"	78.3	0.53125	0.63303	6.28914	6.2959			
		8 40	79.4	11 33 7.5	5 14 40.0	84.1	0.53128	0.63320	6.29686	6.2919			
		26 7 46	77.5	11 33 40.0	5 14 40.0	76.2	0.53102	0.63283	6.29371	6.2956			
		8 24	78.7	11 33 35.0	5 14 35.0	80.7	0.53099	0.63336	6.29800	6.2949	6.2946	6.2686	2.8903
Ceará I L = 38° 32' 41" B = 3° 42' 48"	25	7 27	74.8	11 31 45.0	5 13 32.5	75.0	0.53081	0.63176	6.30843	6.3127			
		8 15	75.4	11 31 17.5	5 13 27.5	79.9	0.53028	0.63336	6.31629	6.3144			
Aug.	2	7 46	76.5	11 29 27.5	5 18 0.0	76.5	0.53009	0.63850	6.33786	6.3398			
		8 21	77.5	11 28 47.5	5 12 47.5	80.0	0.53023	0.63227	6.32950	6.3270	6.3235	6.2975	2.9036
Ceará II L = 38° 33' 19" B = 3° 42' 48"	9	7 43	78.2	11 32 10.0	5 13 57.5	77.9	0.53093	0.63251	6.30271	6.3046			
		8 31	79.7	11 31 35.0	5 12 47.5	85.9	0.53098	0.63249	6.31443	6.3107			
4	7	39	79.5	11 31 2.5	5 12 52.5	77.6	0.53069	0.63215	6.31257	6.3151 a)			
		8 19	80.6	11 31 10.0	5 13 2.5	84.5	0.53111	0.63215	6.31086	6.3084	6.3097	6.2837	2.8973
Canoa. L = 38° 50' 9" B = 4° 22' 43"	4	7 46	76.5	11 31 40.0	5 14 2.5	74.8	0.53083	0.63218	6.30443	6.3063			
		8 29	77.4	11 32 47.5	5 14 0.0	80.1	0.53096	0.63274	6.30337	6.2999			
5	7	58	80.3	11 32 32.5	5 12 35.0	79.6	0.53106	0.63200	6.30729	6.3073			
		8 39	80.8	11 30 55.0	5 13 37.5	85.8	0.53138	0.63243	6.30550	6.3005	6.3035	6.2775	2.8944
Mundahú I. L = 39° 23' 9" B = 3° 10' 50"	12	7 50					0.53013		6.32800	6.3292 b)			
		8 20					83.5	0.53025		6.33100	6.3285		
13	7	26					0.52996		6.32343	6.3277			
		8 4					78.6	0.52994		6.33086	6.3303	6.3289	6.3029
Mundahú II. L = 39° 21' 17" B = 3° 10' 50"	16	8 11	81.2	11 27 35.0	5 10 35.0	77.7	0.52964	0.63190	5.34671	6.3455 c)			
		8 46	81.9	11 27 10.0	5 10 57.5	87.3	0.53086	0.63187	6.34386	6.3383	6.3419	6.3159	2.9121
Jericoaçuara. L = 40° 32' 54" B = 2° 49' 6"	18	7 46	78.9	11 28 10.0	5 10 57.5	78.4	0.52953	0.63218	6.34786	6.3498			
		8 24	80.0	11 28 17.5	5 11 7.5	83.3	0.52955	0.63284	6.35014	6.3470			
19	7	47	77.7	11 29 0.0	5 11 12.5	76.1	0.52927	0.63251	6.34757	6.3495			
		8 24	79.1	11 28 57.5	5 10 57.5	81.9	0.52927	0.63309	6.35300	6.3499	6.3491	6.3231	2.9155

a) Observation of vibration not a good one.

b) The deflection-bar lost (see Text). For m was assumed 0.63253, which is the mean value at the 5 last stations before this and the 5 subsequent ones.

c) Temporary deflection bar.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.0 foot.	Temp. Fahr.						
Amaração I. L = 41° 40' 44" B = 2° 53' 17"	Aug.	21 7h 33m	78.1	11°27' 25.0"	5°11' 0.0"	77.9	0.52916	0.63244	6.35517	6.3577 a)		
		8 14	79.1	11 27 10.0	5 10 37.5	84.9	0.52928	0.63279	6.36167	6.3598		
		22 7 40	79.1	11 28 25.0	5 10 37.5	79.8	0.52930	0.63254	6.35343	6.3559		
		8 15	79.6	11 27 30.0	5 11 17.5	82.8	0.52933	0.63297	6.35414	6.3522	6.3564	6.3304
Amaração II. L = 41° 39' 50" B = 2° 52' 55"	23	7 33	79.1	11 26 45.0	5 10 52.5	79.2	0.52913	0.63248	6.35800	6.3611		
		8 8	79.4	11 26 57.5	5 10 47.5	82.4	0.52938	0.63246	6.35700	6.3558		
		24 7 33	79.3	11 27 30.0	5 10 27.5	79.4	0.52918	0.63249	6.35700	6.3601		
Tutoia. L = 42° 15' 11" B = 2° 42' 57"	28	7 35	80.6	11 28 22.5	5 10 37.5	80.0	0.52935	0.63264	6.35171	6.3548		
		8 17	81.0	11 27 27.5	5 10 52.5	84.6	0.52961	0.63267	6.35271	6.3508		
		29 7 46	81.5	11 21 45.0	5 10 37.5	80.9	0.52958	0.63100	6.36357	6.3655		
		8 21	82.0	11 27 5.0	5 10 37.5	86.3	0.52964	0.63270	6.35500	6.3525	6.3559	6.3299
Pará. (Estr. S. Jeronimo.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	Oct.	7 7 32	82.0	11 18 47.5	5 7 32.5	81.6	0.52647	0.63335	6.42943	6.4331		
		8 30	83.2	11 17 42.5	5 6 30.0	84.5	0.52655	0.63267	6.43786	6.4342		
		12 7 30	83.3	11 16 37.5	5 6 5.0	81.6	0.52653	0.63296	6.43114	6.4348 b)		
		8 28	84.6	11 15 52.5	5 5 50.0	86.7	0.52653	0.63240	6.44729	6.4436		
		17 7 33	81.4	11 17 57.5	5 6 5.0	80.4	0.52698	0.63191	6.43571	6.4388		
		3 30	82.6	11 18 15.0	5 5 52.5	83.0	0.52686	0.63273	6.43871	6.4350		
		22 7 21	80.6	11 17 47.5	5 6 45.0	80.4	0.52643	0.63215	6.44083	6.4458		
		8 17	81.8	11 17 17.5	5 6 20.0	85.2	0.52648	0.63266	6.44450	6.4426		
		27 7 26	82.5	11 17 25.0	5 5 52.5	81.2	0.52668	0.63191	6.34929	6.4436		
		8 20	83.9	11 16 37.5	5 5 57.5	83.3	0.52684	0.63189	6.43886	6.4364		
Nov.	1 7 29	82.1	11 17 20.0	5 6 17.5	80.5	0.52670	0.63194	6.43714	6.4408 c)			
	8 27	83.0	11 16 52.5	5 6 15.0	85.3	0.52669	0.63247	6.44186	6.4388			
	6 7 35	82.1	11 17 42.5	5 6 17.5	81.3	0.52676	0.63204	6.43600	6.4391 d)			
8 29	83.6	11 16 42.5	5 6 2.5	85.7	0.52666	0.63243	6.44356	6.4402				

a) One figure by interpolation.

b) Instrument at end of observation slightly out of level.

c) New thread.

d) Not a good observation.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration. corr. for chron. rate.						
Pará. (Estr. S.-Jerônimo.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	1881 Nov. 11	7h 18m	81.7	11° 18' 5.0"	5° 6' 40.0"	79.5	0.52653	0.63224	6.43343	6.4384			
		8 20	84.8	11 16 47.5	5 6 5.0	87.0	0.52653	0.63200	6.45100	6.4485			
		16 7 14	82.3	11 17 10.0	5 6 27.5	80.9	0.52663	0.63217	6.43771	6.4433			
		8 17	84.2	11 16 45.0	5 5 55.0	87.0	0.52691	0.63218	6.44143	6.4395			
		21 7 8	82.5	11 17 0.0	5 6 12.5	80.9	0.52672	0.63189	6.43786	6.4441			
		8 6	83.9	11 15 50.0	5 5 50.0	87.0	0.52654	0.63246	6.44986	6.4493			
		26 7 16	80.7	11 17 45.0	5 6 40.0	79.1	0.52659	0.63220	6.43600	6.4416			
		8 20	80.7	11 17 32.5	5 6 37.5	82.6	0.52667	0.63217	6.44100	6.4385			
		Dec. 6 7 6	80.7	11 18 25.0	5 6 27.5	79.6	0.52642	0.63296	6.44329	6.4501 a)			
		8 8	82.4	11 16 17.5	5 5 50.0	86.0	0.52681	0.63171	6.44271	6.4415			
		11 6 58	81.2	11 17 35.0	5 6 15.0	80.1	0.52663	0.63197	6.43771	6.4451			
		8 5	81.9	11 17 22.5	5 6 10.0	85.3	0.52683	0.63203	6.43929	6.4387			
		21 7 13	86.2	11 16 42.5	5 5 57.5	84.1	0.52689	0.63181	6.43586	6.4415			
		8 15	82.3	11 16 55.0	5 5 42.5	84.2	0.52662	0.63226	6.44200	6.4401			
	26 7 6	81.8	11 17 42.5	5 6 25.0	80.8	0.52690	0.63214	6.43600	6.4428				
	8 2	82.3	11 17 30.0	5 6 5.0	84.3		0.63091	6.44629	6.4463	6.4412	6.4152	2.9579	
Maranhão. L = 44° 17' 51" B = 2° 31' 55"	1882 Jan. 10	8 42	85.1	11 22 40.0	5 10 7.5	86.4	0.52949	0.63212	6.36571	6.3607			
		9 16	84.7	11 23 17.5	5 10 2.5	86.8	0.52950	0.63212	6.36386	6.3546			
		11 7 44	83.4	11 22 17.5	5 9 25.0	83.0	0.52935	0.63130	6.37043	6.3723			
		8 45	84.6	11 21 47.5	5 9 22.5	85.8	0.52931	0.63164	6.37386	6.3683	6.3640	6.3510	2.9283
Caxias. L = 43° 20' 52" B = 4° 51' 33"	23 7 11	79.0	11 31 42.5	5 13 35.0	78.8	0.53187	0.63096	6.29200	6.2982				
	8 4	81.4	11 30 55.0	5 13 20.0	83.3	0.53192	0.63123	6.29700	6.2964				
	24 8 4	82.4	11 30 45.0	5 13 10.0	81.1	0.53194	0.63106	6.29400	6.2934				
	8 41	83.0	11 30 42.5	5 13 12.5	84.5	0.53194	0.63130	6.29800	6.2930	6.2953	6.2823	2.8967	
Rio-da-Prata. L = 43° 36' 0" B = 4° 36' 0"	30 8 13	81.5	11 30 27.5	5 12 55.0	78.6	0.53119	0.63161	6.30517	6.3033 b)				
	8 53	82.4	11 29 45.0	5 13 0.0	85.0	0.53165	0.63154	6.30471	6.2979				

a) Bad observations.

b) The observations on this day are not done on the same spot.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.			
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.							Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.		
Rio-da-Prata. L = 43° 36' 0" B = 4° 36' 0"	1882	31	7h 59m	77.3	11°30' 12.5"	5°13' 15.0"	78.0	0.53130	0.63111	6.30600	6.3060 a)				
		8	33	79.0	11 28 50.0	5 12 42.5	87.0	0.53172	0.63104	6.31257	6.3083	6.3039	6.2909	2.9006	
Codó. L = 43° 51' 42" B = 4° 28' 31"	Febr.	1	7	0	75.1	11 28 25.0	5 12 20.0	75.1	0.53035	0.63117	6.32757	6.3350			
		7	48	75.4	11 28 20.0	5 11 45.0	77.8	0.53048	0.63100	6.33143	6.3326				
Coroatá. L = 44° 6' 51" B = 4° 8' 13"		2	8	11	78.6	11 29 55.0	5 12 42.5	76.0	0.53083	0.63150	6.31334	6.3121			
		8	45	79.4	11 29 37.5	5 12 52.5	81.4	0.53117	0.63154	6.31214	6.3065	6.3216	6.3086	2.9088	
		6	8	21	86.7	11 27 27.5	5 11 40.0	82.9	0.53141	0.63153	6.31800	6.3155			
		8	58	85.5	11 28 15.0	5 11 55.0	91.9	0.53178	0.63147	6.31543	6.3080				
Pirapemas. L = 44° 11' 37" B = 3° 43' 19"		7	7	50	82.3	11 37 27.5	5 8 40.0	82.3	0.53167	0.63151	6.30643	6.3076			
		8	30	82.0	11 31 30.0	5 11 57.5	82.6	0.53141	0.63154	6.30771	6.3040	6.3088	6.2958	2.9029	
		10	7	57	79.9	11 29 40.0	5 12 50.0	80.3	0.53142	0.63141	6.31014	6.3107			
		8	36	80.3	11 29 5.0	5 12 50.0	84.9	0.53143	0.63166	6.31229	6.3080				
Itapicuru-Mirim. L = 44° 20' 29" B = 3° 23' 57"		11	7	40	76.0	11 29 45.0	5 13 10.0	77.1	0.53106	0.63120	6.31214	6.3145			
		8	22	75.6	11 29 55.0	5 13 0.0	76.5	0.53096	0.63111	6.31300	6.3105	6.3109	6.2979	2.9038	
		16	8	8	77.5	11 26 57.5	5 11 40.0	76.3	0.53043	0.63073	6.33229	6.3311			
		8	52	80.0	11 26 47.5	5 11 50.0	81.1	0.53067	0.63114	6.33029	6.3241				
Itaipú. L = 44° 13' 0" B = 3° 6' 16"		17	8	4	82.4	11 26 22.5	5 11 22.5	80.0	0.53064	0.63103	6.33086	6.3303			
		8	54	83.9	11 26 0.0	5 11 12.5	89.5	0.53122	0.63109	6.33157	6.3248	6.3276	6.3146	2.9115	
		21	9	7	85.6	11 25 20.0	5 10 37.5	85.7	0.53075	0.63110	6.33743	6.3293			
		9	50	85.5	11 24 0.0	5 10 12.5	88.7	0.53063	0.63106	6.34729	6.3337 b)				
Rosario. L = 44° 13' 46" B = 2° 55' 21"		22	8	28	83.8	11 24 32.5	5 10 15.0	84.1	0.53042	0.63087	6.34629	6.3426			
		9	21	84.2	11 24 27.5	5 10 20.0	84.8	0.53032	0.63114	6.34771	6.3378	6.3359	6.3229	2.9153	
		24	7	58	84.5	11 25 57.5	5 11 2.5	85.5	0.53117	0.63071	6.32857	6.3286			
		8	38	85.2	11 25 22.5	5 11 2.5	92.3	0.53122	0.63126	6.33529	6.3303				
		25	8	44	86.9	11 25 17.5	5 10 57.5	91.0	0.53158	0.63073	6.32771	6.3221			
		9	18	87.6	11 24 52.5	5 10 45.0	89.5	0.53103	0.63126	6.33529	6.3254	6.3266	6.3136	2.9111	

c) Instrument was not well levelled.

d) One figure obtained by a correction.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.						
Parahyba. L = 41° 46' 45" B = 2° 59' 22"	1882 March 15	5h 31m	85.3	11° 23' 10.0"	5° 9' 42.5"	83.3	0.53011	0.63079	6.35400	6.3503		
		9 10	84.9	11 22 17.5	5 9 35.0	93.2	0.53084	0.63043	6.35671	6.3480		
		17 8 28	84.7	11 23 10.0	5 9 57.5	84.7	0.53038	0.63057	6.34843	6.3447		
Terezina. L = 42° 48' 45" B = 5° 4' 56"	28	7 50	76.4	11 33 25.0	5 14 0.0	77.6	0.53232	0.63073	6.28000	6.2812		
		8 21	76.5	11 33 10.0	5 14 10.0	78.2	0.53233	0.63072	6.28100	6.2785		
		29 8 8	79.1	11 31 52.5	5 13 40.0	78.4	0.53236	0.63040	6.28343	6.2822		
Colonia-S. Pedro. L = 43° 0' 43" B = 6° 46' 24"	April 7	8 8	82.5	11 33 15.0	5 14 10.0	79.7	0.53314	0.63027	6.26457	6.2634		
		8 37	84.5	11 32 55.0	5 13 55.0	93.1	0.53386	0.63060	6.26729	6.2630		
		8 7 51	76.8	11 36 15.0	5 15 42.5	78.0	0.53349	0.63086	6.24571	6.2469		
Amarante. L = 42° 50' 49" B = 6° 14' 19"	11	8 16	78.1	11 34 5.0	5 15 5.0	78.3	0.53293	0.63067	6.26414	6.2622		
		8 55	77.9	11 34 25.0	5 14 52.5	78.6	0.53282	0.63081	6.26657	6.2598		
		12 7 48	78.7	11 34 22.5	5 15 0.0	78.6	0.53334	0.63019	6.25771	6.2589		
Queimadas. L = 42° 48' 12" B = 5° 26' 0"	14	7 35	80.5	11 36 15.0	5 15 45.0	78.9	0.53364	0.63077	6.24414	6.2472 a)		
		9 0	80.6	11 35 40.0	5 15 32.5	83.4	0.53414	0.63024	6.24343	6.2360		
		15 7 50	77.2	11 36 27.5	5 15 32.5	76.2	0.53359	0.63019	6.24600	6.2472		
S. Luiz. L = 43° 0' 40" B = 5° 32' 0"	17	9 9	84.0	11 41 12.5	5 18 10.0	85.3	0.53605	0.63017	6.19314	6.1844 b)		
		9 49	84.4	11 40 55.0	5 17 35.0	87.8	0.53614	0.63029	6.19343	6.1798		
		18 7 16	75.7	11 39 12.5	5 17 17.5	75.2	0.53450	0.63010	6.21886	6.2245		
Bacuri. L = 42° 51' 24" B = 5° 23' 6"	21	7 48	79.0	11 34 42.5	5 15 15.0	79.2	0.53344	0.63033	6.25443	6.2556		
		8 47	82.7	11 33 27.5	5 14 42.5	85.4	0.53360	0.63047	6.25943	6.2538		

a) Rough observations.

b) New suspension thread.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

135

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.	
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate							
Bacuri. L = 42° 51' 24" B = 5° 23' 6"	1882 April 22	7h 2m	79.1	11° 35' 42.5"	5° 15' 27.5"	77.5	0.53371	0.63011	6.24571	6.2531				
		8 57	88.5	11 32 15.0	5 14 0.0	93.4	0.53418	0.63046	6.25983	6.2531	6.2539	6.2409	2.8776	
	União. L = 42° 52' 24" B = 4° 35' 33"	27	8 50	81.9	11 30 20.0	5 12 50.0	80.7	0.53262	0.63071	6.29550	6.2893			
			9 27	82.8	11 30 20.0	5 12 50.0	87.0	0.53273	0.63030	6.29029	6.2798 a)			
		28	7 17	76.4	11 32 45.0	5 14 15.0	74.0	0.53231	0.63030	6.27814	6.2837			
			8 18	76.2	11 27 1.5	5 14 12.5	82.2	0.53227	0.62979	6.29943	6.2969	2.2874	6.2744	2.8930
Corralinha. L = 43° 0' 57" B = 4° 12' 4"	30	8 55	89.3	11 35 42.5	5 15 0.0	87.8	0.53503	0.63001	6.22843	6.2216				
		9 34	88.5	11 35 15.0	5 15 22.5	94.2	0.53521	0.63114	6.23957	6.2278				
	May 1	7 51	83.7	11 24 30.0	5 10 10.0	81.6	0.53088	0.62987	6.33757	6.3388				
		8 35	85.1	11 23 50.0	5 10 10.0	92.2	0.53149	0.63004	6.33914	6.3348				
Lagoa. L = 42° 47' 45" B = 3° 59' 25"	3	9 11	90.0	11 23 20.0	5 10 5.0	91.7	0.53150	0.63033	6.33486	6.3262				
		9 39	90.4	11 23 25.0	5 10 10.0	91.4	0.53145	0.63057	6.33343	6.3210	6.2950	6.2820	2.9057	
	4	7 16	76.6	11 30 17.5	5 12 47.5	76.1	0.53156	0.63029	6.30314	6.3087				
		8 14	77.6	11 30 25.0	5 12 45.0	78.5	0.53157	0.63061	6.30429	6.3024				
	8	7 21	77.5	11 30 25.0	5 13 12.5	77.0	0.53160	0.63073	6.30086	6.3059				
		8 27	77.7	11 30 0.0	5 12 47.5	81.1	0.53172	0.63066	6.30571	6.3026	6.3049	6.2919	2.9011	
Repertição. L = 42° 40' 30" B = 3° 40' 58"	6	7 23	78.6	11 29 57.5	5 12 40.0	78.4	0.53205	0.62993	6.29843	6.3027				
		8 45	82.2	11 28 42.5	5 12 17.5	84.0	0.53189	0.63052	6.30643	6.3008				
	7	7 28	83.5	11 29 10.0	5 12 25.0	82.0	0.53217	0.63030	6.29657	6.3003				
		8 27	85.4	11 28 12.5	5 12 30.0	92.6	0.53266	0.63060	6.30071	6.2976	6.3004	6.2874	2.8990	
Chapeo-de-Couro. L = 42° 21' 20" B = 3° 26' 8"	9	7 35	81.1	11 26 40.0	5 11 27.5	80.1	0.53126	0.63006	6.32171	6.3248				
		8 19	85.3	11 25 12.5	5 10 35.0	86.4	0.53137	0.63009	6.32871	6.3262				
	10	7 16	77.5	11 26 50.0	5 12 5.0	76.2	0.53081	0.63033	6.32437	6.3300				
		8 14	78.1	11 26 25.0	5 10 57.5	83.8	0.53116	0.62997	6.33300	6.3311	6.3280	6.3150	2.9117	
Pará (Observatory.) L = 48° 29' 20" B = 1° 27' 7"	1883 July 29	7 43	77.9	11 12 32.5	5 5 12.5	82.3	0.52891	0.62656	6.42714	6.4290 b)				
		8 38				81.4	0.52884	0.62666	6.42971	6.4247				

a) Temperature not quite certain.

b) From these observations, made for the comparison with the variation-instruments, only those were taken into account for the absolute mean, which were taken between 6 and 10 a. m. The same remark applies to Nietherohy, farther down.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.						
Pará. (Observatory.) L = 48° 29' 20" B = 1° 27' 7"	1883 July 29	9h 33m				82.9	0.52885	0.62653	6.43314	6.4213		
		10 3	83.3	11°10' 37.5"	5° 4' 7.5"	88.1	0.52908	0.62683	6.43617	6.4208		
		10 53				89.3	0.52932	0.62651	6.43283			
		11 43				93.0	0.52947	0.62667	6.43429			
		12 29	92.0	11 8 45.0	5 3 12.5	95.9	0.52956	0.62686	6.43617			
		12 44				91.5	0.52981	0.62613	6.42700			
		2 29				89.9	0.52950	0.62649	6.42914			
		3 8	90.9	11 9 52.5	5 3 15.0	90.6	0.52947	0.62660	6.43029			
		3 54				86.8	0.52963	0.62624	6.42114			
		4 39	85.3	11 11 35.0	5 4 40.0	85.6	0.52951	0.62657	6.41900			
	Aug. 3	7 32	770.	11 16 2.5	5 5 20.0	79.0	0.52876	0.62756	6.41814	6.4218		
		8 25				84.8	0.52907	0.62714	6.42450	6.4214		
		9 16				86.7	0.52939	0.62636	6.42700	6.4177		
		9 50	87.2	11 10 25.0	5 3 50.0	90.0	0.52940	0.62667	6.43030	6.4167		
		10 34				93.6	0.52976	0.62640	6.43000			
		11 19				94.3	0.52981	0.62629	6.43130			
		11 51	93.2	11 8 0.0	5 3 12.5	93.7	0.52971	0.62636	6.43200			
		12 35				92.1	0.52981	0.62609	6.42867			
		1 35				94.9	0.52987	0.62640	6.43130			
		2 12	91.7	11 8 35.0	5 3 22.5	91.8	0.52978	0.62613	6.42850			
	3 2				92.0	0.52958	0.62656	6.43030				
	3 13	85.2	11 0 52.5	5 4 10.0	87.8	0.52987	0.62584	6.42033				
	9 9 22				86.3	0.52882	0.62666	6.44000	6.4301			
	9 28				88.1	0.52893	0.62667	6.44017	6.4290			
	9 46	87.5	11 9 15.0	5 3 20.0	87.6	0.52933	0.62606	6.43386	6.4209			
	9 52				88.9	0.52931	0.62621	6.43543	6.4218	6.4229	6.4229	2.9605
Approaoga. L = 47° 46' 46" B = 1° 59' 14"	13	7 35	76.1	11 15 20.0	5 8 10.0	74.9	0.52961	0.62710	6.38943	6.3925 a)		
		9 20	80.0	11 13 55.0	5 5 32.5	88.4	0.53031	0.62613	6.40529	6.3954		

a) The first is a bad observation.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
Apporoaga. L = 47° 46' 46" B = 1° 59' 14"	1883 Aug. 14	7h 49m	76.8	11°15' 2.5"	5° 6'10.0"	75.2	0.52967	0.62604	6.39914	6.4003			
		8 41	78.4	11 14 22.5	5 5 40.0	56.7	0.53003	0.62637	6.40771	6.4027	6.3977	6.3977	2.9498
Badajoz. L = 47° 47' 25" B = 2° 30' 50"	17	7 41	50.7	11 15 15.0	5 6 2.5	80.1	0.53030	0.62597	6.39071	6.3932			
		9 5	83.0	11 14 45.0	5 6 17.5	91.1	0.53080	0.62657	6.39186	6.3828			
		19 7 11	76.8	11 17 40.0	5 7 22.5	75.2	0.53030	0.62634	6.37750	6.3837			
		7 57	76.7	11 16 57.5	5 7 17.5	81.2	0.53076	0.62604	6.37871	6.3793	6.3848	6.3848	2.9439
Manso. L = 47° 45' 40" B = 2° 23' 37"	20	7 0	73.6	11 17 5.0	5 7 20.0	74.3	0.52993	0.62626	6.38614	6.3935			
		7 46	75.8	11 16 5.0	5 6 40.0	80.1	0.53035	0.62591	6.38986	6.3918			
		21 7 50	80.5	11 14 47.5	5 6 0.0	79.0	0.53026	0.62576	6.39171	6.3929			
Boa-Vista. L = 47° 51' 4" B = 2° 17' 7"	23	8 36	81.8	11 14 22.5	5 6 10.0	90.4	0.53035	0.62687	6.40057	6.3963	6.3936	6.3936	2.9480
		8 21	78.8	11 14 42.5	5 6 12.5	78.4	0.52991	0.62611	6.39717	6.3947			
		9 8	79.5	11 14 20.0	5 6 17.5	84.3	0.53022	0.62626	6.39800	6.3893			
		24 6 51	74.0	11 16 47.5	5 6 40.0	74.8	0.52993	0.62599	6.39086	6.3996			
S. Antonio. L = 47° 46' 55" B = 2° 5' 28"	25	7 37	74.2	11 16 23.5	5 6 37.5	77.1	0.53000	0.62601	6.39314	6.3962	6.3950	6.3950	2.9486
		7 40	78.5	11 15 27.5	5 6 27.5	75.6	0.53017	0.62576	6.38800	6.3905			
		8 27	80.0	11 15 12.5	5 6 37.5	82.6	0.53050	0.62614	6.38800	6.3849	6.3877	6.3877	2.9452
S. Domingo. L = 47° 47' 28" B = 1° 40' 43"	27	8 26	80.7	11 13 37.5	5 5 27.5	80.6	0.53004	0.62571	6.40186	6.3988			
		9 2	81.0	11 13 40.0	5 5 20.0	83.3	0.52996	0.62607	6.40600	6.3986			
		28 7 33	75.4	11 15 25.0	5 6 2.5	75.3	0.52996	0.62550	6.39629	6.3994			
Pernambuco. L = 48° 2' 9" B = 1° 28' 8"	30	8 22	76.2	11 14 47.5	5 5 55.0	78.5	0.52994	0.62571	6.40086	6.3984	6.3988	6.3988	2.9504
		8 37	81.3	11 11 45.0	5 4 22.5	81.7	0.52968	0.62540	6.41771	6.4124			
		9 23	83.0	11 11 10.0	5 4 22.5	90.0	0.53004	0.62573	6.42017	6.4097			
		31 7 41	76.4	11 13 40.0	5 5 15.0	77.2	0.52967	0.62539	6.40943	6.4119			
Cameté. L = 49° 30' 16" B = 2° 16' 20"	Sept. 8	8 31	76.8	11 13 15.0	5 5 10.0	82.0	0.52973	0.62566	6.41414	6.4104	6.4116	6.4116	2.9563
		8 32	83.7	11 13 2.5	5 5 15.0	82.1	0.53038	0.62540	6.39767	6.4014			
		8 31	85.1	11 16 27.5	5 5 50.0	89.5	0.53065	0.62698	6.38871	6.3850 a)			
	16	7 50	79.6	11 17 55.0	5 7 40.0	79.7	0.53119	0.62596	6.36257	6.3648			
		8 30	80.3	11 17 2.5	5 7 22.5	85.3	0.53149	0.62576	6.36743	6.3637			

a) New thread.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.	
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.							Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron rate.
Cametá. L = 49° 30' 16" B = 2° 16' 20"	1883 Sept. 17	7h 19m	81.2	11° 16' 2.5"	5° 6' 32.5"	80.6	0.53095	0.62551	6.37643	6.3814			
		9 4	82.5	11 16 0.0	5 6 22.5	88.1	0.53144	0.62559	6.37629	6.38682	6.3774	6.3774	2.9305
Baião. L = 49° 39' 55" B = 2° 48' 26"	11	7 50	79.3	11 11 5.0	5 4 35.0	81.4	0.52950	0.62536	6.42243	6.4236 a)			
		8 30	79.6	11 12 25.0	5 4 35.0	87.5	0.52967	0.62606	6.42271	6.4190			
		12 7 19	76.1	11 12 27.5	5 5 5.0	76.7	0.52941	0.62530	6.41657	6.4216			
Mocajuba. L = 49° 30' 43" B = 2° 35' 54"	13	8 9	83.2	11 14 7.5	5 5 40.0	82.6	0.53062	0.62550	6.39029	6.3891			
		8 43	84.2	11 13 25.0	5 5 32.5	93.4	0.53107	0.62582	6.39571	6.3901			
		14 7 6	76.5	11 15 12.5	5 6 20.0	77.3	0.53048	0.62513	6.38814	6.3949			
		8 2	76.6	11 14 52.5	5 6 5.0	80.9	0.53045	0.62533	6.39400	6.3940 b)	6.3920	6.3920	2.9472
Jutahy. L = 49° 46' 25" B = 3° 22' 19"	21	5 26	77.5	11 15 32.5	5 6 32.5	78.7	0.53055	0.62553	6.38643	6.4056			
		6 11	80.9	11 13 55.0	5 5 57.5	87.2	0.53089	0.62544	6.39217	6.4058			
		22 7 38	77.9	11 15 32.5	5 6 20.0	78.3	0.53063	0.62524	6.38457	6.3871			
S. Francisco. L = 49° 39' 15" B = 3° 45' 54"	24	8 22	78.7	11 15 12.5	5 5 52.5	82.8	0.53041	0.62582	6.39543	6.3929	6.3979	6.3979	2.9500
		5 48	80.1	11 19 7.5	5 7 32.5	79.6	0.53183	0.62527	6.35129	6.3684			
		6 25	80.7	11 18 22.5	5 5 22.5	84.9	0.53195	0.62566	6.35414	6.3659			
		28 7 11	76.6	11 19 15.0	5 7 55.0	77.8	0.53155	0.62531	6.35457	6.3608			
Ilh -do-Arco. L = 49° 35' 43" B = 3° 55' 10"	25	8 57	81.8	11 17 32.5	5 7 17.5	84.7	0.53198	0.62517	6.35700	6.3502	6.3613	6.3613	2.9331
		8 44	83.6	11 15 0.0	5 6 5.0	84.3	0.53126	0.62524	6.37829	6.3727 c)			
		9 19	85.8	11 14 7.5	5 5 42.5	93.4	0.53198	0.62496	6.37857	6.3687			
Ituquara. L = 49° 38' 42" B = 2° 53' 6"	Oct. 1	7 42	78.0	11 19 32.5	5 7 30.0	80.5	0.53196	0.62506	6.35200	6.3545			
		8 24	78.4	11 20 5.0	5 8 2.5	83.7	0.53199	0.62577	6.35043	6.3473	6.3608	6.3608	2.9328
		8 16	79.9	11 18 12.5	5 5 37.5	79.8	0.52995	0.62566	6.40329	6.4014			
		8 53	80.5	11 18 15.0	5 5 35.0	87.4	0.53058	0.62553	6.40100	6.3942			
	2	8 3	78.5	11 18 30.0	5 5 40.0	79.3	0.53019	0.62521	6.39986	6.3993			
		8 43	79.4	11 18 27.5	5 5 40.0	86.5	0.53029	0.62585	6.40457	6.3990	6.3985	6.3985	2.9502

a) The banks of the Tocantins are in some places ferruginous.

b) Indifferent observations.

c) Found the great level exploded. From this date to the end of the voyage the riding level was employed.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate	Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.	
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.								X
Tamanduá. L = 49° 29' 0" B = 2° 29' 14"	Oct. 5	7h 32m	78.5	11° 15' 47.5"	5° 6' 37.5"	79.8	0.53093	0.62523	6.37929	6.3820				
		5 12	78.7	11 15 57.5	5 6 47.5	84.4	0.53115	0.62550	6.37914	6.3779				
	6	7 14	77.6	11 17 10.0	5 7 7.5	77.8	0.53120	0.62513	6.36857	6.3742 a)				
		8 0	78.6	11 16 50.0	5 6 45.0	83.1	0.53132	0.62531	6.37886	6.3739 b)	6.3773	6.3773	2.9404	
	Nov. 10	6 6	79.7	11 9 55.0	5 3 55.0	79.3	0.52902	0.62534	6.43386	6.4382 c)				
		6 50	80.2	11 9 42.5	5 4 2.5	83.0	0.52894	0.62589	6.43800	6.4467				
19	8 24	87.3	11 6 0.0	5 1 57.5	88.8	0.52899	0.62514	6.45533	6.4522 d)					
	8 57	88.1	11 5 47.5	5 2 35.0	92.7	0.52934	0.62540	6.45043	6.4436	6.4452	6.4452	2.9718		
Ilha-das-Onças. L = 48° 31' 45" B = 1° 27' 0"	Dec. 4	7 40	78.4	11 9 37.5	5 4 7.5	83.0	0.52822	0.62674	6.45017	6.4527 e)				
		8 12	78.8	11 10 15.0	5 4 15.0	83.6	0.52936	0.62553	6.43600	6.4288				
	5	7 37	79.3	11 10 17.5	5 4 22.5	80.8	0.52957	0.62497	6.42417	6.4273				
		8 6	79.7	11 10 20.0	5 4 17.5	83.1	0.52918	0.62576	6.43217	6.4312				
	6	7 39	79.5	11 10 5.0	5 3 27.5	82.0	0.52942	0.62477	6.43267	6.4352				
		8 13	80.2	11 10 25.0	5 4 35.0	84.6	0.52938	0.62583	6.42850	6.4266	6.4336	6.4336	2.9664	
Pará. (Estr.-de-Nazareth). L = 48° 29' 0" B = 1° 27' 7"	Oct. 18	6 26				75.3	0.52938	0.62526	6.41583	6.4276				
		6 33					74.4	0.52930	0.62530	6.41629	6.4268			
	6 54	75.8	11 12 32.5	5 5 7.5	77.5	0.52946	0.62536	6.41686	6.4250					
		7 24					76.8	0.52927	0.62519	6.42271	6.4270			
	8 13						80.7	0.52914	0.62536	6.43217	6.4303			
		8 32	81.6	11 10 2.5	5 3 40.0	86.1	0.52945	0.62544	6.43314	6.4294				
	8 37						86.7	0.52948	0.62546	6.43330	6.4290			
		6 24					71.9	0.52897	0.62511	6.42286	6.4186			
	6 29						71.1	0.52905	0.62493	6.42100	6.4322			
		6 52	73.0	11 12 12.5	5 5 0.0	75.1	0.52907	0.62527	6.42450	6.4332				
	6 58						75.7	0.52907	0.62531	6.42500	6.4324			
		8 6					80.1	0.52911	0.62534	6.43200	6.4314			
8 12	82.7	11 9 15.0	5 3 47.5	82.1	0.52927	0.62530	6.43167	6.4305	6.4287	6.4287	2.9641			

a) Time of observation not certain. b) Vibrations not well observed. c) Very dark morning; scale of collimator scarcely visible.
 d) Wind so strong, that the observations are not good. e) On these three days the needles were remarkably unsteady.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.		
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.							Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.	
Pará. (Estr. S. Jeronimo.) L = 48° 29' 0" B = 1° 26' 59"	1883													
	Oct. 17	7h 28m	79.3	11° 12' 12.5"	5° 4' 50.0'	79.0	0.52961	0.62529	6.41357	6.4173				
		8 3	80.3	11 11 37.5	5 4 37.5	86.1	0.52970	0.62570	6.42083	6.4202				
		22	6 57	78.0	11 11 52.5	5 4 37.5	77.3	0.52957	0.62499	6.41700	6.4251			
			7 44	79.1	11 11 25.5	5 4 42.5	83.8	0.52968	0.62549	6.42114	6.4230			
		27	6 56	76.6	11 11 50.0	5 4 37.5	75.9	0.52913	0.62533	6.42357	6.4317			
			7 36	77.5	11 11 27.5	5 4 25.0	83.4	0.52957	0.62531	6.42543	6.4285			
		Nov.	2	7 2	77.5	11 12 40.0	5 5 0.0	75.7	0.52947	0.62529	6.41343	6.4208		
			7 42	79.4	11 12 10.0	5 4 52.0	85.3	0.52989	0.62561	6.41657	6.4191 a)			
			7 7 31	77.3	11 11 52.5	5 4 50.0	76.6	0.52945	0.62513	6.41771	6.4214			
			8 10	78.5	11 11 27.5	5 4 35.0	83.9	0.52789	0.62797	6.44900	6.4478			
			12	7 1	77.5	11 13 35.0	5 0 20.0	77.3	0.52894	0.62403	6.44557	6.4530		
				7 45	77.8	11 20 47.5	5 10 22.5	82.2	0.52942	0.63064	6.37386	6.3758		
			13	7 6	78.6	11 8 22.5	4 59 50.0	78.6	0.52944	0.62209	6.45329	6.4601 b)		
				7 51	79.7	11 10 7.5	4 59 32.5	58.8	0.52982	0.62259	6.45100	6.4522		
			17	6 54	77.0	11 11 40.0	5 4 47.5	76.5	0.52935	0.62517	6.41986	6.4280		
				7 5	77.1	11 11 0.0	5 4 27.5	81.2	0.52961	0.62493	6.42400	6.4308		
			22	7 5	79.5	11 14 15.0	5 6 17.5	78.3	0.52991	0.62617	6.39733	6.4041		
				7 43	80.0	11 13 25.0	5 3 35.0	84.0	0.53044	0.62439	6.41029	6.4122		
			27	7 11	77.4	11 12 0.0	5 4 5.0	77.1	0.52954	0.62473	6.42067	6.4269		
				7 51	77.6	11 12 17.5	5 4 35.0	84.8	0.52955	0.62377	6.42450	6.4257		
		Dec	2	7 11	78.2	11 11 12.5	5 4 17.5	77.6	0.52968	0.62457	6.41871	6.4249		
				7 47	79.0	11 11 0.0	5 4 15.0	84.6	0.52996	0.62483	6.42129	6.4232		
				7 7 15	78.7	11 11 57.5	5 6 5.0	78.4	0.52953	0.62600	6.41029	6.4159		
				7 53	79.1	11 11 15.0	5 4 2.5	84.3	0.52964	0.62524	6.42643	6.4270		
			27	7 38	80.1	11 10 42.5	5 3 32.5	80.2	0.52983	0.62429	6.42229	6.4248		
				8 16	80.4	11 9 25.0	5 1 40.0	87.1	0.52996	0.62353	6.43986	6.4380	6.4261	6.4261

a) Two figures of the deflections obtained by correction. b) The observations on the 13th were taken because on the 12th the observations seemed so bad. On both days the needles were throughout unsteady, without any plausible reason.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
Mañaos. L = 60° 3' 10" B = 3° 6' 5"	Dec. 17	6h 56 ^m	78.3	10°54' 22.5"	4°57' 22.5"	79.1	0.52438	0.62483	6.57733	a)			
		7 39	79.2	10 55 50.0	4 56 50.0	79.4	0.52433	0.62507	6.57686				
		18 7	76.2	11 2 20.0	4 55 55.0	76.2	0.52386	0.62620	6.57314				
		7 46	76.6	10 56 7.5	4 55 17.5	81.4	0.52406	0.62466	6.59357				
		1884 March 12	6 46	68.8	12 56 17.5	5 51 22.5	68.7	0.56019	0.62624	5.56825	5.5776 b)		
Juiz-de-Fora. L = 43° 19' 20" B = 21° 45' 37"	March 12	7 37	70.7	11 55 47.5	5 51 30.0	74.4	0.56018	0.62687	5.57200	5.5751			
		18 6	76.6	12 57 45.0	5 52 25.0	66.5	0.56011	0.62669	5.56288	5.5772	5.5758	5.5888	2.5769
João-Gomes. L = 43° 31' 25" B = 21° 27' 41"	15	7 10	66.8	12 48 50.0	5 48 30.0	67.6	0.55804	0.62643	5.62325	5.6295			
		7 51	66.9	12 48 50.0	5 48 5.0	70.2	0.55794	0.62644	5.62650	5.6277			
		16 8	7 74.5	12 47 55.0	5 47 45.0	67.3	0.55790	0.62663	5.62125	5.6207	5.6246	5.6376	2.5994
Barbacena. L = 43° 45' 57" B = 21° 14' 43"	18	6 58	65.7	12 52 35.0	5 50 2.5	67.6	0.55901	0.62620	5.59729	5.6047			
		7 44	66.0	12 50 5.0	5 49 55.0	68.8	0.55900	0.62577	5.60300	5.6049			
		19 7	50 71.2	12 47 42.5	5 47 37.5	70.4	0.55819	0.62656	5.61975	5.6210	5.6142	5.6272	5.5946
Carandahy. L = 43° 47' 58" B = 20° 57' 10"	21	7 13	64.9	12 54 12.5	5 50 30.0	65.3	0.55924	0.62544	5.58250	5.5881			
		8 0	65.8	12 53 32.5	5 50 25.0	69.0	0.55922	0.62640	5.59243	5.5924			
		22 7	52 74.2	12 44 37.5	5 46 47.5	73.5	0.55823	0.62561	5.63225	5.6335	5.6234	5.6364	2.5988
Queluz. L = 43° 47' 27" B = 20° 39' 50"	27	7 17	63.1	12 42 0.0	5 44 47.5	64.6	0.55576	0.62616	5.68200	5.6876 e)			
		8 4	64.0	12 41 12.5	5 44 40.0	67.2	0.55561	0.62639	6.68643	5.6858			
		31 7	55 60.2	12 41 35.0	5 45 47.5	63.2	0.55566	0.62606	5.67886	5.6795	5.6834	5.6965	2.6265
Itabora. L = 43° 48' 7" B = 20° 15' 23"	April 6	7 56	60.6	12 54 50.0	5 52 12.5	58.0	0.55977	0.62487	5.56925	5.5699 d)			
		8 44	65.4	12 55 32.5	5 51 27.5	75.3	0.56026	0.62632	5.57700	5.5714	5.5707	5.5837	2.5745

a) The weather was very bad on the 17th.

b) Very unfavourable weather.

c) One deflection uncertain.

d) Hurried observations.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	X = Horizontal force.	X _c corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
Sabará. L = 43° 47' 13" B = 19° 53' 10"	April 12	8h 0m	71.0	12° 39' 53.5"	5° 46' 17.5"	70.6	0.55691	0.62557	5.66225	5.6623			
		8 38	72.4	12 40 52.5	5 44 30.0	78.3	0.55681	0.62616	5.67257	5.6676			
		13 7 47	68.6	12 41 15.0	5 44 37.5	67.4	0.55613	0.62590	5.67438	5.6763			
		8 23	67.8	12 38 15.0	5 44 37.5	72.1	0.55598	0.62584	5.68629	5.6832	5.6724	5.6854	2.6214
		24 7 40	67.4	12 37 17.5	5 43 2.5	67.5	0.55503	0.62584	5.70363	5.7061			
		8 56	73.2	12 34 45.0	5 42 17.5	81.3	0.55531	0.62633	5.71371	5.7069			
S. Luzia. L = 43° 50' 25" B = 19° 46' 19"	25	6 19	65.8	12 39 42.5	5 44 10.0	63.0	0.55545	0.62573	5.68643	6.6988			
		8 6	74.0	12 37 12.5	5 42 57.5	74.5	0.55599	0.62567	5.69143	5.6908	5.7007	5.7137	2.6345
		29 6 40	62.6	12 42 32.5	5 45 17.5	60.6	0.55562	0.62777	5.68825	5.6982			
		5 18	70.7	12 40 32.5	5 44 25.0	70.8	0.55619	0.62606	5.67650	5.6740			
Funil. L = 43° 48' 39" B = 19° 35' 56"	30	6 44	58.6	12 43 37.5	5 46 5.0	58.0	0.55569	0.62590	5.67063	5.6799			
		8 21	71.9	12 38 55.0	5 43 37.5	70.7	0.55609	0.62560	5.68288	5.6804	5.6831	5.6961	2.6263
		May 3 6 32	64.2	12 40 50.0	5 44 55.0	65.8	0.55565	0.62610	5.68357	5.6948			
		7 3	72.9	12 37 45.0	5 43 10.0	72.8	0.55598	0.62553	5.68838	5.6952 a)			
Sitio. L = 43° 59' 36" B = 19° 15' 0"	4	6 49	64.9	12 40 45.0	5 44 27.5	66.2	0.55549	0.62639	5.68838	5.6971			
		7 29	67.5	12 38 35.0	5 43 35.0	66.7	0.55523	0.62591	5.69471	5.6984	5.6964	5.7094	2.6325
		7 6 42	57.2	12 41 52.5	5 45 7.5	58.1	0.55484	0.62614	5.68900	5.6989			
		8 4	69.8	12 37 30.0	5 43 10.0	67.9	0.55538	0.62560	5.69550	5.6949			
Trahiras. L = 44° 0' 27" B = 19° 0' 31"	8	6 40	55.6	12 41 42.5	5 43 7.5	58.2	0.55483	0.62603	5.69171	5.7016			
		7 58	67.9	12 36 27.5	5 43 12.5	65.5	0.55522	0.62529	5.69957	5.6996	5.6988	5.7118	2.6336
		11 6 37	58.6	12 41 55.0	5 46 20.0	55.8	0.55409	0.62776	5.69171	5.7022			
Sacco-do-Porto. L = 44° 10' 43" B = 18° 42' 17"	12	9 3	74.6	12 31 57.5	5 40 47.5	75.8	0.55530	0.62474	5.71938	5.7113			
		6 35	61.1	12 39 2.5	5 44 15.0	58.9	0.55439	0.62627	5.70175	5.7123 b)			
		8 4	68.2	12 35 35.0	5 42 12.5	68.2	0.55500	0.62524	5.71000	5.7094	5.7088	5.7218	2.6387
Barra-do-Parauana. L = 44° 9' 0" B = 18° 30' 14"	14	6 43	63.8	12 35 40.0	5 42 20.0	62.9	0.55405	0.62580	5.72138	5.7307			
		8 6	69.8	12 32 27.5	5 40 57.5	68.7	0.55428	0.62456	5.73629	5.7357			
		15 6 42	60.6	12 36 47.5	5 42 57.5	58.7	0.55381	0.62601	5.71913	5.7290			
		8 8	67.3	12 33 35.0	5 41 10.0	65.6	0.55385	0.62567	5.73175	5.7306	5.7315	5.7445	2.6487

a) New thread.

b) Not a good observation.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in métric units.	
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.							
Barra-do-S. Francisco. L = 44° 18' 0" B = 18° 16' 30" L = 44° 29' 52" B = 17° 58' 13" L = 44° 39' 0" B = 70° 14' 16" L = 44° 46' 49" B = 17° 12' 27" L = 44° 53' 33" B = 16° 51' 32" L = 45° 2' 40" B = 16° 37' 15" L = 45° 4' 3" B = 16° 20' 9"	1884	May 17	6h 30m	61.0	12°36' 50.0"	5°42' 37.5"	59.8	0.55390	0.62561	5.71350	5.7247			
			7 56	64.5	12 34 55.0	5 41 30.0	63.6	0.55428	0.62486	5.72488	5.7255			
			18 6 31	62.2	12 36 15.0	5 41 47.5	60.9	0.55402	0.62539	6.72257	5.7338			
			8 10	72.7	12 36 5.0	5 42 45.0	69.8	0.55440	0.62701	5.71200	5.7108	5.7237	5.7367	2.6451
			20 6 41	65.6	12 27 40.0	5 38 47.5	63.9	0.55175	0.62613	5.78086	5.7808			
			8 27	74.1	12 26 12.5	5 36 37.5	72.6	0.55261	0.62516	5.78138	5.7783			
			21 6 50	60.6	12 28 5.0	5 38 55.0	60.4	0.55161	0.62574	5.78350	5.7922			
			8 2	61.8	12 27 7.5	5 38 50.0	61.8	0.55151	0.62587	5.78713	5.7871	5.7846	5.7876	2.6685
			23 6 1	54.1	12 19 27.5	5 35 40.0	57.5	0.54884	0.62560	5.85425	5.8692a)			
			7 31	66.9	12 15 10.0	5 33 5.0	74.3	0.54976	0.62483	5.86438	5.8681			
			24 6 40	48.3	12 21 27.5	5 35 25.0	50.8	0.54830	0.62646	5.85043	5.8603			
			8 30	68.3	12 14 12.5	5 32 35.0	72.0	0.54919	0.62513	5.87286	5.8723	5.8675	5.8805	2.7114
		26 6 40	61.1	12 35 12.5	5 42 2.5	59.1	0.55392	0.62523	5.72488	5.7348				
		8 2	60.4	12 33 52.5	5 41 20.0	60.8	0.55382	0.62486	5.73338	5.7334				
		27 6 41	54.9	12 37 30.0	5 40 7.5	56.4	0.55373	0.62430	5.73414	5.7440				
		8 4	62.8	12 32 42.5	5 41 42.5	63.8	0.55436	0.62451	5.72714	5.7265	5.7347	5.7477	2.6501	
		29 6 42	55.2	12 34 42.5	5 42 30.0	56.2	0.55285	0.62611	5.74050	5.7504				
		7 58	64.8	12 30 17.5	5 39 50.0	64.2	0.55305	0.62526	5.75571	5.7557				
		30 6 49	51.8	12 31 22.5	5 42 25.0	55.7	0.55261	0.62541	5.75257	5.7613				
		8 8	64.2	12 33 52.5	5 49 52.5	64.2	0.55341	0.62999	5.70338	5.7022	5.7424	5.7554	2.6537	
		June 1 6 43	55.7	12 26 55.0	5 38 27.5	56.0	0.55074	0.62571	5.79975	5.8091				
		8 12	68.7	12 24 2.5	5 38 5.0	66.2	0.55163	0.62463	5.80100	5.7998b)				
		2 6 34	51.5	12 27 42.5	5 39 0.0	52.8	0.55063	0.62569	5.79857	5.8091				
		8 11	64.3	12 24 2.5	5 37 0.0	62.5	0.55121	0.62517	5.80300	5.8018	5.8050	5.8180	2.6826	
		3 6 46	57.6	12 22 50.0	5 36 55.0	62.4	0.55021	0.62561	5.82475	5.8341				
		8 4	64.5	12 21 32.5	5 36 10.0	64.2	0.55038	0.62557	5.82363	5.8230	5.8282	5.8412	2.6933	

a) The tripod having been injured, the observations on the 23d have been made on the stump of a tree (see text).

b) One figure uncertain.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.						
	1884											
Barra-do-Urucuia. L = 45° 4' 7" B = 16° 7' 26"	June	5 6h 42m	56.3	12°27' 27.5"	5°38' 37.5"	58.0	0.55079	0.62654	5.79975	5.8097		
		8 7	62.4	12 25 40.0	5 38 7.5	59.9	0.55070	0.62630	5.80150	5.8009		
		6 6 39	57.0	12 30 50.0	5 44 32.5	57.7	0.55059	0.62981	5.76900	5.7789		
		8 0	61.9	12 22 32.5	5 37 45.0	60.6	0.55058	0.62566	6.81175	5.8118	5.8003	5.8133
S. Francisco. L = 44° 52' 18" B = 15° 57' 5"	7	6 41	50.7	12 29 45.0	5 37 42.5	52.3	0.54974	0.62667	5.81229	5.8222		
		8 0	62.8	12 18 47.5	5 35 12.5	62.5	0.54017	0.62909	5.97286	5.9729		
		8 6 56	58.8	12 22 35.0	5 36 37.5	63.8	0.55002	0.62596	5.82925	5.8374		
		8 21	66.7	12 19 52.5	5 41 55.0	66.6	0.55030	0.62837	5.80429	5.8018	5.8586	5.8716
Barra-do-Mangahy. L = 44° 46' 48" B = 15° 42' 2"	10	6 37	60.9	12 18 7.5	5 37 35.0	60.2	0.54923	0.62497	5.83671	5.8472		
		8 5	68.2	12 16 12.5	5 24 37.5	67.8	0.54953	0.62561	5.85200	5.8514		
		11 6 41	58.1	12 18 22.5	5 35 5.0	59.6	0.54892	0.62547	5.85543	5.8653		
		8 3	69.5	12 15 7.5	5 35 17.5	69.2	0.54934	0.62670	5.84925	5.8487	5.8532	5.8662
Januaria. L = 44° 20' 33" B = 15° 29' 35"	13	6 45	57.2	12 19 40.0	5 35 5.0	59.7	0.54933	0.62511	6.84871	5.8580		
		8 10	72.4	12 15 42.5	5 33 10.0	70.8	0.54089	0.62497	5.85313	5.8519		
		14 6 35	57.6	12 20 5.0	5 35 7.5	59.7	0.54949	0.62567	5.83786	5.8484		
		8 2	71.0	12 16 32.5	5 33 57.5	69.6	0.54994	0.62450	5.85438	5.8544	5.8532	5.8662
Morro-do-Angú. L = 44° 8' 30" B = 15° 16' 50"	18	6 43	64.4	12 16 25.0	5 34 10.0	63.3	0.54868	0.62596	5.85086	5.8602		
		8 14	70.2	12 17 0.0	5 32 7.5	70.2	0.54894	0.62586	5.86063	5.8587		
		19 6 36	62.4	12 17 37.5	5 34 50.0	63.0	0.54915	0.62561	5.85475	5.8653		
		8 15	70.2	12 14 5.0	5 32 35.0	69.1	0.54933	0.62483	5.86713	5.8652	5.8624	5.8754
Praia. L = 43° 55' 22" B = 14° 48' 4"	21	6 43	56.1	12 18 32.0	5 35 5.0	58.6	0.54870	0.62561	5.85950	5.8688		
		8 15	67.2	12 14 27.5	5 29 55.0	66.7	0.54929	0.62563	5.85650	5.8546 a)		
		22 6 43	55.2	12 18 50.0	5 34 57.5	53.6	0.54865	0.62560	5.86100	5.8703		
		8 3	64.2	12 16 5.0	5 33 10.0	64.0	0.54881	0.62524	5.86886	5.8683	5.8655	5.8785
Carinhanha. L = 43° 46' 27" B = 14° 18' 27"	24	6 37	59.0	12 27 52.5	5 34 45.0	61.4	0.54879	0.62566	5.86057	5.8711		
		8 2	65.5	12 16 45.0	5 34 15.0	64.7	0.54884	0.62601	5.86150	5.8615		
		25 6 40	60.0	12 16 40.0	5 34 5.0	61.5	0.54888	0.62510	5.86371	5.8736		
		8 6	68.5	12 24 32.5	5 32 32.5	69.0	0.54911	0.62500	5.87071	5.8701	5.8691	5.8821

a) One deflection afterwards corrected.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.	
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.							Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.
Barra-do-Parateca. L = 43° 38' 6" B = 13° 55' 18"	1884 June 27	7h 40m	65.9	12° 11' 30.0"	5° 31' 12.5	65.8	0.54776	0.62514	5.90088	5.9021			
		8 24	66.8	12 10 45.0	5 35 17.5	70.9	0.54781	0.62553	5.90443	5.9013			
	28	7 47	67.6	12 8 52.5	5 30 45.0	66.5	0.54773	0.62467	5.90729	5.9166			
		8 20	68.4	12 9 17.5	5 30 20.0	75.9	0.54782	0.62536	5.91443	5.9119	5.9080	5.9210	2.7301
	Pitoba. L = 43° 37' 16" B = 13° 39' 14"	29	7 43	63.7	12 7 20.0	5 29 47.5	63.1	0.54631	0.62527	5.93457	5.9365		
			8 14	64.7	12 7 0.0	5 29 27.5	70.3	0.54667	0.62527	5.93714	5.9352		
	30	7 53	66.1	12 5 42.5	5 29 0.0	64.1	0.54631	0.62489	5.94043	5.9400			
		8 25	67.3	12 5 32.5	5 28 52.5	73.4	0.54631	0.62573	5.94829	5.9452	5.9395	5.9525	2.7446
	B. Jezus-da-Lapa. L = 43° 26' 0" B = 13° 15' 39"	July 2	7 51	69.3	12 5 42.5	5 28 57.5	68.0	0.54655	0.62517	5.93757	5.9378		
			8 26	70.2	12 5 10.0	5 28 45.0	73.1	0.54647	0.62561	5.94429	5.9412		
			8 46	66.0	12 5 57.5	5 28 52.5	64.4	0.54633	0.62534	5.93600	5.9379		
	Urubú. L = 43° 12' 15" B = 12° 41' 30"	7	8 4	66.4	12 2 40.0	5 27 30.0	65.4	0.54547	0.62483	5.96514	5.9645		
8 42			67.2	12 2 40.0	5 27 15.0	72.0	0.54557	0.62523	5.96986	5.9649			
8 55			73.3	12 0 48.0	5 27 15.0	71.0	0.54567	0.62509	5.96675	5.9674			
Itaby. L = 43° 15' 52" B = 12° 10' 45"	11	8 28	73.9	12 1 17.0	5 27 7.5	78.2	0.54575	0.62574	5.97100	5.9673	5.9660	6.9790	2.7568
		7 59	74.2	11 54 52.5	5 24 7.5	70.9	0.54428	0.62453	6.01088	6.0109			
		8 39	74.9	11 54 45.0	5 24 10.0	83.8	0.54462	0.62531	6.01729	6.0123			
C. L = 48° 22' 34" B = 11° 56' 45"	12	8 5	74.8	11 56 15.0	5 25 17.5	74.8	0.54473	0.62588	6.01314	6.0125			
		8 40	76.6	11 55 27.5	5 24 47.5	83.6	0.54475	0.62571	6.00929	6.0043	6.0100	6.0230	2.7771
		7 56	75.1	11 56 22.5	5 25 2.5	74.1	0.54478	0.62496	5.99843	5.9990			
Torrinha. B = 43° 16' 45" L = 11° 30' 38"	14	8 31	74.9	11 57 20.0	5 25 10.0	79.1	0.54506	0.62524	5.99686	5.9962			
		7 57	73.1	11 57 12.5	5 25 2.5	73.4	0.54480	0.62484	5.99788	5.9985			
		9 8	77.5	11 55 25.0	5 24 15.0	82.3	0.54511	0.62490	6.00471	5.9960	5.9974	6.0104	2.7713
17	7 49	69.2	11 56 42.5	5 25 5.0	68.2	0.54382	0.62531	6.01129	6.0125				
	8 28	69.7	11 56 2.5	5 24 57.5	73.4	0.54430	0.62471	6.01314	6.0094				
18	7 47	69.8	11 57 35.0	5 24 50.0	68.9	0.54418	0.62499	6.00563	6.0075				
	8 23	71.0	11 55 35.0	5 24 55.0	75.0	0.54433	0.62506	6.01171	6.0086	6.0095	6.0225	2.7769	

a) One figure corrected.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			Obs. of VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet	Horizontal force.	X corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same, in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.						
Barra-do-Rio-Grande) L = 43° 9' 45" B = 11° 5' 51"	1884	20	7h 37m	70.0	11°53' 0.0"	5°23' 10.0"	68.8	0.54302	0.62487	6.03863	6.0417		
		8 55	75.1	11 51 37.5	5 22 37.5	80.0	0.54342	0.62527	6.04371	6.0369			
	21	7 55	71.9	11 51 45.0	5 22 22.5	69.1	0.54302	0.62441	6.04357	6.0442			
		8 29	70.7	11 53 7.5	5 22 42.5	77.9	0.54313	0.62521	6.04857	6.0449 a)	6.0419	6.0549	2.7918
	Mocambo-do-Vento. L = 42° 54' 3" B = 10° 50' 27"	24	7 38	71.4	11 48 40.0	5 21 52.5	70.8	0.54200	0.62507	6.06829	6.0708		
			8 1	75.1	11 47 12.5	5 20 55.0	80.3	0.54226	0.62519	6.07743	6.0774		
25		7 40	69.4	11 50 12.5	5 22 45.0	68.8	0.54227	0.62504	6.05743	6.0599			
		8 16	70.3	11 50 5.0	5 22 22.5	74.0	0.54218	0.62551	6.06443	6.0625	6.0677	6.0807	2.8037
Matto-Grosso. L = 42° 49' 6" B = 10° 54' 52"	27	7 56	69.1	11 56 12.5	5 24 35.0	68.6	0.54380	0.62501	6.01514	6.0157			
		8 30	69.5	11 55 5.0	5 24 22.5	74.1	0.54417	0.62469	6.01786	6.0142			
	28	7 44	70.5	11 55 32.5	5 24 27.5	70.5	0.54415	0.62463	6.01257	6.0145			
		8 19	71.4	11 54 55.0	5 24 47.5	74.5	0.54393	0.62541	6.01743	6.0149	6.0148	6.0278	2.7793
Pilão-Arcado. L = 42° 25' 9" B = 10° 9' 13"	31	7 44	69.2	11 58 42.5	5 21 47.5	67.7	0.54174	0.62530	6.06700	6.0689 b)			
		8 21	70.1	11 50 12.5	5 19 35.0	73.1	0.54213	0.62414	6.07643	6.0739			
	Aug.	1	6 58	70.2	11 49 15.0	5 22 22.5	68.7	0.54214	0.62487	6.06138	6.0688		
7 35		71.9	11 50 10.0	5 22 12.5	74.5	0.54230	0.62544	6.06175	6.0649	6.0691	6.0821	2.8043	
Barroco. L = 42° 6' 9" B = 9° 50' 36"	3	7 50	75.0	11 46 55.0	5 20 27.5	74.6	0.54205	0.62456	6.07729	6.0785			
		9 6	79.7	11 46 7.5	5 20 22.5	85.3	0.54248	0.62520	6.07871	6.0706			
	4	7 51	75.9	11 46 52.5	5 20 17.5	74.1	0.54178	0.62490	6 08050	6.0817			
		8 28	74.3	11 46 52.5	5 20 50.0	81.2	0.54202	0.62533	6.08257	6.0789	6.0774	6.0904	2.8082
Remanso. L = 42° 3' 34" B = 9° 41' 44"	5	7 56	74.4	11 43 0.0	5 18 50.0	72.4	0.54056	0.62481	6.11313	6.1137			
		8 32	75.5	11 42 22.5	5 18 22.5	81.5	0.54106	0.62470	6.11700	6.1133			
	6	7 52	74.8	11 42 52.5	5 18 32.5	72.9	0.54050	0.62483	6.11571	6.1169			
		8 24	76.3	11 42 17.5	5 18 27.5	81.8	0.54074	0.62527	6.12086	6.1178	6.1154	6.1284	2.8257
Trabiras. L = 41° 38' 16" B = 9° 44' 32"	8	7 43	74.2	11 46 47.5	5 20 25.0	73.0	0.54153	0.62506	6.08471	6.0866			
		9 2	81.1	11 43 15.0	5 19 27.5	87.6	0.54239	0.62460	6.09243	6.0850			

a) During these months the wind blowing up the river became stronger and stronger. Although this is not so important for this observation as for that of the dip, still it was often so as to render a really good observation an utter impossibility. As this applies to nearly all the next ten or twelve stations, the remark is omitted.

b) New thread.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

147

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.			OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.	Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate						
1884													
Trahiras. L = 41° 38' 16" B = 9° 44' 32"	Aug.	7h 49m	74.0	11° 46' 27.5"	5° 19' 57.5"	73.6	0.54192	0.62423	6.08300	6.0842			
		8 28	75.0	11 45 27.5	5 20 0.0	79.9	0.54220	0.62439	6.08500	6.0813	6.0843	6.0973	2.8113
Lagos. L = 41° 25' 34" B = 9° 39' 20"	11	7 52	72.2	11 48 55.0	5 20 35.0	71.8	0.54186	0.62483	6.07543	6.0766			
		8 31	72.9	11 48 0.0	5 21 17.5	78.4	0.54231	0.62501	6.07329	6.0696			
		12 7 43	72.4	11 48 0.0	5 20 42.5	73.2	0.54204	0.62457	6.07557	6.0775			
Joazeiro. L = 40° 29' 0" B = 9° 25' 14"	20	7 20	72.1	11 58 22.5	5 27 42.5	72.6	0.54410	0.62711	5.99214	5.9971 a)			
		8 11	73.8	11 54 10.0	5 23 32.5	77.0	0.54403	0.62457	6.02357	6.0224 b)			
		8 40	73.6	11 35 10.0	5 24 10.0	78.9	0.54491	0.62430	6.00814	6.0031	6.0041	6.0171	2.7724
		21 7 59	72.8	11 58 12.5	5 25 55.0	73.3	0.54461	0.62561	5.99363	5.9936			
Capim-Grosso. L = 39° 53' 55" B = 9° 0' 13"	27	7 44	70.1	11 59 32.5	5 23 37.5	70.9	0.54152	0.62881	6.04357	6.0455 c)			
		8 25	71.3	11 47 56.0	5 18 45.0	75.7	0.54158	0.62437	6.09486	6.0992			
		28 6 50	72.6	11 59 40.0	5 30 22.5	73.0	0.54152	0.63253	6.01357	6.0223			
Ilha-S. Felix. L = 39° 32' 9" B = 8° 37' 10"	31	8 4	78.5	11 40 42.5	5 19 12.5	83.8	0.54216	0.62367	6.10029	6.0998	6.0667	6.0797	2.8032
		8 7 8	70.8	11 48 30.0	5 23 17.5	71.0	0.54994	0.62716	6.07714	6.0833			
		8 0	71.4	11 42 37.5	5 19 45.0	73.4	0.54991	0.62446	6.10814	6.1081			
Rodella. L = 38° 45' 16" B = 8° 50' 23"	Sept.	1 6 43	68.0	11 46 12.5	5 21 57.5	67.8	0.54101	0.62534	6.08700	6.0963			
		8 48	70.6	11 47 0.0	5 23 45.0	71.8	0.54089	0.62717	6.07957	6.0734 d)	6.0903	6.1033	2.8141
		4 8 24	75.4	11 41 35.0	5 20 2.5	75.5	0.54063	0.62539	6.11129	6.1082			
		9 3	76.1	11 42 12.5	5 18 7.5	78.9	0.54079	0.62473	6.11914	6.1110			
Sacco. L = 38° 39' 24" B = 8° 58' 24"	6	7 28	73.0	11 42 20.0	5 19 30.0	73.8	0.54096	0.62443	6.10814	6.1118			
		8 6	73.8	11 42 10.0	5 18 20.0	76.7	0.54078	0.62393	6.11557	6.1180	6.1123	6.1253	2.8243
		7 34	76.6	11 42 35.0	5 18 22.5	76.0	0.54084	0.62466	6.11350	6.1166			
	7	8 15	77.8	11 41 20.0	5 18 12.5	84.5	0.54111	0.62486	6.11986	6.1180			
		7 38	75.2	11 41 55.0	5 18 12.5	74.7	0.54077	0.62429	6.11686	6.1194 e)			
		8 21	76.9	11 40 57.5	5 17 42.5	82.7	0.54090	0.62457	6.12529	6.1228	6.1192	6.1322	2.8274

a) On the first day in the court-yard of a house, which contained some iron, however at a distance of some 15 meters.

b) For different reasons, the observations here are none of the best. c) On both days the needles behaved in an unaccountable way, without any plausible reason. d) On this day the inst. was shifted between the two observations. e) Not a fine observation.

*

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m local mean time.	OBSERVATION OF DEFLECTION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.						
Tucutiara. L = 38° 30' 43" B = 8° 58' 36"	1884 Sept.	9 6h 55m	69.9	11°42' 57.5"	5°19' 32.5"	71.6	0.54125	0.62414	6.09957	6.1077		
		7 37	70.8	11 43 55.0	5 19 7.5	77.2	0.54117	0.62443	6.10929	6.1124		
		10 6 49	71.9	11 45 50.0	5 19 50.0	71.6	0.54120	0.62446	6.09786	6.1066		
		7 30	73.5	11 46 27.5	5 19 40.0	76.8	0.54126	0.62487	6.10100	6.1047	6.1079	6.1209
Jatobá. L = 38° 19' 24" B = 9° 10' 54"	15	6 53	74.6	11 43 15.0	5 18 40.0	74.8	0.54133	0.62386	6.10463	6.1127		
		7 39	75.6	11 42 42.5	5 18 30.0	79.4	0.54125	0.62441	6.11129	6.1148		
		18 7 0	71.5	11 45 17.5	5 19 35.0	71.1	0.54132	0.62421	6.09586	6.1033		
Piranbas. L = 37° 46' 13" B = 9° 38' 40"	21	7 18	75.0	11 50 2.5	5 22 12.5	75.2	0.54339	0.62429	6.04488	6.0499 a)		
		7 47	75.1	11 49 37.5	5 22 0.0	84.0	0.54335	0.62486	6.05538	6.0573		
		22 7 2	73.5	11 52 57.5	5 23 20.0	73.9	0.53990	0.63051	6.08529	6.0927		
		7 49	74.8	11 51 47.5	5 23 12.5	78.3	0.54403	0.62451	6.03071	6.0319		
		23 7 24	79.9	11 46 45.0	5 20 32.5	78.3	0.54313	0.62391	6.06125	6.0656		
		8 23	79.1	11 47 0.0	5 20 57.5	83.7	0.54297	0.62483	6.06700	6.0639	6.0602	6.0732
Penedo. L = 36° 35' 52" B = 10° 18' 28"	26	7 21	74.9	11 52 47.5	5 23 5.0	74.0	0.54417	0.62406	6.02343	6.0274		
		8 57	79.2	11 51 15.0	5 22 22.5	83.2	0.54445	0.62429	6.03029	6.0235		
		27 7 15	72.3	11 53 25.0	5 23 20.0	72.6	0.54374	0.62456	6.02814	6.0337		
Aracaju. L = 37° 3' 39" B = 10° 53' 49"	Oct.	3 7 8	78.9	11 50 32.5	5 22 30.0	78.4	0.54437	0.62467	6.03629	6.0425		
		7 44	80.5	11 49 45.0	5 21 52.0	83.7	0.54440	0.62463	6.04229	6.0404	6.0415	6.0545
S. Anna-de-Nietherohy L = 43° 6' 27" B = 22° 51' 56"	Nov.	2 9 22				70.1	0.56069	0.62557	5.56275	5.5529		
		9 27	71.3	12 52 47.5	5 52 25.0	69.7	0.56095	0.62521	5.55913	5.5486		
		10 17	73.3	12 51 37.5	5 49 25.0	73.7	0.56095	0.62417	5.57457			
		10 24				72.7	0.56102	0.62399	5.57288			
		11 20				73.2	0.56107	0.62444	5.56863			
		11 26	73.0	12 52 47.5	5 49 57.5	74.5	0.56091	0.62474	5.57188			
		4 7 11				70.1	0.56133	0.62414	5.55925	5.5655		
7 18	70.8	12 54 22.5	5 50 37.0	69.5	0.56134	0.62409	5.55875	5.5638				

a) The position on the first day was rather near some old rails.

NAME OF STATION.	DATE.	Hour a. m. local mean time.	OBSERVATION OF DEPLETION.		OBS. OF VIBR.		Magnetic moment of vibrating magnet.	Horizontal force.	X, corrected for diurnal variation.	Mean.	Mean, corrected for secular variation.	The same in metric units.		
			Temp. Fahr.	Deflection at 1.0 foot.	Deflection at 1.3 foot.	Temp. Fahr.							Logarithm of observed time of one vibration corr. for chron. rate.	
S. Anna-de-Nietherohy. L = 43° 6' 27" B = 22° 51' 56"	Nov.	4	8h 27m	72.7	12°53'42.5"	5°50'10.0"	74.8	0.56132	0.62449	5.56463	5.5615			
			8 33				74.4	0.56127	0.62444	5.56500	5.5607			
			9 43	77.0	12 51 45.0		75.4	0.56113	0.62476	5.56825	5.5553			
			9 50	77.0	12 51 45.0	5 19 22.5	75.7	0.56125	0.62430	5.56913	5.5555			
			6 8 27				77.4	0.56142	0.62426	5.56763	5.5645			
			8 37	76.8	12 51 47.5	5 49 32.5	77.5	0.56135	0.62437	5.56863	5.5643			
			9 34	78.6	12 51 2.5	5 49 7.5	80.6	0.56145	0.62434	5.57125	5.5595			
			9 40				79.7	0.56154	0.62414	5.56938	5.5564	5.5590	5.5720	2.5691
			8 6 23	65.4	12 54 22.5	5 50 40.0	72.6	0.56087	0.62454	5.57163	5.5834			
Nova-Friburgo. L = 42° 31' 40" B = 22° 18' 25"			7 11	65.5	12 54 32.5	5 53 45.0	69.7	0.56086	0.62570	5.55675	5.5630			
			9 7 1	65.0	12 54 22.5	5 50 35.0	64.1	0.56088	0.62369	5.56520	5.5727			
			7 30	76.0	12 54 37.5	5 47 57.5	72.6	0.56118	0.62397	5.56888	5.5726	5.5729	5.5859	2.5755
Cantagallo. L = 42° 20' 33" B = 21° 59' 23"	10		6 50	67.5	12 50 22.5	5 48 52.5	66.6	0.56003	0.62370	5.58913	5.5978			
			7 32	70.1	12 50 17.5	5 49 0.0	78.6	0.55769	0.62841	5.62625	5.6300 a)			
			11 6 14	70.6	12 53 7.5	5 49 40.0	69.9	0.56078	0.62420	5.57225	5.5753 b)			
Alcêa-de-Pedra. L = 42° 9' 39" B = 21° 41' 38"	13		6 57	69.3	12 52 15.0	5 49 47.5	75.2	0.56086	0.62470	5.57443	5.5825	5.5964	5.6094	2.5864
			6 53	70.5	12 51 35.0	5 49 5.0	70.7	0.56061	0.62394	5.58013	5.5882 c)			
			7 43	71.4	12 52 5.0	5 49 37.5	76.1	0.56070	0.62473	5.57963	5.5815			
S. Anna-de-Macacú. L = 42° 41' 46" B = 22° 34' 38"	14		6 49	68.8	12 51 5.0	5 49 2.5	69.9	0.56030	0.62404	5.58613	5.5948			
			7 32	68.8	12 50 37.5	5 48 57.5	75.8	0.56053	0.62411	5.58913	5.5928	5.5893	5.6023	2.5831
			7 3	73.9	12 58 30.0	5 52 27.5	72.4	0.56204	0.62527	5.53513	5.5419			
Rio-Bonito. L = 42° 37' 10" B = 22° 43' 48"	17		7 46	75.7	12 58 12.5	5 53 30.0	86.5	0.56313	0.62559	5.52788	5.5298			
			6 44	67.3	13 0 30.0	5 53 52.5	66.7	0.56263	0.62383	5.52163	5.5309			
			7 25	70.4	12 59 30.0	5 53 7.5	77.3	0.56238	0.62541	5.53275	5.5371	5.5349	5.5479	2.5570
	18	6 8	71.0	12 53 37.5	5 50 15.0	70.2	0.56134	0.62377	5.56138	5.5756				
		6 55	72.3	12 52 50.0	5 50 32.5	75.8	0.56151	0.62417	5.56313	5.5712	5.5731	5.5861	2.5756	

a) Impossible to find a reason for the short duration of the vibrations. The observation is a good one.

b) Very dark, scale scarcely visible. c) New thread. The weather at the last three stations was very unfavourable.

CONSTRUCTION OF THE MAPS.

In the three maps I tried to draw such lines, as, to my idea, gave the best representation of the magnetic elements that could be deduced from the observations.

This is always a dangerous undertaking. Probably, when the whole area is not thickly covered with observed stations at rather regular intervals, one person will draw lines more or less differing from those which another would think most probable. No absolutely sure way of finding the lines by calculation exists which would suit the present case: a limited number of observations, irregularly scattered over a great area.

However, various means of calculation have been employed, whenever it was found convenient. They are all more or less derivatives from the same method.

The stations are divided into convenient groups. Of each group the mean is taken of the longitudes of all the stations, of their latitudes and of the observed values, let us say, of the dip. Thus, if λ_1, β_1, i_1 be the longitude, latitude and dip of the first station and n the number of stations in the group, we get:

$$\lambda_0 = \frac{\sum \lambda}{n}, \quad \beta_0 = \frac{\sum \beta}{n}, \quad i_0 = \frac{\sum i}{n},$$

where λ_0, β_0 and i_0 represent the longitude, latitude and dip of an ideal point, for which, on a former occasion, I introduced the name of centre of gravity of the group.

Then, for every station, an equation is formed of the form:

$$i_0 - i_1 = a(\lambda_0 - \lambda_1) + b(\beta_0 - \beta_1),$$

and by the method of least squares the most probable values are found for the constants a and b . It will be clear, that, if we make:

$$a = r \cos \varphi, \quad b = r \sin \varphi,$$

φ will be the angle which a line vertical to the isoclinals in the point λ_0, β_0 will make with the parallel of that point, and that r represents the rate of progression of the dip in that gradient.

When the lines are sufficiently parallel either to the parallels or to the me-

ridians, this method is greatly simplified by assuming a , or $b = 0$. This method offers the advantage, that less stations are required to make a good group.

Other plans are still simpler, and it does not seem necessary to detail them.

All the methods have been employed in turns, whenever one or the other seemed most likely to give a good result.

It is evident, that the lines on the map cannot give any better than a very summary idea of the magnetical state of the country. A much more detailed survey is required to give anything else but lines which run nearly parallel to each other, and present no sudden changes of direction. In one case, however, I could not resist the temptation of going a step farther. The twists in the lines of 6.10 and 6.25 horizontal intensity are, of course modest, attempts at lines, such as only a more detailed survey could produce. The form I ventured to give to them seemed so much indicated by the observed values, that the inducement was too strong to draw them as I fancied I saw them. Needless to say, that these are simply drawn without any calculations, and that the reader is quite free to put the degree of confidence in them which he thinks proper. As not the slightest doubt can exist as to the direction which summary lines like their neighbours would have, these are omitted. Such parts of the lines which seemed very uncertain, have been indicated by long dots, in the same way as the two isodynamics of which mention has just been made.

Opposite to every station the value has been put of the constant which forms the subject of the map, reduced to the epoch for which the map is given.

It will be seen, that most of the lines coincide very well with the observed figures. In the southern part of the map, at least for dip and intensity, the agreement is not quite so satisfactory. I think this fact may be explained by the two following reasons. First, the observations in the South are, with few exceptions, confined to a very narrow area, and one of the outlying stations, Victoria, is unfortunately most unreliable. It is obvious, that this defect is far less felt for the lines of equal declination. An extension of the survey to the West of the capital is very desirable

But, besides, this part of the country is very mountainous. The rest of the Empire, as far as my survey is considered, is one immense plain, with insignificant hills, scattered over it in a very irregular fashion. But the whole of the country from Rio-de-Janeiro northward to Sabará, and even a little farther, is covered with rocky chains, containing great quantities of metals. Therefore it might be expected, that this part of the survey would be unsatisfactory. A survey extending over a greater expanse, and containing more stations than I was able to take, will probably alter my lines.

In the northern part of the country a more detailed survey would, of course, show more accidented lines, but I think the general direction would be found not to differ materially from mine.

The number of older observations of declination being relatively great, for curiosity's sake I computed the isogons for 1845. To this effect I employed all the observations taken by others, with the omission only of Pará, which seemed too far distant from the bulk of the group, and of one observation at Rio, which seemed decidedly bad. In this case I took 8' for the secular variation, which is probably even a too large value.

On the map, these isogons are given in dotted lines. They are, of course, very summary, and not worth too much confidence, still I thought the comparison with the lines for 1883 interesting enough to insert them.

The coastline, and the rivers, only as far as I travelled upon them, have been copied from existing maps. Considerable freedom had now and then to be taken to compel the rivers to pass through the places of which I observed the geographical positions. I believe however, that, as they are, they are an improvement upon most of the maps exstant.

RECAPITULATION.

It may be of use to give in a succinct way the results of all the absolute magnetic observations.

In the next table the first column shows the names of the different stations, and underneath, as much as possible, the different names by which the place is, or has been, sometimes called. I have, however, forgotten a good many of these synonyms.

The words behind the names of stations either indicate a more complete appellation, as the case is with S. Anna-de-Nietherohy, or they give a better definition of the station, like Botafogo, being a suburb of Rio.

It may be well to say, that „Barra” is the Portuguese for „mouth” (of a river) and „Morro” for „hill”. So these words may be the appellation of some town or village, but in many cases, as Barra-da-Prata, Morro-do-Angú, and others, have no other meaning, than that I observed at the mouth of the Rio-da-Prata, at the foot of the hill do-Angú.

The fourth column, succeeding those of the longitudes and latitudes, contains the undermentioned letters, which I will explain thus:

G. means: observed by the U. S. commission under Commander GREEN.

M. means: observed by Admiral MOUCHEZ.

A. means: observed by the late Jhr. VAN ALPHEN.

E. means: observed by Mr. ENGELENBURG.

R. means: observed by Dr. VAN RIJCKEVORSEL.

P. means: taken from the map.

It must be repeated, that the positions given here are not always the directly observed ones, but sometimes those of the spots where the magnetical determinations were made, as deduced from the observed values. Also, as has been stated before, to the positions of Admiral MOUCHEZ a slight correction has been applied, deduced from the comparison of the four places, where the U. S. commission observed, with their positions as found by the Admiral.

In the three columns following those of the magnetic elements, the number of observations is given, of which the value stated for the elements is the mean. With few exceptions this number, divided by 2, shows the number of days on which observations were taken at every station.

In the last column are given, as well as is possible, in an abridged form, some notices as to the exact spot where I observed. This may be of value to future observers.

T A B L E XXVI.

CONTAINING THE GENERAL RESULT OF ALL THE MAGNETIC OBSERVATIONS.

NAME OF STATION.	Longitude W. of Grw.	Latitude South.	Authority.	Declination for 1883.0 10 a. m.	Number of observ.	Inclination, observed.	Number of observat.	Horizontal intensity for the year 1883, 8 a. m.	Number of observat.	DESCRIPTION OF STATION.
Rio-de-Janeiro I (Botofago) . . .	43° 10' 47"	22° 56' 23"	G	4° 33' 9"	4	-12° 8' 01"	6	5.5979	6	Garden behind hotel d'Angleterre.
Rio-de-Janeiro II (Villa Isabel).	43 14 15	22 54 18	G	4 37 46	2			5.5726	4	Grassplot near hotel.
Nietherohy I (S. Anna-de)	43 7 15	22 52 39	G					5.5993	4	Back and front of a small hotel near landing-pier.
Palmeiras	43 39 20	22 33 50	P			-11 34.21	4	5.7070	4	Between station and tunnel.
Barra-do-Pirahy	43 50 50	22 26 20	P					5.5998	4	Side of station.
Entre-Rios	43 12 40	22 6 0	P		4	-11 20.14	4	5.6565	4	Side of hotel.
Cabo-Frio I	42 0 37	22 57 49	MA	4 49 11	4	-12 2.32	4	5.5565	4	Main land, sandy beach of the bay.
Cabo-Frio II	42 0 12	23 0 14	MA	6 36 6	4			5.3943	4	Island, looking towards main land.
Victoria I (Espiritu-Santo)	40 20 10	20 19 44	A	9 23 57	6	-10 23.81	6	5.6934	6	Bank of river, opposite the town.
Victoria II	40 18 51	20 19 20	A	7 33 41	4			5.6211	4	Island, below the town, opposite convent on top of hill.
Bahia I	38 31 4	12 55 48	G	9 19 44	4	+ 2 34.14	4	5.8038	4	Public garden; in 1881.
Bahia II	38 55 1	13 22 37	G	10 9 20	4			5.9314	4	Beach, near church of N. S. de Boa Viagem; in 1881.
Bahia III	38 32 6	13 0 37	G			+ 2 51.94	4			Stone pillar where the Americans observed; in 1884.
Bahia IV. (Rio-Vermelho)	38 29 27	13 0 42	G			+ 2 39.75	4			End of the tram-line to the village of Rio-Vermelho; in 1884.
Morro-S. Paulo I	38 55 1	13 22 37	A	9 36 58	4	+ 1 56.91	4	5.9491	4	Foot of hill on which stands the light-house.
Morro-S. Paulo II	38 56 4	13 23 43	A	9 33 27	4			5.9417	4	Village.
Marahú I	38 59 3	13 55 18	A	9 29 42	4	+ 1 0.67	4	5.9082	4	Village.
Marahú II	38 59 3	13 55 18	A	9 25 3	4			5.8927	4	Island of Pedra-Forada.
S. Cruz I	39 0 17	16 15 7	A	9 11 53	2	- 2 46.92	4	5.8049	4	Bank at mouth of river. North of village.
S. Cruz II	39 0 57	16 16 56	A	9 13 33	4			5.7972	4	Village, church.
Caravellas	39 15 9	17 44 16	A	8 52 35	4	- 5 12.43	4	5.7363	4	Open country, immediately above the town.
Ilheos I (S. Jorge-de)	39 1 25	14 47 32	A			- 2 26.15	6	5.7937	6	Opposite the town.
Ilheos II	39 0 51	14 48 6	A	10 20 28	4	- 1 37.80	2	5.8776	4	Foot of Morro-Pernambuco, near mouth of river.
Maceió I	35 43 15	9 40 5	A	12 19 13	4	+ 6 53.00	4	6.0941	4	Square in front of church.
Maceió II	35 41 55	9 39 45	A	12 20 48	4	+ 6 49.87	2	6.0892	4	Beach, North of the town.

NAME OF STATION.	Longitude W. of Grw.	Latitude South.	Authority.	Declination for 1883.0 10 a. m.	Number of observ.	Inclination, observed.	Number of observ.	Horizontal intensity for the year 1883. 8 a. m.	Number of observ.	DESCRIPTION OF STATION.
Maragogy (Gamela, Barreta)...	35°13' 29"	0° 2' 22"	M A	12°40' 27"	3	+ 7°50'.23	4	6.1129	4	Church, centre of village.
Pernambuco I. (Recife)	34 52 40	8 3 46	G	12 54 28	4	+ 8 56.91	4	6.1710	4	Square, in front of "palacio".
Pernambuco II	34 53 17	8 5 17	G	12 54 46	4			6.1516	4	South of the town.
Fernando-de-Noronha I.	32 24 31	3 50 49	A	15 7 41	2	+14 34.62	4	6.3541	4	Beach, near the prison.
Fernando-de-Noronha II.	32 25 26	3 51 50	A	14 55 44	2	+15 25.40	4	6.3422	4	Beach at the back of the island, avenue of governor's country seat.
Cabedello I.	34 50 18	6 58 16	A	13 6 52	4	+10 46.37	4	6.2165	4	Village, near fortrees.
Cabedello II.	34 51 14	6 58 11	A	13 4 53	2			6.2019	4	Mouth of river opposite the village.
Cabedello III.	34 51 24	7 2 4	A	13 4 36	2	+10 48.12	2	6.1893	4	Higher up the river, half way to the town.
Natal I. (Rio-Grande-do-Norte).	35 12 42	5 46 34	A	12 52 40	2	+13 28.67	4	6.2054	4	Pier, opposite the village.
Natal II.	35 12 3	5 45 44	A	12 56 12	2	+13 28.44	4	6.2138	4	In the downs, mouth of river.
Pititinga I.	35 20 3	5 23 0	A	12 50 4	4	+14 11.05	4	6.2471	4	East end of village.
Pititinga II.	35 18 12	5 21 9	A	12 48 8	3			6.2498	4	Mouth of a creek, North-West of village.
Caçara I.	35 3 15	5 3 30	A	12 17 22	4			6.2395	4	North-East end of village.
Caçara II.	36 3 35	5 4 1	A	12 16 0	2	+14 55.78	4	6.2403	4	South-West end of village.
Ponta-Redonda.	36 57 5	4 56 45	A	11 45 5	4	+15 42.90	4	6.2656	4	Beach.
Ceará I.	38 32 41	3 42 48	M A	10 24 41	4	+18 52.79	4	6.2975	4	Customhouse.
Ceará II.	38 33 19	3 42 48	A	10 29 23	4			6.2837	4	West-end of town, near cemetery.
Canoa.	38 50 9	4 22 43	A	10 19 26	4	+17 32.34	4	6.2775	4	Hotel near railway-station.
Mundahú I.	39 23 9	3 10 50	A	10 0 46	4	+19 43.09	4	6.3029	4	West-end of hamlet, church.
Mundahú II.	39 21 17	3 10 50	A	10 1 44	2			6.3159	2	East-end of d°.
Jericoaquara.	40 32 54	2 49 6	A	9 9 53	4	+20 57.29	4	6.3231	4	Beach.
Ammarcação I.	41 40 44	2 53 17	A	8 9 48	4	+21 10.07	4	6.3304	4	Church.
Ammarcação II.	41 39 50	2 52 55	A	8 12 8	4			6.3339	4	Flagstaff at mouth of river.
Tutoia.	42 15 11	2 42 57	A	7 43 15	4	+21 14.00	4	6.3299	4	Right bank.
Pará I (Estr.-S. Jeron.) (Belem.)	48 29 0	1 26 59	G	3 14 0	28	+23 43.06	30	6.4132	30	Garden of my house, near to the tramway- station, in 1881.
Pará I.	48 29 0	1 26 59	G	3 11 41	24	+23 42.53	24	6.4261	26	D°. in 1833.
Pará II. (Estr.-de-Nazareth)....	48 29 20	1 27 7	G					6.4229	12	Observatory, in Aug. 1883.
Pará II.	48 29 20	1 27 7	G					6.4287	13	D°, in Oct. 1883.

NAME OF STATION.	Longitude W. of GrW.	Latitude South.	Authority.	Declination for 1883.0 10 a. m.	Number of observ.	Inclination, observed.	Number of observ.	Horizontal intensity for the year 1888, 8 a. m.	Number of observ.	DESCRIPTION OF STATION.
Maranhão (S. Luiz).....	44°17' 51"	2°31' 58"	M	6°12' 27"	4	+22° 8'.61	4	6.3510	4	Battery, below the "palacio", at landing place.
Caxias.....	43 20 52	4 51 33	R	6 43 11	4	+18 4.38	4	6.2823	4	Landing place of steamer.
Rio-da-Prata.....	43 36 0	4 36 0	P					6.2909	4	Mouth of river, left bank.
Codó.....	43 51 42	4 28 31	R			+18 52.23	4	6.3086	4	Church.
Coroata.....	44 6 51	4 8 13	R	6 6 51	4	+19 29.13	4	6.2958	4	House of judge.
Pirapemas.....	44 11 37	3 43 19	R	6 11 6	3	+19 55.55	4	6.2979	4	Front of house.
Itapicuru-Mirim.....	44 20 29	3 23 57	R	6 9 53	2	+20 40.41	4	6.3146	4	Church.
Itaipú.....	44 13 0	3 6 16	R	6 13 46	3			6.3229	4	House.
Rosario.....	44 13 46	2 55 21	R	6 15 3	4	+20 52.46	4	6.3136	4	Church.
Parnaíba.....	41 46 45	2 59 22	R	8 7 30	4	+21 7.10	4	6.3339	4	Grassplot, middle of town.
Terezina.....	42 48 45	5 4 56	R	7 8 16	4	+17 36.55	4	6.2675	4	Central square, between "palacio" and hotel.
Colúnia-S. Pedro.....	43 0 43	6 46 24	R	7 11 25	2	+14 29.38	4	6.2424	4	Bank in front of director's house.
Amarante (S. Gonçalo-de).....	42 50 49	6 14 19	R	6 58 30	2	+15 28.28	4	6.2479	4	Mr. Tobler's garden.
Queimadas.....	42 48 12	5 26 0	PR			+16 7.19	4	6.2352	4	Lower end of village.
S. Luiz.....	43 0 40	5 32 0	PR					6.1906	4	Landing.
Bacuri.....	42 51 24	5 23 6	R	7 1 4	2	+17 15.34	4	6.2409	4	Landing.
União.....	42 52 24	4 35 33	R	7 8 22	4	+18 24.88	4	6.2744	4	Bank.
Corralinha.....	43 0 57	4 12 4	PR	6 49 3	4			6.2654	6	In the lagoon, landing.
Lagoa.....	42 47 45	3 59 25	R	7 10 52	2	+19 33.14	4	6.2919	4	Bank.
Repartição.....	42 40 30	3 40 58	R	7 27 11	4	+19 51.32	4	6.2874	4	Village, landing.
Chapeo-de-Couro.....	42 21 20	3 26 8	R	7 33 38	4	+20 15.57	4	6.3150	4	Right bank.
Apporoaga.....	47 46 46	1 59 14	R			+23 7.36	3	6.3977	4	Grassplot at side of house.
Baldajoz.....	47 47 25	2 30 50	R	3 24 52	2	+22 2.73	4	6.3848	4	Front of unfinished church.
Manso.....	47 48 40	2 23 37	R	3 25 56	2	+22 10.13	4	6.3936	4	Barren plain in front of house.
Boa-Vista.....	47 51 4	2 17 7	R	3 24 25	4	+22 33.58	4	6.3950	4	House.
S. Antonio.....	47 46 55	2 5 28	R	3 26 7	2			6.3877	2	Side of house (above it).
S. Domingo.....	47 47 28	1 40 43	R	3 32 30	4	+23 29.87	4	6.3988	4	Square.
Pernambuco.....	48 2 9	1 28 8	R	3 31 6	4	+23 37.47	4	6.4116	4	Front of house.

MAGNETIC SURVEY OF THE EASTERN PART OF BRAZIL.

157

NAME OF STATION.	Longitude W. of Grv.	Latitude South.	Authority.	Declination for 1883.0 10 a. m.	Number of observ.	Inclination, observed.	Number of observ. Horizontal intensity for the year 1883, 8 a. m.	Number of observat.	DESCRIPTION OF STATION.
Cameté.....	49°30' 16"	2°16' 20"	R	2°17' 13"	6	+22°28'.39	4 6.3774	6	Great square.
Baião.....	49 39 55	2 48 26	R	2 9 5	4	+21 25.07	4 6.4215	4	Landing of steamer, top of staircase.
Mocajuba.....	49 30 43	2 35 54	R	2 15 57	2	+22 1.95	4 6.3920	4	Landing of steamer.
Jutahy (Os Patos).....	49 46 25	3 22 19	R	2 6 24	2	+20 24.06	4 6.3979	4	House.
S. Francisco.....	49 39 15	3 45 54	R	2 3 2	2	+19 52.08	4 6.3613	4	Bank in front of house.
Ilha-do-Arco.....	49 35 43	3 58 10	R	1 59 34	4	+19 23.60	4 6.3608	4	Middle of island.
Ituquara.....	49 38 42	2 53 6	R	2 6 43	4	+21 0.71	4 6.3985	4	The only decent house of the hamlet.
Tamandúá.....	49 29 0	2 29 14	R	2 20 47	6		6.3773	4	House.
Soure.....	48 31 45	0 43 35	E	3 29 42	2	+24 44.83	4 6.4452	4	Landing of steamer.
Ilha-das-Onças.....	48 31 39	1 27 0	P	3 7 56	6		6.4336	6	House of Mr. Nougès.
Juiz-de-Fora.....	43 19 20	21 45 37	R			-10 44.98	4 5.5888	4	Railway-station.
João-Gomes.....	43 31 25	21 27 41	R	4 45 6	2	-10 6.65	4 5.6376	4	D°.
Barbacena.....	43 45 57	21 14 43	R	4 35 49	2	-9 39.48	4 5.6272	4	D°.
Carandahy.....	43 47 58	20 57 10	R	4 39 45	2	-9 9.41	4 5.6364	4	D°.
Queluz.....	43 47 27	20 39 50	R	4 38 18	2	-8 13.30	4 5.6965	4	Hotel, near station.
Itabira (do-Campo).....	43 48 7	20 15 23	R	5 28 59	2	-8 15.77	4 5.5837	2	Immediately below the village.
Sabará.....	43 47 13	19 53 10	R	4 42 18	4	-5 49.50	4 5.6854	4	Open spot near hotel, between the two bridges.
S. Luzia.....	43 50 25	19 46 19	R	4 56 26	4		5.7137	4	Church, side of priest's house.
Funil.....	43 48 39	19 35 56	R	5 1 22	4	-6 46.13	4 5.6961	4	In the wood, about a kilometer below the fall of the same name.
Sítio.....	43 59 36	19 15 0	R			-6 17.70	4 5.7094	4	In the wood.
Trairas.....	44 0 27	19 0 31	R	4 44 16	4	-5 59.91	4 5.7118	4	Bank below the village.
Sacco-do-Porto.....	44 10 43	18 42 17	R	4 42 16	4		5.7218	4	In the wood.
Barra-do-Paraúna.....	44 9 0	18 30 14	R	4 53 39	3	-5 4.67	4 5.7445	4	Mouth of Paraúna, left bank.
A.....	44 18 0	18 16 30	R	4 50 6	4	-4 59.74	4 5.7367	4	In the wood.
Barra-do-S. Francisco.....	44 29 52	17 58 13	R	4 41 18	2	-4 31.23	4 5.7876	4	Not the great S. Francisco, but a small river of the same name; left bank.
B.....	44 39 0	17 40 16	R	4 7 52	4		5.8805	4	In the wood.
Guaicuby.....	44 46 49	17 12 27	R	3 24 0	4	-0 41.52	4 5.7477	4	Village, a little above church, which stands above the junction of the rivers.
Extrema.....	44 53 33	16 51 32	R	4 13 7		-2 23.06	4 5.7554	4	Landing.

NAME OF STATION.	Longitude W. of Grw.	Latitude South.	Authority.	Declination for 1883.0 10 a. m.	Inclination, observed.	Number of observat.	Horizontal intensity for the year 1886, 8 a. m.	Number of observat.	DESCRIPTION OF STATION.
Paracatú.....	45° 2' 40"	16° 37' 15"	R	4° 13' 59"	4 — 2° 3' 9.0	4	5.8180	4	Sandbank, a little below the month of the Paracatú.
S. Romão.....	45 4 3	16 20 0	PR	4 10 24	2 — 1 11.03	2	5.8412	2	Under a big tree, near landing.
Barra-do-Urucuia.....	45 4 7	16 7 26	R	4 18 14	4 — 0 49.36	4	5.8133	4	Sandbank.
S. Francisco (Pedra-das-Angicas).	44 52 18	15 57 5	R	4 34 11	4 — 0 55.21	4	5.8716	4	Upper end of village, bank.
Barra-do-Mangaby.....	44 46 48	15 42 2	R	4 40 41	4 — 0 25.22	4	5.8662	4	Bank.
Januarua.....	44 20 35	15 29 35	R	4 56 10	4 — 0 19.35	4	5.8662	4	Bank, landing.
Morro-do-Angú.....	44 8 30	15 16 50	R	5 5 22	4 + 0 8.22	4	5.8754	4	Sandbank, a little above the hill.
Praia.....	43 55 22	14 48 10	R	5 13 55	4 + 0 42.78	4	5.8785	4	Sandbank.
Carinhanha.....	43 46 27	14 18 27	R	5 36 13	4 + 1 47.86	4	5.8821	4	Landing.
Barra-do-Parateca.....	43 38 6	13 55 18	R	5 35 54	4 + 2 10.67	4	5.9210	4	Sandbank below mouth of Parateca.
Pitoba.....	43 37 16	13 39 14	R	5 41 46	4	5.9525	4	A little below hamlet.	
Bom-Jezus-da-Lapa.....	43 26 0	13 15 39	R	5 44 37	4 + 3 21.19	4	5.9529	4	First day: foot of church-hill, second day out of village, nearer to river.
Urubú.....	43 12 15	12 41 30	R	6 48 10	4 + 4 15.18	4	5.9790	4	Landing.
Itahy.....	43 15 52	12 10 45	R	6 9 47	4 + 5 21.54	4	6.0230	4	House opposite the village.
C.....	43 22 34	11 56 45	R	5 56 62	4 + 5 31.89	4	6.0104	4	Bank of river.
Torrinha.....	43 16 45	11 30 38	R	6 1 30	4 + 7 29.77	4	6.0225	4	Front of house.
Barra-(do-Rio-Grande).....	43 9 45	11 5 51	R	6 34 0	4 + 7 15.68	4	6.0549	4	Bank, just below mouth of R. Grande.
Mocambo-do-Vento.....	42 54 4	10 50 27	R	7 1 30	4	6.0807	4	Sandbank.	
Matto-Grosso.....	42 49 6	10 54 52	R	5 17 19	4 + 7 9.40	4	6.0278	4	Village.
Pilão-Arcado.....	42 25 9	10 9 12	R	6 57 35	4 + 8 37.28	4	6.0821	4	Landing, just below village.
Barrocoão.....	42 6 9	9 50 36	R	7 3 49	4 + 8 50.16	4	5.0904	4	Island.
Remanso.....	42 3 34	9 41 44	R	7 15 51	4 + 8 50.86	4	6.1284	4	Bank opposite and a little above village.
Trabiras.....	41 38 16	9 44 32	R	7 30 3	4 + 9 1.97	4	6.0973	4	Ruined house.
Lagoa.....	41 25 34	9 39 20	R	7 43 27	4 + 9 1.39	4	6.0890	4	A league above the village of Sento-Sé.
Joazeiro.....	40 29 0	9 25 14	R	8 18 22	2 + 9 41.55	4	6.0171	4	Landing, near top of main street. First day in a court-yard.
Capim-Grosso (Acurui).....	39 53 55	9 0 13	R	9 2 22	4 + 9 30.49	4	6.0797	4	Landing.
Iha-S. Felix.....	39 32 9	8 37 10	R		+10 28.91	4	6.1033	4	A little below ruins of church.
Rodella.....	38 45 16	8 50 23	R	10 2 25	4 + 9 22.99	4	6.1253	4	Immediately above village.

NAME OF STATION.	Longitude W. of Grv.	Latitude South.	Authority.	Declination for 1883.0 10 a. m.	Number of observat.	Inclination, observed.	Number of observat. Horizontal intensity for the year 1883, 8 a. m.	Number of observat.	DESCRIPTION OF STATION.	
Sacco.....	38°39' 24"	8°58' 24"	R	10° 1' 6"	4	+ 9° 0'.25	4	6.1322	4	A little below the rapid "das-Espinhas."
Tacutiara.....	38 30 43	8 58 36	R			+ 9 5.59	4	6.1209	4	Immediately above a rapid, some 8 leagues above Jatobá.
Jatobá.....	38 19 24	9 10 54	R	10 20 30	2	+ 8 44.41	4	6.1212	4	Railway-station.
Piranhas.....	37 46 13	9 38 40	R	10 48 5	4	+ 7 22.96	6	6.0732	6	D°. — Third day on other side of river.
Penedo.....	36 35 52	10 18 28	R	11 32 53	2	+ 5 49.12	4	6.0383	4	Garden of ruined convent.
Aracajú.....	37 3 39	10 53 49	M	11 17 45	2	+ 5 5.26	2	6.0545	2	Front of prison.
S.A.-de-Nieth.(Largo-de-Barreta).	43 6 27	22 51 56	G	4 51 44	2	-12 0.84	9	5.5720	12	Observatory.
Nova-Friburgo.....	42 31 40	22 18 25	PE	5 23 8	2	-11 36.22	4	5.5859	4	Garden of hotel.
Cantagallo.....	42 20 33	21 50 23	PE	5 37 25	1	-11 13.73	4	5.6094	4	End of village towards station.
Aldéia-de-Pedra.....	42 9 39	21 41 38	PE			-10 29.09	4	5.6023	4	Hotel.
S. Anna-de-Macacé.....	42 41 46	22 34 38	PE	4 37 52	2	-11 52.17	4	5.5479	4	Railway-station.
Rio-Bonito.....	42 37 10	22 43 48	PE	5 26 1	2	-11 46.41	4	5.5861	2	Square.

A P P E N D I X.

METEOROLOGICAL OBSERVATIONS AT PARÁ.

Nov. 1882—Nov. 1883.

BY

E. ENGELENBURG C. E.

In the same garden, already mentioned in Part II, about 12 Meters behind the building for the magnetical observations stood a wooden post on ground covered with short-grass. The rain-gauge was fastened at the top 2.60 m. above the ground. The aneroid barometer and the dry- and wet-bulb thermometer hung about 1.60 m. above the ground in a wooden bottomless screen with Venetian blind sides. The whole screen being always shaded by an oiled canvass (0.75×0.45 m.) nearly horizontal. The frame supporting this canvass allowed giving a slight inclination to either of the two sides.

Instruments. The thermometers were ordinary glass thermometers filled with mercury; the division, in CELSIUS degrees on a slip of paper, was placed in the outer tube. The corrections determined by the Royal Meteorological Institute of the Netherlands varying from $0^{\circ}.2$ to $0^{\circ}.6$ C. The muslin of the wet-bulb thermometer was always kept wet by a wick and a small receptacle, filled with rain-water and placed outside of the screen alluded to above.

The aneroid-barometer by NAUDET and HULOT belonged to the Royal Meteorological Institute of the Netherlands and was used before by Jhr. VAN ALPHEN to find the refraction for his astronomical work. The correction for temperature was given 0.25 m. m. for 1° C. Strong suspicion was felt for the reliability of this correction, however, when tested again by the Institute after my return to Europe, the error was found to be unaltered.

The rain-gauge made by a tinworker at Pará had a circular opening of 0.20 m. in diameter and was provided with the ordinary inward funnel. The rain was measured by an ordinary conic apothecary's glass also purchased at Pará.

Observations. The distance between my dwelling and the place of observation, already mentioned in Part II, has been the cause of a great number of blanks.

As a rule I read the meteorological instruments immediately after every magnetical reading. Moreover the hours 4 and 10 p. m. were adopted chiefly for the sake of the barometer and thermometer. The raingauge was emptied every day at 6 a. m. The state of the sky as to the quantity of clouds was estimated in the scale of 10 (0 = clear, 10 = overcast); also the wind-force was noticed in the land-scale (0 = still, 6 = hurricane).

There are many reasons, as may be concluded from the above, to make these observations less valuable than desirable. I hesitated longtime to print them here in extenso, because seldom if ever meteorological observations of Pará were published. I think it will be sufficient to give the means of the readings for the most frequent hours (Tables XXVII—XXXII). In some degree they may elucidate the climate of Pará.

Barometer. The pressure of the air shows every day a double progression with its turning hours as follows:

Principal	max.	between 9 and 10 a. m.
„	min.	about 4 p. m.
Secondary	max.	about 10 p. m.
„	min.	about 4 a. m.

The diurnal range is extraordinarily great: minimum 2.7 m.m. in Feb., maximum 4.2 m.m. This may be caused perhaps by the instrument itself.

The amplitude of the daily range is maximum in the equinoctial months a minimum in the solstitial months. It is obvious, that the cause may be the stronger insolation during the equinoxes. Remarkable is the greater diurnal range in May, viz. the rainy season than in Oct., the dry season. The mean position for the month seems highest in Aug. lowest in Dec. In July and Aug. the evening maximum at ten seems to be as high or even higher than the morning maximum.

Temperature. In different manners, by the readings themselves and by the means for the hours the mean temperature for the month was calculated. In using the observations at 6 a. m. 2 and 10 p. m., the results showed but very slight differences notwithstanding, using the means for every hour of the month, a great many more observations at 6 a. m. and 2 p. m. could be used than by taking only those days for which observations at these three hours were taken.

As known reaches the temperature every day about 2 p. m. its maximum, being some minutes before the rising of the sun in minimum. The diurnal range is in maximum in the dry reason, in minimum in March, rainy season. Clear

sky at night in the dry season causes the lowest morning temperatures, the contrary occurring in the rainy season.

The opposite is the fall with the temperature at 2 p. m. being lowest about the winter solstice, highest about the summer solstice.

Clouds. In the dry months (Sept. Oct., Nov.) the quantity of clouds from zero in the morning is gradually increasing and reaches its maximum between 10 and 2 p. m., falling from thence to zero again. In the rainy months (March, April) the sky is in the morning more than half overcast, the cloud number reaching its maximum in the evening hours between 4 and 10.

We see a small tendency to decreasing numbers in the morning hours for the first and last months of the rainy season, which fact shows the struggle of the rising sun.

As to nomenclature: I need not to say that cumulus is the common day-cloud; the morning cloud in the rainy season being almost of a kind of cirro-cumulus with very large „sheeps”, the whole being not unlike the burst surface of sun dried clay.

The minimum of the *Elastic force of aqueous vapour* is found to occur at 6 a. m. This minimum is greatest at the end of the rainy season, least in the dry months. It may be noted here, that the strong radiation during the clear Sept., Oct. and Nov. months causes the lowest morning temperature and in consequence the maximum of dew, to which only, rain failing, vegetation is dependent. The tension of vapour increases rapidly till 8 a. m. in the dry season, reaching a somewhat greater amount about 9—10 a. m. in the rainy season. From this time the elastic force decreases slowly till 6 a. m.; however there are still traces of a small secondary movement in the evening hours and even this secondary movement seems to be the principal in the dry months, for then the decrease is but slow and is soon followed by a far greater tension about 7 p. m.

Wind. The force of the wind exhibits a daily range with one minimum (night hours zero) and one maximum in the rainy season between 10 a. m. and in the dry season much later about 4 p. m. In this the antagonism of rain and wind may be seen for rain showers in the dry season occur mostly about 4 p. m. and are then commonly preceded by some strong gusts of wind. Still clearer this antagonism of wind and rain may be seen from the far greater force of the wind in the dry than in the rainy season. It seems as if my estimating wind-force was accompanied by an increasing love for big figures; on

the other hand the number may be explained by a stronger S. E. trade-wind urged by a more intensely heated continent.

Having no wind-vane at my disposal the direction of the wind was but scarcely noted. Of course easterly movements of the clouds were the rule, however when two or three layers of clouds were observed movements from W. to E. were also seen.

Rain. A resumé of the rain fall is given in the last Table. The first column after the names of the months contains the quantity of rain in millimeters, which was observed. The quantity for Sept. 27—Oct. 12 is divided into two parts in proportion to the quantity already found for Sept. and Oct. In the column „uncertain” the number of days is noted, for which the rain of two days together was marked, it being uncertain if only on one or on both days rain had fallen. The column probability gives for some months „Hann’s regenwahrscheinlichkeit”. The percentage for such a month is found in the supposition that 2065 m.m. in the yearly quantity. It may be stated, that the beginning of the rainy season is very uncertain: so in 1883 it was not observed before the beginning of Dec., in 1882 it commenced about a month earlier.

Using the Tables in mutual connection may be the best for their interpretation.

I once saw a halo with two concentric and one reversed arc at 7 a. m. on June 20 1883.

TABLE XXVII.

OBSERVATORY AT PARÁ.

MEAN BAROMETER READINGS IN MILLIMETERS FOR THE DIFFERENT
HOURS OF THE MONTHS.

HOUR.	6	8	9	10	2	4	10	Dif. between readings at 9 and 4.
Dec...1882	755.4	56.3	56.6	56.6	54.4	53.8	55.3	2.8
Jan...1883	56.7	57.7	57.9	57.9	55.3	54.9	57.1	3.0
Febr.....	56.1	56.9	57.1	56.9	54.6	54.4	56.4	2.7
March.....	56.7	57.2	58.2	58.3	55.5	55.1	57.8	3.1
April.....	56.3	57.3	57.6	57.6	54.8	54.6	56.9	3.0
May.....	57.4	58.0	58.2	58.2	55.6	54.0	58.3	4.2
June.....	58.0	58.8	58.9	58.8	56.8	56.7	58.7	2.2
July.....	58.6	59.4	59.5	59.5	57.5	56.9	59.4	2.6
Aug.....	59.1	59.8	60.0	60.0	57.7	57.3	60.1	2.7
Sept.....	58.6	59.1	59.4	59.3	57.1	56.5	59.0	2.9
Oct.....	56.8	57.3	57.7	57.7	55.1	54.6	56.6	3.1
Nov.....	57.2	57.3	57.2	56.9	54.7	54.5	57.1	2.7

TABLE XXVIII.

OBSERVATORY AT PARÁ.

MEAN TEMPERATURE IN DEGREES OF CELSIUS FOR THE DIFFERENT
HOURS OF THE MONTHS.

HOUR.	6	8	9	10	2	4	10	$\frac{6+2+10}{3}$
Dec...1882	22.4	25.7	28.2	29.7	31.2	28.8	24.3	26.2
Jan...1883	23.0	25.5	27.2	28.2	28.9	26.1	23.4	25.1
Febr.....	22.6	26.4	26.7	29.3	29.9	27.2	23.6	25.4
March.....	22.6	25.2	27.1	28.4	28.1	26.7	23.4	24.7
April.....	23.0	25.6	27.1	28.5	28.7	26.5	23.9	25.2
May.....	22.8	26.5	28.6	30.0	32.2	29.0	24.1	26.4
June.....	22.5	26.1	28.2	29.8	33.0	29.6	24.3	26.6
July.....	21.9	25.9	28.0	30.8	32.6	31.2	24.0	26.2
Aug.....	21.6	25.4	27.7	29.3	33.0	29.6	24.4	26.3
Sept.....	21.8	25.7	27.9	29.8	32.8	31.2	24.4	26.3
Oct.....	21.3	26.3	28.6	30.3	31.7	29.4	24.3	25.8
Nov.....	21.1	26.9	29.0	30.8	32.0	29.5	24.7	25.9

TABLE XXIX.
OBSERVATORY AT PARÁ.

MEAN NUMBER OF CLOUDS (SCALE 0—10).

HOUR.	6	8	9	10	2	4	10
Dec...1882	4.8	4.2	4.4	4.9	5.9	7.0	3.3
Jan...1883	8.3	6.9	8.2	7.7	6.6	8.3	
Febr.....	5.7	5.5	6.7	6.2	6.5	6.9	6.9
March.....	5.7	6.8	7.0	7.7	7.8	8.2	8.4
April.....	6.9	6.9	7.2	7.2	7.4	8.0	8.6
May.....	4.1	3.5	3.6	4.8	4.2	6.8	7.5
June.....	2.5	3.6	3.2	3.8	4.4	5.9	4.5
July.....	2.6	2.1	2.7	3.3	5.1	5.1	5.3
Aug.....	0.7	0.6	2.0	3.1	4.6	4.9	3.8
Sept.....	1.4	1.7	4.3	6.3	5.5	4.0	1.0
Oct.....	0.8	0.6	4.4	5.5	5.6	2.9	1.2
Nov.....	0.3	2.8	3.8	5.0	4.6	3.6	3.1

TABLE XXX.
OBSERVATORY AT PARÁ.

MEAN TENSION OF VAPOUR.

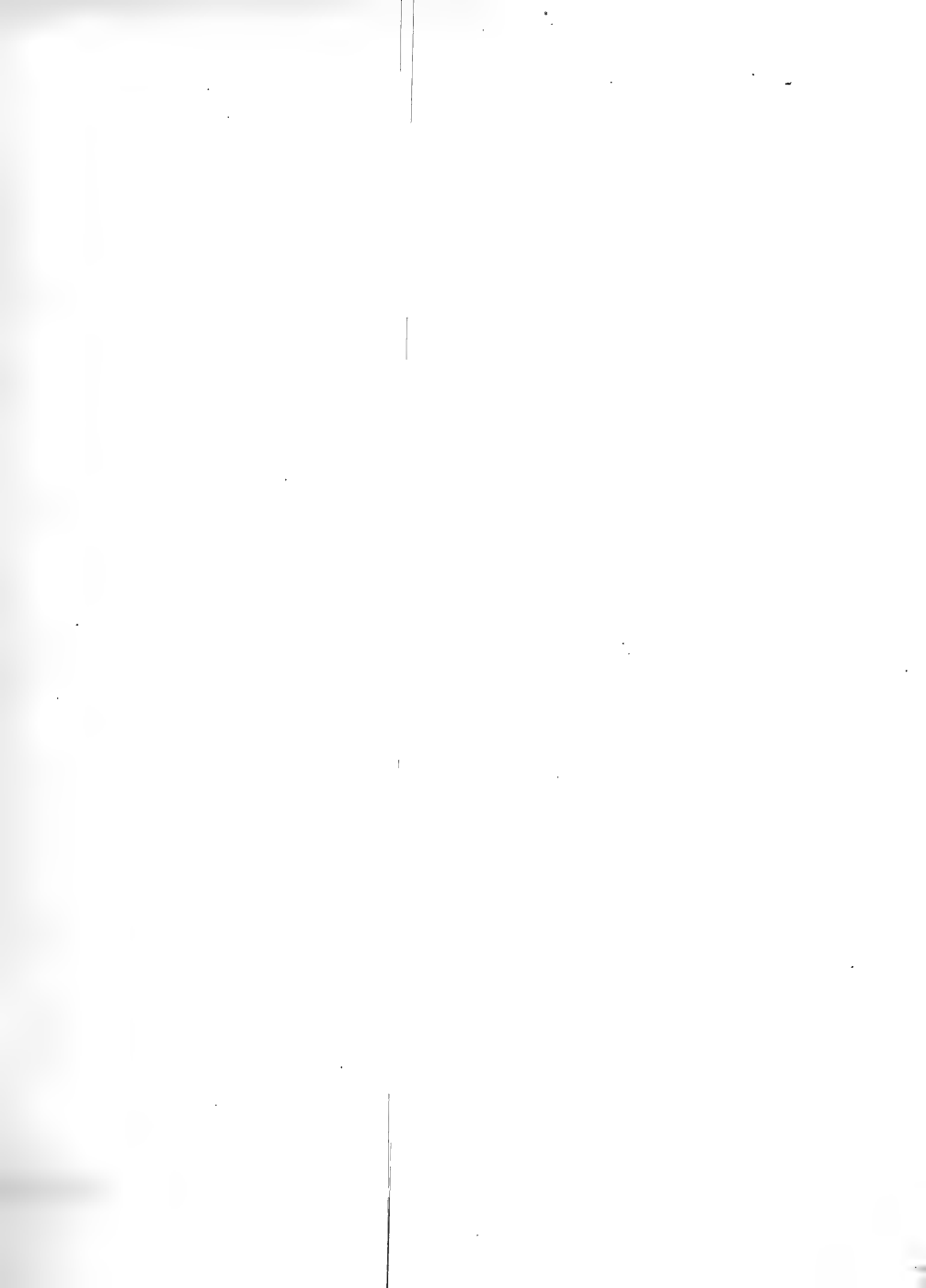
HOUR.	6	8	9	10	2	4	10
Dec...1882	19.4	21.5	21.8	21.4	21.2	22.1	19.6
Jan...1883	19.8	22.3	22.5	22.5	22.0	21.3	20.4
Febr.....	19.7	22.7	22.6	22.2	21.8	22.1	20.5
March.....	19.7	22.3	22.8	22.9	22.5	21.6	20.5
April.....	20.3	22.6	23.2	23.1	22.7	22.0	21.2
May.....	20.1	23.1	23.2	23.4	22.6	23.5	20.9
June.....	19.5	21.9	22.2	22.2	21.5	21.7	20.7
July.....	18.8	20.9	21.3	21.8	20.7	20.4	20.1
Aug.....	18.5	20.9	21.1	21.0	21.0	20.1	20.3
Sept.....	18.5	20.5	20.7	20.6	20.3	20.6	20.4
Oct.....	19.0	20.0	19.6	19.1	20.1	20.9	19.3
Nov.....	17.7	20.2	19.4	19.1	19.0	20.4	19.1

TABLE XXXI.
OBSERVATORY AT PARÁ.
MEAN FORCE OF THE WIND (SCALE 0—6).

HOUR.	6	8	9	10	2	4	10
Dec...1882	0.0	0.5	1.5	2.0	1.7	1.3	1.3
Jan...1883	0.0	0.4	0.6	1.2	1.6	1.9	0.0
Febr.....	0.0	1.0	1.5	1.8	1.2	1.4	0.3
March.....	0.0	0.6	1.1	1.1	1.5	0.8	0.2
April.....	0.0	0.5	1.2	1.4	2.3	1.2	0.0
May.....	0.1	1.0	1.6	2.0	1.6	2.2	0.0
June.....	0.5	1.5	2.0	2.3	2.2	1.5	0.9
July.....	0.2	1.4	2.1	2.2	2.1	1.7	1.3
Aug.....	0.4	1.1	1.8	1.9	2.5	2.6	1.2
Sept.....	0.3	2.0	2.9	3.0	2.4	2.3	1.9
Oct.....	0.2	1.9	2.9	2.9	3.2	3.4	1.1
Nov.....	0.1	1.7	2.6	2.9	3.1	3.4	0.7

TABLE XXXII.
OBSERVATORY AT PARÁ.
R A I N.

	Quantity in m. m.	Number of days with rain.	Number of dry days.	Uncertain	Days of observ.	Proba- bility.	Quantity computed.	%
Nov. 26—30..1882	83.6	4	1	—	5			
Dec.....1883	139.5	17	14	—	31	0.55	139.5	7
Jan.....	268.5	17	1	—	18		462.5	22
Febr.....	145.7	15	3	—	18		228.2	11
March.....	450.2	23	2	6	31		450.2	22
April.....	283.0	26	4	—	30	0.87	283.0	14
May.....	171.1	14	9	8	31		171.1	7
June.....	87.7	15	11	2	28		94.0	5
July.....	95.3	18	13	—	31	0.58	95.3	5
Aug.....	48.0	10	21	—	31	0.32	48.0	2
Sept. 1—26.....	27.0	12	14	—	26	0.46	55.7	3
Sept. 27—Oct. 12..	42.0	—	—	—	—			
Oct. 13—31.....	3.9	4	14	—	18	0.22	17.3	1
Nov. 1—22.....	15.0	3	16	2	21		20.4	1
Sum.....	1860.5					Sum.	2065.2	





DE SAMENSTELLING
EN HET ONTSTAAN DER
ZOOGENAAMDE OERBANKEN
IN DE NEDERLANDSCHE HEIDGRONDEN.

DOOR

G. REINDERS.

Onder *oer* verstaat men de harde, meestal donkerbruin gekleurde lagen, welke vooral bij de beekbezinkingen maar ook hier en daar bij de zeekleigronden en de zandgronden op zekere diepte in den bodem van Nederland voorkomen. *

Behalve door enkele plaatselijke benamingen, als die van *flint* in Noord-Brabant, wordt het oer der beekbezinkingen en der zeekleigronden gewoonlijk door dezen naam, zonder meer, aangeduid; dat onder de zandgronden wordt gemeenlijk *zandoer*, of ook wel *de bank*, en, als deze donker van kleur is, om die eigenaardige kleur soms *koffiebank* geheeten.

De overeenkomst niet enkel in naam maar ook in kleur enz., doet allicht eene overeenkomst in samenstelling vermoeden. En ofschoon reeds Prof. G. J. MULDER (Scheikunde der bouwbare aarde, II, 272) de opmerking maakte, dat hetgeen wij *oer* noemen, geenszins steeds hetzelfde product is, en hetgeen door hem *bank* genoemd wordt, in het geheel niet mag verward worden met het *moeraserts* (het oer der beekbezinkingen), wijzen toch de door hem medegedeelde

* Ook in Noordelijk Duitschland dragen deze lagen den naam van „Ur“.

analysen op eene groote overeenkomst in samenstelling. Deze geven namelijk den indruk, dat ijzeroxyd een der hoofdbestanddeelen van beide uitmaakt, en dat, wat wij zandoer noemen, zand is, waarvan de korrels door ijzeroxyd (hydratisch) tot eene min of meer harde massa aaneengehecht zijn, terwijl het gewone oer in hoofdzaak uit ijzeroxyd (hydratisch) met zand en klei vermengd bestaat. Zoo vond HEKMEYER * in eene bank te Barneveld:

in zoutzuur onoplosbaar (zand en een weinig klei)	26.020
water	13.340
in water oplosbaar	0.026
in zoutzuur oplosbaar	53.590
waarvan ijzeroxyd	(49.050)
organische stof	8.920

En Prof. BLEEKROODE in:

Oer van Vorden (zandgrond)	58.8 pCt. ijzeroxyd.
" " " (kleigrond).	75.5 " "
" " Hees (onder Didam)	59.8 " "
" " Apeldoorn.	61.3 " "
" " " (Wormingen).	65.2 " "

Eene dergelijke beschouwing vinden wij ook bij Dr. STARING (*De Bodem van Nederland*, II, bl. 18) en bij Dr. F. SENFT (*Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen*, S. 170 en 181.)

De laatste zegt echter S. 181: „Es ist jedoch vieles von dem, was man in diesen Gebieten (de Niederungen zwischen Rhein und Elbe) Raseneisenstein nennt, nichts weiter als *Ortstein* oder *Ortsand*, also ein Sandgebilde, dessen einzelne Körner mit einer Eisenoxydrinde umhüllt sind. Dieser Ortstein findet sich am meisten in dem Haideboden, namentlich der Lüneburger Haide”.

Een paar analyses van Ortstein, door Dr. GRAEGER, worden door SENFT medegedeeld, en terwijl blijkens de andere analyses, hier opgegeven, eigenlijk oer 23—82 pCt. ijzeroxyd bevat, komt er in dezen Ortstein slechts 0.9 en 1.7 pCt. ijzeroxyd voor; in de eerste bovendien 0.27 pCt. ijzeroxydule.

In 1886 werd door mij eene oerbank, voorkomende onder afgegraven hoogveen uit de gemeente Wildervank, prov. Groningen, op het ijzergehalte onderzocht en hierin eveneens slechts 0,98 pCt. ijzeroxyd gevonden. †

* Scheikunde der bouwbare aarde II, 271 (1860)

† Nieuwe Landbouw-Courant van 21 Augustus 1886.

Deze overeenkomst in samenstelling, in verband met de overeenkomst in ligging, maakt het ontwijfelbaar, dat wat hier te lande gemeenlijk zandoer of de bank der heidevelden genoemd wordt, deze Ortstein onzer naburen is. Soms wordt de harde laag door de Duitsche geologen ook *Rotherde* of *Eisenerde* en als zij dadelijk bij het naarboven brengen uiteenvalt, *Fuchserde* of *Branderde* geheeten. In Denemarken is zij bekend onder den naam *Ahl* en *Rödjord*, in Frankrijk onder dien van *Alios*.*

Bij de houtteelt werkt deze bank zeer nadeelig. Zij laat het water niet door; de bovengrond is daardoor in een gedeelte van het jaar te vochtig voor den weligen groei der boomen, en hunne wortels stuiten vaak op de bank en verspreiden zich slechts zijwaarts. † Ook is waargenomen dat eene korst van bruin ijzererts om de wortels der boomen gevormd wordt, dat zeer nadeelig is.

De meeste aandacht heeft zij dan ook getrokken bij de boschbouwkundigen en bij dezen in de laatste jaren meermalen een voorwerp van onderzoek uitgemaakt. Zoo door E. EMEIS (*Waldbaulichen Forschungen und Betrachtungen* 1876); Dr. RAMANN (*Jahrbuch der Königl. preusz. geologischen Landesanstalt für* 1884 en 1885) en in uittreksel in DANCKELMANN's *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, 1886. S. 14 en vooral door Dr. P. E. MÜLLER (*Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden mit analytischen Belegen von* C. F. A. TUXEN. Berlin, G. SPRINGER 1887. *Forsch. Agric. Phys.* 1887. S. 383).

Het onderzoek van EMEIS heeft betrekking op Ortstein in Sleeswijk-Holstein, dat van Dr. RAMANN eveneens, alsmede van de Lüneburger Heide, van Hanover, Pommeren en Boheme, dat van Dr. MÜLLER op Ortstein enz. van Jutland en de Deensche eilanden.

Eene vraag omtrent de samenstelling van het zandoer of juistere van de banken (ortstein) onzer heidevelden en van de daarop aangelegde bosschen, gaf mij aanleiding een onderzoek daarnaar in te stellen. Voor zoover ik heb kunnen nagaan is er toch, behalve het hierboven aangehaalde in de „Scheikunde der bouwbare aarde”, geen onderzoek omtrent de samenstelling en de vorming van het zandoer gedaan, en kon er dus zonder dit geen bepaald antwoord op bovenstaande vraag gegeven worden.

* DANCKELMANN's *Zeitschrift f. Forst- und Jagdwesen*. 1886, S. 15.

† Zie o. a. C. J. M. JONGEBINDT CONINCK, „Het een en ander over de houtteelt in Drenthe, bl. 20.

I. LIGGING EN SAMENSTELLING DER OERBANKEN.

Het door mij onderzochte oer is afkomstig uit de gemeenten Apeldoorn en Olst. Monster A is uit een larixboschje, gemeente Apeldoorn, Sectie F, N^o. 3054; B van zogenaamden driesgrond (aan zichzelf overgelaten en op natuurlijke wijze met grassen begroeiden bouwgrond), id. Sectie F, N^o. 3053; C van een heideveld, het Barrewinkelveld en D van hetzelfde veld aan den Zutphen-Apeldoornschen straatweg, met dennen begroeid, id. Sectie F; E is van het Hofveld bij Apeldoorn aan den Arnheemschen straatweg, van Apeldoorn naar Beekbergen, id. Sectie G, Beekbergen, N^o. 1873 en 1874; F van de Stroeweide, id. F, Apeldoorn, N^o. 4051; G is afkomstig van het Liesten, bij het Uchelsche bosch en het gehucht Engeland, Sectie F, Beekbergen, N^o. 1832. A' en B' zijn afkomstig uit de gemeente Olst, buurtschap Wezepe, op de grens van het Middelveld en komen voor onder een oud dennenbosch, dat gedeeltelijk reeds gerooid is. Het is hooge zandgrond, maar op 1 meter diepte kwam reeds het grondwater te voorschijn. A' is wel zoo laag gelegen als B'. *

Van de banken A, B en D, A' en B' geven de volgende profielen de ligging ten opzichte van boven- en ondergrond aan.

A.	B.
Door humusstoffen zwartachtig van kleur, naaronderen wordt de kleur donkerder maar wisselt onregelmatig af met witte plekken zand. . . . 20 cM.	Bovengrond donker van kleur, de grijze laag als bij A ontbreekt hier 30 cM.
Grijs zand 10 cM.	Bank, bruin van kleur . . 30 cM.
Zwart van kleur 10 cM.	Ondergrond geel zand.
Bank, bruin van kleur . . 10 cM.	
Geel zand, nog gedeeltelijk hard 30 à 40 cM.	
Ondergrond wit zand.	

* A, B, C, D en F behooren tot het Woudhuis, de bezitting van den heer Mr. P. M. TUTEIN NOLTHENIUS, te Zutphen.

D.

Humus 5 cM.

Wit of grijs zand met zwarte strepen 25 cM.

Meer gelijkmatig gekleurde grond, eerst grijs en naarbeneden langzamerhand harder en donkerder wordende 50 cM.

Onregelmatig dikke bank, bruin van kleur, naar-
onderen wordt zij al lichter en lichter van kleur
gaat eindelijk in geel zand en ten slotte in wit
zand over 10 à 20 cM.

Op eene andere plaats, in wier nabijheid monster *D* genomen werd, was de bovengrond tot 30 cM. eerst zwart, dan grijs; van 30—40 cM. werd eene zwarte laag met hier en daar witte strepen aangetroffen, van 40—60 cM. de bank, die eerst donker en daaronder meer licht van kleur is, en overgaat in niet samenhangend geelachtig zand.

Onmiddellijk hiernaast werd onder de zwarte en grijze lagen op eene diepte van 25 cM. eene laag zwart veen aangetroffen, ter dikte van 30 cM. met het karakter van Doppleriet.

De ligging en de dikte der Oerbank zijn in dit, twintig jaar geleden, aangelegd dennenbosch, zeer ongelijk, wat mij door een tweede plaatselijk onderzoek nog duidelijker gebleken is. Op eene eenigszins hooger gelegen plaats kwam zij op eene diepte van 80 à 90 cM. voor, en werd onder het bovenliggende humushoudende zand, op eene diepte van ruim $\frac{1}{2}$ meter, eene laag veen van 20 cM. dikte aangetroffen; op eene andere plaats was op eene diepte van ruim 20 cM. slechts eene geringe bankvorming te bespeuren, ofschoon de boomen daar slecht groeiden. Onder de bank werd op twee plaatsen grinthoudend zand gevonden; evenals meest overal volgde hier op de bank bruin gekleurd, weinig of niet samenhangend zand en daarop grinthoudend zand: op de eene plaats op eene diepte van 1.10 meter, op de andere op 1.35 meter diepte. Op laatstgemelde plek was deze laag 15 cM. dik, daarop volgde 10 cM. leemhoudend zand, en daaronder, op eene diepte in het geheel van 1.60, het grondwater met zoogenaamd loop- of welzand.

In 't algemeen echter komt de ligging der bank ten opzichte van de bovenliggende lagen met het hierboven gegeven profiel overeen; alleen de dikte der

bovengelegen lagen en der bank verschilt zeer; met name geldt dit ook van de tweede laag (wit of grijs zand gemengd met zwarten humus, die niet zelden afwisselende lagen vormen), welke hier ter dikte van 25 cM. is aangegeven, maar die op andere plaatsen niet dikker dan 6 à 10 cM. gevonden werd.

Bank *F* is afkomstig van eene plaats waar de grond meer leem bevat; zij is veel harder en kan niet zoo gemakkelijk fijn gewreven worden als de meeste andere banken.

Van de ligging der banken *A'* en *B'* kunnen de volgende profielen een denkbeeld geven.

A'	B'
Bovengrond, donkergrijs van kleur. 20 cM.	Bovengrond van dezelfde kleur als bij <i>A'</i> 12 cM.
Bank, bruin van kleur, van den bovengrond scherp afgescheiden. 20—45 cM.	Veel lichter van kleur dan de bovengrond en hiervan scherp afgescheiden, door witte plekken hier en daar geaderd 12—14 cM.
Lichter van kleur, gaat daarna in den ondergrond als bij <i>B'</i> over 45—55 cM.	Bank, iets lichter van kleur dan <i>A'</i> , met enkele plantwortels 14—25 cM.
	Onder de bank lichter van kleur 25—50 cM.
	Ondergrond, licht van kleur 50—70 cM.

Bij het scheikundig onderzoek van dergelijke gronden leveren de daarin voorkomende organische stoffen eigenaardige bezwaren op. Door gloeiing worden zij wel gemakkelijk verwijderd, maar is men niet altijd zeker of niet ook andere bestanddeelen vervluchtigd zijn; bovendien kan de onderlinge verhouding der overige bestanddeelen van den grond daardoor worden gewijzigd. Bij het uittrekken met zuren of alkalische vloeistoffen treden zij naast andere bestanddeelen van den grond geheel of gedeeltelijk in oplossing; zij kunnen daarbij echter min of meer gewijzigd worden, en ook de werking die het oplosmiddel zonder haar zou uitoefenen, veranderen. Ik heb daarmede steeds rekening gehouden

en de verkregen uitkomsten zooveel mogelijk gecontrôleerd. Ofschoon deze nog niet op volledigheid aanspraak kunnen maken, meen ik toch dat zij voldoende nauwkeurig zijn om een oordeel omtrent de samenstelling der banken te vormen.

a. Zure reactie en waterig aftreksel.

Al de onderzochte monsters reageerden zuur, ook de boven- en ondergrond, waar die onderzocht werden. Blauw lakmoespapier, met den vochtigen grond in aanraking gebracht, werd rood en bleef dit ook na verwarming; een waterig aftreksel kleurde blauwe lakmoesoplossing rood; phenol-phtaleïne werd, na roodkleuring door eene basis, met het aftreksel in aanraking gebracht, verkleurd.

Teneinde de zure reactie te beoordeelen, werden van elk monster (nog versch, zonder aan de lucht gedroogd te zijn) 100 gram in een $\frac{1}{2}$ liter-flesch gebracht en met ammoniakvrij water tot op het merk gevuld, herhaaldelijk geschud en na 24 uur 50 cM³. afgefiltreerd en met $\frac{1}{100}$ normaal kaliloog (phenol-ptaleïne als indicator) getitreerd. Op 100 gram berekend, vereischten voor het neutraliseeren:

A.	8.8	cM ³ . $\frac{1}{100}$	normaal	KOH.
B.	14.08	" "	" "	" "
C.	8.8	" "	" "	" "
D.	26.	" "	" "	" "
Bovenlaag van D.	37.5	" "	" "	" "

De lichtbruine kleur der waterige aftreksels en de geringe reactie op anorganische zuren deden vermoeden, dat het zuur-reageeren aan oplosbare humuszuren moet worden toegeschreven. Teneinde daaromtrent meer zekerheid te krijgen, werden van bank D en de daarboven gelegen sterk zuur reageerende laag * grootere hoeveelheden waterige aftreksels gemaakt en op de bestanddeelen onderzocht. De uitkomsten daarvan zijn in tabel I bijeengevoegd. Daaruit blijkt, dat behalve geringe hoeveelheden kalk, magnesia, alkaliën, ijzeroxyd, kiezelzuur en chloor, er eene betrekkelijk groote hoeveelheid aluinaarde en zwavelzuur door water in oplossing is gebracht. Berekent men de hoeveelheden alkalische aarden en alkaliën, alsmede die van het zwavelzuur en chloor in aequivalenten, dan zijn er aeq. zuur over. Een gedeelte van het zwavelzuur moet dus aan aluinaarde gebonden zijn. Of nu in de waterige oplossing de humusstoffen, waarvoor het gloeiverlies van het op 110° gedroogde residu der indamping als

* Hiervoor werd genomen de laag ongeveer van 2.5—3 à 3.5 dM., die grijs van kleur — maar waarin geen witte en zwarte strepen voorkomen — en dus meer homogeen is.

maat moest dienen, eene zekere hoeveelheid van dit zwavelzuur in vrijheid gesteld hebben en daardoor de zure reactie veroorzaakt wordt, dan of de humusstoffen de zure reactie veroorzaken, blijkt nog niet. Er is echter met eene basis nog geene rekening gehouden, namelijk eene kleine hoeveelheid ammonia. Met NESSLER's reagens kon ammonia in de waterige aftreksels aangetoond worden, en bij schatting bedroeg het in dat van bank D 1 milligram en in de laag daarboven iets meer. Een milligram ammoniak nu is reeds volgens de gevolgde berekening $\frac{10}{17} = 0.588$ aeq. Dit opgeteld bij de aeq. overige bases, nl. voor de bank 0.193 en de bovengelige laag 0.411, bekomt men 0.781 resp. 0.999 aeq. en heeft de som der aeq.-bases de overhand. Aangezien het zwavelzuur bepaald is in een gedeelte van het aftreksel, dat na indamping gegloeid was om den humus te verwijderen, kon daarbij nog een spoor zwavelzuur vervluchtigd zijn. Het gloeien had evenwel bij eene zoo laag mogelijke temperatuur plaats, ammonia zal daarbij vervluchtigd zijn en het zwavelzuur, voor zoover dit niet aan de alkaliën en alkalische aarden gebonden was, aan de aluinaarde gebonden gebleven. Basisch aluminiumsulfaat toch verliest al zijn zwavelzuur eerst bij sterke verhitting. *

Ik meen de zure reactie van het waterig aftreksel dus aan humuszuren te moeten toeschrijven †, dat waarschijnlijk als colloidaal humaat van alkaliën, aluinaarde en ijzeroxyd daarin voorkomt, en zoodoende de betrekkelijk groote hoeveelheid aluinaarde verklaart, die in de aftreksels gevonden is. Zie verder blz. 32.

b. Het bindmiddel en het ammoniacaal aftreksel.

De hoofdvraag bij het onderzoek was vooreerst: waaruit bestaat het bindmiddel, waardoor het losse zand der heidevelden tot eene soms vrij harde massa geworden is, zoodat de spade er op afstuit en het pikhouweel soms gebruikt moet worden om de bank te verbreken, welke hardheid den Duitschers aanleiding heeft gegeven tot den naam „Ortstein”.

Tegenover de meening van STARING en van SENFT, dat ijzeroxyde dit bindmiddel zou zijn, staat toch die van vroegere en latere onderzoekers, welke aan humusstoffen en humuszure zouten, al of niet in vereeniging met ijzeroxyd,

* Eene herhaalde zwavelzuurbepaling, na gloeiing onder toevoeging van soda, gaf mij ook nagenoeg dezelfde uitkomst.

† Waterige aftreksels van zure zeekleigronden, waarin de aeq. anorganisch zuur de overhand hebben boven de aeq. bases, zijn ook niet bruin gekleurd. Zie Prof. VAN BEMMELEN, Bijdragen tot de kennis van den alluvialen bodem van Nederland, bl. 58.

het aaneengehecht zijn der zandkorrels tot eene harde massa toeschrijven. FORCHHAMMER (1835, schijnt het eerst te hebben uitgesproken: „dat niet ijzer, maar eene organische turfachtige stof dit bindmiddel is”. *

Voor dit onderzoek werden vooreerst brokjes der banken op een platinablikje verhit. Zij werden daarbij eerst zwart gekleurd (door verkoling, wijl de zwarte kleur bij verdere verhitting verdween) en vielen daarna bijna zonder druk tot een poeder uiteen, dat

- bij A *roodachtig bruin*,
- „ B *licht bruin*,
- „ C *licht geel, bijna wit*,
- „ D *bijna wit*,
- „ E *iets donkerder bruin als B*,
- „ F *rood als roodijzersteen*,
- „ G *nagenoeg wit, enkele plekken bruin*,
- en „ A' en B' *bijna wit, als van D, gekleurd was.*

Alleen van F was de samenhang na het gloeien blijven bestaan, maar toch zeer verminderd, zoodat een licht kloppen met een hamertje voldoende was om het brokje uiteen te doen vallen.

Van eenige monsters werden voorts brokjes: 1^o. met water, 2^o. met verdunde ammonia, 3^o met verdund zoutzuur geschud. Met water alleen (dat, gelijk uit het hiervoor vermelde onderzoek omtrent de reactie blijkt, uit de tot poeder gewreven bankgrond wel eenige bestanddeelen oplost) liet het bindmiddel niet los; met verdunde ammonia ging dit het best en de vloeistof werd donkerbruin gekleurd, vooral van de monsters B, C, D en G; verdund zoutzuur deed de brokjes mede min of meer uiteenvallen, maar niet zoo spoedig als verdunde ammonia. In de ammoniacale oplossing gaf zoutzuur een min of meer sterk neerslag van humuszuren; in de zoutzure oplossing brachten ammonia, ferrocy-aankalium en zwavelammonium de bekende ijzerreacties voort.

Uit deze voorloopige proeven blijkt dus reeds, dat de humusstoffen zeer zeker tot de vastheid der meeste oerbanken bijdragen, en verder dat zij ijzer bevatten, waarschijnlijk in den vorm van hydratisch ijzeroxyd en enkele zouten, dat in vereeniging met de humusstoffen hare vastheid kan hebben veroorzaakt.

Omtrent silicaten, die, volgens MULDER † in vereeniging met het aanwezige

* Zie DR. P. E. MÜLLER, t. a. pl., bl. 250.

† Scheikunde der bouwbare aarde, II bl. 263.

zand de banken hoofdzakelijk zouden vormen en omtrent de andere bestanddeelen der bank leeren zij niets. Een nader onderzoek, zoowel omtrent de humusstoffen als omtrent hetgeen de vloeistoffen, die de bank uiteen doen vallen, oplossen, was dus gewenscht.

De hoeveelheid humusstoffen kan tennaastebij bepaald worden door het gloeiverlies van den bij 100 à 110° gedroogden grond.

Dit bedroeg bij A	1.03	proc.
„ B	2.94	„
„ C	2.95	„
„ D	2.47	„
„ E	3.65	„
„ F	11.06	„
„ G	15.80	„
„ A'	2.84	„
„ B'	3.98	„

Ofschoon nu door het gloeien al de onderzochte banken, behalve F, haar samenhang verliezen, en tot (hoofdzakelijk door ijzeroxyd min of meer bruin gekleurd) los zand worden, zoo is dit gloeiverlies volstrekt geen maatstaf voor de vastheid. Want de banken A en D b.v. zijn veel vaster dan G en B', en toch is het gloeiverlies, vooral van G veel grooter. Bovendien is het gloeiverlies geen zekere maatstaf voor het humusgehalte, omdat door het gloeien ook sterker gebonden water, dat eerst boven 110° ontwijkt, uitgedreven wordt. Er moet verder onderscheid gemaakt worden tusschen humus, die zich ten opzichte van sterke bases meer indifferent vertoont, en de zoogenaamde humuszuren, die met bases zoogenaamde humaten vormen. Door alkalien en koolzure alkaliën kan min of meer eene scheiding, hoe onvolkomen dan ook, (omdat de humusstoffen zelve, vooral bij toetreding der lucht, veranderd worden) tusschen beide worden verkregen, en daar waarschijnlijk meer de zoogenaamde humuszuren en humaten dan wel de indifferente humus tot de vastheid der banken bijdragen, werd van eenige banken de hoeveelheid humuszuren bepaald door 10 gram luchtdroge aarde uit te trekken met natriumcarbonaatoplossing.

Deze oplossing werd met azijnzuur in geringe overmaat aangezuurd en, na uittreiking van het koolzuur, met loodacetaat neergeslagen. Het neerslag van loodhumaat werd afgewasschen, gedroogd en gewogen; daarna gegloeid en op nieuw gewogen. Het verschil der beide wegen gaf het gewicht der humusstof.*

* De verbinding van loodoxyde met de humusstof is, als zijnde eene colloïdale verbinding, van

Op deze wijze werd in B gevonden 2.126 pCt humuszuren, terwijl het gloeiverlies van dit monster 2.94 pCt. bedroeg. Ook te oordeelen naar de witte kleur van het overgebleven zand en eene geringe hoeveelheid afslibbare deelen (klei) ging dus de grootste hoeveelheid humus in oplossing, zoolat deze hoofzakelijk als humuszuur of als humaat in de bank zal voorkomen. Bij F was het verschil echter grooter; hier werd door oplossing met natriumcarbonaat 1.75 pCt. humuszuur gevonden, terwijl het gloeiverlies 10.42 bedroeg; blijkbaar aan de donkere kleur bevatte het uitgetrokken residu nog humus, die hier dus sterker gebonden schijnt te zijn aan de grootere hoeveelheid ijzeroxyd die er in voorkomt, — of ook voor een grooter of kleiner deel als in alkalien onoplosbare stof niet in oplossing is gekomen.

Niet onwaarschijnlijk behouden de grootere hoeveelheden ijzeroxyd en aluin-aarde, die hierin voorkomen (39 resp. 9 pCt.), ook meer water na verhitting op 110°, en wordt daardoor het grooter verschil tusschen uitgetrokken humus en gloeiverlies verklaard. Aannemende nu, dat de humusstoffen een gemiddeld gehalte aan koolstof bezitten, kan de hoeveelheid humus ook gevonden worden door de koolstof te bepalen bij wijze van de elementair-analyse. Op deze wijze kon ook de in F achtergebleven koolstof en tevens het sterker gebonden water bij benadering gevonden worden. Daar de humusstoffen, gelijk bekend is, steeds stikstof bevatten, was echter tevens eene stikstofbepaling noodig.

Als maatstaf van berekening werd met *EX. WOLFF* aangenomen een koolstofgehalte in den humus van 58 pCt., zoodat de koolstof met den factor 1.724 vermenigvuldigd moet worden ter berekening van het humusgehalte.

Deze bepalingen, in tabel II bijeengevoegd, gaven tamelijk bevredigende uitkomsten. In B werd gevonden 0.826 pCt. C. dus

$$\begin{array}{r} 0.826 \times 1.724 = 1.42 \text{ pCt. humus.} \\ \text{stikstof} = \underline{0.05} \text{ „} \\ \text{Samen } 1.47 \text{ „} \end{array}$$

onbepaalde samenstelling (Zie daarover *VAN BEMMELEN*, Landwirthsch. Versuchsstat. 1855 Bd. 35 S.114.)

Ik vond in den neerslag uit:

de aarde F	44	pCt. PbO.
" "	B 47	" "
" "	D 40	" " een andere maal 45 pCt.
de bovenliggende laag van D	41	" "

In loodverbindingen van humusstoffen vond *VAN BEMMELEN* hoeveelheden van 43 pCt. tot 52 pCt. PbO., (zie de aangeh. verhand. bladz. 114—115.)

Het gloeiverlies bedroeg	3.39 pCt.
humus + stikstof	<u>1.47</u> "
dus water boven 110° uitgedreven	1.92 "

De hoeveelheid water door de elementairanalyse verkregen bekend zijnde, en in den humus 4 à 5 pCt. waterstof aannemende, kan nog eene andere berekening gemaakt worden, en misschien is deze juist. Aangenomen dus, dat de hoeveelheid van 1.42 pCt. humus werkelijk aanwezig is, en deze b. v. 4 à 5 pCt. waterstof bevat, dan is dit $\frac{4.5 \times 1.42}{100} = 0.064$ pCt. waterstof in den humus.

Dit vertegenwoordigt $0.064 \times 9 = 0.58$ pCt. water. Door elementairanalyse werd gevonden 1.98 pCt. water

Hiervan af water als waterstof in den humus 0.58 " "

Dus water boven 110° uitgedreven 1.4 "

Van D was het gloeiverlies 2.23 pCt.

Humus. $1.90 C. \times 1.742 = 1.88$ pCt.

Stikstof. 0.04 "

Samen. 1.92 "

Dus water boven 110° uitgedreven 0.31 "

Van F bedroeg het gloeiverlies. 10.21 "

Geheele hoeveelheid humus $1.76 C. \times 1.742 = 3.04$ pCt.

Stikstof. 0.06 "

Samen. 3.10 "

Water boven 110° uitgedreven. 7.11 "

Nemen wij nu in den humus aan 4 tot 5 pCt. H, dan bevatten:

3.04 pCt. humus. 0.12 tot 0.15 pCt. *waterstof*,

welke hoeveelheid beantwoordt aan 1.08 tot 1.35 " H₂O.

Bij de elementairanalyse gevonden, 7.2 " H₂O.

Blijft over boven 110° gebonden . 6.1 tot 5.85 pCt. H₂O.

Deze hoeveelheid verschilt niet veel van. . 7.11 pCt. H₂O,

welke volgens de vorige berekening gevonden is, als men in aanmerking neemt dat de humusberekening slechts eene benadering is, en het waterstofgehalte van den humus evenzoo. Voldoende blijkt, dat 6 à 7 pCt. H₂O aan het ijzer-

oxyd en de aluinaarde gebonden is, of aan het complex van ijzeroxyde en de aluinaarde met de humusstof. Immers houdt volgens het onderzoek van Prof. VAN BEMMELEN* het colloïdale ijzeroxyde bij 100° ongeveer 1 mol. H₂O en de colloïdale aluinaarde 2 tot 3 mol. H₂O terug. Deze hoeveelheden in rekening brengende, zoo zoude:

	39 pCt. Fe ₂ O ₃ bij 100° nog vasthouden . . .	4.2	pCt. H ₂ O
en 9	" Al ₂ O ₃ " " " " " . . .	3.2	" H ₂ O
	te zamen	7.4	" H ₂ O,

welke hoeveelheid stemt met de boven berekende tot van 6 tot 7 pCt. water, welke de aarde nog na droging bij 110° blijkt te bevatten.

Uit dit onderzoek is verder gebleken, dat het stikstofgehalte der oerbanken gering is; een gedeelte daarvan komt als ammoniak voor.

De humus in de oerbanken is dus hoofdzakelijk humuszuur. De vraag zou nog gedaan kunnen worden: welk humuszuur. De vroegere onderscheiding van MULDER (De scheikunde der bouwbare aarde, I, blz. 406) in ulmine en huminezuur, kren- en apokrenzuur heeft grootendeels zijne beteekenis verloren, omdat men veelal niet met ééne scheikundige verbinding maar met een mengsel, veelal met anorganische stoffen vermengd en daarvan niet volkomen te zuiveren, te doen heeft. Het is dan ook niet mogelijk eene formule daarvan op te stellen. Wil men met MULDER de bruingekleurde ulmine- en de donker gekleurde humine-stoffen noemen, dan hebben de in de meest bruin gekleurde banken voorkomende het karakter van de eerste; die in de lagen boven de bank en in enkele zeer donker gekleurde banken als ons monster G, die echter weinig hard zijn, het karakter van de laatste. Het zou dan ook geene waarde hebben om uit de uitkomsten der elementairanalysen formules voor de samenstelling der humusstof in de banken te berekenen, en die met MULDER'S formules te vergelijken.

Aangezien de voorloopige proeven mij hadden geleerd, dat het bindmiddel der banken vooral door verdunde ammonia in oplossing wordt gebracht of althans de samenhang tusschen de zandkorrels daardoor wordt verbroken, was het van belang na te gaan, wat door verdunde ammonia uit de banken in oplossing komt. Daarvoor werd genomen de bank D en wel hetzelfde monster dat reeds met water was uitgetrokken (zie bl. 7). Ter vergelijking trok ik op gelijke

* Recueil des Trav. Chim. T. VII, p. 111 et 75.

wijze het eveneens met water reeds uitgetrokken monster van de bovengelegen laag (zie blz. 7) uit.

Voorloopige proeven met de uittrekking van kleine hoeveelheden aarde eener andere bank door ammonia (van verschillende sterkte), en onderzoek van hetgeen daardoor in oplossing komt, hadden mij doen zien, dat eene 5 volume-proc. ammoniakoplossing voldoende was om nagenoeg al den humus in oplossing te brengen. Misschien had het ammoniakgehalte nog iets minder genomen kunnen worden, maar mij grondende op het gloeiverlies van het ammoniacaal aftreksel, vond ik dat dit van eene 10 pCt. oplossing weinig grooter was dan van eene 5 pCt. Daarbij moest bovendien en nog meer rekening gehouden worden met hetgeen verder door ammonia in oplossing kwam, en ook dit bleek niet veel grooter te zijn bij eene 10 dan bij eene 5 pCt. oplossing. Verder leerde dit onderzoek mij, dat voor eene nauwkeurige vergelijking de tijd der inwerking van de ammoniacale vloeistof ongeveer dezelfde moest zijn.

Voor de uitkomsten van dit voorloopig onderzoek verwijzen wij verder naar tabel III, terwijl die van het meer uitgebreide onderzoek der uittreksels van de bank en van de bovengelegen laag in tabel I zijn opgenomen.

Wat door verdunde ammonia in oplossing wordt gebracht, zoowel uit de bank als uit de laag daarboven gelegen, bestaat dus in hoofdzaak uit kiezelzuur, humuszuur en aluinaarde. Een aanmerkelijk verschil is er in het zwavelzuur gehalte, dat in de laag boven de bank grooter is. Was er ten dezen opzichte reeds verschil in de waterige aftreksels, hier is het evenzeer in het oogvallend. Zonder twijfel komt dit in eene in water minder gemakkelijk oplosbare verbinding, als basisch zout van aluinaarde of ijzeroxyd daarin voor, en wordt het door de ammonia hieraan onttrokken. In de bank zelf is dit basisch zout dan in geringere hoeveelheid aanwezig*.

De door ammonia (of juister humuszure ammonia, want de ammonia zal eerst met de humuszuren deze verbinding vormen) in oplossing gebrachte bestanddeelen der bank zijn dus in hoofdzaak humaten en silicaten van aluinaarde. IJzeroxyd komt slechts in geringe hoeveelheid daarin voor.

Hebben dus de zandkorrels der banken daaraan haren samenhang te danken? Daarmede zou in overeenstemming zijn eene proef door SCHLÖSING genomen en medegedeeld in zijne verhandeling over het *ameublir* (het geschikt worden van den grond voor den plantengroei) †. SCHLÖSING maakte kunstmatige meng-

* Een dergelijk basisch zout van ijzer en aluminium komt in de zure alluviale kleigronden voor. Zie daarover Prof. J. M. VAN BEMMELEN, *Bijdrage tot de kennis der alluviale kleigronden in Nederland*, bl. 59.

† *Annales de Chimie et de Physique*, 1874, p. 537.

sels van zand, of zand en een weinig krijt en klei met humaat van ijzer, aluinaarde of kalk. In vochtigen toestand gemengd en daarna gedroogd vond hij, dat 1 pCt. humaat, bij 99 pCt. zand gevoegd, voldoende was om de zandkorrels aaneen te hechten. 1 pCt. humaat in balletjes of cilinders van het mengsel gevormd en gedroogd had ze zooveel vastheid gegeven, dat zij, wegge worpen, niet stuk gingen. 1 pCt. humaat had te dezen opzichte ongeveer een even groot cementeerend vermogen als 11 pCt. klei.

Eene zekere hoeveelheid humaat en silicaat in het zand voorkomende is op zich zelf echter nog niet altijd voldoende ter verklaring van de vastheid eener bank. Want in de door mij onderzochte, boven de bank D gelegen laag, komt meer humaat en meer silicaat voor, dan in de bank, en toch is deze laag volstrekt niet vast (hard). De oorzaak daarvan ligt voor de hand. Want evenals een mengsel van schelplgruis of krijt en zand nog geen zandmergel vormt, evenmin vormt een mengsel van zand, humus, humaten en silicaten nog geen harde bank. Daartoe moeten, evenals zulks in mergel de koolzure kalk doet, in eene bank de humaten en silicaten de zandkorrels in een dun laagje omgeven en ze zoo aaneenhechten. Dat zal met SCHLÖSINGS mengsels het geval geweest zijn, en dat is ook in eene oerbank het geval.

Ter nadere verklaring van de soms groote hardheid eener bank, vooral in vergelijking met de boven gelegen lagen, kan verder dienen:

1^o. De geringe blootstelling aan atmosferische invloeden op eene diepte van 0.5 à 0.8 meter. De afwisselende droogte en vochtigheid, en de afwisseling in temperatuur zijn hier nog slechts gering in vergelijking van die op eene diepte van 0.3 meter (zie het profiel van D);

2^o. een zekere druk, dien de bovengelegen lagen op de bank uitoefenen; *

3^o. eene andere verhouding tusschen den humus (humuszuren) en de bases, in de bank en in de bovenliggende laag (zie hierachter over de bankvorming).

De in de bank voorkomende humaten en silicaten die de zandkorrels omkorsten, in verband beschouwd met den druk, waaraan zij zijn blootgesteld, verklaren ook het geringe waterdoorlatend vermogen der banken. Samengepakte veenlagen laten het water niet door. De heer HAVELAAR heeft zulks waargenomen bij eene veenlaag in een gedeelte der zuidelijke zuiderzeekom door eene nieuwe zandlaag bedekt. De dijk van den Haarlemmermeer-polder is voor een groot gedeelte uit veen opgeworpen †. Bij boringen in terpen is door mij op eene

* Zie *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, II, 532, die Formbildung der Gesteine van W. SPRING.

† Zie Verslag van de commissie tot onderzoek naar de mate, waarin water onder verschillende drukhoogte door zandmassa's van verschillende samenstelling en breedte stroomt. Uitgegeven door de Kon. Ak. v. Wetenschappen, bl. 4.

diepte van 3 à 4 meter meermalen zulk eene harde humuslaag gevonden, waarop de boor afstuitte en waarvan slechts kleine hoeveelheden naarboven konden worden gewerkt. De bijzonder droge toestand daarvan wees aan, dat die laag geen water had opgenomen. Dezer dagen ontving ik een dergelijk monster, uit klei en humus bestaande, op aanzienlijke diepte gevonden in de gemeente Grijpskerk prov. Groningen. In al die gevallen schijnen de humusstoffen de deeltjes aan-een te hechten en de ruimte daartusschen te verstoppen, zoodat geen water doordringt. Onder bepaalde omstandigheden kunnen silicaten, b.v. klei ook die eigenschap verkrijgen en een grond ondoordringbaar maken voor water (zie hierachter bl. 27)

Behalve de in water of ammonia opgeloste stoffen kunnen er echter in de banken nog andere bestanddeelen aanwezig zijn, die hare vastheid verminderen of vermeerderen, al zijn zij op zich zelve waarschijnlijk niet voldoende om de zandkorrels tot eene sterk samenhangende massa aaneen te doen hechten. In de eerste plaats silicaten, die door ammonia niet in oplossing zijn gebracht, en in 't algemeen de fijne afslibbare deelen van den grond, gemeenlijk klei geheeten. SCHLÖSING heeft ook dienaangaande proeven genomen. Hij zegt * op grond daarvan: *l'argile est un ciment pour les éléments sableux de la terre*" en verder † „*l'argile entraîne l'humate, et l'humate dissous retient l'argile, ce qui semble dénoter entre les deux substances une tendance à la combinaison*" . . . : *le ciment mineral est, en quelque sorte, cimenté par le ciment organique*".

Het bepalen van het kleigehalte in de oerbanken gaat met eenige bezwaren gepaard. De gewone slibmethode kan hier bezwaarlijk toegepast worden, omdat de humusstoffen (gelijk ook uit de hierboven aangehaalde woorden van SCHLÖSING blijkt) de kleideeltjes vast houden en zandkorrels insluiten, of omgekeerd — aan de zandkorrels klei en humus gehecht blijven. Gemakkelijker gaat dit slibben als de grond eerst gegloeid, daarna met zoutzuur uitgetrokken wordt; maar door het gloeien zal de hoedanigheid der klei veranderd worden. Wij hebben intusschen van een paar banken op deze wijze het kleigehalte bepaald, ook ter vergelijking met de resultaten van TUXEN, die op gelijke wijze gewerkt heeft ter bepaling van het kleigehalte van eenige banken. De uitkomsten zijn in tabel IV opgegeven.

De ondervinding, bij de behandeling der banken met verdunde ammonia opgedaan, leerde mij echter, dat de beste methode welke hier toegepast kan worden, is die van SCHLÖSING: uittrekken met verdunde ammonia, om den humus (humaten) op te lossen, daarna eene groote hoeveelheid gedestilleerd water toevoegen, het zand laten bezinken, waarna de klei, die zwevende blijft in het bruin gekleurde

* t. a. pl. bl. 521. † bl. 539.

vocht, afgeheveld kan worden. Daarna wordt bij het achtergebleven zand opnieuw ged. water gevoegd en goed geróerd. Men laat opnieuw b.v. 24 uur bezinken, hevelt af, en herhaalt deze bewerking totdat de vloeistof kleurloos en (b.v. na 24 uur) helder geworden is. De afgehevelde vloeistoffen worden vereenigd, door toevoeging van chloorammonium de klei gecoaguleerd, waarna zij bezinkt en verzameld kan worden. Zij wordt daarna evenals het vereenigde zand sterk gedroogd en gewogen, terwijl de humusstoffen uit de ammoniacale vloeistof met loodsuiker en azijnzuur kunnen worden neergeslagen en op de bekende wijze bepaald. Ofschoon ook tegen deze methode gegronde bezwaren zijn aan te voeren, meen ik dat zij de beste is die hier toegepast kan worden, met uitzondering van banken die, als monster F, veel ijzeroxyd bevatten; in dit geval is nog eene behandeling met zuren noodig omdat het ijzeroxyd klei en zand en humus vasthoudt, zie bl. 11. De uitkomsten zijn in tabel III vereenigd. Er blijkt uit dat het kleigehalte over 't geheel gering is.

Om te onderzoeken of de banken ook vrij kiezelzuur en door zoutzuur ontleedbare silicaten (zeolithen) bevatten, werd van bank D een monster eerst met kaliloog van 1.06 spec. gew. gedurende 5 min. op eene temperatuur van 50° gedigereerd; het vrije kiezelzuur wordt dan uitgetrokken*. Het werd met zwavelzuur afgescheiden, waardoor de tevens opgeloste humus verkoold werd. Eene andere hoeveelheid van de bank werd daarna met zoutzuur van 1.10 spec. gew. uitgetrokken en zoowel in het aftreksel als in het overblijfsel het vrij geworden kiezelzuur bepaald.

Er werd gevonden:

in H Cl opgelost	0.062	pCt. Si O ₂
in het overblijfsel (door kali)	0.423	" "
	samen 0.485	" "
Zonder behandeling met H Cl uitgetrokken	0.128	" "
Dus Si O ₂ uit het silicaat afkomstig	0.357	" "

Ook uit deze bepaling blijkt dus, dat in de banken een door zoutzuur ontleedbaar silicaat voorkomt, wat door Prof. G. J. MULDER reeds werd vermoed, maar waarvan latere onderzoekers van oerbanken als TUXEN, EMEIS en DR. RAMANN in het geheel geene melding maken (zie bl. 20).

* Volgens aanwijzing van Prof. VAN BEMMELEN; er wordt dan geen of slechts weinig silicaat aangetast, dus alleen het vrije kiezelzuur opgelost; bij mij kwam eenige aluinaarde (op 100 gram aarde 14 milligram) in oplossing, waarschijnlijk uit het humaat afkomstig.

c. Uittrekking met zoutzuur.

Deze had vooral ten doel om de hoeveelheid ijzeroxyd en de voornaamste andere bestanddeelen te bepalen.

Na droging op 100 tot 110° werd de aarde gegloeid en zoo het gloeiverlies bepaald, — de gegloeide massa met zoutzuur van 1.10 spec. gew. eenigen tijd gekookt en gefiltreerd. In het filtraat werden, na verwijdering van het Si O₂, ijzeroxyd en aluinaarde, van enkele ook de andere bestanddeelen bepaald. De uitkomsten zijn in tabel IV bijeengevoegd. Het phosphorzuur en het zwavelzuur werden in een afzonderlijk niet vooraf gegloeid monster bepaald.

Gelijk gezegd, werd bij dit onderzoek het meeste gewicht gehecht aan de bepaling van het ijzergehalte, omdat dit in vereeniging met de humusstoffen tot de vastheid en vorming der banken kan bijdragen en zeer zeker ook daartoe medewerkt, waarom ik hier daarop nog bepaald de aandacht wil vestigen.

Als ijzeroxyde berekend werd door zoutzuur opgelost * van:

A	0.772 (0.796) pCt. †
B	0.832 "
C	0.348 "
D	0.139 (0.155) "
E	0.802 (0.774) "
F	39.03 "
G	1.112 "
A'	0.175 "
B'	0.289 "

Behalve in het monster F, dat meer bepaald als oer beschouwd kan worden, is de hoeveelheid ijzeroxyde, evenals in het vroeger onderzochte monster uit de Veenkoloniën van Groningen, niet groot. In de bank F is bepaald hydratisch ijzeroxyde opgehoopt, maar in de andere banken is die hoeveelheid zoo gering, dat van eene belangrijke ophooping in de bank, gelijk de kleur zou doen vermoeden, geen sprake kan zijn. Eene vergelijking van deze hoeveelheid met die in de bovenliggende lagen en in den ondergrond kan dienaangaande intusschen eenige aanwijzing geven. Daarom werd ook in deze, tot de bank D behoo-

* Na gloeing en uittrekking met HCl was het overblijfsel zuiver wit, zoodat voorzeker slechts een spoor in de aarde kan teruggebleven zijn.

† De cijfers tusschen haakjes duiden de hoeveelheden aan bij eene 2de bepaling verkregen.

rende lagen, het ijzergehalte bepaald. Als ijzeroxyde berekend, was dit van		
den bovengrond	0.078	pCt.
de tweede laag	0.057	"
" derde "	0.088	"
" bank.	0.139 (0.155)	"
den ondergrond	0.167	"

Hieruit blijkt dus dat de hoeveelheid in de bank wel grooter is dan in de bovenliggende lagen, maar nog toeneemt in den grond daaronder gelegen.

Eene vergelijking van het ijzeroxyde-gehalte met de overige bestanddeelen van het in zoutzuur oplosbare, in de tabel IV opgegeven, doet zien, dat dit behalve bij F, niet meer dan $\frac{1}{2}$ of $\frac{1}{3}$ en soms nog een minder deel daarvan bedraagt. Aluinaarde komt niet zelden in grootere hoeveelheid in eene bank voor.

Dat het ijzeroxyde in de banken met de organische stoffen eene soort van verbinding, een humaat vormt, mag wel aangenomen worden, omdat ammonia althans een gedeelte in oplossing brengt, terwijl, als er veel ijzer in de bank aanwezig is, de humus daardoor sterker wordt vastgehouden, zoodat door ammonia slechts een gedeelte in oplossing komt, en zoutzuur, het ijzeroxyde oplossende, ook den humus meer vrij maakt en voor een groot deel in oplossing brengt. Het komt echter meestal als ijzeroxyde- niet als ijzeroxyduleverbinding voor; althans slechts in eene bank, B', kon door mij eene ijzeroxyduleverbinding aangetoond worden.

Door deze behandeling met zoutzuur werd verder aangetoond, dat de banken geen carbonaten * bevatten; ook in het gegloeide overblijfsel bleef geen carbonaat achter. Op de andere bestanddeelen zal later nog bij de vorming der oerbanken de aandacht gevestigd worden. Voorloopig verwijzen wij daarvoor naar de tabel.

II. HET ONTSTAAN VAN OERBANKEN.

De vorming eener oerbank is een zeer ingewikkeld proces. De hoogleeraar MULDER wees daarop reeds in de *Scheikunde der bouwbare aarde*, Dl. II, blz. 263 en volg. „Die bank”. zegt hij, „is een product van het hooger gelegene

* CHEVREUL (BARRAL et SAGNIER *Dictionnaire d'Agriculture* (voce alios) vermeldt dat *alios* uit les Landes eene merkbare hoeveelheid Ca CO_3 bevat.

en ter plaatse, waar zij gemaakt wordt, gedaalde, en daar vereenigd met het aanwezige.”

Hij brengt haar ontstaan in verband met hetgeen bij de mortels plaats heeft. Daarop zich grondende zou hare wording aan de vorming van silicas calcis, silicas aluminae en silicas ferri moeten worden toegeschreven, als zoovele bindmiddelen voor het aaneenhechten der zand- en kleideeltjes. Hij verwacht, dat alle drie zouten ondereen gemengd in dezelfde bank voorkomen, het eene hier, het andere daar meer de overhand heeft, in onze heidevelden vooral het laatste, zoodat aan eene gelijkmatigheid in samenstelling niet te denken valt, maar integendeel in die samenstelling de grootste verscheidenheid moet heerschen. Ook silicas magnesiae en phosphas ferri zouden er in kunnen voorkomen.

De vorming der opgenoemde zouten brengt MULDER verder in verband met de humushoudende laag aan de oppervlakte, als een product van de vegetatie.

Het is echter opmerkelijk, dat MULDER hier in het geheel geene melding maakt van humusstoffen en van humuszure zouten als bindmiddel, terwijl vroegere en latere schrijvers over zandoer (Ortstein), als FORCHHAMMER, BURCKHARDT enz. (aangehaald bij Dr. P. E. MÜLLER t. a. p. bl. 246 en volg.) juist hierin het bindmiddel zoeken, en de vorming van silicaten in de bank zelfs niet aanroeren. FORCHHAMMER schijnt het eerst humusstoffen naast ijzeroxyde als bindmiddel aangetoond te hebben, maar brengt de vorming tot het diluviale tijdperk terug. De latere onderzoekers, waaronder vooral Dr. P. E. MÜLLER (Analysen van TUXEN), RAMANN en EMEIS genoemd moeten worden, beschouwen evenals Prof. G. J. MULDER en Dr. STARING, de vorming als eene alluviale, hetgeen geen twijfel laat. Zij schrijven de binding eveneens aan humusstoffen al of niet in verbinding of vereeniging met ijzeroxyde toe. EMEIS spreekt wel van eene beweging van het kiezelzuur in den grond, maar brengt daarmede niet de vorming van ORTSTEIN, wel die van de bovenliggende grijze laag (zoogenaamd Bleisand) door eene weinig begrijpelijke nieuw-kwartsvorming in verband.

DR. STARING (Bodem van Nederland, I, bl. 18) verklaart het ontstaan der oerbanken eenvoudig hierdoor, dat de organische stoffen van den bovengrond het mede aldaar aanwezige ijzeroxyd reduceeren, er ijzeroxydule gevormd wordt, dat als ferrohycarbonaat oplost en naar beneden spoelt, hier bij opdroging van den grond, alzoo bij toetreding der lucht, het koolzuur verliest en onder opening van zuurstof en water in hydratisch ijzeroxyd overgaat.

Dat op deze wijze ijzer in den grond verplaatst kan worden, is zeker — het water van sommige Norton-pompen en soms ook het draineerwater leveren daarvoor onderanderen een deugdelijk bewijs; — elke met planten begroeide bouw-

grond doet trouwens die verplaatsing zien; maar er wordt niet door verklaard, hoe zich humusstoffen in de bank ophoopen en nog meer dan het hydratisch ijzeroxyd hare hardheid veroorzaken.

Eene dergelijke beschouwing komt bij SENFT (*die Humus-, Torf- und Limonitbildungen*, bl. 210) voor, maar behalve als koolzuur ijzeroxydule meent deze, dat ook looizuur, humuszure ammonia enz. het ijzeroxyd in oplossing kunnen brengen en verplaatsen.

EMEIS, RAMANN, MÜLLER en anderen beschouwen de bank- (Ortstein-) vorming als een oplossings- en absorptie-verschijnsel.

EMEIS zegt t. a. p. bl. 40. „Der Ortstein werd gebildet aus de wässerigen Auszüge der oberen versauerten Bodendecke, als Niederschlag an derjenigen Linie, wo die Einwirkungen des Oberbodens aufhören und die Reactionen des Unterbodens eintreten. Dabei bildet die Massenanziehung oftmals unregelmässig geformte Ortsteinkörper.

„Solange der Wald auf den Boden wurzelt und der humussaure Extract hier mehr und dort weniger einsinken kann, je nachdem vergangene alte Wurzeln dies gestatten oder befördern, geschieht die Concentration der humussauen Gebilde in der unregelmässigsten Weise, oft in dünner Schichten, oft in klumpigen Massen

„Im allgemeinen trägt der Ortstein die Eigenschaften eines humussauen Gebildes, führt dabei stets Eisen und oft in so beträchtlichen Masse, dass alle übrigen Bestandtheilen dagegen zurücktreten.

„Das humussaure Eisen scheint vorwiegend in saurer Lösung sich zu halten, während schon in neutraler Flüssigkeit ein Niederschlag erfolgt. Der grössere Gehalt an Eisen vermehrt die Massenanziehung und die Niederschlagung des humussauen Extractes, und nicht minder kommt das Streben des Eisens zur grösseren Sauerstoffaufnahme in Betracht, wobei es unlöslich wird und sich festlegt.”

EMEIS vermeldt enige waarnemingen en proeven door hem gedaan, die het bovenstaande ten deele toelichten, maar daarbij wordt weinig rekening gehouden met het verschil tusschen den Ortstein en de bovenliggende lagen en met verschillende andere zouten, die tot de vorming kunnen medewerken.

Ofschoon zijne opmerkingen omtrent den onregelmatigen vorm der banken volkomen juist zijn — een plaatselijk onderzoek in het dennenbosch, waaronder bank D voorkomt, heeft mij dit ook geleerd — schijnt hij van meening te zijn, dat vooral ijzerhumaat in omloop komt. Dit acht ik minder juist, want veel meer is dit een humaat van aluinaarde. Eene zure vloeistof lost wel meer ijzer op, maar ook door alkalihumaat komt dit in oplossing, gelijk de uittrekking met ammonia geleerd heeft.

DR. RAMANN* zegt: „Die Theorie der Ortsteinbildung erfordert eine an Mineralstoffen erschöpfte obere Schicht des Bodens, in der Regel Bleisand (de grijze laag), und eine darunter liegende Bodenschicht, die entweder an sich reich an Mineralstoffen ist (Lehm oder lehmiger Sand, Grand), oder Sand-schichten, in denen durch Verwitterung immer neue Mineralstoffe zur Lösung kommen

„Der Ortstein ist zu bezeichnen als eine durch humose Stoffe verkitteter Sandstein

„Der Bleisand ist zu bezeichnen als eine schwach humose durch Verwitterung und Auswaschung von fast allen Nährstoffen befreite (Sand-) Bodenschicht.”

De humusstoffen spelen bij de vorming van Ortstein volgens RAMANN eene hoofdrol, maar zijne beschouwingen daarover zijn niet altijd juist. Zoo zegt hij: „in allen salzhaltigen Gewässern ist Humus völlig unlöslich”; het is echter bekend genoeg, dat het brakke of althans veel zout bevattende water aan de zeekusten niet zelden door humus sterk bruin gekleurd is.

Door een aantal analyses van Ortstein en van de boven- en onderliggende lagen toont DR. RAMANN aan, dat de Ortstein rijker is aan humus en in zoutzuur oplosbare bestanddeelen dan de laag, hierboven door Bleisand aangeduid.

Het lijdt ook wel geen twijfel of de vorming eener bank staat met eene verplaatsing van grondbestanddeelen in verband, waarop reeds door PROF. MULDER werd gewezen.

Plaatselijk onderzoek naar de ligging der gronden, waarin Ortstein gevonden werd (droog of vochtig), gaf R. mede de overtuiging, dat die vorming met eene vochtige ligging in verband staat; maar hij schijnt daarbij uitsluitend aan uitspoeling van den bovengrond als gevolg van die vochtige ligging gedacht te hebben, en niet op veranderingen die de grondbestanddeelen zelf, met name ook de humusstoffen, daarbij ondergaan.

DR. P. E. MULLER † merkt dan ook op, dat R. eene hoofdzaak bij de vorming van Ortstein, namelijk de vorming van humuszuren onder bijzondere omstandigheden, voorbijziet. Hij drukt zich, t. a. pl. bl. 317 aldus uit: „Ob sich in einer Erdschicht Bleisand und Ortstein bilden oder nicht, beruht auf dem Reichthum des Bodens an basischen Elementen und der in der Erdkruste gebildeten Menge von löslichen Humussäuren. Wo die Luft reichlichen Zutritt

* Jahrbuch der Königl. preuss. geologischen Landesanstalt für 1884 und 1885 en in uittreksel in DANCKELMANN'S, *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 1886. Het laatste is door mij geraadpleegd.

† *Studien über die natürlichen Humusformen etc.*

hat, wie im Mullboden, * bilden sich so geringe Mengen löslicher Humussäuren, dass diese nur in den allerärmsten Böden Bleisand und Ortsteinbildungen hervorbringen können, und der Ortstein wird hier immer nur schwach ontwikkelt sein. Wo der Boden am basischen Elementen reicher is, muss eine Bildung von torfartigen Humus † den Boden dekken, um die Entwickelung der beiden genannten Schichten zu ermögliehen."

Zeer bepaald wijst MÜLLER dus op het verband tusschen de vorming van turfachtigen humus (humuskool) en eene oerbank (Ortstein). Deze humuskool is een product van de veranderingen, die de overblijfselen der planten, welke den bodem dekken, bij weinig toetreding der lucht, b.v. vochtige ligging, ondergaan. Niet onwaarschijnlijk acht hij het, dat tot hare vorming organismen medewerken. Terwijl toch in een Mullbodem vele dieren, vooral regenwormen en eene menigte schimmels voorkomen, en op het gezag van DARWIN en anderen deze humus hoofdzakelijk als een door regenwormen bewerkt product moet beschouwd worden, treft men in den turfachtigen humus slechts weinig dieren maar eene groote hoeveelheid myceliumdraden van eene zwarte schimmel (*Cladosporium epiphyllum*, Fr. of *Cladosporium humifaciens*, Rostr.) aan.

De mogelijkheid dat deze en andere organismen tot de vorming bijdragen is dus niet uitgesloten. §

Volgens MÜLLER vormen zich te gelijk met dezen turfachtigen humus veel humuszuren en humuszure zouten (zie de analyses van het waterig en ammoniacaal aftreksel op tabel I), die de aanwezige bases b.v. ijzeroxyd (ijzeroxydule) oplossen. De oplossing van humuszuren en humuszure zouten naarbeneden sijpelende, ontmoet meer bases, b.v. ijzeroxyd; er ontstaat hier een neerslag van meer bases bevattende humuszure zouten, waardoor de ophooping van humus en basis b.v. ijzeroxyd in de bank en de berooving der bovenliggende grijze laag (Bleisand) aan basische elementen verklaard wordt. Zie hierachter bl. 33.

* Onder Mullboden verstaat MÜLLER een grond, waarin zoogenaamde milde humus, gelijk die in een goed gecultiveerden bouwgrond voorkomt, aanwezig is; hij reageert volgens onderzoek van TUXEN neutraal en soms (in tuingrond en gewonen bouwgrond) alkalisch.

† Of humuskool. Zie hierachter.

§ Dr. M. W. BEYERINCK is zoo vriendelijk geweest de bank D en de bovenliggende lagen daarvan op ijzer-organismen, meer bepaald op *Leptothrix ochracea*, te onderzoeken. Blijkens dit onderzoek zijn in deze bank geene bepaalde ijzer-bacteriën aanwezig.

Dr. RAMANN (*Untersuchungen über Waldböden, in Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik* XI, blz. 319) heeft de hoeveelheid regenwormen in boschgrond bepaald en in 1 Meter 9.3—11.8 gram gevonden. Volgens hem kan de goede structuur van Mullböden niet of niet alleen aan regenwormen worden toegeschreven. Mogelijk dat in de zuur reagerende vloeistof van een bodem met turfachtigen humus de gewone humus-bacteriën niet meer kunnen leven.

Oplossen en weer neerslaan van stoffen is echter niet het eenige verschijnsel, dat bij de bankvorming plaats heeft.

Naar de verschillende wijze van vorming brengt MÜLLER (t. a. pl. bl. 222) de banken tot drie groepen:

A. Ortstein door slibbing ontstaan.

1. *Thonortstein*. Meer of min poreus, een vast en hard mengsel van zand en klei van eene grijze, tamelijk gelijke kleur. Valt niet uiteen door behandeling met alkali-oplossing of verdunde mineraalzuren.

2. *Torfartiger Ortstein*. Dichte, aardachtige tot harde, zwartbruine tot zwarte of blauwzwarte opeenhooping van met humuszuren en humuszure zouten doortrokken humuskool, vermengd met eene grootere of kleinere hoeveelheid witte van haar ijzeroxydlaagje beroofde zandkorrels. Zuur door zijn gehalte aan humuszuren. Valt licht uiteen. Vaak vermengd met eene groote massa wortels van heide.

B. Ortstein door absorptie ontstaan.

3. *Humusortstein*. Dichte, aardachtige tot harde, geelbruine tot zwartbruine zandsteen, bestaande uit de skeletdeelen van den bodem (voornamelijk kwartzsand), die door humuszure zouten en neergeslagen humuszuren omhuld en aaneengehecht zijn. Valt licht uiteen door behandeling met sodawater in zand en fijnaarde met eene geringe hoeveelheid veenslib in eene zwarte oplossing. Wordt door verdunde zuren slechts weinig aangetast. Valt aan de lucht uiteen.

a. *IJzerhoudende Humusortstein* bevat meer ijzer dan de grond onder de bank.

b. *IJzerarme Humusortstein* (Rotherde) bevat minder ijzer dan de grond onder de bank.

C. Ortstein door samenbakking ontstaan.

4. *Eisensandstein*. Dichte, harde zandsteen van geelbruine kleur, bestaande uit de door ijzeroxyd (volgens SENFT met wat ijzeroxydule en andere stoffen vermengd) omgeven en aaneengehechte skeletdeelen van den grond (voornamelijk kwartzsand). Valt niet uiteen bij blootstelling aan de lucht of door behandeling met alkali-oplossing, wel door koking met verdund zoutzuur.

5. *Raseneisenstein*. Poreus, slakvormig erts van eene zwartachtige kleur

met 83—95 procent hydratisch ijzeroxyd (SENF). Gebraagt zich tegenover de lucht, alkaliën en zuren als 4. *

Dit schema voor eene indeeling van de door mij onderzochte banken volgende, zullen de monsters A, B, C, D, E en F, alsmede A' en B' tot de groep B. 3., *Humusoristein* gebracht moeten worden. D en waarschijnlijk ook B en C, misschien ook A en E zijn ijzerarme humusortsteinsorten, terwijl F ongetwijfeld ijzerhoudende humusortstein is, en als een overgang tot Raseneisenstein (ons gewoon oer) beschouwd zou kunnen worden.

Ons monster G is een voorbeeld van de groep A 2, *turfachtige Ortstein*. Het is zwart van kleur, levert na behandeling met verdunde ammonia veel humuskool en geeft bij verbranding eene nagenoeg witte asch, terwijl ook het voorkomen van plantenwortels karakteristiek is. Ook A' en B' hebben daarvan eenige kenmerken. †

Het komt mij voor, dat deze verschillende vormen niet scherp gescheiden kunnen worden, maar dat dikwijls alle drie samenwerken om eene bank te doen ontstaan. De hoedanigheid van den oorspronkelijken grond (schraal zand

* De vorming van oer door *Leptothrix spec.*, volgens WINAGRADSKY, waarop Prof. H. DE VRIES de aandacht gevestigd heeft in het *Album der Natuur*, 1888, bl. 257, komt mij voor mede van bijzonderen aard te zijn, min of meer overeenkomende met de omkorsting van plantenwortels of stengels door ijzeroxyd in den bouwgrond. Een merkwaardig voorbeeld daarvan leveren de oerpijpjes, ter dikte van een pijpensteel, op sommige plaatsen in den leemachtigen ondergrond in het noorden van Groningen gevonden. Deze hebben haar ontstaan te danken aan rietstengels, die eens in den bodem groeiden, welke later met slib overdekt werd. De holten der stengels zijn gebleven en huune wanden vervangen door eene tamelijk harde massa, bestaande uit door hydratisch ijzer aaneengehechte klei. Waarschijnlijk is hier het ijzer als ferrohydrocarbonaat langs de rietstengels naarbeneden gesijpeld en bij latere toetreding der lucht (bij lagere waterstand) in ijzeroxyd overgegaan. In een monster ondergrond in mijn bezit zijn de rietstengels nog duidelijk zichtbaar en allerlei overgangen, tot volledige oerpijpjes, duidelijk waar te nemen. In het diluvium treft men mede oerpijpjes, waarin de plantenwortels nog aanwezig zijn, aan.

† De benaming Thonortstein, A 1, is zeer onbepaald. 't Is de vraag, wat wij hier door Thon hebben te verstaan. In den Wageningsehen berg is door mij eene plek gevonden, waar harde laagjes van 4 à 5 cM. dikte afwisselen met even dikke laagjes, waarvan het zand weinig of geen samenhang heeft. Niet door verhitting maar door schudding enkel met water valt een brokje van de harde laagjes uiteen; het water wordt daarbij erg troebel door slib, die lang blijft zweven en in het water verschillende lagen vormt. Dit zou dus Thonortstein kunnen zijn, maar de omstandigheid, dat boven de harde laagjes een menigte menschenbeenderen voorkomen, doet mij vermoeden, dat phosphorzure kalk hier mede tot de vastheid bijdraagt. Overigens dient hier rekening te worden gehouden of de klei (Thon) cristalloïdaal of colloïdaal is. (Zie hierachter). De sphaerosiderietachtige oerklompen van verschillende vorm, en de zoogenaamde klappersteenen in ons diluvium voorkomende, hebben het karakter van Thoneisenstein.

of meer leem- en dan tevens meer ijzerhoudend zand) en de minder of meer lage ligging ten opzichte van het omgevende terrein, zullen echter verschillen geven, waardoor veroorzaakt wordt, dat nu eens meer deze, dan eens meer die wijze van vorming of in het geheel geene vorming eener bank heeft plaats gehad.

Is eene groote hoeveelheid ijzeroxyd in de bank opgehoopt, zooals in het gewone oer en in het monster F, dan zal niet alleen uit den bovengrond maar ook van elders ijzer aangevoerd zijn.

Op tweederlei wijze kan dit plaats hebben.

Vooreerst doordien de gronden, waaronder eene bank voorkomt, van tijd tot tijd overstroomd worden met water, dat ijzerhoudend slib bevat. Bij onze beekbezinkingen of groengronden geschiedt dit bijna elken winter door water van de hooge zandgronden afkomstig en daardoor slibhoudend.

Onder deze gronden komt gewoon oer of moerasijzererts voor.

In de tweede plaats kan met het water dat *door* den grond naar lager gelegen plaatsen vloeit, ijzer van elders worden aangevoerd. Dit geschiedt in onze diluviale zandgronden. Deze bestaan uit lagen van fijner of grover zand en grint, die het water minder of meer gemakkelijk doorlaten. Het regenwater, dat hierop valt, dringt in den grond en vloeit zijdelings af, wanneer het eene laag ontmoet, die het water gemakkelijk en daaronder weder eene laag, die het moeilijk doorlaat. Vooral de grintbanken zijn te beschouwen als buizen, die het water als in opene kanalen van hooger naar lager gelegen plaatsen voeren.* De physische toestand van dit zand enz., waarop hieronder nog gewezen zal worden, is op dit doorsijpelen van grooten invloed †. Met dit water kan in de grintbank ijzerhoudend slib worden verplaatst, dus van eene plaats, waar de stroomsnelheid grooter is, worden aangevoerd en elders, waar het water tijdelijk tot rust komt of de stroomsnelheid geringer is, weder worden afgezet. Zoo is de grint in den Wageningschen berg op vele plaatsen donkerbruin gekleurd door ijzerhoudend slib, die er minder of meer gemakkelijk kan afgespoeld worden. Op andere plaatsen, veelal hooger gelegen, is de grint witter van kleur. Ook kan in eene oplossing — gelijk hieronder nader zal blijken — ijzer van elders worden aangevoerd en in eene grintbank opgehoopt. Banken, waarvan de skeletdeelen voor een gedeelte uit grint bestaan, zijn daarom ook niet zelden rijker aan ijzer.

Bevat eene bank slechts eene geringe hoeveelheid ijzer — en dit is met de

* Zie Dr. F. SEELHEIM, *Verslag omtrent het onderzoek der grondsoorten in de Betuwe*, bl. 43.

† Verslag der commissie tot onderzoek naar de mate, waarin water onder verschillende drukhoogte door zandmassa's van verschillende samenstelling en breedte stroomt.

meeste der onderzochte het geval en zal met de meeste der heide- en boschbanken het geval zijn — dan valt zij bij het blootstellen aan de lucht na eenigen tijd uiteen. Zulk eene bank moet beschouwd worden, gelijk Prof. MULDER reeds deed, „als een product van het hooger gelegene, en ter plaatse (waar zij gemaakt wordt) gedaalde en daar vereenigd met het aanwezige.”

Naar het mij voorkomt moet daarbij echter niet enkel aan chemische werking (oplossen uit den bovengrond en weder neerslaan ter plaatse waar de bank gevormd wordt) maar ook aan het mechanisch verplaatsen van sommige der aanwezige stoffen gedacht worden.

Juist de eerste aanleiding tot vorming eener bank meen ik in dat mechanisch verplaatsen — namelijk van de fijne vaak ijzerhoudende en daardoor bruin gekleurde slib, die het zand van den bovengrond oorspronkelijk waarschijnlijk vergezeld en omgaf, gelijk zij nog in den ondergrond veelal daarbij voorkomt — te moeten zoeken. Die fijne slib bestaat althans voor een deel uit colloïdale stoffen*. Water, waarin zij zwevende is, loopt troebel door een papieren filter, dat weldra verstopt. Het slibhoudende zand, in een glazen buis gebracht en met water overgoten †, laat eerst het water gemakkelijk door, maar met het water spoelt ook de slib naarbeneden, en na eenigen tijd verstopt de buis min of meer naarmate deze wijder of nauwer of de laag zand kleiner of grooter genomen wordt. De in de slib voorkomende klei schijnt echter niet of niet geheel colloïdaal te zijn. Naar de methode van SCHLÜSING § behandeld, vertoont zij duidelijk de „paillettes cristallines”. Juist daarom waarschijnlijk is het cementeerend vermogen dezer slib zeer gering; zij kan zeer gemakkelijk van de zand- en grintdeeltjes afgespoeld worden.

Eén deel ijzerhoudend slib en twee deelen zand, met water tot eene dikke pap aangelengd, werden in een' vorm gelaan en aan de lucht gedroogd. De verkregen vormen hadden, aan de lucht gedroogd, wel eenige vastheid, maar met een weinig water in een schaalje overgoten, liepen zij weder tot eene pap uiteen, wat met brokjes eener humushoudende bank niet het geval is. Eerst door toevoeging van andere stoffen, b.v. humus, zal zij eene meer samenhangende massa vormen**. (Zie ook de proeven hiervoor en op bl. 33 vermeld).

* Zie Prof. J. M. VAN BEMMELEN, *Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen*, Bd. XXXV, S. 105.

† Bij deze proeven was op de kurk met afvoerbuisje, die de buis van onderen sloot, eene laag grint gebracht, en werd, om de lucht uit te drijven, het water eerst van onderen opgestuwd.

§ *Comptes rendus*, 79 pag. 376 en 473.

** Het is bekend, dat de landbouwers een aarden deel (vloer) makende, met de klei (leem) koolteer, asch, soms ook mest vermengen, om de vastheid te bevorderen.

Ook uit de onderzochte banken kon, door ze fijn te wrijven in een mortier en behandeling met water, slib worden afgescheiden. Dit complex van klei, fijn zand, humus enz. bezinkt zeer langzaam, verstopt bij affiltrering bijna oogenblikkelijk het filter, en de vloeistof is sterk opaliseerend, waarschijnlijk door de aanwezigheid van colloïdalen humus.*

In hoever nu die slib mechanisch uit den bovengrond naarbeneden gespoeld is, is waarschijnlijk door een plaatselijk onderzoek en eene uitvoerige slibanalyse aan te toonen. In een lossen zandgrond, die zoo gemakkelijk het water doorlaat, en waarin de fijne deelen door uitdroging en weder bevochtiging volumeverandering ondergaan en zich ten opzichte van de andere verplaatsen, is het zeer goed verklaarbaar dat de bovengrond armer en de dieper gelegen lagen rijker worden aan fijne slib. DR. RAMANN deelt ook mede †, dat elk profiel van eene diluviale mergel, die aan de oppervlakte verveerd is, deze opvolging van lagen vertoont: 1^o. leemig zand, 2^o. zandige leem, 3^o. leem, 4^o. onverveerde mergel. En de analyses van TUXEN § geven mede den indruk, dat de door hem onderzochte Rotherde of Ortstein, in het residu na uittrekking met zoutzuur, meer afslibbare deelen (Thon) bevatten dan het daarboven gelegen Bleisand; maar als de eene laag meer grint of grover zand bevat dan de andere, kan door zijdelings wegvloeien van water ook slib van elders aangevoerd zijn. Een plaatselijk onderzoek van den diluvialen zandbodem doet zien, dat hier de grootste verscheidenheid van lagen voorkomt, zoodat het niet zeker is, dat die slib van de juist daarboven gelegen lagen afkomstig is.

Wanneer wij dus aannemen, dat de bij het zand aanwezige fijne slib met het regenwater door het losse zand naarbeneden gespoeld kan zijn — wij stellen ons voor daaromtrent een nader onderzoek te doen — tot op zekere diepte, waar zij de openingen tusschen de zandkorrels verstopt, en alzoo een laagje gevormd heeft, dat het water moeielijk doorlaat, — dan moet daardoor een meer vochtige toestand van den daarboven gelegen grond zijn ontstaan **. Want zonder eene vochtige ligging laat zich die eigenaardige vorming van turfachtigen humus (humuskool) en zuren humus in de hooger gelegen lagen moeielijk verklaren.

De hoeveelheid slib in de door ons onderzochte banken is echter te weinig,

* Zie Prof. J. M. VAN BEMMELLEN, *Recueil des travaux chimiques*, T. VII, 41.

† *Forschungen auf dem Gebiete der Agricultur-physik* XI, S. 322.

§ Tabel V.

** Dr. RAMANN, *Forschungen auf dem Gebiete der Agricultur-physik*, XI, S. 334, heeft ook aangetoond dat als de grootte der korrel afneemt het vochtgehalte stijgt.

en haar cementeerend vermogen op zich zelf te gering, om eene bank van eenige beteekenis te vormen.

Maar in een bodem met planten begroeid (een heideveld of een bosch) en met den afval daarvan, bladeren of naalden, bedekt, hebben weldra scheikundige werkingen plaats, die de door slijping ingeleide bankvorming ondersteunen en doen toenemen. Uit dien afval der planten vormen zich o. a. humuszuren en humaten met behulp van de uit eiwitstoffen gevormde ammonia en de alkaliën van de aschbestanddeelen, die oplosbaar naarbeneden sijpelende de in de bovenlagen aanwezige bases, b. v. ijzeroxyd (ijzeroxydule) en aluinaarde, en zouten b. v. silicaten en phosphaten, oplossen; maar die daar, waar de bankvorming begonnen is, in het daar aanwezige zand meer bases (b. v. ijzeroxyd) ontmoetende, neergeslagen worden, doordien zij daarmede hetzij absorptie-*, hetzij werkelijk scheikundige verbindingen vormen.

Tot bewijs verwijzen wij hier naar het waterig en ammoniacaal aftreksel in tabel I opgegeven. (Zie ook bl. 14).

Verder herinneren wij er aan, dat uit de onderzoekingen van MULDER en anderen † gebleken is, dat humuszure alkaliën oplosbaar zijn; humuszure alkalische aarden daarentegen en humaten van ijzeroxyde, aluinaarde onoplosbaar in zuiver water zijn, maar oplosbaar in water dat ammonia, alkaliën en koolzure alkaliën bevat. Volgens VAN HELL § is zoogenaamd apokreenzuur ijzeroxydule ook in enkel water oplosbaar. Volgens MULDER ** lost ook kiezelzuur meer op in ammoniakhoudend water, vooral als er weinig ammoniak aanwezig is, dan in zuiver water. Prof. VAN BEMMELEN nam waar, dat de zoutzure oplossing van sommige der door hem onderzochte zure gronden (kleihoudenden veengrond), na van de overmaat van zoutzuur bevrijd te zijn, met ammonia geen neerslag gaf; al het ijzeroxyd, al de aluinaarde werden door de groote hoeveelheid humusstoffen (door HCl in oplossing gebracht) en de ammonia in oplossing gehouden ††.

Verder dient in aanmerking genomen te worden, dat evenals er van de eiwitstoffen allerlei wijzigingen kunnen voorkomen, dit ook met de humusstoffen het geval is, en naar gelang daarvan kunnen zij bases in oplossing brengen of er onopgeloste verbindingen mede vormen §§.

* Prof. VAN BEMMELEN, *Landw. Versuchsstationen*, Bd. XXXV.

† Prof. VAN BEMMELEN, t. a. p.

§ *Neues Handwörterbuch der Chemie*, III, 716.

** *Scheikunde der bouwbare aarde*, I, 179.

†† *Die Landw. Versuchsstationen*, XXXV, 114.

§§ Prof. VAN BEMMELEN, t. a. p., S. 111.

Ook de werking der massa kan van invloed zijn, bij dergelijke colloïdale complexen, zoodat bij aanwezigheid van meer humuszuur, vooral als tevens ammonia aanwezig is, oplosbare, bij meer bases onoplosbare verbindingen ontstaan.

Wat door veel humuszuur en eene betrekkelijk groote hoeveelheid ammonia dadelijk in oplossing komt uit de bovengelige lagen — zie de analyses van het ammoniacaal en waterachtig extract in tabel I — zal door den tijd allengs in oplossing komen, als de hoeveelheid ammonia gering is. Het zal weder worden neergeslagen, waar de hoeveelheid bases, b. v. hydratisch ijzeroxyd, of misschien die der licht ontleedbare silicaten, zooals in de bank het geval is, — grooter is.*

Als bewijs van dit laatste kan de volgende proef dienen.

Kleine hoeveelheden van het bruingekleurde waterig aftreksel van eenige banken werden geschud: 1^o. met versch neergeslagen en goed uitgewasschen aluinaarde; 2^o. met idem hydratisch ijzeroxyde; 3^o. met ijzerhoudend slib. Bij 1 en 2 werd het aftreksel volkomen kleurloos, bij 3 belette een langdurig troebel blijven eene nauwkeurige waarneming. Deze reacties wijzen aan, wat in de bases-bevattende bank met het humuszuur en de humaten plaats heeft. Daarentegen kan eene groote hoeveelheid water uit dit neergeslagen complex van humusstoffen en bases weder kleine hoeveelheden humaten in oplossing brengen, zooals de uittrekking van de aarde der bank met veel water geleerd heeft.

In de bank worden alzoo verschillende zouten opgehoopt of aldaar gevormd: silicaten, phosphaten en humaten van ijzeroxyd, aluinaarde, kalk, magnesia en alkaliën, die de zandkorrels meer en meer aaneenhechten, den grond allengs minder doorlatend maken en juist daardoor veroorzaken, dat de bank in dikte en vastheid toeneemt. Het is niet volkomen zeker, dat deze zouten juist uit de bovengelige lagen afkomstig zijn; door zijdelings wegvloeien van water kunnen zij ook van nabij gelegen plaatsen zijn aangevoerd.

De volgende analyses van de bank D en van de daarboven en daaronder gelegen lagen wijzen die ophooping van zouten in de bank ten duidelijkste aan. Daarbij zijn gevoegd een paar analyses van TUXEN †, van banken, die, wat het gehalte aan de in zoutzuur oplosbare stoffen betreft, het meest met de door mij onderzochte overeenkomen. Zie tabel V.

Uit de analyses blijkt ten duidelijkste, dat de bank rijker is aan in zoutzuur oplosbare bases en enkele zuren, dan de daarboven gelegen lagen; de laag door TUXEN en anderen als Bleisand aangeduid is het schraalst.

* SENFT heeft waargenomen dat Oligoklas en andere silicaten door humuszure kali ontleed worden. Prof. A. MAYER *Lehrbuch der Agricultur-Chemie*, II, 59.

† Dr. P. E. MÜLLER. *Studien über die natürlichen Humusformen*, S. 113.

In het algemeen is de bank rijker aan voedingsstoffen voor de planten dan de grijze laag, het Bleisand. Worden beide naarboven gebracht, zoo verhoogt de eerste de vruchtbaarheid van den bovengrond dan ook meer dan de laatste.* Van het meeste gewicht is daaronder het phosphorzuur. † Van de bases is het ijzeroxyd in overwegende hoeveelheid aanwezig, maar zij wordt niet zelden overtroffen door de aluinaarde. Mogelijk heeft deze eens een bestanddeel van de asch der heideplanten en woudboomen uitgemaakt. In de bekend gemaakte aschanalysen van Erica's, dennen en beuken § wordt aluinaarde als bestanddeel genoemd en RAMANN ** vond in 1000 deelen droge heide- en boschhumus, in het in zoutzuur oplosbaar gedeelte der asch, van 0.64—1.12 deelen aluinaarde.

In de asch van de gewone struikheide kon door mij duidelijk aluinaarde aangetoond worden. Ook mangaan is daarin aanwezig, en maakt mede een bestanddeel uit van de banken en van de daarboven gelegen lagen; zelfs in het waterig extract kon het aangetoond worden en in het ammoniacaal extract zijn zeker eenige milligrammen aanwezig. Niet onwaarschijnlijk ondergaan dus mangaan en aluinaarde met andere plantenaschbestanddeelen den volgende kringloop: uit den bodem in de planten (woudboomen en heide), en van de daaruit gevormde boschen heidehumus in de banken.

Voor al de aluinaarde is in de bank opgehoopt (geabsorbeerd); ook aan kali is de bank rijker, de ondergrond aan kalk en magnesia. Van de zuren wordt het phosphorzuur door de bestanddeelen der bank, aluinaarde en ijzeroxyd, geabsorbeerd.

Vergelijkt men de aequivalente hoeveelheid bases met die der anorganische

* In *„Beiträge zur Kenntniss der forstwirtschaftlichen Verhältnisse der Provinz Hannover von der Königlichen Finanzdirection, Abtheilung für Forsten“* lezen wij S. 47: „Ein im Forstmeisterbezirke Hannover-Nienbürg gemachter Versuch, die oberste Schicht des Bodens auch bei der Riolarbeit wieder nach oben zu bringen, hat nicht allein höhere Kosten verursacht, sondern auch das Gedeihen der Anlage in ungünstiger Weise beeinflusst. Er stimmt dies mit der bereits oben erwähnten Wahrnehmung überein, dass bei Boden, welcher lange bloß gelegen hat und ausgehagert, oder sonst wie verdorben ist, die oberste Erdschicht für den Holzwuchs gerade die Ungünstigste ist.“

† Schütze heeft aangetoond, dat de jaarlijkse groei (Zuwachs) der dennen in rechte reden staat tot het phosphorzuurgehalte van den bodem.

De grond van een dennenbosch 1e klasse bevatte 0.500 P₂ O₅ per mille.

"	"	2	"	"	0.469	"	"
"	"	3	"	"	0.388	"	"
"	"	4	"	"	0.299	"	"
"	"	5	"	"	0.236	"	"

§ EMIL WOLFF, *Aschenanalysen*.

** DANCKELMANN'S *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, 1886, S. 20.

zuren in het zoutzure aftreksel, zoo blijkt dat de eerste in overwegende hoeveelheid aanwezig zijn. Er is in de bank zelfs niet genoeg zwavelzuur om de alkalische aarden en alkaliën te binden.*

De grootste hoeveelheid humuszuur in de bovenliggende lagen aanwezig, kan zwavelzuur vrij gemaakt hebben, en dat kan weder oploosend werken b.v. op silicaten.

Een groot gedeelte van de aanwezige bases is dus in de bank zeer zeker aan humuszuur gebonden: er is hier een humaat van aluinaarde en ijzer aanwezig, en waarschijnlijk bevat dit humaat ook eene zekere hoeveelheid alkaliën en alkalische aarden. Uit de analyse (op bl. 17 vermeld) is verder gebleken, dat in de bank ook een door zoutzuur ontleedbaar silicaat voorkomt.

Wordt eene bank met veel water en vooral met ammoniakhoudend water in aanraking gebracht, dan lost een gedeelte van dit humaat en silicaat op. Uit de analyse van het waterig en ammoniacaal aftreksel is dit gebleken, kwalitatief werd het met dergelijke aftreksels van andere banken aangetoond. In die min of meer bruin gekleurde vochten komt van de bases de aluinaarde in overwegende hoeveelheid voor. Er zij hierbij herinnerd, dat ook in het bruin gekleurde veenwater meermalen aluinaarde aangetoond werd †.

De hoeveelheid vaste stof, door water en verdunde ammonia opgelost uit de bovenliggende onderzochte laag, is echter tweemaal grooter dan die, welke onder dezelfde omstandigheden uit de bank getrokken werd. Ik meen zulks aan de grootere hoeveelheid zure humus, in de bovenliggende lagen aanwezig, te moeten toeschrijven, en dus ook in die overmaat van de daarin aanwezige humuszuren, en het oploosend vermogen van deze en van sommige hunner zouten (humuszure alkaliën) op bases (aluinaarde en ijzeroxyd, ijzeroxydule), de hoofdoorzaak

* Het zwavelzuur is natuurlijk bepaald in het zoutzure aftreksel der *niet* gegloeide aarde, want door gloeiing zou zwavelzuur, dat aan ijzeroxyde of aluinaarde gebonden is, kunnen vervluchtigd worden. Ook is het zoutzure aftreksel na indamping op een waterbad met soda geneutraliseerd, want bij het vernietigen der humusstof in het overblijfsel (door gloeiing) zou weder zwavelzuur kunnen uitgedreven worden.

Het ammoniacaal uittreksel werd eveneens onder toevoeging van soda gegloeid voor de zwavelzuurbepaling, bl. 14.

Aangezien TUXEN niets mededeelt hoe hij zijne zwavelzuur bepalingen verricht heeft, en aangezien hij de gegloeide aarde met zoutzuur heeft uitgetrokken, zijn zijne cijfers van het zwavelzuurgehalte onzeker, en waarschijnlijk te laag.

Eene zwavelzuurbepaling in de gegloeide aarde gaf mij werkelijk een veel te laag cijfer.

† Prof. VAN BEMMELEN in *Bijdrage tot de kennis van den alluvialen lodem in Nederland*, bl. 59.

van het uitspoelen der bovenliggende lagen te moeten zoeken; koolzuurhoudend water zal daartoe hebben medegewerkt en vooral de kalk — die blijkens de analyses van TUXEN in de turfachtige massa aan de oppervlakte in niet geringe hoeveelheid voorkomt — hebben opgelost*.

De vorming van humuszuren is een gevolg van de vochtige ligging en daardoor afsluiting der lucht. Waarschijnlijk heeft onder die omstandigheden eene splitsing plaats in de zuurstofarmere en koolstofrijkere humuskool (Torf) en de zuurstofrijkere humuszuren. Het ijzeroxyd zal daarbij waarschijnlijk gereduceerd en een oplosbaar ijzeroxydulezout gevormd zijn. Ijzeroxydule kon echter door mij slechts in de bank B' worden aangetoond. TUXEN vond het ook in het Bleisand (de grijze boven de bank gelegen laag). Mogelijk werken tot deze veranderingen bepaalde schimmels mede.

Een gevolg van deze eigenaardige verandering der overblijfselen der planten onder die omstandigheden is, dat de grond boven eene bank, op eene doorsnede, een geheel ander aanzien heeft dan de normale bouwgrond op de diluviale zandgronden. In den normalen bodem kan wel het bovenste laagje eene grijze kleur aannemen, maar onder dit laagje heeft de grond eene vrij gelijke, min of meer donkere tint, die langzamerhand in donkerheid afneemt en in den lichter gekleurden ondergrond overgaat. De humusstoffen enz. hebben de skeletdeelen (zand en hier en daar grint) gelijkmatig omkorst en aaneengehecht en vormen daarmee op het oog één geheel. De het zand vergezellende humusstoffen, kleideeltjes enz. bevinden zich hier echter in vlokkingen toestand, in denzelfden toestand, waarin men b. v. in water zwerende klei kan brengen door er een weinig van eenig zout, b. v. K Cl, bij te voegen, in eenen toestand dus als voor de cultuur zoo gewenscht is. Zij vormen dan met het zand geene vast aaneengehechte massa's maar slechts kruimels (*Krümelungszustand*); de Franschen noemen het in dit geval *un sol meuble*.

SCHLÖSING § heeft over dit *ameublir* van den grond eenige onderzoekingen gedaan; hij schrijft dien toestand aan eene geringe hoeveelheid zouten, b. v. dubbelkoolzure kalk, toe; daardoor komen de klei en de humus ook in den bouwgrond in vlokkingen toestand. In dien toestand worden de fijne deeltjes niet weggeslibd door een zachten stroom water, maar eerst dan wanneer de gemak-

* Deze kalk enz. zal meer als een bestanddeel van de plantenasch dan wel van den grond beschouwd moeten worden. Nagenoeg $\frac{1}{3}$ deel der asch van heideplanten bestaat uit kalk.

† Het dennenbosch, waaronder bank D voorkomt en dat thans door het graven van slooten beter drooggelegd is, was 20 jaar geleden eene zeer moerassige heide.

§ *Annales de Chimie et de Physique*, 1874, p. 537.

kelijk oplosbare zouten door veel water zijn weggenomen. Worden in een *sol meuble* de poriën niet verstopt, als er een langzame stroom water of kalkhoudend water doorgaat, — een grond van die oplosbare zouten bevrijd slempt ineen, de poriën geraken verstopt, met het water kan eene zekere hoeveelheid slib naar-beneden gespoeld worden.

FR. SCHULZE * heeft trouwens reeds vroeger omtrent dit vlokkig worden der klei proeven genomen en later AD. MAIJER †, HILGARD en anderen. Dr. RAMANN § heeft nagegaan tot welke diepte zich die kruimelvorming in een boschgrond uitstrekt; ook hij schrijft daaraan den goeden toestand van den zoogenaamden Mullboden (MÜLLER) toe.

Geheel anders is het uitzicht van den grond boven eene oerbank. Boven eene bank treft men, onder den humus aan de oppervlakte, eene laag aan, waarin zandkorrels voorkomen, die niet bruin gekleurd zijn door aanhangende humusstoffen of ijzeroxyd maar wit en vermengd — volstrekt niet vereenigd — met zwarte korrels. De grond krijgt daardoor eene min of meer grijze tint.

Opmerkelijk is de weinige samenhang tusschen deze zwarte korrels en het zand. In drogen toestand in eene flesch geschud vormen zich witte en zwarte laagjes, zoodat de massa een gemarmerd aanzien krijgt. Door slibbing valt het niet moeilijk ze voor een groot deel te scheiden. In den bodem schijnt dit ook plaats te hebben. Vandaar dat ook deze op eene doorsnede niet zelden een gemarmerd aanzien heeft en het moeilijk gaat de witte zandlaagjes en de zwarte laagjes afzonderlijk te verzamelen. Soms is de afscheiding scherper, en schijnt zich door mechanische verplaatsing eene bank van zwarten humus te vormen, boven de gewone bruin gekleurde bank gelegen. (Monster G.)

Teneinde eenigszins nader met de samenstelling van deze zwarte korrels en het tusschenliggende zand bekend te worden, werd van den grond boven bank D, en wel van de 2^e laag (zie profiel), vooreerst met eene zeef van 5 mM. opening de ruwe organische massa (plantenwortels) verwijderd. Ruim 80 pCt. ging door de openingen dezer zeef heen. Hiervan werden 300 gram geslibd; de afgeslibde massa woog (luchtdroog) 45,1 gram, dus ruim 15 pCt. Deze bevatte 0,7 pCt. stikstof en 15,3 pCt. asch, waarvan 0.354 pCt. ijzeroxyd en 0.023 phosphorzuur; terwijl in het bij slibbing achtergebleven zand slechts 0.035 pCt. ijzeroxyd gevonden werd. Het ijzeroxyd dezer laag is dus vooral opgehoopt in de zwarte korrels; hetzelfde zal het geval zijn met de andere in zoutzuur oplosbare stoffen.

* POGGENDORFF'S *Annalen*, 1866, S. 366.

† *Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik*. Bd. II, S. 251.

§ *Forschungen a. d. G. Agric. Phys.* Bd. XI, 299.

Evenals de grint aan de oppervlakte van het diluvium veelal wit gekleurd is, terwijl die uit de diepte steeds eene gele kleur bezit door aanhangend ijzeroxyd, zoo is ook dit zand wit van kleur, doordien het aanhangend ijzeroxyd in oplossing gebracht en weggespoeld is. Aan de oppervlakte dier zandkorrels zet zich ook weinig of geen humus af, omdat het ijzeroxyd ontbreekt, waarmede dit eene onoplosbare verbinding kan vormen. Daarom hechten zij zich ook niet aan elkander en aan de tusschenliggende zwarte korrels.

Kruimelvorming kan in deze laag misschien soms voorkomen, maar de groote doorlatendheid zal veroorzaken dat de oplosbare zouten gemakkelijk wegspoelen, vooral bij veel regen en vochtige ligging. Misschien zijn de zwarte korrels, die veel fijn zand bevatten, als kruimels te beschouwen, die echter, door atmosferische invloeden (droogte en vochtigheid), niet aaneenhechten.

Eene vergelijking van mijne uitkomsten met die van TUXEN (tabel Va, b en c) doet zien, dat ook in de door hem onderzochte banken o. a. aluinaarde is opgehoopt. Zijne Torflaag is rijker aan oplosbare bestanddeelen, omdat door mij de grovere overblijfselen van de plantendeelen zijn uitgezeefd, en de door mij onderzochte grijze laag is rijker, omdat deze zeker meer zwarte korrels bevatte, dan TUXEN's Bleisand. Nu is het uit de slibanalysen en uit het verdere onderzoek van de zwarte korrels en van het daartusschen liggende zand gebleken, dat de oplosbare bestanddeelen dezer laag grotendeels in de zwarte korrels aanwezig zijn. Het was echter hoogst moeielijk van eene laag, die zoo zeer in dikte verschilt en in gehalte aan zand en humusmassa afwisselt, een gelijkmatig monster te verzamelen. Het kwam mij daarom wenschelijker voor de laag te onderzoeken, welke iets dieper gelegen is, maar toch ook eene grijze tint heeft, en die door grooteren samenhang tusschen het zand en den humus meer homogeniteit bezit.

TUXEN * heet eenige banken, benevens het daarbovenliggende Bleisand en den ondergrond, op hun absorptievermogen van ammonia, kali en phosphorzuur onderzocht. 50 Gram Feinerde werden met 100 cM³. vloeistof in aanraking gebracht. Voor de ammoniakabsorptie werd chloorammonium genomen, van eene sterkte, dat 100 cM³. aan 0.233 gram ammonia beantwoordde. Bij de kaliabsorptie bevatten de 100 cM³. 0.471 gram kali, en voor de phosphorzuurabsorptie werd eene oplossing van neutraal natriumphosphaat gebruikt met eene phosphorzuurgehalte van 0.352 gram in de 100 cM³. Uit de verkregen uitkomsten blijkt, dat de bank vele malen meer phosphorzuur absorbeert dan het Bleisand en dan de ondergrond, en dat ook kali en ammonia daardoor in grootere hoeveelheid worden opgenomen. Zie tabel VI.

* Dr. P. E. MÜLLER, *Studien über die natürl. Humusformen etc.*

Aangezien nu uit de absorptieproeven van Prof. VAN BEMMELEN gebleken is *, dat humaten en de colloïdale silicaten in het algemeen bases (zooals ammonia en kali) binden of met andere bases uitwisselen, zoo is zulks een middelrijk bewijs, dat in de door TUXEN onderzochte banken meer van deze verbindingen voorkomen dan in het daarboven gelegen Bleisand en den ondergrond. Voor de sterkere absorptie van het phosphorzuur geeft de grootere hoeveelheid ijzeroxyd en aluinaarde in de banken eene verklaring. Bovendien kan dit ook opgenomen worden in een humaat, dat kalk bevat, en dat waarschijnlijk in sommige banken voorkomt.

Een gevolg van het geringe absorptievermogen der grijze (Bleisand) laag zal ook zijn, dat de zouten, die bij de vertering der organische massa aan de oppervlakte gevormd worden, weinig of niet door deze laag worden opgenomen maar er doorsijpelen, en dat van de sulfaten en de kleine hoeveelheid chloriden de bases in de bank worden vastgelegd.

Van de phosphaten blijft ook het phosphorzuur in de bank achter.

Dat het zandoer eene hedendaagsche vorming is mag als zeker worden beschouwd. Waarschijnlijk is slechts een betrekkelijk gering aantal jaren noodig om in een losgemaakten grond op nieuw eene bank te doen ontstaan, en kan onder gunstige omstandigheden in een betrekkelijk kort tijdsverloop hare vorming worden aangetoond †. Met het oog daarop ben ik begonnen eene reeks van proeven te nemen en hoop daarvan later mededeeling te doen.

In het vorenstaande meen ik te hebben aangetoond, dat er in de banken behalve humaten van aluinaarde en ijzeroxyd met kleine hoeveelheden alkalische aarden en alkalien, ook silicaten van eene dergelijke samenstelling voorkomen, gelijk reeds Prof. G. J. MULDER vermoedde. Eene scheiding tusschen beide is niet wel mogelijk, want het oplosmiddel (water, verdunde ammonia en zoutzuur), dat humuszuur in oplossing brengt of vrijmaakt, brengt ook kiezelzuur in oplossing of scheidt het uit zijne verbindingen af. Deze colloïdale humaten en silicaten vormen ongetwijfeld het bindmiddel, waardoor de zandkorrels in de

* *Landw. Versuchsstationen* XXXV, S. 104.

† Volgens het oordeel van boschbouwkundigen vormt zich eene bank niet weer, als de grond losgemaakt en naarboven gebracht is; mij dunkt dat zulks geheel athankelijk zal zijn, of de grond al of niet behoorlijk drooggelegd en open gehouden wordt.

banken aaneengehecht zijn. De groote vastheid der banken moet echter niet zoo zeer gezocht worden in de absolute hoeveelheid dier colloïden, maar in de wijze waarop zij om de zandkorrels zijn gevormd, op eene dergelijke wijze namelijk als de koolzure kalk in zandmergel zich heeft afgezet.

De colloïdale humaten, en ongetwijfeld voor een deel ook de silicaten, ontstaan in de boven de bank gelegen lagen, uit den afval der planten. Zij zijn hier meer oplosbaar, spoelen naarbeneden en ondergaan bij de bankvorming zoodanige verandering, dat zij onoplosbaar worden, waarschijnlijk doordat zij meer bases (ijzeroxyd) opnemen.

In zoover is eene oerbank, gelijk MULDER het uitdrukte, een product van den plantengroei. In de losse zandgronden kan echter ook eene mechanische verplaatsing van de fijne slib uit den boven- naar den ondergrond tot de bankvorming medewerken, en zelfs de eerste aanleiding tot haar ontstaan zijn.

Wageningen, Februari 1889.

T A B E L I.

Waterig en ammonicaal aftreksel van Bank D en van de daarboven gelegen laag (bovenste gedeelte van de derde laag, beginnende op 25 cM³. diepte, zie profiel op blz. 5).

Bank D. (Aarde luchtdroog).

	100 gram aarde met 500 C.C. WATER uitgetrokken.		Vervolgens met 500 C.C. AMMONIA van 5 pCt.	
	pCt.	aeq.	pCt.	aeq.
Ca O	0.0011	0.040	0.0074	0.264
Mg O	0.0012	0.060	0.0041	0.205
K ₂ O	0.0020	0.043	0.0039	0.083
Na ₂ O	0.0015	0.050	0.0010	0.032
		0.193		0.584
Fe ₂ O ₃	0.0011	0.040	0.0120	0.45
Al ₂ O ₃	0.0064	0.38	0.3170	18.6
		0.420		19.05
SO ₃	0.0113	0.282	0.0149	0.372
Si O ₂	0.0010	—	0.0696	—
Cl	0.00012	0.003	—	—
P ₂ O ₅	—	—	0.0230	1.00
		0.285		1.372
Samen	0.02572		0.4539	
Residu na gloeiing	0.0265		0.4410	
Gloeiverlies	0.014		1.948	
Zuurreactie	26 ¹ / ₁₀₀ KOH	0.26		
<i>Bovenliggende laag van D (zie blz. 5 en 7).</i>				
Ca O	0.0010	0.036	0.0042	0.150
Mg O	0.0015	0.075	0.0033	0.165
K ₂ O	0.0033	0.070	0.0094	0.200
Na ₂ O	0.0068	0.230	0.0038	0.090
		0.411		0.605
Fe ₂ O ₃	0.0002	0.008	0.0180	0.675
Al ₂ O ₃	0.0098	0.58	0.4650	27.3
		0.588		27.975
SO ₃	0.0230	0.575	0.0246	0.615
Si O ₂	0.0020	—	0.3450	—
Cl	0.0003	0.010	—	—
P ₂ O ₅	—	—	0.0050	0.2
		0.585		0.815
Samen	0.0479		0.8783	
Residu na gloeiing	0.0480		0.877	
Gloeiverlies	0.0545		3.85	
Zuurreactie	37.5 ¹ / ₁₀₀ KOH	0.375		

TABEL II.

Uitkomsten der humusbepaling enz. door elementair-analyse, in den op 110° gedroogden grond.

<i>Bank B.</i> Gloeiverlies	3.39 pCt.
C 0.826; H 0.22; N 0.05.	
Humus uit het koolstofgehalte berekend, volgens WOLFF	
C × 1.724	1.42
Stikstof.	0.05
Water enz. boven 110° uitgedreven.	1.47 „
	<hr/> 1.92 pCt.

Andere berekening.

Humus uit het koolstofgehalte berekend, volgens WOLFF C × 1.724 = 1.42.
Hierin 4.5 pCt. waterstof aannemende, is waterstof 0.064 pCt. en 0.064 × 9 = 0.58 pCt. water in humus.

De hoeveelheid gevonden water bedraagt 0.22 × 9 = 1.98 pCt.	
in den humus	0.58 „
Water boven 110° uitgedreven.	1.4 pCt.

<i>Bank D.</i> Gloeiverlies	2.23 pCt.
C 1.09; H 0.19; N 0.04	
Humus uit het koolstofgehalte berekend, volgens WOLFF	
C × 1.724 = 1.88	
Stikstof. = 0.04	
	<hr/> 1.92 „
Water enz. boven 110° uitgedreven.	0.31 pCt.

Bank F (Bladz. 12). Gloeiverlies 10.21 pCt.
C 1.76; H 0.8; N 0.06.

Humus uit het koolstofgehalte berekend, volgens WOLFF	
C × 1.724 = 3.04 pCt.	
Stikstof. = 0.06 „	
	<hr/> 3.10 „
Water enz. boven 110° uitgedreven.	7.11 pCt.

Na uittrekking 'met Na₂CO₃-oplossing en na correctie van het CO₂, vóór en na het gloeien, van het Na₂CO₃ daarin nog aanwezig, werd in deze bank gevonden:

C 0.75 of 0.75 × 1.724 =	1.29 pCt. humus
Door Na ₂ CO ₃ opgelost	1.75 „ „
Dus geheele hoeveelheid humus.	3.04 pCt.

wat ook door elementair-analyse gevonden werd.

T A B E L III.*Uittreksels met ammonia van verschillende sterkte.*Op 100 gram luchtdroge aarde 500 cM³. ammoniakhoudende vloeistof.*Bank B.*

	1 vol. pCt. oplossing.	5 vol. pCt. oplossing.	10 vol. pCt. oplossing.
Residu op 110°			
gedroogd . . .	2.38 pCt.	3.175 pCt.	3.257 pCt.
Na gloeiing. . .	0.35 " . . .	0.725 " . . .	0.777 " . . .
Gloeiverlies .	2.03 pCt.	2.45 pCt.	2.48 pCt.
Si O ₂ . . .	0.015 " . . .	0.032 " . . .	0.080 " . . .
Fe ₂ O ₃ . . .	0.075 " . . .	0.150 " . . .	0.150 " . . .
Al ₂ O ₃ . . .	0.082 " . . .	0.470 " . . .	0.520 " . . .
Ca O . . .	} Geringe hoeveelheden		0.008 "
Mg O . . .			0.010 "

Eene 2 vol. pCt. oplossing bracht bij langere inwerking in oplossing: Si O₂ — 0.055 pCt., Fe₂ O₃ — 0.15 pCt., Al₂ O₃ — 0.389, terwijl het gloeiverlies 2 pCt. bedroeg.

Eene oplossing, die voor de helft uit ammonia bestond, loste op: Si O₂ — 0.054 pCt., Fe₂ O₃ — 0.154 pCt. Al₂ O₃ — 0.558 pCt. met een gloeiverlies van 2.68 pCt.

Humusbepalingen en slibbingen.

Door behandeling met verdunde ammonia en slibbing, naar SCHLÖSING's methode, werd gevonden in de banken:

	A.	B.	D.	G.	A'.
Zand en grint.	97.13	94.22	95.86	77.07 *	93.95
Klei.	1.25	1.60	0.70	4.70 *	1.25 *
Humus.	0.85	1.50	2.28	11.76	2.02
Vocht bij 110° uitgedreven	0.77	2.68	1.51	6.47	2.78
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* Enige humus was in het zand en de klei achtergebleven, bij A' ongeveer 0.2 pCt.

TABEL IV. UITTREKSELS MET ZOUTZUUR VAN 1.10 SPEC. GEWICHT.

	Rotheerde van TUXEN*			A. †	B.	C.	D.	E.	F.	G.	A'.	B'.
	IV.	V.	VII.									
<i>a. Luchtdroge aarde,</i>	Proc. 13.06	Proc. 6.60	Proc. 40.63	Proc. 15.00	Proc. 0.95	Proc. —	Proc. —	Proc. —	Proc. —	Proc. —	Proc. —	Proc. —
Steenen grooter dan 2 mM.												
<i>b. Luchtdroge aarde, vrij van stenen.</i>	1.44	2.30	1.45									
Grint van 1—2 mM. korrel	10.68	21.30	17.95	81.53	89.03	93.61	90.45	20.20	75.05	93.07	89.54	
Grof zand van H_2O —1 mM. "	72.30	58.70	50.07		1.70	0.48		9.45				
Fijn zand.	9.06	9.20	19.87									
Klei (Thon).	3.45	8.50	3.91	1.03	1.47	1.92	3.65	3.10	15.80	2.84	3.98	
Humus.	0.37		0.83		1.92	0.31		7.11				
Water boven 100° uitgedreven	0.92	—	1.83	0.77	2.68	2.45	2.02	2.88	10.29	2.78	4.71	
Water bij 100° uitgedreven	2.08	—	4.39	1.67	2.25	—	1.66	3.32	49.85	1.31	1.77	
In zoutzuur oplosbaar.	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Daarin stikstof	0.054	—	0.109	—	0.05	—	0.01	—	0.06	—	—	—
Als NH_3 aanwezig	—	—	—	—	—	—	0.0022	—	—	0.0025	—	—
<i>c. In zoutzuur oplosbaar.</i>												
CaO	0.041	—	0.038	—	0.024	—	0.012	—	0.45	—	—	—
MgO	0.046	—	0.024	—	0.051	—	0.011	—	0.08	—	—	—
K_2O	0.034	—	0.012	—	0.021	—	0.029	—	0.09	—	—	—
Na_2O	0.019	—	0.004	—	0.006	—	0.017	—	0.05	—	—	—
Fe_2O_3	0.846	0.32	1.456	0.772	0.832	0.348	0.139	0.802	39.03	0.175	0.389	
Al_2O_3	0.899	—	2.774	0.87	1.165	—	1.326	2.52	9.80	0.92	1.31	
SO_3	0.020	—	0.027	—	0.035	—	0.048	—	0.025	—	—	
P_2O_5	0.062	—	0.25	—	0.015	—	0.026	—	0.16	—	—	
	1.967	—	4.360	—	2.149	—	1.608	—	49.685	—	—	

* Rotheerde uit Deuemarken, zie nadere aanduiding op tabel V, *a* en *c*.

† In deze bank kwam bepaald grint voor, die vóór de analyse met eenige zeeff van 2 mM. verwijderd en later in rekening gebracht werd. In de meeste andere monsters was mede eenige fijn grint aanwezig; alleen in monster B werd deze bepaald.

TABEL V.

SAMENSTELLING VAN BANK D MET DIE DER BOVENLIGGENDE LAGEN
EN VAN DEN ONDERGROND.

	Bovengrond tot 2 à 2.5 d.M.		Daaronder tot 3 à 3.5 d.M.	Boven de bank, nog niet vast.	Bank.		Ondergrond.	
<i>a. Luchtdroge aarde.</i>	pCt.		pCt.	pCt.	pCt.		pCt.	
Zand en eenig grint. . .	90.45		92.85	95.04	93.61		96.28	
Klei	1.05					0.48		0.25
Humus * en water boven 100° uitgedreven . . .	6.23		4.98	2.83	2.23		1.48	
Bij 100° uitgedreven . .	1.40		1.51	1.17	2.02		0.67	
In zoutzuur oplosbaar . .	0.87		0.66	0.96	1.66		1.32	
	100.00		100.00	100.00	100.00		100.00	
* Daarin stikstof. . . .	0.115		0.06	0.05	0.04		0.02	
<i>b. In zoutzuur oplosbaar.</i>	pCt.	Aeq.	pCt.	pCt.	pCt.	Aeq.	pCt.	Aeq.
Ca O	0.010	0.357	0.008	0.010	0.012	0.248	0.195	6.963
Mg O	0.005	0.250	0.005	0.008	0.011	0.550	0.044	2.200
K ₂ O	0.021	0.447	0.017	—	0.029	0.660	0.024	0.510
Na ₂ O	0.005	0.160	0.013	—	0.017	0.516	0.007	0.230
		1.214				1.974		9.903
Fe ₂ O ₃	0.078	2.92	0.057	0.088	0.139	5.21	0.167	6.26
Al ₂ O ₃	0.602	35.40	0.440	0.720	1.326	78	0.779	45.80
		38.320				83.11		52.06
SO ₃	0.095	2.375	0.056	0.050	0.048	1.2	0.057	1.425
P ₂ O ₅	0.007	0.300	0.005	0.008	0.026	1.1	0.0023	0.1
	0.823	2.675	0.601	0.884	1.608	2.3	1.2753	1.525

Opmerking. Om een meer gelijkmatig monster te verkrijgen zijn de ruwe plantendeelen, vooral in den bovengrond aanwezig, afgezeefd door eene zeef van 5 m.M. opening. Waren deze mede onderzocht, zoo zou het gloeiverlies (humus + sterk gebonden water) grooter en de hoeveelheid zand geringer geweest zijn.

TABEL Va.

SAMENSTELLING VAN ROTHERDE MET DE BOVENLIGGENDE LAGEN EN DEN ONDERGROND, VOLGENS TUXEN.

IV. 2^{de} Kopenhagener Staats-Forstdistrict (Seeland), circa 150 jaar met beuken begroeid, alle lagen scherp afgescheiden.

	Torf, (turfsachtige hu- mus) 3 Zoll, tamelijk vast.	Bleisand, (grijze laag) 2—3 Zoll.	Rotherde, 3—5 Zoll niet zeer vast.	Ondergrond, leemig zand.
<i>a. Luchtdroge aarde.</i>	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
Steenen, grooter dan 2 mM.	0.00	4.89	13.06	15.71
<i>b. Luchtdroge aarde, vrij van steenen.</i>				
Fijne grint van 1—2 mM. . .	0.00	0.77	1.14	2.55
Grof zand van $\frac{1}{3}$ —1 mM. . .	0.20	12.90	10.68	14.21
Fijn zand	48.10	79.35	72.30	67.43
Klei (Thon)	9.80	4.95	9.06	9.42
Humus *	34.27	1.15	3.45	1.63
Scheikundig gebonden water .	0.43	0.15	0.37	0.31
Hygroscopisch water. . . .	5.95	0.31	0.92	0.97
In zoutzuur oplosbaar . . .	1.25	0.42	2.08	3.48
	100.00	100.00	100.00	100.00
* Daarin stikstof	0.619	0.056	0.054	0.029
<i>c. In zoutzuur oplosbaar.</i>				
Kiezelzuur.	0.083	0.049	0.114	0.051
Zwavelzuur.	0.052	0.008	0.020	0.011
Phosphorzuur.	0.060	0.021	0.062	0.037
Aluinaarde.	0.289	0.120	0.899	1.527
IJzeroxyde.	0.359	0.167	0.846	1.684
Kalk.	0.226	0.019	0.041	0.038
Magnesia	0.094	0.017	0.046	0.052
Kali.	0.059	0.020	0.034	0.055
Natron.	0.030	0.012	0.019	0.028
	1.252	0.424	2.081	3.483

*

TABEL Vb.

V. 1^{ste} Kronborger Staats-Forst-District (Seeland). Met 20-jarige beuken bezet. Bovengrond 4—6 Zoll, losse, fijnkorrelige, mullachtige Torf. De grenzen der lagen onduidelijk.

	Bleisand. (Grijze laag) 3—4 Zoll, zeer vast.	Rotherde 2—3 Zoll rood- bruin, ongelijk van kleur, zeer vast.	Ondergrond, leemig zand.
<i>a. Luchtdroge aarde.</i>	Proc.	Proc.	Proc.
Steenen grooter dan 2 mM.	3.52	6.60	4.20
<i>b. Luchtdroge aarde, vrij van steen.</i>			
Fijn grint van 1—2 mM.	1.30	2.30	2.70
Grof zand van $\frac{1}{3}$ —1 mM.	19.48	21.30	19.30
Fijn zand.	62.12	58.70	62.00
Klei (Thon)	13.20	9.20	11.60
Gloeiverlies	3.90	8.50	4.40
	100.00	100.00	100.00
<i>c. In zoutzuur oplosbaar.</i>			
Ijzeroxyde.	0.11	0.32	0.77

TABEL Vc.

VII. 1^{ste} Kronborger Staats-Forst-District (Seeland), circa 200 jaar met beuken bezet. Alle lagen zeer vast en scherp afgescheiden.

	Torf, 2 Zoll.	Bleisand, 3—4 Zoll.	Rotherde, 4—5 Zoll.	Ondergrond, zandig leem.
<i>a. Luchtdroge aarde.</i>	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
Steenen > 2 mM.	0.00	7.35	10.63	16.81
<i>b. Luchtdroog, vrij van steenen.</i>				
Fijn grint	0.74	1.25	1.15	2.21
Grof zand	6.75	18.85	17.95	14.99
Fijn zand	23.90	58.44	50.07	46.80
Klei	18.83	16.79	19.87	26.01
Humus *	37.34	2.63	3.91	1.32
Scheikundig gebonden water .	1.54	0.62	0.83	1.73
Hygroscopisch water	9.38	0.66	1.83	2.45
In zoutzuur oplosbaar	1.52	0.76	4.39	4.49
	100.00	100.00	100.00	100.00
* Daarin stikstof.	0.876	0.069	0.109	0.072
<i>c. In zoutzuur oplosbaar.</i>				
Kiezelzuur	0.054	0.033	0.037	0.074
Zwavelzuur.	0.083	0.017	0.027	0.018
Phosphorzuur	0.129	0.013	0.025	0.026
Aluinaarde	0.344	0.264	2.774	2.206
IJzeroxyde	0.648	0.412	1.456	2.048
Kalk.	0.096	0.010	0.038	0.034
Magnesia	0.048	0.008	0.024	0.026
Kali	0.088	0.005	0.012	0.056
Natron	0.025	sporen	0.004	0.011
	1.515	0.762	4.397	4.449

TABEL VI.

XVI. 1^{ste} Kopenhagener Forst-District.

	Bleisand.	Ortstein.	Ondergrond.
Grint van 1—2 mM.	1.00	0.70	0.60
Grof zand van $\frac{1}{3}$ —1 mM.	13.36	12.34	10.80
Fijn zand.	68.64	66.76	76.80
Klei (Thon).	12.74	10.03	8.30
Humus.	2.02	4.14	0.76
Scheikundig gebonden water.	0.97	0.86	0.51
Hygroskopisch water.	0.45	1.51	0.63
IJzeroxyde	0.43	2.56	1.10
Aluinaarde	0.39	1.10	0.50
In het geheel Feinerde	85.6	86.9	88.6
100 deelen aarde, vrij van steenen, hebben geabsorbeerd :			
Ammonia.	0.034	0.090	0.030
Kali	0.048	0.100	0.010
Phosphorzuur	0.041	0.215	0.113

XX. Holder Eichenwald.

	Afstand der onderzochte grondsoorten van de oppervlakte.		
	4—5 Zoll. Bleisand.	12 Zoll. Ortstein.	24 Zoll. Ondergrond.
Grint van 1—2 mM.	4.40	4.80	6.00
Grof zand van $\frac{1}{3}$ —1 mM.	26.00	25.40	26.80
Fijn zand.	65.66	62.34	60.68
Klei (Thon).	3.00	3.00	3.25
Humus (Gloeiverlies).	0.56	1.76	1.04
Hygroskopisch water	0.10	0.95	0.80
IJzeroxyde }	0.28	1.75	1.43
Aluinaarde }			
In het geheel Feinerde	69.60	69.80	67.20
100 deelen grond, vrij van steenen, hebben geabsorbeerd :			
Ammonia.	0.022	0.033	0.027
Kali	0.036	0.029	0.028
Phosphorzuur	0.024	0.220	0.087

VERBETERINGEN.

Bl. 28. Noot § Tabel V, moet zijn: Tabel V *a*, *b* en *c*.

Bl. 29. Noot § *Neuses*, moet zijn: *Neues*.

Tabel II. 8 r. v. b. »Water enz. boven 110^o uitgedreven» moet staan tegenover . . . 1.92 pCt.

Tabel III. De slibanalyse van bank D moet zijn:

Zand en grint	95.81
Klei	0.70
Humus	1.98
Vocht bij 110 ^o uitgedreven . . .	1.51
	<hr/>
	100.00

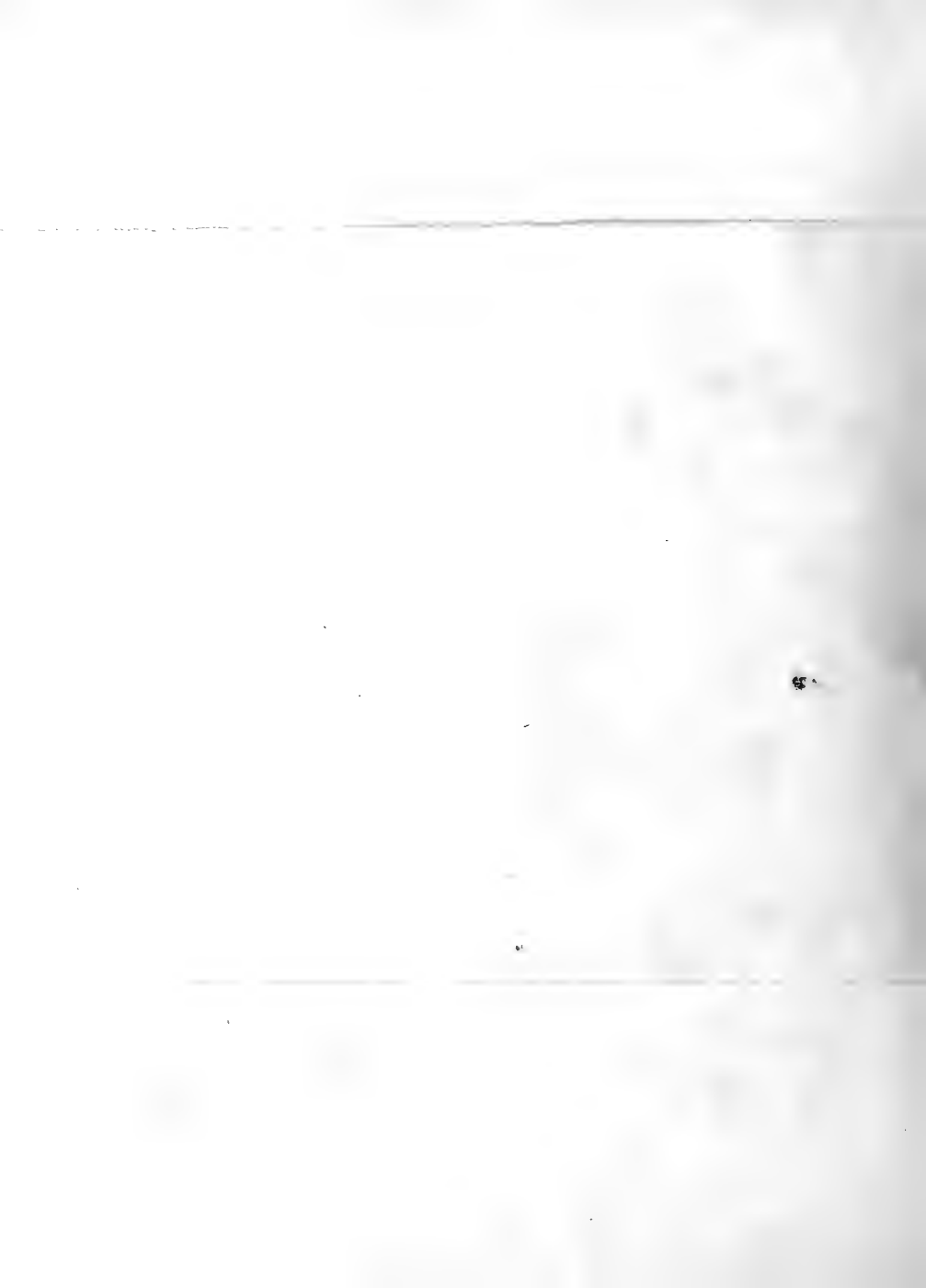
Tabel V. De som der aeq. Fe₂O₃ en Al₂O₃ is niet 83.11 maar 83.21.

.....). Over de aaneengesloten bewe-
ging van een ligchaam om een vast punt,
en de beweging der aarde om haar zwaarte-
punt. Dl. V.

BAUMHAUER (E. H. von). Verhandeling over de
digtheid, de uitzetting, het kookpunt en de

.....). Onderzoekingen over de
besmettelijkheid der gomziekte bij planten.
Dl. XXIII.

.....). Beobachtungen und Be-
trachtungen über Wurzelknospen und Ne-
benwurzeln. Dl. XXV.



N A A M - R E G I S T E R

OP DE

V E R H A N D E L I N G E N

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

Afdeeling **NATUURKUNDE.**

D E E L I—XXIX.

- BADON GHYBEN (J.).** Onderzoek hoe de rigtingen van de hoofdassen der lichamen, en de waarden hunner momenten van traagheid ten opzichte van die assen, in verband staan met het als oorsprong gekozen punt. Dl. III.
- . Oplossing van een stelkustig problema, betrekking hebbende tot het vinden van den grootsten last, die door eenige steunpunten kan gedragen worden. Dl. VII.
- BAEHR (G. F. W.).** Over de draaijende beweging van een lichaam om een vast punt, en de beweging der aarde om haar zwaartepunt. Dl. V.
- BAUMHAUER (E. H. VON).** Verhandeling over de digtheid, de nitzetting, het kookpunt en de spanning van den damp van alkohol en van mengsels van alkohol en water. Dl. IX.
- BEHRENS (Th. H.).** Beiträge zur Petrographie des Indischen Archipels. Dl. XX, XXIII.
- BEMMELN (J. M. VAN).** Bijdragen tot de kennis van den alluvialen bodem van Nederland. Dl. XXV.
- BEIJERINCK (M. W.).** Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. Dl. XXII.
- . Onderzoekingen over de besmettelijkheid der gomziekte bij planten. Dl. XXIII.
- . Beobachtungen und Betrachtungen über Wurzelknospen und Nebenwurzeln. Dl. XXV.

BIERENS DE HAAN (D.). Note sur une méthode pour la réduction d'intégrales définies et sur son application à quelques formules spéciales. Dl. II.

—————. Tables d'intégrales définies. Dl. IV.

—————. Réduction des intégrales définies générales

$$\int_0^{\infty} F(x) \frac{\cos. p x dx}{q^2 + x^2}, \quad \int_0^z F(x) \frac{\sin. p x dx}{q^2 + x^2},$$

et application de ces formules au cas, que $F(x)$ a un facteur de la forme $\sin. ax$ ou $\cos. ax$. Dl. V.

—————. Over eenige gevallen bij de theorie van onstadige (discontinuë) functiën, waar men te onderscheiden heeft, of het oneindige van een' Even' of Oneven' een geheele of gebroken vorm zij. Dl. VII.

—————. Exposé de la théorie, des propriétés, des formules de transformation, et des méthodes d'évolution des intégrales définies. Dl. VIII.

—————. Supplément aux Tables d'intégrales définies. Dl. X.

—————. Over eenige nieuwe herleidingsformulen bij de theorie van bepaalde integralen. Dl. XII.

—————. Tweede ontwerp eener naamlijst van logarithmentafels, met opgave van den tijd, de plaats en de grootte, alsmede van het aantal decimalen, alles zoo verre bekend. Dl. XV.

—————. Iets over zamenstelling van differentiaalvergelijkingen uit eene aangenomen integraalvergelijking. Dl. XVIII.

—————. Over het differentieeren van eenige elliptische integralen naar den

modulus, of eene functie daarvan. Dl. XVIII.

BIERENS DE HAAN (D.). Herleiding van eenige integralen met den wortelvorm $\sqrt{1 + p \sin^2 x \cos^2 x}$ tot elliptische en andere integralen. Dl. XXI.

—————. Een aanhangsel tot de tafels van onbepaalde integralen. Dl. XXII.

BLEEKER (P.). Bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van Japan. Dl. I.

—————. Over eenige visschen van Van Diemensland. Dl. II.

—————. Mémoire sur les Cyprinoïdes de Chine. Dl. XII.

—————. Révision des espèces de Dentex, Synagris, Gymnoceanius, Gnathodentex et Pentapus. Dl. XIII.

—————. Révision des espèces indo-archipélagiques des genres Lutjanus et Aprion. Dl. XIII.

—————. Révision des espèces indo-archipélagiques du groupe des Epinephelini et de quelques genres voisins. Dl. XIV.

—————. Mémoire sur les Sciénoïdes et les Sillaginoïdes de l'Inde archipélagique. Dl. XIV.

—————. Sur les espèces insulindiennes de la famille des Cirrhitéoïdes. Dl. XV.

—————. Révision des espèces insulindiennes de la famille des Mullioïdes. Dl. XV.

—————. Sur la famille des Pseudochromidoïdes et révision de ses espèces insulindiennes. Dl. XV.

—————. Mémoire sur les espèces insulindiennes de la famille des Scorpoïdes. Dl. XVI.

—————. Révision des espèces insulindiennes de la famille des Chétodontéoïdes. Dl. XVII.

- BLEEKER (P.). Contribution à la faune ichtyologique de l'île Maurice. Dl. XVIII.
- . Sur quelques espèces inédites ou peu connues de poissons de Chine appartenant au Muséum de Hambourg. Dl. XVIII.
- . Énumération des espèces de poissons actuellement connues du Japon et description de trois espèces inédites. Dl. XVIII.
- . Mémoire sur les poissons à pharyngiens labyrinthiformes de l'Inde archipélagique. Dl. XIX.
- . Révision des espèces insulindiennes du genre *Platycephalus*. Dl. XIX.
- BOON MESCH (A. H. VAN DER). Over de oorzaken der zelfontbranding van stoffen in schepen geladen. Dl. I.
- BOSCH (R. B. VAN DEN). Hymenophyllaceae Javanicae; sive descriptio Hymenophyllacearum archipelagi Indici. Dl. IX.
- BOSQUET (J.). Recherches paléontologiques sur le terrain tertiaire du Limbourg Neerlandais. Dl. VII.
- BUYS BALLOT (C. H. D.). Sur la marche annuelle du thermomètre et du baromètre en Neêrlande et en divers lieux de l'Europe, déduite d'observations simultanées de 1849 à 1859. Dl. IX.
- . Verdeeling der warmte over de aarde. Dl. XXVI.
- CAMPEN (F. A. W. VAN). Ontleedkundig onderzoek van den Potto van Bosman. Dl. VII.
- CAPPELLE (H. VAN). Geologische resultaten van eenige in West-Drenthe en in het oostelijk deel van Overijssel verrichte grondboringen. Dl. XXIX.
- DELPRAT (J. P.). Over de betrekking tusschen de gemiddelde snelheid van het water in rivieren en de werkelijke snelheid. Dl. III.
- DOZY (F.). Bijdrage tot de anatomie en physiographie der Sphagna. Dl. II.
- ENGELBENBURG (E.). Magnetic survey of the eastern part of Brazil. Dl. XXVII.
- . Hyetographie van Nederland. Dl. XXIX.
- FENNEMA (R.). Nieuwe geologische ontdekkingen op Java. Dl. XXI.
- HAGEN (B.). Anthropologische Studien aus Insulinde. Dl. XXVIII.
- HALBERTSA (H. J.). Bijdrage tot de ziektekundige ontleedkunde der tanden. Dl. II.
- . Over Hermaphroditismus spurius femininus. Dl. III.
- HARTING (P.). Description d'un diamant remarquable, contenant des cristaux. Dl. VI.
- . Description de quelques fragments de deux Céphalopodes gigantesques. Dl. IX.
- . Bijdrage tot de kennis der mikroskopische Fauna en Flora van de Banda-Zee. Dl. X.
- . Notices zoologiques, anatomiques et histologiques sur l'*Orthragoriscus ozodura*; suivies de considérations sur l'ostéogénèse der Téléostiens en général. Dl. XI.
- . Recherches de morphologie synthétique sur la production artificielle de quelques formations calcaires organiques. Dl. XIII.
- . Notice sur un cas de formation de fulgurites et sur la présence d'autres fulgurites dans le sol de la Néerlande. Dl. XIV.
- . Le plan médian de la tête Néerlandaise masculine, déterminé d'après une méthode nouvelle. Dl. XV.
- . Les corps amniotiques de l'oeuf

- de l'Hippopotame, comparés à ceux d'autres mammifères. Dl. XXI.
- HEIJNSIUS (A.). Over serum- en eieralbumine en hare verbindingen. Dl. XVII.
- HOEVEN (J. VAN DER). Bijdragen tot de ontleedkundige kennis aangaande Nautilus Pompius L., vooral met betrekking tot het mannelijke dier. Dl. III.
- . Over het geslacht Ictycyon van Lund. Dl. III.
- . Beschrijving en afbeelding van eenen te Pompeji opgegraven menschelijken schedel. Dl. VII.
- . Ontleedkundig onderzoek van den Potto van Bosman. Dl. VII.
- HOFFMANN (C. K.). Bijdrage tot de kennis der morphologie van den schoudergordel en het borstbeen, bij reptiliën, vogels, zoogdieren en den mensch. Dl. XIX.
- . Zur Ontogenie der Knochenfische. Dl. XXI, XXIII.
- . Die Bildung des Mesoderms, die Anlage der Chorda dorsalis und die Entwicklung des Canalis neurentericus bei Vogelebryonen. Dl. XXIII.
- . Over de ontwikkelingsgeschiedenis van het gehoororgaan en de morphologische beteekenis van het gehoorbeentje bij de reptiliën. Dl. XXVIII.
- . Bijdrage tot de kennis der ontwikkelingsgeschiedenis van het aderlijke bloedvatstelsel bij de reptiliën. Dl. XXIX.
- HOORWEG (J. L.). Experimenteel onderzoek omtrent de beweging van het bloed. Dl. XXVII.
- HUBRECHT (A. A. W.). Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der Nematoden. Dl. XX.
- HUBRECHT (A. A. W.). Studien zur Phylogenie des Nervensystems. II. Das Nervensystem von Pseudonematon nervosum gen. et sp. n. Dl. XXII.
- . Over de voorouderlijke stamvormen der Vertebraten. Dl. XXIII.
- JULIUS (V. A.). Bijdrage tot de theorie der capillaire verschijnselen. Dl. XXIV.
- . Over de lineaire spectra der elementen. Dl. XXVI.
- . Over de dubbellijnen in de spectra van natrium, magnesium en aluminium. Dl. XXVI.
- KAISER (F.). Eerste onderzoekingen met den mikrometer van Airy, volbragt op het Observatorium der Hoogeschool te Leiden. Dl. VI.
- KAM (N. M.). Catalog von Sternen deren Örter durch selbständige Meridianbeobachtungen bestimmt worden sind, aus band I bis 66 der Astronomischen Nachrichten, reducirt auf 1855,0. Dl. XXIV.
- KAMERLINGH ONNES (H.). Algemeene theorie der vloeistoffen. Dl. XXI.
- KAPTEIJN (J. C.). Les sinus de quatrième ordre. Dl. XXIV.
- KAPTEIJN (W.). Les sinus de quatrième ordre. Dl. XXIV.
- KORTEWEG (D. J.). Algemeene theorie der ponderomotorische krachten. Dl. XX.
- LEUPE (P. A.). George Everardus Rumphius, Ambonsch natuurkundige der 17e eeuw. Dl. XII.
- LOBATTO (R.). Mémoire sur l'intégration des équations linéaires du premier ordre aux différentielles partielles, à quatre variables. Dl. I.
- . Mémoire sur une méthode d'approximation pour le calcul des rentes viagères. Dl. X.

- LORENTZ (H. A.). Over het verband tusschen de voortplantingsnelheid van het licht en de dichtheid en samenstelling der middensstoffen. Dl. XVIII.
- MARTIN (K.). Ueber Stegodon-Reste aus Java. Dl. XXVIII.
- MILLIES (H. C.). Over eene nieuwe ontdekte afbeelding van den Dodo (*Didus ineptus* L.). Dl. XI.
- MIQUEL (F. A. W.). De palmis archipelagi indici observationes novae. Dl. XI.
- MULDER (G. J.). Over de oorzaken der zelfontbranding van stoffen in schepen geladen. Dl. I.
- OUDEMANS JR. (A. C.). Onderzoekingen over het Podocarpinezuur. Dl. XIV.
- . Over het soortelijk draaiingsvermogen der voornaamste kina-alkaloiden in vrijen en gebonden toestand. Dl. XVI.
- OUDEMANS (J. A. C.). Mémoire sur l'orbite de la comète périodique, découverte par M. d'Arrest le 27 Juin 1851. Dl. II.
- . Zweijjaehrige Beobachtungen der meisten jetzt bekannten veränderlichen Sterne. Dl. III.
- OUDEMANS (C. A. J. A.). Ueber den Sitz der Oberhaut bei den Luftwurzeln der Orchideen. Dl. IX.
- . Annotationes criticae in Cupuliferas nonnullas Javanicas. Dl. XI.
- OUDEMANS (J. T.). Beiträge zur Kenntnis des *Chiromys Madagascariensis* Cuv. Dl. XXVII.
- RAMAER (J. C.). De omvang van het Haarlemmermeer en de meren waaruit het ontstaat is, op verschillende tijden vóór de droogmaking Dl. XXIX.
- RAUWENHOFF (N. W. P.). Bijdrage tot de kennis van *Dracaena Draco* L. Dl. X.
- . Onderzoekingen over *Sphaeroplea annulina* Ag. Dl. XXVI.
- . De geslachtsgeneratie der *Gleicheniaceën*. Dl. XXVIII.
- REES (R. VAN). Over de theorie der magnetische krachtlijnen van Faraday. Dl. I.
- REINDERS (G.). De samenstelling en het ontstaan der zoogenaamde oerbanken in de Nederlandsche heidegronden. Dl. XXVII.
- RETGERS (J. W.). De samenstelling van het duinzand van Nederland. Dl. XXIX.
- RIJCKEVORSEL (E. VAN). Verslag aan zijne Excellentie den Minister van Koloniën, over eene magnetische opneming van den Indischen Archipel, in de jaren 1874—1879 gedaan. Dl. XIX, XX.
- , *Magnetic Survey of the eastern part of Brazil*. Dl. XXVII.
- RIJK (J. C.). Over de oorzaken der zelfontbranding van stoffen in schepen geladen. Dl. I.
- SANDE LACOSTE (C. M. VAN DER). *Synopsis Hepaticarum Javanicarum, adjectis quibusdam speciebus Hepaticarum novis extra-Javanicis*. Dl. V.
- . *Species novae vel ineditae Muscorum archipelagi indici*. Dl. XIII.
- SCHAEFFER (J. D. R.). Onderzoekingen over de diffusie van eenige anorganische en organische verbindingen. Dl. XXVI.
- SCHOLS (CH. M.). Over de theorie der fouten in de ruimte en in het platte vlak. Dl. XV.
- SCHROEDER VAN DER KOLK. Anatomisch physiologisch onderzoek over het fijnere zamenstel en de werking van het ruggemerg. Dl. II.

- SCHROEDER VAN DER KOLK (J. L. C.). Over het fijner zamenstel en de werking van het verlengde ruggemerg en over de naaste oorzaak van epilepsie en hare rationele behandeling. Dl. VI.
- . Over de Allantois en hare vorming en veranderingen in den mensch. Dl. IX.
- SEELHEIM (F.). De grondboringen in Zeeland. Dl. XIX.
- SISSINGH (R.). Metingen over Kerr's verschijnsel bij magnetisatie evenwijdig aan het spiegelend oppervlak. Dl. XXVIII.
- STAMKART (F. J.). Over het berekenen der gemiddelde waterhoogte en der watergetijden, uit gedane waarnemingen. Dl. I.
- . Over de afwijkingen van het kompas, voortgebracht door de aantrekking van het scheeps-ijzer. Dl. III.
- . Theorie van het intensiteitskompas en van zijn gebruik op ijzeren en houten schepen. Dl. VII.
- STOK (J. P. VAN DER). De Hornsteinsche zesentwintig-daagsche periode afgeleid uit meteorologische en magnetische waarnemingen te Batavia, Petersburg en Praag. Dl. XXVIII.
- SURINGAR (W. F. R.). Stasiastische dimerie (tweetaligheid door storing): monstrositeit eener bloem van *Cypripedium venustum* Wall. Dl. XXI.
- . Monstrositeiten van *Cypripedium insigne*. Dl. XXIV.
- TIDEMAN (B. J.). Verslag van proeven, genomen met een enkel scheepsmodel, ten doel hebbende eenige gegevens te verkrijgen omtrent den wederstand van het water tegen de beweging van een schip. Dl. XVI.
- TREUB (M.). Quelques recherches sur le rôle du noyau dans la division des cellules végétales. Dl. XIX.
- TREUB (M.). Notes sur l'embryogénie de quelques Orchidées. Dl. XIX.
- VERBEEK (R. D. M.). Nieuwe geologische ontdekkingen op Java. Dl. XXI.
- . Geologische aantekeningen over de eilanden van den Nederlandsch-Indischen Archipel in het algemeen en over de fossilhoudende lagen van Sumatra in het bijzonder. Dl. XXI.
- . Over de dikte der tertiaire afzettingen op Java. Dl. XXIII.
- VERDAM (G. J.). Bijdrage tot de toepassing van het beginsel van d'Alembert, overeenkomstig de rekenwijze van Lagrange. Dl. X.
- VIGELIUS (W. J.). Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das sogenannte Pancreas der Cephalopoden. Dl. XXII.
- VROLIK (G.). Over het verschil van de inwendige gesteldheid der horenpitten bij Antilopen. Dl. I.
- VROLIK (W.). Beschrijving van gebrekkigen hersen- en schedelvorm. Dl. I.
- . Ontleedkundige nasporingen omtrent *Dendrolagus inustus*. Dl. V.
- . Beschrijving en afbeelding van eenen te Pompeji opgegraven menschelijken schedel. Dl. VII.
- WAALS (J. D. VAN DER). Eenige opmerkingen naar aanleiding van de algemeene theorie der ponderomotorische krachten. Dl. XX.
- . Onderzoekingen omtrent de overeenstemmende eigenschappen der normale verzadigde damp- en vloeistoffijnen voor de verschillende stoffen en omtrent een wijziging in den vorm der lijnen bij mengsels. Dl. XX.

- WAAALS (J. D. VAN DER). Over de coëfficiënten van uitzetting en van samendrukking in overeenstemmende toestanden der verschillende vloeistoffen. Dl. XX.
- . Bijdrage tot de kennis van de wet der overeenstemmende toestanden. Dl. XXI.
- WENCKEBACH (K. F.). De embryonale ontwikkeling van de Ansjovis (*Engraulis encrasicolus*). Dl. XXVI.
- WILLIGEN (V. S. M. VAN DER). De coëfficiënten van breking voor mengsels van zwavelzuur en water. Dl. XI.
- WIJHE (J. W. VAN). Ueber die Mesodermsegmente und die Entwicklung der Nerven des Selachierkopfes. Dl. XXII.
- ZAAIJER (T.). De toestand der lijken na arsenicum-vergiftiging. Dl. XXV.

Z A A K - R E G I S T E R

OP DE

V E R H A N D E L I N G E N

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN.

Afdeeling **NATUURKUNDE.**

D E E L I—XXIX.

AARDE (Over de draaijende beweging van een ligchaam om een vast punt, en de beweging der) om haar zwaartepunt. Dl. V.

d'ALEMBERT (Bijdrage tot de toepassing van het beginsel van), overeenkomstig de rekenwijze van Lagrange. Dl. X.

ALKOHOL (Verhandeling over de digtheid, de uitzetting, het kookpunt en de spanning van den damp van en van mengsels van alkohol en water. Dl. IX.

ALLANTOIS (Over de) en hare vorming en veranderingen in den mensch. Dl. IX.

ALLUVIALEN BODEM van Nederland (Bijdrage tot de kennis van den). Dl. XXV.

ANSJOVIS (De embryonale ontwikkeling van de). Dl. XXVI.

ANTHROPOLOGISCHE STUDIEN aus Insulinde. Dl. XXVIII.

APRION zie Lutjanus.

ARSENICUM-VERGIFTIGING (De toestand der lijken na). Dl. XXV.

BAROMÈTRE (Sur la marche annuelle du thermomètre et du) en Neêrlande et en divers lieux de l'Europe, déduite d'observations simultanées de 1849 à 1859. Dl. IX.

BEWEGING (Over de draaijende) van een ligchaam om een vast punt, en de beweging der aarde om haar zwaartepunt. Dl. V.

BLOED (Experimenteel onderzoek omtrent de beweging van het). Dl. XXVII.

BLOEDVATENSTELSEL bij de reptiliën (Bij-

- drage tot de ontwikkelingsgeschiedenis van het aderlijke). Dl. XXIX.
- CANALIS NEURENTERICUS bei Vogelembryonen (Die Bildung des Mesoderms, die Anlage der Chorda dorsalis und die Entwicklung des). Dl. XXIII.
- CAPILLAIRE VERSCHIJNSELEN (Bijdrage tot de theorie der). Dl. XXIV.
- CATALOG von Sternen deren Örter durch selbständige Meridianbeobachtungen bestimmt worden sind. Dl. XXIV.
- CELLULES VÉGÉTALES (Quelques recherches sur le rôle du noyau dans la division des). Dl. XIX.
- CÉPHALOPODES gigantesques (Description de quelques fragments de deux). Dl. IX.
- CHÉTODONTOÏDES (Révision des espèces insulindiennes de la famille des). Dl. XVII.
- CHIROMYS Madagascariensis Cuv. (Beiträge zur Kenntniss des). Dl. XXVII.
- CHORDA DORSALIS (Die Bildung des Mesoderms, die Anlage der) und die Entwicklung des Canalis neurentericus bei Vogelembryonen. Dl. XXIII.
- CIRRHIÉOÏDES (Sur les espèces insulindiennes de la famille des). Dl. XV.
- COËFFICIËNTEN (De) van breking voor mengsels van zwavelzuur en water. Dl. XI.
- COMÈTE PÉRIODIQUE (Mémoire sur l'orbite de la), découverte par M. d'Arrest le 27 Juin 1851. Dl. II.
- CORPS AMNIOTIQUES (Les) de l'oeuf de l'Hippopotame, comparés à ceux d'autres mammifères. Dl. XXI.
- CUPULIFERAS nonnullas Javanicas (Annotationes criticae in). Dl. XI.
- CYNIPIDENGALLEN (Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger). Dl. XXII.
- CYPRINOÏDES de Chine (Mémoire sur les). Dl. XII.
- DAMP- EN VLOEISTOFFLIJNEN (Onderzoekingen omtrent de overeenstemmende eigenschappen der normale verzadigden) voor de verschillende stoffen en omtrent een wijziging in den vorm dier lijnen bij mengsels. Dl. XX.
- DENDROLAGUS INUSTUS (Ontleedkundige nasporingen omtrent). Dl. V.
- DENTEX, SYNAGRIS, GYMNOCRANIUS, GNATHODENTEX ET PENTAPUS (Révision des espèces de). Dl. XIII.
- DIAMANT remarquable (Description d'un), contenant des cristaux. Dl. VI.
- DIFFERENTIAALVERGELIJKINGEN (Iets over samenstelling van) uit eene aangenomen integraalvergelijking. Dl. XVIII.
- DIFFUSIE (Onderzoekingen over de) van eenige anorganische en organische verbindingen. Dl. XXVI.
- DODO [Didus ineptus L.] (Over eene nieuw ontdekte afbeelding van den). Dl. XI.
- DRAAIINGSVERMOGEN (Over het soortelijk) der voornaamste kina-alkoïden in vrijen en gebonden toestand. Dl. XVI.
- DRACAENA DRACO L. (Bijdrage tot de kennis van). Dl. X.
- DUBBELLIJNEN. Zie Spectra.
- DUNZAND (De samenstelling van het) van Nederland. Dl. XXIX.
- EIERALBUMINE (Over Serum- en) hare verbindingen. Dl. XVII.
- ENTWICKLUNGSPHASEN (Beobachtungen über die ersten) einiger Cynipidengallen. Dl. XXII.
- EPILEPSIE (Over het fijnere samenstel en de werking van het verlengde ruggemerg en

- over de naaste oorzaak van) en hare rationele behandeling. Dl. VI.
- EPINEPHELINI (Révision des espèces indo-archipélagiques du groupe des) et de quelques genres voisins. Dl. XIV.
- ÉQUATIONS LINÉAIRES (Mémoire sur l'intégration des) du premier ordre aux différentielles partielles, à quatre variables. Dl. I.
- FAUNA (Bijdrage tot de kennis der ichthyologische) van Japan. Dl. I.
- FAUNA en flora van de Banda-Zee (Bijdrage tot de kennis der mikroskopische). Dl. X.
- FAUNE ICHTHYOLOGIQUE de l'île Maurice (Contribution à la). Dl. XVIII.
- FLORA van de Banda-Zee (Bijdrage tot de kennis der mikroskopische fauna en). Dl. X.
- FORMATIONS calcaires organiques (Recherches de morphologie synthétique sur la production artificielle de quelques). Dl. XIII.
- FOUTEN (Over de theorie der) in de ruimte en in het platte vlak. Dl. XV.
- FULGURITES (Notice sur un cas de formation de) et sur la présence d'autres fulgurites dans le sol de la Néerlande. Dl. XIV.
- FUNCTIËN (Over eenige gevallen bij de theorie van onstadige), waar men te onderscheiden heeft, of het oneindige van een' even' of oneven', een geheel of gebroken vorm zij. Dl. VII.
- GEHOORORGAAN (Over de ontwikkelingsgeschiedenis van het) en de morphologische beteekenis van het gehoorbeentje bij de reptiliën. Dl. XXVIII.
- GEOLOGISCHE AANTEEEKENINGEN over de eilanden van den Nederlandsch-Indischen Archipel in het algemeen en over de fossilhoudende lagen van Sumatra in het bijzonder Dl. XXI.
- GEOLOGISCHE ONTDEKKINGEN (Nieuwe) op Java. Dl. XXI.
- GEOLOGISCHE RESULTATEN van eenige in West-Drenthe en in het oostelijk deel van Overijssel verrichte grondboringen. Dl. XXIX.
- GLEICHENIACEEËN (De geslachtsgeneratieder). Dl. XXVIII.
- GNATHODENTEX. Zie Dentex.
- GOMZIEKTE bij planten (Onderzoekingen over de besmettelijkheid der). Dl. XXIII.
- GRONDBORINGEN (De) in Zeeland. Dl. XIX.
- GRONDBORINGEN (Geologische resultaten van eenige in West-Drenthe en in het oostelijk deel van Overijssel verrichte). Dl. XXIX.
- GYMNOCRANIUS. Zie Dentex.
- HAARLEMMERMEER (De omvang van het) en de meren waaruit het ontstaan is, op verschillende tijden vóór de droogmaking. Dl. XXIX.
- HEPATICARUM Javanicarum (Synopsis), adjectis quibusdam speciebus Hepaticarum novis extra-Javanicis. Dl. V.
- HERLEIDINGSFORMULEN bij de theorie van bepaalde integralen (Over eenige nieuwe). Dl. XII.
- HERMAPHRODITISMUS spurius femininus (Over). Dl. III.
- HERSEN- EN SCHEDELVORM (Beschrijving van gebrekkigen). Dl. I.
- HOOFDASSEN der lichamen (Onderzoek hoe de rigtingen van de), en de waarden hunner momenten van traagheid ten opzichte van die assen, in verband staan met het als oorsprong gekozen punt. Dl. III.
- HORENPITTEN bij Antilopen (Over het verschil van de inwendige gesteldheid der). Dl. I.

HORNSTEINSCHÉ ZES - EN - TWINTIG - DAAGSCHE PERIODE (De) afgeleid uit de meteorologische en magnetische waarnemingen te Batavia, Petersburg en Praag. Dl. XXVIII.

HYETOGRAPHIE van Nederland. Dl. XXIX.

HYMENOPHYLLACEAE Javanicae; sive descriptio Hymenophyllacearum archipelagi indici. Dl. IX.

ICTICYON van Lund (Over het geslacht). Dl. III.

INDISCHEN ARCHIPEL (Verslag aan Zijne Excellentie den Minister van Koloniën, over eene magnetische opneming van den), in de jaren 1874—1879 gedaan. Dl. XIX, XX.

INTEGRALEN (Een aanhangsel tot de tafels van onbepaalde). Dl. XXII.

INTEGRALEN (Herleiding van eenige) met den wortelvorm $\sqrt{1 - p \sin^2 x \cdot \cos^2 x}$ tot elliptische en andere integralen. Dl. XXI.

INTEGRALEN (Over eenige nieuwe herleidingsformulen bij de theorie van bepaalde). Dl. XII.

INTEGRALEN (Over het differentieeren van eenige elliptische) naar den modulus, of eene functie daarvan. Dl. XVIII.

INTÉGRALES DÉFINIES (Note sur une méthode pour la réduction d'), et sur son application à quelques formules spéciales. Dl. II.

INTÉGRALES DÉFINIES (Tables d'). Dl. IV.

INTÉGRALES DÉFINIES générales

$$\int_0^{\infty} F(x) \frac{\cos. p x dx}{q^2 + x^2}, \quad \int_0^{\infty} F(x) \frac{\sin. p x dx}{q^2 + x^2},$$

et application de ces formules au cas, que $F(x)$ a un facteur de la forme $\sin^a x$ ou $\cos^a x$ (Réduction des). Dl. V.

INTÉGRALES DÉFINIES (Exposé de la théorie, des propriétés, des formules de transformation et des méthodes d'évaluation des). Dl. VIII.

INTÉGRALES DÉFINIES (Supplément aux Tables d'). Dl. X.

INTÉGRATION (Mémoire sur l') des équations linéaires du premier ordre aux différentielles partielles, à quatre variables. Dl. I.

KERR'S VERSCHIJNSEL (Metingen over) bij magnetisatie evenwijdig aan het spiegelend oppervlak. Dl. XXVIII.

KINA-ALKALOÏDEN (Over het soortelijk draaiingsvermogen der voornaamste) in vrijen en gebonden toestand. Dl. XVI.

KOMPAS (Over de afwijkingen van het), voortgebracht door de aantrekking van het scheepsijzer. Dl. II.

KOMPAS (Theorie van het intensiteits-) en van zijn gebruik op ijzeren en houten schepen. Dl. VII.

KRACHTLIJNEN van Faraday (Over de theorie der magnetische). Dl. I.

LOGARITHMENTAFELS (Tweede ontwerp eener naamlijst van), met opgave van den tijd, de plaats en de grootte, alsmede van het aantal decimalen, alles zoo verre bekend. Dl. XV.

LUFTWURZELN der Orchideen (Ueber den Sitz der Oberhaut bei den). Dl. IX.

LUTJANUS ET APRION (Révision des espèces indo-archipélagiques des genres). Dl. XIII.

LIJKEN (De toestand der) na arsenicumvergiftiging. Dl. XXV.

MAGNETIC SURVEY of the eastern part of Brazil. Dl. XXVII.

MAGNETISCHE OPNEMING (Verslag aan Zijne Excellentie den Minister van Koloniën,

- over eene) in den Indischen Archipel, in de jaren 1874—1879 gedaan. Dl. XIX, XX.
- MESODERMS (Die Bildung des), die Anlage der Chorda dorsalis und die Entwicklung des Canalis neurentericus bei Vogelembryonen. Dl. XXIII.
- MIKROMETER van Airy (Eerste onderzoekingen met den), volbragt op het Observatorium der Hoogeschool te Leiden. Dl. VI.
- MONSTROSITEITEN van Cyripedium insigne. Dl. XXIV.
- MONSTRUOSITEIT eener bloem van Cyripedium venustum Wall. Dl. XXI.
- MORPHOLOGIE (Bijdrage tot de kennis der) van den schoudergordel en het borstbeen bij reptiliën, vogels, zoogdieren en den mensch. Dl. XIX.
- MORPHOLOGIE SYNTHÉTIQUE (Recherches de) sur la production artificielle de quelques formations calcaires organiques. Dl. XIII.
- MULLOÏDES (Révision des espèces insulindiennes de la famille des). Dl. XV.
- MUSCORUM archipelagi indici (Species novae vel ineditae). Dl. XIII.
- NAUTILUS POMPILIUS L. (Bijdragen tot de ontleedkundige kennis aangaande), vooral met betrekking tot het mannelijke dier. Dl. III.
- NEBENWURZELN. Zie Wurzelknospen.
- NEMERTINEN (Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystems der). Dl. XX.
- NERVENSYSTEMS (Studien zur Phylogenie des). II. Das Nervensystem von Pseudoneurion nervosum gen. et sp. n. Dl. XXII.
- OERBANKEN (De samenstelling en het ontstaan der zoogenaamde) in de Nederlandsche heidegronden. Dl. XXVII.
- ONTOGENIE (Zur) der Knochenfische. Dl. XXI, XXIII.
- ORBITE de la comète périodique (Mémoire sur l'), découverte par M. d'Arrest le 27 Juin 1851. Dl. II.
- ORCHIDEEN (Ueber den Sitz der Oberhaut bei den Luftwurzeln der). Dl. IX.
- ORCHIDÉES (Notes sur l'embryogénie de quelques). Dl. XIX.
- ORTHORAGORISCUS OZODURA (Notices zoologiques, anatomiques et histologiques sur l'). Dl. XI.
- OSTÉOGÉNÈSE des Téléostiens en général (Considérations sur l'). Dl. XI.
- PALÉONTOLOGIQUES (Recherches) sur le terrain tertiaire du Limbourg Néerlandais. Dl. VII.
- PALMIS (De) archipelagi indici observationes novae. Dl. XI.
- PANKREAS der Cephalopoden (Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das sogenannte). Dl. XXII.
- PENTAPUS. Zie Dentex.
- PETROGRAPHIE des Indischen Archipels (Beiträge zur). Dl. XX, XXIII.
- PLATYCEPHALUS (Révision des espèces insulindiennes du genre). Dl. XIX.
- PODOCARPINEZUUR (Onderzoekingen over het). Dl. XIV.
- POISSONS (Enumération des espèces de) actuellement connues du Japon et description de trois espèces inédites. Dl. XVIII.
- POISSONS à pharyngiens labyrinthiformes (Mémoire sur les) de l'Inde archipélagique. Dl. XIX.
- POISSONS de Chine (Sur quelques espèces inédites ou peu connues de) appartenant au Muséum de Hambourg. Dl. XVIII.

- PONDEROMOTORISCHE KRACHTEN** (Algemeene theorie der). Dl. XX.
- PONDEROMOTORISCHE KRACHTEN** (Eenige opmerkingen naar aanleiding van de algemeene theorie der). Dl. XX.
- POTTO** van Bosman (Ontleedkundig onderzoek van den). Dl. VII.
- PROBLEMA** (Oplossing van een stelkunstig), betrekking hebbende tot het vinden van den grootsten last, die door eenige steunpunten kan gedragen worden. Dl. VII.
- PSEUDOCHROMIDOÏDES** (Sur la famille des . et révision de ses espèces insulindiennes. Dl. XV.
- PSEUDONEMATON NERVOSUM** gen. et sp. n. (Das Nervensystem von). Dl. XXII.
- RENTES VIAGÈRES** (Mémoire sur une méthode d'approximation pour le calcul des). Dl. X.
- RÔLE DU NOYAU** (Quelques recherches sur le) dans la division des cellules végétales. Dl. XIX.
- RUGGEMERG** (Anatomisch-physiologisch onderzoek over het fijnere zamenstel en de werking van het). Dl. II.
- RUGGEMERG** (Over het fijnere zamenstel en de werking van het verlengde) en over de naaste oorzaak van Epilepsie en hare rationele behandeling. Dl. VI.
- RUMPHIUS** (GEORGIUS EVERARDUS). Ambonsch Natuurkundige der 17^e eeuw. Dl. XII.
- SAMENDRUKKING** (Over de coëfficiënten van uitzetting en van) in overeenstemmende toestanden der verschillende vloeistoffen. Dl. XX.
- SCHEDEL** (Beschrijving en afbeelding van eenen te Pompeji opgegraven menschelijken). Dl. VII.
- SCHEDELVORM** (Beschrijving van gebrekkigen hersen- en). Dl. I.
- SCHEEPSMODEL** (Verslag van proeven, genomen met een enkel), ten doel hebbende eenige gegevens te verkrijgen omtrent den wederstand van het water tegen de beweging van een schip. Dl. XVI.
- SCIÉNOÏDES** (Mémoires sur les) et les Sillaginoïdes de l'Inde archipélagique. Dl. XIV.
- SCORPÉNOÏDES** (Mémoire sur les espèces insulindiennes de la famille des). Dl. XVI.
- SELACHIERKOPFES** (Ueber die Mesodermsegmente und die Entwicklung der Nerven des). Dl. XXII.
- SERUM- EN EIERALBUMINE** (Over) en hare verbindingen. Dl. XVII.
- SILLAGINOÏDES**. Zie Sciénoïdes.
- SINUS** (Les) de quatrième ordre. Dl. XXIV.
- SPECTRA** der elementen (Over de lineaire). Dl. XXVI.
- SPECTRA** van natrium, magnesium en aluminium (Over de dubbellijnen in de). Dl. XXVI.
- SPHAEROPLEA ANNULINA** AG. (Onderzoekingen over). Dl. XXVI.
- SPHAGNA** (Bijdrage tot de anatomie en phytographie der). Dl. II.
- STASIASTISCHE DIMERIE** (tweetaligheid door storing: monstrositeit eener bloem van *Cypripedium venustum* Wall. Dl. XXI.
- STEGODON-RESTE** aus Java (Ueber). Dl. XXVIII.
- STERNE** (Zweijjaehrige Beobachtungen der meisten jetzt bekannten veraenderlichen). Dl. III.
- SYNAGRIS**. Zie Dentex.
- TANDEN** (Bijdrage tot de ziektekundige ontledkunde der). Dl. II.

- TÉLÉOSTIENS** en général (Considérations sur l'ostéogénèse des). Dl. XI.
- TERTIAIRE AFZETTINGEN** (Over de dikte der) op Java. Dl. XXIII.
- TÊTE NEERLANDAISE MASCULINE** (Le plan médian de la), déterminé d'après une méthode nouvelle. Dl. XV.
- THEORIE DER FOUTEN** (Over de) in de ruimte en in het platte vlak. Dl. XV
- THERMOMÈTRE** (Sur la marche annuelle du) et du baromètre en Neerlande et en divers lieux de l'Europe, déduite d'observations simultanées de 1849 à 1859. Dl. IX.
- UITZETTING** (Over de coëfficiënten van) en van samendrukking in overeenstemmende toestanden der verschillende vloeistoffen. Dl. XX.
- VERSLAG** van de Commissie naar de mate, waarin water onder verschillende drukhoogte door zandmassa's van verschillende samenstelling en breedte stroomt. Dl. XXVI.
- VERTEBRATEN** (Over de voorouderlijke stamvormen der). Dl. XXIII.
- VISSCHEN** van Van Diemensland (Over eenige). Dl. II.
- VLOEISTOFFEN** (Algemeene theorie der). Dl. XXI.
- VOORTPLANTINGSSNELHEID** (Over het verband tusschen de) van het licht en de dichtheid en samenstelling der middenstoffen. Dl. XVIII.
- WARMTE** (Verdeeling der) over de aarde. Dl. XXVI.
- WATER** (Over de betrekking tusschen de gemiddelde snelheid van het) in rivieren en de werkelijke snelheid. Dl. III.
- WATER** (Verslag van de Commissie tot onderzoek naar de mate, waarin) onder verschillende drukhoogte door zandmassa's van verschillende samenstelling en breedte stroomt. Dl. XXVI.
- WATER** (Verslag van proeven, genomen met een enkel scheepsmodel, ten doel hebbende eenige gegevens te verkrijgen omtrent den wederstand van het) tegen de beweging van een schip. Dl. XVI.
- WATERHOOGTE** (Over het berekenen der gemiddelde) en der watergetijden, uit gedane waarnemingen. Dl. I.
- WET** der overeenstemmende toestanden (Bijdrage tot de kennis van de). Dl. XXI.
- WURZELKNOSPEN** und Nebenwurzeln (Beobachtungen und Betrachtungen über). Dl. XXV.
- ZELFONTBRANDING** (Over de oorzaken der) van stoffen in schepen geladen. Dl. I.
- ZWAVELZUUR** en water (De coëfficiënten van breking voor mengsels van). Dl. XI.

Q
57
Z49
dl.27

Physical &
Applied Sci.
Serials

Akademie van Wetenschappen,
Amsterdam. Afdeeling voor
de Wis- en Natuurkundige
Wetenschappen
Verhandelingen

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

STORAGE

