

DIE TRIANGULATION VON JAVA

AUSGEFÜHRT VOM

PERSONAL DES GEOGRAPHISCHEN DIENSTES

IN

NIEDERLÄNDISCH OST-INDIEN

ZWEITE ABTHEILUNG

DIE BASISMESSUNG BEI SIMPLAK

VON

DR. J. A. C. OUDEMANS

ITTER VOM ORDEN DES NIEDERLÄNDISCHEN LÖWEN, HAUPT-INGENIEUR UND CHEF

E. METZGER UND C. WOLDRINGH

INGENIEUREN DES GEOGRAPHISCHEN DIENSTES

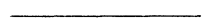
DRUCK VON JOH^s. ENSCHEDE EN ZONEN ZU HAARLEM

BESORGT VON DANNENFELSER & C^o (G. METZELAAR) ZU UTRECHT



SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V.

DIE TRIANGULATION VON JAVA



ZWEITE ABTHEILUNG

DIE TRIANGULATION VON JAVA

AUSGEFÜHRT VOM

PERSONAL DES GEOGRAPHISCHEN DIENSTES

IN

NIEDERLÄNDISCH OST-INDIEN

ZWEITE ABTHEILUNG

DIE BASISMESSUNG BEI SIMPLAK

VON

D^r. J. A. C. OUDEMANS

RITTER VOM ORDEN DES NIEDERLÄNDISCHEN LÖWEN, HAUPT-INGENIEUR UND CHEF

E. METZGER UND C. WOLDRINGH

INGENIEUREN DES GEOGRAPHISCHEN DIENSTES

DRUCK VON JOH^s. ENSCHEDE EN ZONEN ZU HAARLEM

BESORGT VON DANNENFELSER & C^o (G. METZELAAR) ZU UTRECHT

SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V.

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

ISBN 978-94-015-2093-5 ISBN 978-94-015-3302-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-94-015-3302-7

INHALT.

	Seite
Vorwort.	
Einleitung. Terrain-Recognoscirungen für die Basismessung	1
Bedingungen, denen das Basisterrain entsprechen musste	1
Schwierigkeiten der Wahl	1
Untersuchte Terrains. Wahl des Basisterrains	2
Beschreibung der Pfeiler und der Sicherung der Endpunkte	4
Ausführung der Basismessung. Vorbereitende Arbeiten	4
Maassregeln um die Stabilität des Apparates zu sichern	5
Hütten zum Schutze der Beobachter und des Apparates	5
Beobachter und Hülfspersonal	6
Auszug aus dem Messungs-Journale	7
Beschreibung des Apparates für das Centriren der Instrumente und Heliotropen	11
Verschiedene Methoden, den Basis-Apparat anzuwenden	11
Verfahren bei der Messung der Basis.	
<i>a.</i> Beschreibung der zum Richten der Messstangen dienenden Vorrichtung	15
<i>b.</i> Verfahren beim Anfang der Messung	15
<i>c.</i> Verfahren während der Messung	14
<i>d.</i> Verfahren beim Absetzen	16
<i>e.</i> Absetzen mit der Erdplatte	16
<i>f.</i> Absetzen mit dem Glasmарbel	17
Reduction der Messungen mit dem Basis-Apparat	18
Wirkliche Länge der drei Stücke der Basis, und Unterschied zwischen den Resultaten, je nachdem die in Holland oder die in Indien gefundenen relativen Ausdehnungs-coefficienten benutzt werden	22
Messung des Abstandes des Marbels 8 zum Punkte II	25
Verschiedene kleine Correctionen, welche den gefundenen Längen noch anzubringen sind.	
I. Ausdehnung der Mikroskopträger	25
II. Die Neigung der kurzen Messstangen	27
III. Die Correction, welche daraus hervorgeht, dass bei der Berechnung der Correction für Neigung der langen Messstangen vorläufig angenommene Längen dieser Stangen angewandt sind	27
IV. Die Correction wegen der Theilungsfehler	28
V. Reduction auf die Oberfläche des Meeres	29
Recapitulation der sämtlichen Correctionen	50
Ableitung der wirklichen Länge der geraden Basis	50

VORWORT.

Der Antheil, welchen jeder der auf dem Titel genannten Verfasser an diesem Rapport gehabt hat, ist am Schluss der von jedem herrührenden Theile, durch den Anfangsbuchstab seines Namens angedeutet. Es sind also

S. 1 bis S. 4, Z. 12 v. u.,	}	von Herrn Metzger;
und S. 5, Z. 20 v. u. bis S. 11, Z. 18 v. o.,		
S. 4, Z. 11 v. u. ,, S. 5, Z. 21 v. u.,	}	von mir;
S. 11, Z. 19 v. o. ,, S. 31, Z. 10 v. o.,		
und S. 33, Z. 1 v. o. ,, zum Ende,		
S. 31, Z. 11 v. o. ,, S. 52, Z. 1 v. u.,		von Herrn Woldringh.

Für die Redaction des Rapports bin ich selbst verantwortlich.

Utrecht, Juli 1878.

J. A. C. OUDEMANS.

Die Triangulation von Java. Zweite Abtheilung.
Die Basismessung bei Simplak.

EINLEITUNG.

Terrain-Recognoscirungen für die Basismessung.

BEDINGUNGEN, DENEN DAS BASISTERRAIN ENTSPRECHEN MUSSTE.

Im Anfange des Jahres 1872 wurde mir der Auftrag ertheilt, den westlichen Theil der Insel Java zu recognosciren, um einen für die Basismessung geschickten Terrainabschnitt zu ermitteln. Wir waren darauf vorbereitet, bei der Auswahl auf grosse Schwierigkeiten zu stossen, weshalb auf meine Bitte Herr Dr. Oudemans die durch ihn gestellten Anforderungen soviel als möglich einschränkte.

Folgende Grundgedanken wurden für die Auswahl als Richtschnur angenommen:
die Basis sollte soviel als möglich im westlichsten Theile der Insel liegen und eine günstige Verbindung mit dem Dreiecksnetze erlauben. Sie sollte wo möglich eine Länge von 5000 Meter in gerader Linie erreichen, während die Nothwendigkeit erkannt war, für sie wegen des Alluvial-Bodens und der vielen Reisfelder ein möglichst festes Terrain zu wählen.

SCHWIERIGKEITEN DER WAHL.

Auf meinen vielfachen Reisen im westlichen Theile der Insel hatte ich natürlich bereits früher meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet, diese Aufgabe möglichst zu erfüllen, und hatte hierzu durch meine Bekanntschaft mit West-Java, die ich während der Triangulirungs-Arbeiten erworben hatte, die Gelegenheit gehabt.

Wiewohl die Anforderungen des Herrn Dr. Oudemans wohl bescheiden genug gestellt waren, hatte ich mir gleich gesagt, dass es sehr viele Schwierigkeiten haben würde, denselben zu genügen. Ohne in eine weitläufige Beschreibung der Formation dieses Theils der Insel zu treten, ist es sehr schwierig, zu erklären, weshalb man sich a priori bewusst sein konnte, dass die Auswahl einer Linie für Basismessung in diesem Theil der Insel zu den schwierigsten Aufgaben gehörte. Ich will versuchen, die eigenthümlichen Umstände mit ein paar Worten zu erläutern.

Die höchsten Gipfel erreichen eine Höhe bis zu 10000 Fuss, sind im westlichen Theile durch eine zusammenhängende Bergkette von ungleichmässiger Formation verbunden, die nach Süd, West und Nord abfällt. Im Süden ist der Abfall überhaupt nicht gleichmässig, sondern wird durch einen tiefen Einschnitt, den Fluss Tjimandiri, abgebrochen. Der südliche Rand dieses Einschnitts erhebt sich mit steilen Wänden bis zu einer Höhe von 5000 Fuss und fällt nach Süden ziemlich gleichmässig ab. Oestlich vom Berge Pangerango, gewöhnlich Gedeh genannt, verändert sich die Grundform; die Gipfel, durch Ketten verbunden, umgeben eine Hochfläche, bis sie in Cheribon, im Süden vom Tjermai anschliessend, sich wieder in einer Linie nach Osten fortsetzen.

Im äussersten Westen der Insel liegen einzelne Berggipfel vielfach unter einander verbunden. Sie fallen im Westen steiler ab, bilden im Nordwesten von Bantam eine grössere Mulde und folgen nach Süden dem allgemeinen Charakter der Insel. Alle Abhänge sind durch vielfache Einschnitte zerklüftet, die im Allgemeinen der Richtung der Abhänge folgen und sich in krummen Linien bis zum Flachlande fortsetzen.

Der südliche Abhang hat eine eigenthümliche Formation; er ist, selbst ganz allgemein gesprochen, nicht so gleichmässig geneigt und wird durch viele Terrainwellen, die beinahe parallel zur Längenrichtung der Insel laufen, abgebrochen. Im Berglande ist es sehr schwierig, auf derselben Horizontal-Curve eine gerade Linie von genügender Länge zu finden. Da wo die Menschenhand den natürlichen Zustand für die Reiskultur verändert hat, kommen gerade Linien häufiger vor; die Bewässerung hat jedoch den Boden zu sehr verändert, als dass er geschickt wäre, eine Arbeit auszuführen, die einen festen Boden erfordert. Ausserdem schliesst die terrassirte Anlage der Reisfelder die Möglichkeit aus, eine geneigte gerade Linie auszuwählen; weil dieselbe viele Terrassen durchschneiden und dadurch, wenn man künstlich eine gleichmässige Neigung erzielen könnte, der Reiskultur grossen Nachtheil zufügen würde.

Im Flachlande der Nordküste wäre es wohl möglich, auf einem Wege eine gerade Linie von sogar mehr als genügender Länge zu finden. Jedoch würde, selbst auf einem gut verhärteten Wege, auf dem losen Grunde es sehr schwierig sein, dem Apparate die nöthige Stabilität zu sichern. Auch wäre es beinahe unmöglich gewesen, eine Verbindung mit dem Dreiecksnetze darzustellen, in der nicht allzu spitze Winkel vorgekommen wären. Der nördlichste Theil ist so wenig geneigt, dass der Abstand bis zum sichtbaren Theile der Abhänge, wegen der vielen vorliegenden Dörfer, im Verhältniss zur Länge der Basis unverhältnissmässig gross geworden wäre.

Es war also nöthig, die Basis auf einem der weniger steilen Ausläufer im Hügellande in der Richtung der Wasserlinie zu suchen. Die Schwierigkeit hierbei bestand darin, dass eine gerade Linie gefunden werden musste, die ohne allzu grosse Regulirungs-Arbeiten unseren Anforderungen in Bezug auf die Länge genügte. Einige vorläufige Untersuchungen in verschiedenen Terraintheilen bewiesen bald, dass es nicht möglich war, eine Linie von 3000 Meter in gerader Linie zu finden. Wiewohl mit Widerstreben, sah sich Herr Dr. Oudemans genöthigt, die früher gestellten Anforderungen zu ermässigen und eine Länge von 2000 Meter, im Nothfalle in gebrochener Linie, zuzulassen.

UNTERSUCHTE TERRAINS. WAHL DES BASISTERRAINS.

Einige Terrainabschnitte, die diesen Anforderungen genügen konnten, wurden genauer untersucht; die hierfür bearbeiteten Linien waren:

1°. Eine Linie auf dem grossen Postwege in der Nähe von Bandong, etwa eine Stunde von diesem Orte, ungefähr 2—5000 Meter lang.

Der Weg war fest, der Uebergang zum Dreiecksnetze sehr günstig. Alles hätte für diese Linie gesprochen, wenn nicht die vielfache Communication auf diesem Wege uns ungewünschte Störungen hätte befürchten lassen, während auch dieser Theil nicht mehr westlich genug gelegen hätte. Eine Veränderung im Tracé des Weges, um ohne Störung des Verkehrs uns genügenden Raum zu versichern, würde sehr viele Ausgaben erfordert haben. Von einer eingehenden Untersuchung durch Détail-Aufnahme wurde abstrahirt, weil unterdessen die Hoffnung rege geworden war, weiter westlich im westlichen Theil von Tjiandjoer oder in der Abtheilung Buitenzorg zu reussiren.

2°. Das Terrain in Tjiandjoer (Tjikembar) wurde en détail aufgenommen und nivellirt. Es ergab sich eine Linie von beinahe 2000 Meter in gerader Linie, die jedoch eine bedeutende Erdarbeit zur Egalisirung des Längenprofils erforderlich gemacht haben würde.

Der Boden war fest genug, die Verbindung günstig. Da unterdessen der Terraintheil in Buitenzorg vorläufig recognoscirt worden und die Hoffnung auf ein günstiges Resultat erweckt war, wurde eine nähere, eingehendere Untersuchung des Terrains in Tjikembar, welches, wenn auch mit

grossen Kosten und einer Länge kürzer als 2000 Meter, eine sehr geschickte Gelegenheit für Basismessung ergeben haben würde, vorläufig aufgeschoben.

5°. Die dritte Linie, Taf. IV, die eingehenderer Untersuchung unterworfen wurde, lag in der Nähe (ungefähr 2 Stunden) von Buitenzorg. Die vorläufige Recognoscirung hatte das Resultat ergeben, dass dort, auf dem Fahrwege, welcher bei dem Landhaus Simplak vorbeiführt, eine gerade Linie von 2600 Meter gefunden war, die in gebrochener Linie noch um circa 1500 Meter verlängert werden konnte. Der Weg war fest genug, hatte augenscheinlich eine ziemlich gleichmässige Neigung und lief beinahe in gerader Linie. Theilweise bestand nach allen Seiten freie Aussicht; auf circa 1800 Meter vom nördlichen Endpunkte jedoch waren Häuser und Gärten, woran sich in der Nähe des Bruchpunktes Haus und Park des Gutsherrn anschlossen. Hier war nur auf einer Seite freie Aussicht auf entferntere Hügel; in der Nähe war die Verbindung wegen der vielen vorliegenden Dörfer, die nur kurze Gesichtslinien erlaubten, sehr schwierig.

Hierdurch wurde es nöthig, die Basis in gebrochener Linie zu verlängern. Die Linie lief auf einer Seite in der unmittelbaren Nähe eines Dorfes, in dessen Lisière vorläufig der südliche Endpunkt angenommen wurde, weil es unmöglich war, einen Punkt zu finden, der freie Aussicht nach allen Richtungen ergeben hätte. Im Vorbeigehen sei hier erwähnt, dass wir hierdurch sehr viel Aufenthalt und Kosten hatten, um die Verbindung dieses Punktes mit dem Netze zu erreichen. Die Sicherheit, hier ein geeignetes Tracé zu finden, bestand jedoch, weshalb alle andere Bedenken bei Seite gesetzt wurden, um die Vorarbeiten hier zum Abschluss zu bringen.

Aus der Karte ergibt sich, dass diese Basis-Linie in den Unterabtheilungen verschiedene Combinationen erlaubte. Erstens war es möglich, einen Theil des einen Schenkels auf 2600 Meter Länge als Basis anzunehmen.

Die ganze Länge konnte nicht benutzt werden, weil es unmöglich war, von dem beim Landhause gelegenen Endpunkte freie Aussicht, genügend für eine gute Verbindung, zu bekommen. Da ich jedoch über dem gestellten Minimum von 2000 Meter zu bleiben wünschte, um nicht der Linie bei Tjikembar wieder grösseren Anspruch zuzuerkennen, blieb nichts übrig, als das Princip einer gebrochenen Basis festzuhalten und dem einen Schenkel von 2600 Meter einen zweiten beizufügen.

Nach eingeholter Genehmigung wurde das ganze Terrain der Basis, von dem keine für unsern Zweck brauchbare Karte bestand, auf etwa eine Viertelstunde Abstand nach jeder Seite aufgenommen, um hierdurch beurtheilen zu können, wo Anpflanzungen aufgeräumt werden müssten, was sogar auf eine grössere Entfernung geschehen musste. Ein Plan des Terrains ist Tafel IV beigefügt. Eine zweite Arbeit war das Nivellement. Dies war nöthig, um im Voraus zu wissen, ob nicht zufällige Unebenheiten des Weges die Arbeit erschweren würden. Dies Nivellement wurde später bis Buitenzorg fortgesetzt und mit einem Punkte, dessen Höhe über der Meeresfläche bekannt war, verbunden. Hieran schloss sich das Traciren einer geraden Linie auf dem Wege, um zu untersuchen, ob es möglich sei, die Basis zu messen und dabei noch den für die Communication nöthigen Raum übrig zu lassen. Dabei wurden von 20 zu 20 Meter Querprofile vom Wege und dem daranstossenden Terrain genommen, um, wenn es nöthig gewesen wäre, die Kosten einer Wegverlegung veranschlagen zu können. Hierbei ergab sich, dass der übrig bleibende Raum auf dem Wege zu sehr beschränkt worden sei, um ohne erhebliche Kosten die Basismessung möglich zu machen.

Es wurde also beschlossen, den ersten Theil noch einmal zu brechen, um das Tracé mehr auf eine Seite des Weges zu verlegen. Der Bruchpunkt wurde auf circa 1600 Meter vom nördlichen Endpunkte gelegt; der zweite Theil wurde zu 1000 Meter angenommen, musste jedoch nothwendiger Weise von einer Seite des Weges zur anderen übergehen, während der letzte Theil von etwa 1500 Meter wieder auf einer Seite des Weges tracirt werden konnte. Hiermit war die Möglichkeit erreicht, die Basis ohne zu grosse Störung des Verkehrs messen zu können. Nunmehr handelte es sich um die Verbindung mit dem Dreiecksnetze, die sehr mühsam war wegen der vielen Anpflanzungen, welche es namentlich sehr erschwerten, dem südlichen Endpunkte eine offene Aussicht zu verschaffen.

Die hauptsächlichste Schwierigkeit verursachte uns der Punkt »Tjampea«. Er befindet sich auf einem Hügel, wo Vogelnester gefunden werden, weshalb der Pächter des Landgutes gleichen

Namens, damit die Vögel nicht durch das Geräusch gestört würden, nicht gestatten konnte, dass die Bäume auf diesem Hügel aufgeräumt wurden, sodass wir nicht darauf rechnen konnten, auf diesem Punkte zu messen. Mit Mühe erhielten wir die Erlaubniss, ein sehr bescheidenes Signal dort zu errichten, weshalb ich Anfangs auch darauf gerechnet hatte, diesen Punkt mit einem geschlossenen Netze zu umgeben.

Auf der östlichen Seite der Basis sollte die Basismessung durch 3 Dreiecke controllirt werden. Es war unmöglich, denselben eine günstigere Form zu geben, da die Terrainhindernisse zu gross waren.

BESCHREIBUNG DER PFEILER UND DER SICHERUNG DER ENDPUNKTE.

Wie aus der Beschreibung des Apparates ersichtlich ist, waren zur Bezeichnung der Endpunkte 2 geschliffene Halbkugeln aus Bergkrystall, die in kupfernen Cylindern befestigt waren, bestimmt. Diese wurden im Boden eingemauert, (so dass die Höhe über dem natürlichen Terrain den Gebrauch der Absetzvorrichtung erlaubte), und später mit einem Stück behauenem Trachyt bedeckt.

Die Pfeiler, deren Einrichtung und Grösse aus der beigefügten Zeichnung sich ergeben, wurden ebenfalls aus Ziegeln aufgemauert (Fig. 58, Tafel V). Die unregelmässige Form des Pfeilers IV wurde nöthig wegen der Veränderung, die während der Arbeit im ursprünglichen Tracé der Basis-Linie vorgenommen wurde.

Pfeiler I und IV erhielten eine grössere Höhe, um hierdurch das Aufräumen von Terrainhindernisse, welche die freie Aussicht hinderten, weniger kostbar zu machen. Um bei den Messungen das Instrument und die Heliotropen genau centriren zu können, wurde für jeden Pfeiler ein Apparat, der später beschrieben werden wird, in eine Platte von behauenem Trachyt eingelassen; durch Einrichten mit einem Universal-Instrument in 2 Richtungen wurde der Mittelpunkt dieses Steines mit den Bruchpunkten der Basis genau centrirt gestellt.

AUSFÜHRUNG DER BASISMESSUNG. VORBEREITENDE ARBEITEN.

Der Apparat wurde am 16 Juni von Batavia nach Buitenzorg, und am folgenden Tage durch Kulis nach dem Dorfe Salabenda transportirt, wo wir unser Hauptquartier aufschlugen und wo er vorläufig aufgestellt werden sollte. Für den Transport der 25 Kisten, in welchen der Apparat aus Europa verschickt war, waren ungefähr 50 Kulis erforderlich. Noch am 17 Juni wurden die Kisten geöffnet, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass keine Beschädigung statt gefunden hatte.

Am 24 Juni erfolgte die Ankunft des Herrn Dr. Oudemans und am folgenden Tage wurde mit dem Auspacken des Apparates angefangen. Herr Oudemans hatte sich die obere Leitung vorbehalten, nahm aber während seines Aufenthaltes in Salabenda auch an den Messungen Theil; weiter war für die Ausführung der Messungen speciell die 2^{te} der mit Triangulirungs-arbeiten beauftragten Sektionen des Geographischen Dienstes angewiesen, welche stets in West-Java die Triangulation ausgeführt hatte.

Diese Section bestand damals aus mir als Chef, Herrn Woldringh und 5 Unter-Beamten, wovon 4 als Hülfсарbeiter zu den Messungen zugezogen wurden, während dem fünften die Sorge für die erforderlichen Kulis und alle oekonomische Sachen überlassen blieb. (M.)

Die Vorbereitungen für die Basismessung bestanden erstens aus dem Einmauern der Fundamente für die End- und Bruchpunkte, dem Füllen der Libellen und Reservelibellen, dem Rectificiren der festen Libellen der Messstangen, so dass die Luftblase sich in der Mitte befand, wenn die Endtheilungen in gleicher Höhe waren (Erste Abtheilung S. 10). Auch wurde noch, nachdem die Endtheilflächen der langen Stangen gleich hoch gemacht waren, jeder Meter für sich auf seine Horizontalität untersucht. Beim Umlegen der Niveau-Stange konnte man auf zweierlei Weise verfahren, nämlich entweder blieben die Zapfen der Querachse f der Niveau-Stange (Fig. 5.) im Doppellager liegen, so dass diese Stange mit diesem Lager umgedreht wurde, oder das Doppellager blieb unangerührt, und die Niveau-Stange wurde umgelegt. Beide Methoden wurden von drei Beobachtern, Oudemans, Metzger und Woldringh angewendet, und gaben nahezu dieselben Resultate; diese waren, im Mittel aus den von den drei Beobachtern bekommenen Zahlen, wie folgt:

**Neigung der einzelnen Meter der langen Messstangen, positiv, wenn
das folgende Ende höher war.**

Stange I.				Unterschied mit der mittleren Neigung.	
1 ^e Methode	2 ^{te} Methode	Mittel			
1 ^{er} Meter I _a — I _b	+ 1 ^t ,00	+ 1 ^t ,40	+ 1 ^t ,20	} + 1,55	— 0 ^t ,35
2 ^{er} » I _b — I _c	+ 1,29	— 2,17	— 1,73		— 3,28
3 ^{er} » I _c — I _d	+ 5,87	+ 6,40	+ 6,14		+ 4,59
4 ^{er} » I _d — I _e	+ 0,90	+ 0,27	+ 0,58		— 0,97
Ganze Stange I _a — I _e	+ 0,77	+ 1,42	+ 1,10		
Stange II.				Unterschied mit der mittleren Neigung.	
1 ^e Methode	2 ^{te} Methode	Mittel			
1 ^{er} Meter II _a — II _b	— 4 ^t ,87	— 4 ^t ,87	— 4 ^t ,87	} + 0,27	— 5,16
2 ^{er} » II _b — II _c	— 0,97	— 0,55	— 0,65		— 0,92
3 ^{er} » II _c — II _d	+ 9,23	+ 8,77	+ 9,00		+ 8,73
4 ^{er} » II _d — II _e	— 2,10	— 2,67	— 2,59		— 2,68
Ganze Stange II _a — II _e	+ 0,29	— 0,53	— 0,12		

Theoretisch möchte die zweite Methode (des Umlagens der Niveau-Stange) richtiger sein, die erste Methode (des Umdrehens der Niveau-Stange sammt dem Doppellager) hat jedoch für II_a—II_e ein Resultat gegeben, das völlig mit dem Mittel aus den vier für die einzelnen Meter gefundenen Neigungen übereinstimmt. Der Werth eines Theiles des hier gebrauchten Niveaus war 1^o,99, so dass die grösste Neigung eines der einzelnen Meter etwa 17" war. Hierbei muss beachtet werden, dass die Länge der Niveau-Stange bei der Anwendung derselben auf einzelne Meter = 1/2 Meter war. (0.)

Erst am 12 Juli waren unsere Vorbereitungen soweit fortgeschritten, dass der ganze Apparat nach dem nördlichen Endpunkt der Basis transportirt und mit der eigentlichen Basismessung ein Anfang gemacht werden konnte.

Es scheint nöthig, hier Einiges über die Methode, die wir bei der Messung befolgen wollten, mitzutheilen, während der Veränderungen, die später in Folge der von uns gemachten Erfahrungen eingeführt wurden, gehörigen Ortes Rechnung getragen werden wird.

MAASSREGELN UM DIE STABILITÄT DES APPARATES ZU SICHERN.

Die Füsse der Böcke sollten mit Ballaststücken beschwert werden; für die Bewegung der Beobachter in der Nähe des Apparates diente ein Bretterboden, der nur an einigen Punkten unterstützt war, die soweit möglich von den Füßen der Messstangen entfernt waren.

Aus dem Früheren ist bekannt, dass die Basismessung auf einem guten, festen Wege ausgeführt wurde. Dennoch ergab sich die Belastung der Füsse als ungenügend, um hierdurch allein die nöthige Unbeweglichkeit zu erreichen. Das Querprofil des Weges besass in Folge kleiner Unregelmässigkeiten eine sehr ungleiche Oberfläche, so dass es nöthig war, die Füsse zu unterstützen, um nicht genöthigt zu sein, einen Fuss zu tief einzugraben, wodurch der Weg zu sehr beschädigt worden wäre.

Durch heftigen Regen war die Oberfläche des Weges immer aufgeweicht, so dass deutlich ein, wenn auch geringfügiges, Einsinken der Füsse bei dem Ablesen sich bemerkbar machte. Diesen Uebelständen begegneten wir dadurch dass wir unter die Bockfüsse kleine viereckige Brettstücke legten, deren wir eine grosse Anzahl von verschiedener Dicke besassen. Dieselben waren ungefähr 20 Centimeter im Quadrat und 1 bis 10 Centimeter dick.

Im Anfange hatten wir gehofft, dass der sehr feste Weg, auf dem die Messung geschah, einen Bretterboden überflüssig machen würde: die Erfahrung der ersten Tage überzeugte uns jedoch von der Nothwendigkeit, die Erschütterungen, die doch noch merkbar waren, durch Anbringung eines Flures auf einige wenige Punkte zu concentriren. Der Bretterboden wurde möglichst leicht gemacht. Da die Höhe des Apparats es nöthig machte, sich beim Ablesen so sehr zu bücken, dass es für die Beobachter sehr ermüdend wurde, war es nöthig, die Höhe des Bodens über dem natürlichen Terrain möglichst klein anzunehmen.

Die Bretter wurden für die Bockfüsse ausgeschitten, um sich dem Apparate bei dem Ablesen der Mikroskope ohne zu grosse Anstrengung nähern zu können.

Auch bei dem Abwechseln der Beobachter erfuhren wir wegen der engen Passage viele Schwierigkeiten. Soviel als möglich passirten wir einander in der Nähe der Unterstützungspunkte, welche am Besten neben der Mitte der langen Stangen angebracht wurden.

Es scheint nicht zweckmässig, die Bretter fest mit dem Stützpunkten zu verbinden. Bei einigermaßen unebenem Boden würde hierdurch sehr leicht eine Bewegung des Flurs entstehen, die für den Beobachter sehr störend ist und daher erst mit Zeitverlust beseitigt werden muss. Als Unterstützung des Flurs bedienten wir uns hölzerner Klötze von verschiedener Höhe, durch deren Anwendung es möglich wurde, kleinere Unregelmässigkeiten des Bodens, auf dem wir massen, schneller zu überwinden.

HÜTTEN ZUM SCHUTZE DER BEOBACHTER UND DES APPARATES.

Zum Schutze wurden Hütten, aus Bambus und Atap (länglichen Blättern verschiedener Palmsorten) verfertigt, gebraucht. Dieselben waren sehr leicht construiert und konnten je nach dem Bedürfnisse durch Klappen gegen Sonne und Regen geschlossen werden. Wenn die Umstände dies zur Erzielung einer besseren Beleuchtung nöthig machten, konnten diese Klappen ganz weggenommen werden.

Die Hütten wurden anfangs gleichmässig gross gebaut. Die Breite musste, um die Passage auf dem Wege, auf welchem wir arbeiteten, nicht zu sehr zu stören, auf ein Minimum (etwa 5 Meter) beschränkt werden. Die Länge der Hütten betrug etwa 6 Meter. Da der dichte Anschluss schwierig war, wurde im Nothfalle von Decken, Leinwandstücken u. s. w. Gebrauch gemacht, um den Apparat den atmosphärischen Einflüssen vollständig zu entziehen.

Durch den vielfachen Gebrauch wurden sie schnell unbrauchbar, wozu namentlich die verhältnissmässig grossen Längenabmessungen beitrugen, welche bei dem Transporte dem Verbande der Pfosten mit dem Dache sehr schädlich waren. Der Anschluss der Hütten aneinander war in Folge hiervon auf die Dauer nicht genügend, weshalb wir später eine andere Form und kleinere Abmessungen annahmen. Die Grundform war dieselbe, nur liefen die Wände und die First des Daches nicht parallel unter einander. Hierdurch wurde es möglich die Hütten über einander zu schieben und den immerhin zeitraubenden Gebrauch besonderer Hilfsmittel unnöthig zu machen. Zur Erleichterung des Transportes wurde auch das Dach aus Matten verfertigt, was dem Zwecke völlig entsprach.

Im Verhältniss zu den Gesamtausgaben sind die Hütten so wohlfeil, dass eine möglichst leichte Construction mir am besten vorkommt. Wir mussten jedoch sorgen, immer einige Hütten vorrätzig zu haben.

BEOBACHTER UND HÜLFSPERSONAL.

Es war festgestellt, dass das Personal für die Behandlung des Apparates aus 2 Beobachtern, 2 Gehülften, 1 Mandoor (Aufseher) und 20 Kulis zusammengesetzt sein sollte. Das übrige für die Arbeiten angewiesene Personal sollte zur Ablösung verwendet werden.

Die beiden Beobachter sollten abwechselnd für die richtige Aufstellung je einer kurzen und langen Messstange sorgen, und solange auch hilfreiche Hand dabei leisten, bis die Gehülften sich genug in der Behandlung des Apparates geübt hätten.

Einem der Gehülfen wurde die Aufsicht über den Transport und die Aufstellung der kurzen Messstangen aufgetragen, während der zweite Gehülfe mit der Sorge für die langen Messstangen beauftragt wurde, 9 Kulis wurden für den Transport der Stangen und Böcke bestimmt, und zwar 2 für die kurzen Stangen, 4 für die Böcke der langen Stangen, und 3 für diese Stangen selbst.

Der Mandoor und 1 Kuli blieben zur Disposition des Beobachters, der an der Reihe war, für die Aufstellung der Stangen zu sorgen.

AUSZUG AUS DEM MESSUNGS-JOURNALE.

Am 12 Juli wurde die Messung beim Endpunkte I, Taf. IV, angefangen, jedoch nur 35 Meter gemessen, am folgenden Tage konnte sie nicht fortgesetzt werden. Der Aufenthalt wurde dadurch verursacht, das wir Proben nahmen, die Stellen, auf der die Füße aufgestellt werden mussten, vorher zur Erleichterung der Arbeiter anzudeuten.

Am 14 wurden 50 Meter gemessen.

Am 15 wurden 80 Meter gemessen, am 16 konnten wir es nur auf 40 Meter bringen, am 17 wurde der erste Trachyt-Block mit Märbel auf 4 Meter Abstand von der Erdplatte aufgestellt. (Siehe folgenden Abschnitt.)

Am 18 Juli wurde dieser Abstand gemessen. Am 19 wurden diese 4 Meter zum zweiten Male bestimmt, der ganze Apparat nach dem Endpunkte I zurückgebracht und auf's Neue 50 Meter gemessen.

Wie der Plan angiebt, wurden die Endpunkte der Basis I und IV, die Bruchpunkte II und III bezeichnet, während die festen Zwischenpunkte mit 1 bis 18 angedeutet wurden.

Am 20 wurde nicht gemessen, am 21 und 22 Juli wurden 159 Meter bis zum Punkt I zurückgemessen, wobei auf 155 Meter mit der Absetzplatte geschlossen und der Abstand von 4 Meter in umgekehrter Richtung gemessen wurde. Am 23 und 24 wurden 185 Meter vorausgemessen, am 25 Juli konnte wegen heftigen anhaltenden Regens keine Feldarbeit verrichtet werden. Am 26 wurde der Steinblock N^o. 2 auf 5 Meter Abstand von der Erdplatte eingemauert. Am 28 Juli wurden dieser Abstand und weitere 50 Meter gemessen.

Der Abstand 1—2 wurde zu 190 Meter angenommen, weil der Abstand I—1 209 Meter betrug und man wünschte, den mittleren Abstand der festen Punkte soviel als möglich auf 200 Meter zu halten.

Am 29 Juli wurde bis zum Punkt 2, also 160 Meter gemessen. Am 30 und 31 Juli wurden 195 Meter gemessen und auf einen weiteren Abstand von 5 Meter der 3^{te} Stein eingemauert.

Am 1 August wurden diese 5 Meter genau bestimmt und demnächst 110 Meter in der Richtung 3—2 zurückgemessen. Am 2 erreichten wir den 2^{ten} Stein. Am folgenden Tage (Sonntag und Ruhetag für die Beobachter) wurde der Apparat nach 3 zurückgebracht; am 4 wurden 100 Meter, und die übrigen 95 Meter am 5 gemessen und auf einem Abstand von 5 Meter der 4^{te} Stein eingemauert.

Wegen des verhältnissmässig grossen Zeitverlustes, der mit dem Transport des Apparates verbunden war, wurde beschlossen, die 2^{te} Messung jedes Abstandes zweier Zwischenpunkte nicht unmittelbar nach der ersten vorzunehmen, sondern unsere Arbeit lieber so weit fortzusetzen, dass der Apparat soviel als möglich an Sonntagen, die für die Beobachter freiblieben, zurück transportirt werden könnte.

Am 6 bestimmten wir also den Abstand bis zum 4^{ten} Stein und massen weitere 115 Meter; am 7 wurden noch 80 Meter gemessen und wurde auf weitere 5 Meter Abstand der 5^{te} Stein eingemauert; am 8 wurde dieser Abstand bestimmt, und 130 Meter gemessen. Am 9 wurden noch 65 Meter gemessen und der 6^{te} Stein eingemauert. Am 10 (Sonntag) wurde der letzte halbe Dekameter (von der Erdplatte bis zum letzten Stein) des vorigen Tages genau bestimmt, danach einige kleine Reparaturen am Apparate ausgeführt und der ganze Apparat bis zum 5^{ten} Stein zurückgebracht. Am 11 wurden 160 Meter, am 12 wurden 40 Meter bis zum 4^{ten} Steine, und noch weitere 50 Meter in der Richtung 4—5 gemessen.

An dieser Messung nahm der kurz vorher ernannte Assistent J. A. Oudemans, der sich bis dahin mit vorbereitenden Uebungen beschäftigt hatte, zuerst Theil.

Am 13 wurden die bis zum 5^{ten} Stein übrig gebliebenen 150 Meter gemessen. Am 14

wurden weitere 140 Meter, am 15 noch 60 Meter bis zum 6^{ten} Steine und noch weitere 20 Meter darüber hinaus gemessen.

Die Messung wurde am folgenden Tage um 110 Meter fortgesetzt.

Am 17 August verliess uns Herr Dr. Oudemans und ging die weitere Leitung der Arbeit auf mich über.

Den 18 wurden 65 Meter gemessen und auf weitere 5 Meter der 7^{te} Trachytblock gestellt und eingemauert.

Am 19 wurden die letzten 5 Meter bis zum 7^{ten} Stein bestimmt, ferner weitere 100 Meter gemessen.

Die Messung wurde am 20 mit weiteren 90 Meter fortgesetzt und auf 5 Meter der 8^{te} Stein eingemauert, der noch etwa 2 Meter diesseits von dem Bruchpunkte II gelegen war.

Am 21 wurde der Abstand zwischen dem Absetzapparate und Stein 8 gemessen und einige Proben genommen, um den Abstand 8—II durch die Messstangen zu bestimmen.

Am 22 wurde auf's Neue von Punkt 6 aus die Messung begonnen und 115 Meter gemessen.

Da meine Gegenwart bei den Beobachtungen an diesem Tage nicht erfordert wurde, bestimmte ich den Abstand von 8—II durch Messung mit kupfernen Maasstäben. Stein N^o. 7 wurde am 23 erreicht.

Am 24 (Sonntag) war Ruhetag, während am 25 und 26 die Messung bis zum 8^{ten} Steine gelangte. An den beiden folgenden Tagen wurden, von II ausgehend, 195 Meter gemessen und auf 5 Meter Abstand der 9^{te} Stein eingemauert.

Am 29 und 30 wurden diese 5 Meter und weitere 195 Meter gemessen, während 5 Meter weiter der 10^{te} Stein aufgestellt wurde. Am 31 wurden die letzten 5 Meter abgemessen und eine Messung des Abstandes 8—II mit Hülfe des Apparates ausgeführt (Siehe die Beilage.)

Am 1 September wurde die 2^{te} Messung von II aus angefangen, am 2 auf Stein 9 geschlossen und weitere 40 Meter nach 10 zu gemessen.

Den 10^{ten} Stein erreichten wir am 3; die beiden folgenden Tage wurden 195 Meter gemessen und 5 Meter weiter der 11^{te} Stein eingemauert. Am 6 wurden diese 5 Meter bestimmt und noch 100 Meter gemessen.

Am 7 (Sonntag) wurde nicht auf dem Terrain gearbeitet. Am folgenden Tage wurde die Messung fortgesetzt und auf 200 Meter vom 11 der 12^{te} Stein eingemauert.

Der erste Unglücksfall traf uns am 9; wir fanden eines der Fädenpaare in einem Mikroskope zerstört, weshalb wir die Messung nicht fortsetzen konnten.

Nachdem neue Fäden eingesetzt waren, wurde am 10 und 11 der Abstand vom Absetzapparate bis zum 12^{ten} Steine und noch 195 Meter weiter gemessen und dann auf 5 Meter Abstand ein Stein eingemauert, der den Bruchpunkt III bezeichnete.

Am 12 wurden die letzten 5 Meter gemessen und der Apparat nach 10 zurückgebracht.

Bei der ersten Ablesung wurde bemerkt, dass eins der Prismen so wenig Licht reflectirte, dass es auf der Stelle untersucht werden musste. Es zeigte sich, nachdem der Cylinder geöffnet und das Prisma herausgenommen war, dass dasselbe sehr lose in der Fassung sass, wodurch die richtige Stellung verändert war. Da man annehmen musste, dass sich dieser Unfall beim jedesmaligen Aufnehmen der Stange wiederholen würde, wurde das Prisma nach Batavia geschickt, um dort reparirt zu werden. Inzwischen wurden einige kleinere Reparaturen, die auf dem Terrain vorgenommen werden konnten, ausgeführt.

Da die West-Mousson sich näherte, wurde, nachdem der Apparat in Ordnung gebracht war, der Versuch gemacht, den ganzen Tag durchzuarbeiten. Das Beobachtungs- und Hülfspersonal sollte um 12 Uhr abgelöst werden. Einer der Gehülfen war indessen als Hülfsbeobachter eingeübt worden.

Am 18 wurde vom 10^{ten} Steine angefangen und erreichten wir bei eintretendem Gewitter gegen 3 Uhr den 11^{ten} Zwischenpunkt. Hierbei ergab sich die Unmöglichkeit, den Absetzcylinder abzulesen. Da der eintretende heftige Regen und die einfallende Dunkelheit keine lange Wahl zulassen, wurde 5 Meter über den Stein hin gemessen und wie gewöhnlich, die Erdplatte festgelegt.

Am 19 glückte es mit vieler Mühe, die 5 Meter von 11 bis zur Kugel der Absetzplatte zu bestimmen, und wurden nun, von 11 ausgehend, in der Richtung 11—12, 100 Meter gemessen. Am

20 wurde bis 12 und noch weitere 50 Meter darüber hinausgemessen. Der 21 war Ruhetag und am 22 wurde durch Messung von weiteren 150 Meter der Bruchpunkt III erreicht.

An den 3 folgenden Tagen konnte nicht gemessen werden; um nämlich den Abstand II—III auf eine runde Zahl halber Dekameter zu bringen — die Erfahrung hat uns gelehrt, dies soviel als möglich bei den Unterabtheilungen der Basis anzustreben — war das früher gewählte Emplacement von III um einige Meter verlegt worden.

Die Fortsetzung der Arbeit wurde hierdurch sehr erschwert, das Tracé der Linie II—III wurde hierdurch so sehr nach dem, den Weg begränzenden, Damm zu verlegt, dass einige Tage angestrengter Arbeit nöthig waren, um den Damm so weit zu reguliren, dass der nöthige Raum für unsere Arbeit verfügbar wurde.

Da der Regen jetzt sehr früh eintrat, wurde durch die tägliche Ablösung des Personals um die Mittagsstunde kein erheblicher Vorthail erreicht und davon abgesehen, da diese Weise auch für die Beobachter der Ablösung zu ermüdend war und dieselben auch zu sehr in anderer Arbeit störte.

Am 26 und 27 wurden die Messungen wieder aufgenommen, 195 Meter gemessen und 5 Meter weiter der 15^e Stein gestellt.

Bei Beendigung der Arbeit brach durch einen unglücklichen Zufall das Niveau des Absetzcyinders. Da ich kein passendes Niveau auf dem Terrain in Vorrath hatte, musste ich ein Niveau aus Batavia kommen lassen. Am 1 October konnten die Messungen fortgesetzt werden. Von diesem Datum an nahm auch Herr van Asperen, der zu uns detachirt wurde, um sich mit der Behandlung des Apparates und der Arbeitsweise bekannt zu machen, und hierdurch sich für die zweite Basis-messung vorzubereiten, an den Messungen Theil.

Am 3 October konnte der 14^e Stein gesetzt und am folgenden Tage der Abstand von der Absetzplatte bis zu diesem Steine bestimmt und 65 Meter gemessen werden. Am 5 (Sonntag) wurde nicht gearbeitet, am 6 wurden 115 Meter gemessen und am 7 der 15^e Stein auf 200 Meter Abstand von N^o. 14 eingemauert. Am 8 und 9 wurden weitere 200 Meter gemessen und Stein 16 aufgestellt. An den beiden folgenden Tagen (10 und 11) wurde wiederum die Messung um 200 Meter fortgesetzt und der 17^{te} Zwischenpunkt eingemauert.

Am 12 (Sonntag) wurde nicht gearbeitet, am 13 der Abstand zwischen dem Absetzapparat und dem Steine bestimmt und an diesem und den beiden folgenden Tagen N^o. 18 erreicht. Am 16 wurden die letzten 110 Meter (bis auf 5 Meter Abstand diesseits IV) gemessen und in IV die in kupferner Hülse gefasste Quarzkugel, welche den Endpunkt bezeichnete, eingemauert. Am 17 wurde der Abstand zwischen der Erdplatte und N^o. IV gemessen und der Apparat nach III zurückgebracht.

Am folgenden Tage begannen wir die zweite Messung von III nach IV, konnten es jedoch nur bis zu 45 Meter bringen, da eine der Schlittenvorrichtungen defect geworden war und dieselbe nur mit viel Schwierigkeit in Ordnung gebracht werden konnte.

Sonntag, den 19^{ten}, wurde nicht gearbeitet, am 20 war das Niveau des Absetzcyinders ausge-laufen und konnte die Arbeit erst am 23 aufgenommen und bis zum 13^{en} Steine fortgeführt werden.

In den letzten Tagen trafen uns keine Unfälle, die grösseren Zeitverlust veranlassten.

Am 23 und 24 wurden 200 Meter (bis zu N^o. 14) gemessen. Am 25 schlossen wir auf 100 Meter Abstand von N^o. 15, hatten am Sonntag Ruhetag und erreichten N^o. 15 am 27.

Am folgenden Tag massen wir 200 Meter bis zu N^o. 16, am 29, 30 und 31 400 Meter bis zu N^o. 18 und erreichten am 1 November N^o. IV (115 Meter von N^o. 18).

Ehe ich dazu übergehe, einige Mittheilungen über das Resultat zu machen, erlaube ich mir die effective Arbeitsbestimmung zu recapituliren. Rund gerechnet mussten 3915 Meter zweimal gemessen werden. Wir brauchten im Ganzen 114 Tage dazu, erreichten also im Mittel eine tägliche Arbeitsleistung von 70 Meter. Dies Resultat ist scheinbar gering, eine Einsicht in den oben gegebenen Auszug des Journals wird dies jedoch sehr erklärlich vorkommen lassen. Im Anfange förderte unsere Arbeit selbstverständlich sehr langsam. Für uns alle, Beobachter, Hülfсарbeiter und Werk-

leute war die Arbeit neu, ermüdend wegen der Art der Beobachtung, wegen der angestregten Aufmerksamkeit, die sie erforderte und noch mehr durch den Einfluss des tropischen Klima's. Die effectiven Arbeitstage des 1^{en} Monats ergaben im Mittel eine Leistung von 78 Meter täglich, während für den 2^{en} Monat hierfür 94 Meter gefunden wurden.

Im folgenden Monate trafen den Apparat mehrfach Unglücksfälle, welche die Zahl der effectiven Arbeitstage bis auf 16 verringerten, jedoch einen mittleren Werth von 100 Meter ergaben. Auch die letzte Periode weist eine mittlere Leistung von reichlich 100 Meter täglich nach.

Die festen Zwischenpunkte hatten auf die scheinbare Arbeitsleistung den grössten Einfluss, wie aus folgender Uebersicht ersichtlich ist.

		Es dauerte die		1 ^e Messung	2 ^e Messung	
	zwischen I	und	1.....	6	5	Arbeitstage.
»	1	»	2.....	5	2	»
»	2	»	3.....	2	2	»
»	3	»	4.....	2	} 5	»
»	4	»	5.....	2		
»	5	»	6.....	5	1 ³ / ₄	»
»	6	»	7.....	5	2	»
»	7	»	8.....	5	2	»
»	II	»	9.....	2	} 5	»
»	9	»	10.....	5		
»	10	»	11.....	2	1	»
»	11	»	12.....	2	} 5	»
»	12	»	III.....	5		
»	III	»	13.....	2	2	»
»	13	»	14.....	5	2	»
»	14	»	15.....	5	2	»
»	15	»	16.....	2	1	»
»	16	»	17.....	2	} 5	»
»	17	»	18.....	2		
»	18	»	IV.....	2	1	»
				52	55 ³ / ₄	»

Wenn man dabei betrachtet, dass einzelne Tage, wo an der 1^{en} und 2^{en} Messung gearbeitet wurde, (nämlich wenn der Abstand zwischen der Absetzplatte und dem festen Punkte erst bestimmt und dann der Apparat auf einen Abstand von 200 Meter zurücktransportirt werden musste), immer im Vortheile der 1^{en} Messung berechnet und ganz zu der 2^{en} gezogen wurde, so bedürfen obenstehende Ziffern wohl keiner näheren Erläuterung.

Aus dem Obigen ergibt sich für die 2^e Messung, (die doch noch durch den Anschluss an die festen Zwischenpunkte verzögert wurde), eine tägliche Arbeitsleistung von beinahe 120 Meter. Die grösste Leistung betrug einmal (am 18 September) mit Ablösung mehr als 200 Meter, einmal ohne Ablösung (am 28 Oktober) 200 Meter. Ich glaube dass dies Resultat bei den Verhältnissen, unter denen wir arbeiteten, genügend genannt werden kann.

Manchmal haben wir die Zeit auf volle Minuten notirt, die nöthig war um einen Dekameter zu messen. Als Minimum ergaben sich 15 Minuten. Die zufälligen Störungen, die durch Unfälle am Apparat oder Einflüsse des Terrains verursacht wurden, hatten jedoch einen sehr überwiegenden verzögernden Antheil an dem verhältnissmässig langsamen Fortgang der Arbeit.

Mit einzelnen Ausnahmen betrug die Dauer der Arbeit ohne Ablösung 7 bis 8 Stunden, ohne andere Unterbrechung als die, welche durch die Arbeit selbst bedingt wurde. In einzelnen Fällen,

namentlich im Anfange, steigerte sich die Dauer auf 10—11 Stunden. Beobachter und Hilfsarbeiter hatten nach Ablauf der täglichen Messung noch andere Arbeiten zu verrichten, sodass im Ganzen unsere Aufgabe sehr anstrengend war.

BESCHREIBUNG DES APPARATES FÜR DAS CENTRIREN DER INSTRUMENTE UND HELIOTROPEN.

In einem starken, eisernen Block war eine Schraubenmutter geschnitten. Der Kopf der hierfür bestimmten Schraube war in der Mitte mit einer feinen Einsenkung (in einem eingelassenen Silberstück angebracht) versehen, um hierdurch das Centrum des Apparates zu bestimmen. An dem gebrauchten Universal-Instrumente von Pistor und Martins ist eine feine Spitze angebracht, und das Instrument wurde so aufgestellt, dass diese Spitze sich gerade über der Einsenkung befand. Der Block wurde in den Pfeiler eingemauert.

Für das Centriren des Heliotrops diente ein Apparat (Taf. IV, erste Figur, ohne Nummer), der ebenfalls in den Block eingeschraubt werden konnte. Er bestand aus einem Rahmen und 2 Blechwänden, deren Berührungslinie in der vertikalen Achse der Schraubenmutter lag und die durch eine Drehschraube mit Rechts- und Links-Gewinde von einander entfernt werden konnten. Die Breite der hierdurch entstandenen Spalte wurde nach dem Zustande der Atmosphäre regulirt und das hinter dem Pfeiler aufgestellte Heliotrop durch die Spalte hin nach dem Beobachter gerichtet. (M.)

VERSCHIEDENE METHODEN, DEN BASIS-APPARAT ANZUWENDEN.

In der kurzen Beschreibung der Basismessung im Haarlemmermeer, welche Prof. Stamkart in den »Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akademie van Wetenschappen; afdg. Natuurkunde'', 2^e Reeks, 5^e deel, S. 267 u. ff. gegeben hat, findet man zwei Methoden beschrieben, welche bei jener Messung in Anwendung kamen. Um den Unterschied dieser beiden Methoden zu fassen, bemerke man, dass die Ein-Meter- und die Vier-Meter-Messstangen mit einander abwechseln, und dass die Mikroskope an Trägern befestigt sind, welche sich über den kurzen Messstangen befinden, seitwärts aber verschoben werden können, um die Endtheilungen der vorangehenden und folgenden langen Messstangen abzulesen, und erinnere man sich weiter, dass die Bedingung, nach deren Erfüllung gestrebt wird, diese sein muss, dass die, aus den Ablesungen geschlossene, Länge der Basis, so wenig als möglich wegen der Ausdehnung der Metalle unrichtig sei. Gesetzt man schreite (Fig. 39) von der linken nach der rechten Seite mit der Messung fort; so wurden, wenn die Messstangen die in der Figur gezeigte Stellung hatten, von Herrn Prof. Stamkart und seinem Gehülfen nur die beiden Mikroskope IV_a und IV_b abgelesen; die beiden Beobachter wechselten einander aber so ab, dass die Mittel ihrer Ablesungen der Zink- und Stahlstriche der Theilungen I_e und II_a sich auf denselben Augenblick bezogen, und ebenso die Ablesungen der Theilungen IV_a und IV_b; letzterer ging aber dem ersteren etwas vor. Behufs der Fortsetzung der Messung wurden nun die Stangen III und I nach vorn getragen, und nachdem alle Stangen gerichtet waren, wurden ebenso die Mikroskope III_a und III_b abgelesen, und zwar wieder dergestalt, dass die Mittel der Ablesezeiten (der beiden Beobachter) der Theilungen II_e und I_a einander gleich waren.

Zwischen der vorigen Ablesung von II_a und der jetzigen von II_e verfloss aber die ganze Zeit, welche für das Verstellen und Richten der Messstangen nöthig war.

Nachdem die eine lange Messstange durch ein Unglück gefallen und eine der Endglastheilungen zerbrochen war, wurde die Messung mit nur einer langen und den beiden kurzen Messstangen fortgesetzt, nun musste aber die Beobachtungsmethode geändert werden. Es wurde nun dafür gesorgt, dass die mittleren Ablesungen der Mikroskope III_b und IV_a (Fig. 40) auf den Endtheilungen

I_a und I_c zu gleicher Zeit stattfänden, die mittlere Ablesezeit war aber von der mittleren Ablesezeit der Mikroskope IV_a und IV_b verschieden.

Während also bei der ersten Methode zwischen zwei Ablesungen des Apparates die mögliche Verstellung und die immer statt findende Längenveränderung einer Vier-Meter-Stange vernachlässigt wurde, so war dies bei der zweiten Methode nur mit der Längenveränderung des einen Meter langen Mikroskopträgers der Fall.

Liest man den vorläufigen Rapport des Herrn Prof. Stamkart, so scheint es als ob für diese zweite Methode nur drei Messstangen benutzt werden können; (Siehe S. 292 im obengenannten Aufsatz); nichts verhindert aber, die Messstangen alle vier zu benutzen und doch bei der Messung dasselbe Princip zu beachten. Man hat dabei noch den Vortheil, dass, wenn bei der neuen Stellung der Stangen für eine folgende Ablesung, die vorangehende lange Messstange gegen die vorangehende kurze stösst, die ganze Arbeit des Tages noch nicht verdorben ist.

Die Methode also, welche wir befolgt haben, war die zweite von Herrn Prof. Stamkart, jedoch mit zwei langen und zwei kurzen Messstangen.

Ueberdies kann der genannten Längenänderung des Mikroskopträgers bequem annähernd Rechnung getragen werden; die zu verschiedenen Zeiten mit Intervallen von einigen Minuten angestellten Ablesungen der kurzen Messstangen, Zink- und Stahl, geben nämlich das Mittel an die Hand, jedesmal die Ausdehnung des Mikroskopträgers zu finden. Denn jede Ablesung der beiden Endtheilungen einer kurzen Messstange gibt, wie beim Comparator auch der Fall war, den Unterschied der gemessenen Länge, hier des Stahlstabs, über den Abstand der Mikroskope. Nun ist zwar die Länge des Stahlstabs mit der Wärme variabel, seine jedesmalige Länge wird aber durch die gleichzeitige Ablesung des Zinkstabs bestimmt. Die Veränderung der Länge des Stahlstabs wird ebenfalls aus den Ablesungen an zwei Seiten mit voller Genauigkeit abgeleitet, und also ebenso die Veränderung des Abstandes der Mikroskope. Es ist dann aber nur die Frage, welcher aliquote Theil dieser Ausdehnung bei der Messung in Rechnung gebracht werden muss. Erstens muss man annehmen, dass die Quantität dieser Ausdehnung der Zeit proportional ist, dann aber muss noch aus der Construction der kurzen Messstangen, Bock und Mikroskopträger darunter begriffen, abgeleitet werden, welcher Theil der ganzen Vergrößerung der Distanz zwischen den Mikroskopen einer Verstellung des einen, welcher Theil aber einer Verstellung des anderen zuzuschreiben ist. Man betrachte dazu Fig 4; und bemerke: 1° dass diese Figur so gezeichnet ist, dass die Messung von der rechten nach der linken Hand fortschreitet; so dass d das folgende Mikroskop III^a , und c das vorangehende Mikroskop III^b bezeichnet, 2° dass die Verbindung des Bockes mit dem Cylinder, welcher die Zink- und Stahlstäbe enthält, in i und die Verbindung dieses Cylinders mit dem Mikroskopträger in t stattfindet.

Weil nun die Cylinder der Messstange und des Mikroskopträgers von gleicher Dicke sind, so kann man annehmen, dass die Ausdehnung von i bis t jener von t bis d gleich kommt, dass also das folgende Mikroskop d sich eben so viel nach der Richtung des Anfangs der Basis verstellt hat, als die Halbkugel i . Hätte nun der Bock dieselbe Ausdehnung als die beiden Cylinder, so würde der Querschnitt des Mikroskopträgers oberhalb der Querlibelle b , welche sich sehr nahe über dem Mittelpunkte des Bockes befindet, auf seinem Platz im Raum bleiben, das Mikroskop d um ein Drittel der Ausdehnung nach hinten, das Mikroskop c aber um zwei Drittel der Ausdehnung nach vorn sich bewegen.

Die Ausdehnung des Bockes bis zur Halbkugel i muss aber langsamer vor sich gehen, weil die Stahlstücke, woraus er besteht, dicker sind; das Verhältniss zwischen den Verstellungen der Mikroskope ist also nicht genau wie eben angegeben ist, aber auch nicht genau zu ermitteln; der Bruch $\frac{2}{3}$ ist aber gewiss die untere Grenze dieses Verhältnisses, soweit es das vorangehende Mikroskop c oder III^b , resp. IV^b betrifft. Wir werden also dafür das Verhältniss $\frac{4}{5}$ nehmen, wo wir dann gewiss nicht weit von der Wahrheit entfernt sein werden.

Es wird hierbei vorausgesetzt, dass die Füße des Bockes eben so leicht nach hinten wie nach vorn über den Boden gleiten können, was offenbar selten oder nie der Fall sein wird. Im

Ganzen aber wird diese Ungleichheit sich sehr nahe aufheben müssen, und es besteht also die Wahrscheinlichkeit, dass, wenn der ganzen Basislänge $\frac{4}{5}$ der Ausdehnungen hinzugefügt wird, welche der Mikroskopträger während der zwischen den Ablesungen einliegenden Zeitintervallen erleidet, das Resultat dadurch der Wahrheit genähert werden muss.

VERFAHREN BEI DER MESSUNG DER BASIS.

a. Beschreibung der zum Richten der Messstangen dienenden Vorrichtung.

Die Stangen wurden nicht, so wie es gewöhnlich geschieht, und auch in der Beschreibung des Apparates angegeben ist, mit Hilfe eines auf grösserem Abstand in der Richtung der Basis aufgestellten Passagen-Instruments in das Alignement gebracht. Verschiedene Bedenken hatten sich dagegen erhoben, wovon der damit verbundene Zeitverlust, hauptsächlich aber die Nothwendigkeit, für das Passagen-Instrument einen Europäischen Gehülften zu bestimmen, die wichtigsten waren.

Es wurden also an den Stangen Vorrichtungen angebracht, wodurch das Richten ganz und gar durch Visiren geschehen konnte. Zwei Diopter (Fig. 41), der eine mit Löchern, der andere mit vertikalem Faden, wurden für das Richten der kurzen Messstangen auf die Okulare der beiden Mikroskope gesetzt und genügten dazu vollkommen.

Bei den langen Stangen wurden hierfür zwei hohe Rahmen gebraucht, die mit einem kleinen Senkblei versehen waren und auf die Enden der Stangen aufgeschraubt wurden (Fig. 42). Der Aufhängepunkt war bei beiden Rahmen verschiebbar, so dass das Senkblei genau auf den Zwischenraum der Zink- und Eisenstange gebracht werden konnte. Vorher aber musste die Stange, wie es auch mit der kurzen stets geschah, in der Querrichtung so genau wie möglich horizontal gestellt werden. Ausserdem war am hintern Rahmen auch ein verschiebbares Visirloch angebracht, das erst hinter den Faden geschoben wurde, worauf man den Faden entfernte.

Das Ende der Basis, (oder des Theils der Basis, der gemessen wurde) wurde in der Regel durch einen Heliotrop angegeben, welchen ein Eingeborner richtete, zwischen dem Heliotrope und Basis-Apparate wurde aber noch durch ein von einem Boocke herabhängendes Seil, woran ein Gewicht hing, (Fig. 45), ein zweites Abzeichen gemacht, worauf gerichtet wurde, wenn der Heliotrop nicht leuchtete.

Es war vorauszusehen, dass das Verfahren bei den langen Stangen immer noch verhältnissmässig zeitraubend sein würde, weshalb ich zu Batavia auf den Cylindern, welche die Stangen umgaben, Fernröhre hatte anbringen lassen. Diese waren aber alten Instrumenten entnommen, und so war der Mechaniker nicht ganz frei in seiner Wahl der Methode, sie anzubringen. Wir machten also bald die Erfahrung, dass ihre Rectification nicht constant genug war und beschränkten uns also auf die zuerst beschriebene Methode, die Stangen mit dem Senkblei zu aligniren.

b. Verfahren beim Anfang der Messung.

Beim Anfang der Messung musste auf die Quarkugel (Fig. 12), welche den Anfangspunkt bezeichnete, der Absatzcylinder (Fig. 8) vertikal gesetzt, und dann irgend ein Mikroskop auf die Glastheilung (Fig. 9), welche dieser oben trug, gerichtet werden; unter dasselbe Mikroskop musste nachher die Endtheilung einer langen Messstange kommen.

Für das Mikroskop konnte nur das vorangehende III_b oder IV_b (Fig. 4 c) einer der kurzen Messstangen gebraucht werden, weil, wie die Figur deutlich zeigt, unter dem andern Mikroskop kein hinreichender Raum, weder für den Absatzcylinder selbst, noch für den Blechmantel (Fig. 7) da war. Es wurde also die Stange III gewählt, weil dann die Folgereihe der Messstangen III, I, IV, II, war; sie wurde ausser der Basis, aber in ihrer Richtung so aufgestellt, dass das Mikroskop III_b so nahe wie möglich über den Anfangspunkt kam (Fig. 44).

Der Mikroskopträger wurde also zuerst vom Beobachter so viel wie möglich seitwärts bewegt,

so dass er gegen die Schrauben z (fig. 5) anschlug, dann durch die Diopter und mittels der Schlittenbewegung in die Richtung der Basis gebracht, ferner in Quer- und Längenrichtung horizontal gestellt.

Die Mikroskope trugen, wie dies in Fig. 4 und noch besser in Fig. 28 sichtbar ist, unter den Objectiven noch ein kurzes Rohr, dessen Zweck ohne Zweifel war, alles auffallende Licht abzuhalten; in dieses Rohr wurde ein centrirt durchbohrter, von einem Senkblei versehener Kork eingebracht, und damit konnte das Mikroskop sehr nahe über den Anfangspunkt gebracht werden.

Wenn dies erreicht war, wurde erst der Blechmantel (Fig. 7) über den Anfangspunkt gebracht, so dass das Centrum des Bügels, der den Absetzcylinder oben bei e (Fig. 8) umfassen muss, wieder nahe unter die Achse des Mikroskops kam, dann wurde der Absetzcylinder eingesteckt, auf die im Anfangspunkte festgemauerte Quarzkugel gesetzt, und mittels der Schlittenbewegung, welche oben auf dem Blechmantel angebracht war, und welche durch die Schraubenköpfe g und h (Fig. 7) regulirt wurden, so genau wie möglich vertikal gestellt, wozu die Libelle d beobachtet werden musste.

Es wurde nun, was immer nöthig war, das Mikroskop durch die Schlittenbewegung der kurzen Messstange so genau wie möglich über die Theilung, welche sich oben an dem Absetzcylinder befand, gebracht, und dabei doch das Alignement soviel wie möglich behalten; beide Beobachter lasen weiter in zwei Ständen die Libelle des Ansetzcylinders und das Mikroskop ab; bei diesen beiden Ablesungen musste die Libelle in der Richtung der Basis gestellt, zwischen den beiden Ablesungen aber der Absetzcylinder um seine Achse um 180° gedreht werden.

Sobald diese doppelte Ablesung von beiden Beobachtern ausgeführt, und die aufgezeichneten Zahlen verglichen worden waren, wurden Blechmantel und Absetzcylinder entfernt, die anderen drei Messstangen herangebracht, und die Messung der Basis begonnen.

c. Verfahren während der Messung.

Um das Verfahren während der Messung deutlich zu fassen, erinnere man sich, dass die Summe der Längen der benutzten Stäbe = 10 Meter betrug, dass also die Länge der Basis bequem in Dekameter zu theilen war. Jeder Dekameter verfiel aber bei der Messung in zwei Theile; beim ersten Theile folgten die Messstangen einander so auf: III, I, IV, II (Fig. 39), beim zweiten Theile so: IV, II, III, I (Fig. 45).

Bedenkt man, wie beim Anfang der Messung das Mikroskop III_b über dem Anfangspunkte aufgestellt war (Fig. 44), so ist es deutlich, dass die ersten nun folgenden Ablesungen, nachdem die Stangen I und IV aufgestellt sind, sich auf die Endtheilungen der Stangen I und IV beziehen müssen. Wiewohl die Stange II nun schon angesetzt und gerichtet ist, wird erst beim folgenden halben Dekameter auf sie geachtet. Bei jeder Theilung wurden die beiden Zinkstriche, zwischen welchen sich der Stahlstrich befand, abgelesen; hierdurch wurde einerseits erreicht, dass die Ablesungen selbst den Gang der Mikrometerschrauben der Mikroskope angaben, andererseits aber auch dass die Ablesungen vom Zink- und Stahlstab für denselben Augenblick galten.

Nachdem also die Messstangen alle gehörig alignirt waren, wurden die Mikroskope von IV noch vorläufig auf die Theilungen dieser Stange selbst eingestellt, der Mikroskopträger von III aber war so weit wie möglich seitwärts verschoben, und das Mikroskop III_b auf die Theilung I_a eingestellt. Die beiden Beobachter wurden in »erster« und »zweiter Beobachter« unterschieden, jeder hatte sein eigenes Notizbüchlein, und die Ablesungen wurden nun nach dem folgenden Schema aufgeschrieben:

Erster Theil des Dekameters.

Erster Beobachter.					Zweiter Beobachter.				
N ^o .	Zeit	Theilung	Mikroskop	Ablesung.	N ^o .	Zeit	Theilung	Mikroskop	Ablesung.
(1)	}	IV _a	IV _a	{	(4)	}	IV _b	IV _b	{
(2)					(5)				
(3)					(6)				
Niveau IV					Niveau IV				
(7)	Gradbogen I				(7)	Gradbogen I			
(8)	}	I _a	III _b	{	(11)	}	I _e	IV _a	{
(9)					(12)				
(10)					(13)				
(11*)	}	I _e	IV _a	{	(8*)	}	I _a	III _b	{
(12*)					(9*)				
(15*)					(10*)				
(14)	}	III _b	III _b	{	(17)	}	III _a	III _a	{
(15)					(18)				
(16)					(19)				

Die Stangen III und I werden nach vorn getragen, und gerichtet.

Zweiter Theil des Dekameters.

Erster Beobachter.					Zweiter Beobachter.				
N ^o .	Zeit	Theilung	Mikroskop	Ablesung.	N ^o .	Zeit	Theilung	Mikroskop	Ablesung.
(20)	}	III _a	III _a	{	(23)	}	III _b	III _b	{
(21)					(24)				
(22)					(25)				
Niveau III					Niveau III				
(26)	7* Gradbogen II				(29)	7* Gradbogen II			
(27)	}	II _a	IV _b	{	(30)	}	II _e	III _a	{
(28)					(31)				
(29*)					(26*)				
(30*)	}	II _e	III _a	{	(27*)	}	II _a	IV _b	{
(31*)					(28*)				
(32)					(35)				
(33)	}	IV _b	IV _b	{	(36)	}	IV _a	IV _a	{
(34)					(37)				

Beim ersten Theil des Dekameters wurde gleich nach den Ablesungen (5) und (6) der Mikroskopträger von IV seitwärts bewegt und das Niveau dieser Stange abgelesen. Diese Ablesung geschah aber nur, um sicher zu constatiren, dass die Stange sehr nahe horizontal gestellt war, denn die Correction für Neigung war immer unmerkbar.

Nachdem beide Beobachter den Gradbogen der Stange I abgelesen, und die Ablesungen mit einander verglichen hatten, wurden einerseits die Ablesungen (8) bis (13*), andererseits die Ablesungen (11) bis (10*) zu gleicher Zeit angestellt, dann der Mikroskopträger III über seine eigene Stange gebracht und wieder gleichzeitig vom ersten Beobachter (14) (15) (16), und vom zweiten Beobachter (17) (18) (19) abgelesen. Von allen diesen dreifachen Ablesungen bezogen sich immer die erste und dritte auf Zinkstriche, die mittlere auf einen Stahlstrich.

Wie man weiter sieht, wurde, nachdem die vorausgebrachten Messstangen III und I gerichtet worden waren, ganz symmetrisch mit dem Gesagten verfahren; also wurde am Anfange dieselbe Stange III abgelesen, womit soeben die Ablesung geschlossen wurde, und es wurde mit Stange IV geschlossen, womit soeben angefangen wurde. Das Charakteristische dieser Messungsmethode ist, wie oben erklärt wurde, dass die Ablesungen I_a und I_e , so wie auch II_a und II_e gleichzeitig stattfanden, und dass durch die Notirung der Zeit der Messungen, (wofür die Zeit der Ablesung des Stahlstrichs hinreichte), das Mittel gefunden war, auch der Ausdehnung der Mikroskopträger Rechnung zu tragen.

d. Verfahren beim Absetzen.

Bei verschiedenen Basismessungen ist die Messung wiederholt worden, und hat man aus der Differenz der beiden Resultate auf den wahrscheinlichen Fehler des mittleren Resultats geschlossen. Ich bin aber der Meinung, dass ein solcher Schluss sehr wenig Werth hat, und dass, wenn man aus der doppelten Messung diesen wahrscheinlichen Fehler der Basislänge — soweit die Messung angeht — ableiten will, man nothwendig die Basis in eine Menge kleinerer Stücke zerlegen und jedes Stück zweimal messen muss. Ich wählte für die Länge dieser Stücke 200 Meter und es musste also ein Mittel ersonnen werden, diese Zwischenpunkte unveränderlich zu bewahren, bis die zweite Messung erfolgt war. Hierfür wurden (Fig 46) Glasmärbel von genügender Grösse in eisernen Stangen befestigt, diese mit Blei in Thrachtyblöcke eingegossen, so dass die Oberfläche des Marbels etwas tiefer als die Oberfläche des Steins lag, und der Marbel also durch einen Deckstein vor jeder Beschädigung geschützt werden konnte. Diese Märbel vertraten die Stelle der Halbkugeln von Bergkrystall, die sich an den Enden der Basis befinden.

Bei der Basismessung im Haarlemmermeer wurde jeden Tag nach vollendeter Messung mittelst der Erdplatte abgesetzt, und am folgenden Morgen die Messung wieder fortgesetzt. Diese Manipulation kam bei uns auch vor, weil es nicht möglich war, jeden Tag 200 Meter zu messen.

Bei vollendeten 200 Meter musste jedoch ein Trachtyblock mit Marbel, wie so eben beschrieben, eingemauert werden, so dass die Manipulation eine ganz andere war.

Jeden Tag wurde in der Regel die Messung mit einem vollen Dekameter geschlossen. Aus dem oben gesagten geht also hervor, dass der letzte Stand der Stangen dann IV, II, III, war. Die Stange I (Fig. 45) brauchte nicht angebracht zu werden, durfte es aber auch nicht, weil an die Stelle der Endtheilung I_a nun die Theilung des Absetzcyinders kommen musste.

e. Absetzen mit der Erdplatte.

Mittels des oben beschriebenen Senkbleis, das vom Centrum des Objectivrohrs des Mikroskops III_b herabhängt, wurde die Absetzkugel der Erdplatte so genau wie möglich d. h. innerhalb ein paar Millimeter, unter dieses Centrum gebracht; die Platte wurde so orientirt, dass die eine Schlittenbewegung in der Richtung der Basis, die andere aber senkrecht darauf war, and ebenso der Blechmantel, der oben auch eine doppelte Schlittenbewegung trug, womit der Bügel der den Absetzcyinder umfassen musste, verstellt werden konnte.

Der Blechmantel musste noch in einer anderen Hinsicht so genau wie möglich gestellt werden, d. h. so dass der Mittelpunkt des Bügels unter das Mikroskop kam, was ebenfalls mit dem Senkblei beurtheilt wurde, worauf nun wieder der Absetzcyinder eingesteckt, auf die Stahlkugel d (Fig. 47)

aufgesetzt, und mittelst der Schlittenbewegung oben am Blechmantel vertikal gestellt wurde. Gesetzt die Achse des Cylinders $d c$ fiel mit der Achse des Mikroskops $a b$ nicht vollkommen zusammen, so war der mittlere Strich c der Theilung, welche sich oben auf dem Absatzcylinder befindet, nicht in der Mitte des Feldes. Beiden Schlitten, dem oberen und dem unteren, eine gleich grosse Bewegung zu geben, war schwierig; aus der Figur aber sieht man leicht ein, dass durch successive Näherung der richtige vertikale Stand des Absatzcylinders zu erreichen ist. Dafür muss dann erst die obere Schlittenbewegung benutzt werden, um den mittleren Strich der Theilung in die Mitte des Mikroskopfeldes zu bringen, dann die untere, um die Libelle wieder zum Einspielen zu bringen, und diese Manipulation muss so oft wiederholt werden, bis die gesuchte Coincidenz erreicht ist.

Noch schneller aber wurde das Ziel auf diese Weise erreicht. Aus der Figur sieht man, dass, wenn die Quarzkugel der Erdplatte d nach b bewegt wird, der Cylinder selbst den Stand $b e$ bekommt, so dass der mittlere Theilstrich sich von c bis f , also in der verkehrten Richtung verstellt hat.

Weil nun $fc:ca = fe:eb$. d.h. gewöhnlich nahe 1:5 war, so wurde beim Absetzen folgendes Verfahren angewandt. Wenn der mittelste Theilstrich im Abstand m von der Mitte des Mikroskopfeldes erschien, wurde er durch den Gebrauch des unteren Schlittens noch um $\frac{m}{5}$ weiter von der Mitte des Feldes entfernt, während demnächst der Cylinder mit dem correspondirenden Schlitten der oberen Bewegung senkrecht gestellt wurde. Die Anzahl der Wiederholungen war auf diese Art viel geringer als nach der ersten Methode.

In ähnlicher Weise wurde der Strich, der senkrecht auf die Theilung stand, in die Längsrichtung gebracht.

War die Erdplatte nicht mit aller Sorgfalt gestellt worden, so kam es wohl vor, dass nicht der mittelste, sondern der Endstrich zur Ablesung gebracht wurde. Immer wurden wieder, wie beim Anfang der Messung, Mikroskop und Libelle von beiden Beobachtern zweimal abgelesen, indem, zwischen den Ablesungen, der Absatzcylinder 180° um seine Achse gedreht wurde.

Nach dieser Ablesung wurde der innere Cylinder c (Fig. 8), ins Rohr a herabgelassen, um die Kapsel m auf die obere Platte der Blechmantels aufschrauben zu können; dafür musste aber die zuletzt gebrauchte kurze Messstange ein wenig zurückgezogen werden.

Hiermit war das Absetzen vollendet, um die Messung am folgenden Tage wieder fortzusetzen, wobei auf gleiche Art wie beim Anfang der Messung, (siehe oben) verfahren wurde.

f. Absetzen mit dem Glasmарbel.

Viel schwieriger war das Absetzen bei vollendeten 200 Metern. Dies wurde folgendermaassen ausgeführt. Nachdem von dem letzten festen Punkte 195 Meter gemessen waren, wurde die Messung mit Hülfe der Erdplatte geschlossen, weitere fünf Meter gemessen, (d. h. noch einmal eine lange und eine kurze Messstange angesetzt) und nun der Trachitblock in die vorher gemachte Eingrabung so aufgestellt, dass man sich mit Hülfe des Absatzcylinders von der richtigen Aufstellung des Blockes, der auf eine Mörtelbettung gestellt war, überzeugen konnte.

Nachdem die richtige Stellung annähernd erreicht war, wurde dem Blocke durch Mörtel die nöthige Stütze gegeben, wobei der richtige Stand anhaltend controlirt wurde. Hiernach wurde der Stein eingemauert. Erst am folgenden Tage, nachdem der Mörtel festgeworden war, wurde der Abstand von der Quarzkugel der Erdplatte bis zum eingemauerten Marbel gemessen.

Bei den ersten 200 Metern wurde ein anderes Verfahren befolgt. Es kam uns nämlich gefährlich vor, nachdem schon mit der Erdplatte abgesetzt war, in der bisherigen Richtung voranzumessen, weil dann der Fuss der langen Stange über der Erdplatte aufgestellt werden musste. Wir achten also zweckmässiger zu verfahren, wenn der Stein auf 4 Meter Abstand vor der Erdplatte aufgestellt und dieser Abstand in umgekehrter Richtung gemessen wurde.

Der zweite Bock h , (Fig. 1) blieb dann in einiger Entfernung von der Erdplatte.

Die lange Messstange war zwischen zwei kurzen aufgestellt, (Fig. 48) welche mit den Mikro-

skopen b gegen einander gerichtet waren; unter dem Mikroskop IV_b befand sich die Erdplatte, unter dem Mikroskop III_b musste, nach Entfernung der langen Messstange und seiner Böcke, der Trachitblock richtig gestellt werden. Diese Methode gefiel uns nicht, weil die gute Aufstellung einer langen und einer kurzen Messstange in verkehrter Richtung schwierig war und auch eine zu lange Zeit zwischen den Ablesungen der Theilung I_a und des Absetzcyinders durch dasselbe Mikroskop III_b verlief.

Da die festen Zwischenpunkte sehr viel Zeitverlust verursachten, wurden für die folgenden Basismessungen noch zwei Erdplatten bestellt.

REDUCTION DER MESSUNGEN MIT DEM BASISAPPARAT.

Wir werden erst ein Beispiel wählen, wie die Ablesungen der Theilungen benutzt wurden, um den bei jedem Dekameter gemachten Fortschritt zu finden. Wir nehmen dazu ganz beliebig den 12^{ten} der Dekameter, welche am 20 September 1873 gemessen wurden, und lassen hier die Reductionstabelle, nur mit deutschem, statt holländischem, Texte folgen:

Die Correction für Gang wurde jeden Tag in der Regel zweimal eigens bestimmt, und an diesem Tage gefunden:

Mikroskop	III_a	III_b	IV_a	IV_b
Vor dem Anfang der Messung	0	0	$+\frac{1}{85}$	$-\frac{1}{64}$
Nach dem Ende " "	$-\frac{1}{320}$	0	$+\frac{1}{63}$	$-\frac{1}{56}$
Im Mittel	$-\frac{1}{640}$	0	$+\frac{1}{74}$	$-\frac{1}{60}$

Für die Correction von III_a , welche hätte vernachlässigt werden können, ist ohne angegebene Ursache $-\frac{1}{320}$ genommen worden.

Für den Nullpunkt der Gradbogen wurde gefunden:

	Messstange I	Messstange II.
Anfang	9° 50' 30"	9° 54' 40"
Ende	9 50 20	9 54 40
Im Mittel	9 50 25	9 54 40
Ablesung (siehe unten):	8 11 55	9 2 48
Neigung = i =	4 58 30	0 51 52
$\frac{1}{2} i$ =	0 49 15	0 25 56
$\log. \sin \frac{1}{2} i$	8,156117	7,877580
$\log. \sin^2 \frac{1}{2} i$	6,512234	5,755160
og. $2 \times$ Länge der Messstange	3,903122	3,903120
$\log I_I$	0,215356 (—)	$\log I_{II}$ 9,658280 (—)
I_I (Corr. für Neigung)	— 1,642	I_{II} — 0,455

BASIS BEI SEMPLAK, (Buitenzorg, Java),

gemessen mit dem Apparat von Repsold.

Datum: 20 September 1873. 12^{er} Dekameter des Tages.

Zeit		Temp. Cel- sius	Thei- lung	Mikro- skop	Strich	Able- sung	Able- sung, ver- bessert für Gang	Coinci- denz- punkte und ihre Unter- schiede	Thei- lung	Mikro- skop	Strich	Able- sung	Able- sung, ver- bessert für Gang	Coinci- denz- punkte und ihre Unter- schiede
U.	M.													
2	1	30,0	IV _a	VI _a	11	97	98	1164	IV _b	IV _b	4	95	93	450
					12	161	163	450			5	145	143	
						197	200	214				196	193	
			Niveau IV			4,1	3,9					4,1	3,9	
			Gradbogen I			8° 11' 50"						8° 12' 0"		
	2	30,0	I _a	III _b	19	174		1977	I _e	IV _a	10	4	4	1086,5
					20	251		1086,5			11	89	90	
						274		890,5				102	103	
	4	30,1	I _e	IV _a	10	6	6	1081	I _a	III _b	19	173		1980
					11	86	87				20	254		
						105	106					273		1081
	5	30,1	III _b	III _b	5	170		533	III _a	III _a	11	99	99	899
					6	203					12	175	174	
						270						200	199	1175
														533
			Verstellung von III und I.											142
15	31,0	(20)	III _a	III _a	11	86	86	1177	III _b	III _b	5	156		532,5
					12	163	162	532,5			6	189		
						185	184	144,5				257		
			Niveau III			5,8	6,0					5,8	6,0	
			Gradbogen II			9° 2' 40"						9° 2' 45"		
17	31,0	(26)	II _a	IV _b	23	134	132	2331	II _e	III _a	10	190	189	1015
					24	166	163	1015			11	206	205	
						236	232	1316				292	291	
18	31,0	(29*)	II _e	III _a	10	208	208	1007	II _a	IV _b	23	134	132	2335
					11	215	214				24	172	169	
						307	306					240	236	1007
19	31,0	(32)	IV _b	IV _b	4	95	93	447,5	IV _a	IV _a	11	97	98	1328
					5	142	140				12	166	168	
						195	192					195	198	1170
														447,5
			Verstellung von IV und II.											222,5

RESULTAT.

Neigung der langen Messstangen.	Raum zwischen zwei auf einander folgenden Messstangen.				Länge des Zinkstabs minus Länge des Stahlstabs.			
	A.	B.	C.	D.	Δ I	Δ IV	Δ II	Δ III
I 1° 38' 30"	(9) — (24) v. D. (§) + 56	(2) — (12*) + 76	(27) — (33) + 23	(21) — (30*) — 52	890,5	214	1316	142
II 0 51 52	(9*) — (24) v. D. (§) + 59	(2) — (12) + 73	(27*) — (33) + 29	(21) — (30) — 43	899	222,5	1328	144,5
Im Mittel	+ 57,5	+ 74,5	+ 26	— 47,5	895	218	1322	143
	110,5							

(§) v. D. bedeutet: voriger Dekameter. Beim ersten Dekameter des Tages muss statt (24) v. D. genommen werden: die für Neigung verbesserte mittlere Ableseung auf Strich 10 des Absetzcyllinders.

Bei einem letzten Dekameter kommen (20) bis (25) hinten an, und kommt dafür in Platz II_e, III_a und Absetzcyllinder III_b, von beiden Beobachtern abgelesen.

Wenn man beachtet was in der 1^{en} Abtheilung S. 26—28 mitgetheilt ist, braucht die Berechnung keine weitere Erläuterung. Für jede 200 Meter wurden nun die Correctionen für Neigung der langen Messstangen, die Zahlen A—D, und die Δ I, u. s. w. addirt. Die ganze Berechnung wurde auf gedruckten Schemas doppelt geführt und die Resultate genau untereinander verglichen. In der folgenden Tafel sind die Mittelzahlen aus den beiden Berechnungen enthalten; die Einheit ist das Mikron.

		Erste Messung.*						Zweite Messung.					
		$I_1 + I_{II}$	A bis D	Δ I	Δ IV	Δ II	Δ III	$I_1 + I_{II}$	A bis D	Δ I	Δ IV	Δ II	Δ III
Erster Theil I—II.	A	— 11740 ⁵	— 475	15925 ⁵	3725	24006 ⁵	1734	— 11162 ⁵	+ 622	16278 ⁵	3798	24830 ⁵	1783
	B	— 10659 ⁵	+ 1593 ⁵	15129 ⁵	3472	21261 ⁵	1533 ⁵	— 10352 ⁵	— 1515 ⁵	16117	3718	23865	2021
	C	— 9048 ⁵	+ 1348	14346 ⁵	3297 ⁵	22201	1392 ⁵	— 8680 ⁵	+ 588	13743	3326	22721 ⁵	1556
	D	— 6006	+ 1591 ⁵	15228 ⁵	3461	23330 ⁵	1559 ⁵	— 5861 ⁵	+ 3192	13643	3057 ⁵	21973	1410 ⁵
	E	— 9875 ⁵	+ 535	14439 ⁵	3159	21997	1208 ⁵	— 9920	+ 391 ⁵	14607 ⁵	3325	23058	1702
	F	— 18027 ⁵	+ 525	14838 ⁵	3367	23076 ⁵	1522	— 18008 ⁵	+ 886	13753	3005 ⁵	22144 ⁵	1320 ⁵
	G	— 39733 ⁵	+ 710 ⁵	14043	3175 ⁵	22100	1340 ⁵	— 39739	— 246 ⁵	14630 ⁵	3293	23111	1624
	H	— 30348 ⁵	+ 794	13780 ⁵	3107 ⁵	21236	1379 ⁵	— 25432 ⁵	— 1259	11699 ⁵	2742 ⁵	19044 ⁵	967
		— 135439 ⁵	+ 6622 ⁵	117731 ⁵	26764 ⁵	179209	11670	— 129157	+ 5679 ⁵	114472	26265 ⁵	180748	12384
									— 2021				
									+ 2658				
Zweiter Theil II—III.	J	— 13076 ⁵	+ 1230	12951 ⁵	2825	20540	867	— 14226 ⁵	— 50	13868	3095 ⁵	21903 ⁵	1449 ⁵
	K	— 20115 ⁵	— 594	16666 ⁵	3900 ⁵	24839 ⁵	2063	— 21151 ⁵	+ 2780 ⁵	14870 ⁵	3255	22990	1697
	L	— 30268 ⁵	+ 547 ⁵	12341 ⁵	2762	20346	1010	— 31306 ⁵	— 5853	17830 ⁵	4129 ⁵	25465 ⁵	2450 ⁵
	M	— 44414	+ 571 ⁵	14178	3145 ⁵	21971 ⁵	1475	— 44785	— 1562	15838	3605	23938	2002 ⁵
	N	— 21361	+ 1122	13412 ⁵	2824	21230	1140	— 21061	— 2204	14959 ⁵	3438	23295	1858 ⁵
			— 129235 ⁵	+ 2877	69550	15457	108927	6555	— 132530 ⁵	— 6888 ⁵	77366 ⁵	17523	117592
Dritter Theil III—IV.	O	— 11862 ⁵	+ 1243	14134 ⁵	3203 ⁵	22166 ⁵	1477 ⁵	— 10985 ⁵	— 222	15606 ⁵	3556 ⁵	23792	1948
	P	— 31619	+ 773	14169	3189 ⁵	22201	1428	— 33400	— 1550	15156	3435 ⁵	23057 ⁵	1660 ⁵
	Q	— 35883 ⁵	+ 54	15659	3486 ⁵	23212	1728	— 35294	+ 2261 ⁵	14214 ⁵	3270 ⁵	22476 ⁵	1580
	R	— 81796 ⁵	— 210	15866	3565	23712 ⁵	1849	— 80722 ⁵	+ 21	14865 ⁵	3459 ⁵	22993 ⁵	1835 ⁵
	S	— 35487	+ 768	15464	3425	23300 ⁵	1710 ⁵	— 35685 ⁵	+ 6000	12153 ⁵	2721 ⁵	20284 ⁵	1065
	T	— 28063	— 627 ⁵	14488	3242	22595 ⁵	1561	— 27670	— 1159 ⁵	14690 ⁵	3276	22830	1527
	U	— 2943	— 292 ⁵	7971	1766 ⁵	11881	764	— 2391	— 967	8567 ⁵	1851	12180 ⁵	718 ⁵
			— 227654 ⁵	+ 2838	97751 ⁵	21878	149069	10518	— 226148 ⁵	+ 8282 ⁵	95254	21570 ⁵	147614 ⁵
			— 1130						— 3898 ⁵				
			+ 1708						+ 4384				

Es ist jetzt jeder Theil der Basis = der gemessenen Zahl Meter + $\Sigma (I_1 + I_{II}) + \Sigma (A \text{ bis } D) + P \Sigma \Delta I + S \Sigma \Delta IV + Q \Sigma \Delta II + R \Sigma \Delta III$.

Wie aus dem Auszuge aus dem Journale der Messungen zu ersehen ist, beträgt die Anzahl der gemessenen Meter:

im ersten Theil: $209 + 190 + 5 \times 200 + 195 = 1594$, wozu noch kommt der Abstand von Punkt 8 bis zum Punkt II = 2,0908 Meter;

im zweiten Theil: $5 \times 200 = 1000$ Meter;

im dritten Theil: $6 \times 200 + 115 = 1315$ Meter.

Werden nun die in Indien gefundenen Werthe für P, Q, R, und S substituirt, so werden für die Unterabtheilungen der Basis folgende zu diesen ganzen Zahlen zu addirenden Längen gefunden:

* In einer später aus Indien empfangenen Copie dieser Tabelle ist ΔII der ersten Messung für die Unterabtheilung R zu 23212⁵ angegeben statt 23712⁵, wodurch die Basis um einen halben Millimeter kürzer sein würde. Dieser Unterschied wurde erst bei der Correctur dieses Bogens bemerkt. Einstweilen habe ich die alte Zahl beibehalten.

ERSTER THEIL, I — II.

Theil	Länge in Metern	Erste Messung. Millimeter	Zweite Messung. Millimeter	Unterschied Erste — zweite Messung.
A	209	+ 15,507	+ 17,971	— 2,464
B	190	+ 16,225	+ 16,077	+ 0,148
C	200	+ 17,464	+ 17,142	+ 0,322
D	200	+ 22,185	+ 21,781	+ 0,404
E	200	+ 15,540	+ 16,537	— 0,997
F	200	+ 8,618	+ 7,402	+ 1,216
G	200	— 14,223	— 15,952	— 0,271
H	195	— 5,448	— 5,689	+ 0,241
1594 Meter		+ 75,868	+ 77,269	— 1,401

+ 2090,793 (siehe unten).

ZWEITER THEIL, II — III.

I	200	+ 10,800	+ 10,321	+ 0,479
K	200	+ 8,303	+ 7,764	+ 0,539
L	200	— 7,506	— 6,645	— 0,861
M	200	— 18,963	— 18,614	— 0,349
N	200	+ 3,289	+ 3,339	— 0,050
1000 Meter		— 4,077	— 3,835	— 0,242

DRITTER THEIL, III — IV.

O	200	+ 14,392	+ 16,228	— 1,836
P	200	— 5,837	— 8,506	+ 2,669
Q	200	— 8,908	— 7,673	— 1,235
R	200	— 54,524	— 54,338	— 0,186
S	200	— 7,914	— 7,610	— 0,304
T	200	— 3,127	— 3,002	— 0,125
U	115	+ 10,424	+ 10,871	— 0,447
1315 Meter.		— 55,494	— 54,030	— 1,464

Der totale Unterschied der beiden Messungen ist also auf 3909 Meter = 3,107 mM., also noch kein Milliontel.

Der relativ grosse Unterschied von 2,464 Millimetern bei A ist wahrscheinlich der Ungeübtheit der Beobachter bei der Messung der ersten Abtheilung, der noch grössere bei P dem ungünstigen Terrain jenseits des Punkts III zuzuschreiben, das durch den Regen erweicht worden war.

Die letzte Colonne gibt aber auch Veranlassung, den wahrscheinlichen Fehler der für die drei Stücke gefundenen Längen zu berechnen. Indem wir nämlich die Zahlen der letzten Colonne, welche den Theilen A, B, H und U entsprechen, resp. mit $\sqrt{\frac{200}{209}}$, $\sqrt{\frac{200}{190}}$, $\sqrt{\frac{200}{195}}$ und $\sqrt{\frac{200}{115}}$ multipliciren, um alle Unterschiede auf 200 Meter zu reduciren, finden wir:

den mittleren Fehler eines Unterschiedes zweier Messungen von 200 Metern, = $\pm 1,06$ mM.

Also:	m. F. einer einzelnen Messung:	$\pm 1,06 : \sqrt{2} = \pm 0,75$	mM.
	« « des Mittels aus zwei Messungen:	$\pm 0,53$	«
	« « « ersten Theils:	$\pm 0,53 \sqrt{8} = \pm 1,50$	«
	« « « zweiten « :	$\pm 0,53 \sqrt{5} = \pm 1,20$	«
	« « « dritten « :	$\pm 0,53 \sqrt{6,6} = \pm 1,36$	«
	« « der drei Theile zusammen:	$\pm 0,53 \sqrt{19,6} = \pm 2,35$	«
	und wahrscheinlicher Fehler:	$0,6745 \times \pm 2,35 = \pm 1,58$	«

was zufälliger Weise fast genau mit dem halben Unterschiede übereinstimmt. Dies beträgt sehr nahe nur $\frac{1}{2\ 500\ 000}$ des Ganzen, so dass wohl als hinreichend bewiesen betrachtet werden kann, dass der Apparat selbst eine bisher noch nicht erreichte Genauigkeit in der Messung gestattet; die vornehmste Quelle der Unsicherheit indessen liegt, wie am Schluss der ersten Abtheilung schon gesagt ist, und im folgenden § noch näher gezeigt werden wird, in der ungenügenden Kenntniss der Ausdehnungscoefficienten, nicht so sehr der Metalle, woraus die Stäbe verfertigt sind, sondern des Glasmeters.

WIRKLICHE LÄNGE DER DREI STÜCKE DER BASIS, UND UNTERSCHIED ZWISCHEN DEN RESULTATEN, JE NACHDEM DIE IN HOLLAND ODER DIE IN INDIEN GEFUNDENEN RELATIVEN AUSDEHNUNGS-COEFFICIENTEN BENUTZT WERDEN.

Um nun die wirkliche Länge der drei Stücke der Basis zu ermitteln, muss erst genau nachgesehen werden, wie viel Mal jede Messstange benutzt worden ist. Ueberall, wo in den Unterabtheilungen 200 Meter gemessen sind, war jede Messstange 20 Mal benutzt worden. Bei den letzten neun Metern der Unterabtheilung A, welche eine Länge von 209 Metern hat, waren nur die Stangen I, IV und II benutzt worden. Beim letzten Dekameter der Unterabtheilung B, (190 Meter) wurde die Stange I zweimal, und die Stange II nicht benutzt. Die Unterabtheilung H schloss mit einem halben Dekameter, wo also nur I und IV benutzt waren, ebenso U. Wir haben also die folgende Uebersicht:

		Stange	I	IV	II	III
Erster Theil	Unterabtheilung A		21	21	21	20
	« B		20	19	18	19
	« C bis G		100	100	100	100
	« H		20	20	19	19
			<u>161</u>	<u>160</u>	<u>158</u>	<u>158</u>
Zweiter Theil	« J bis N		100	100	100	100
Dritter Theil	« O bis U		152	152	151	151
Die drei Theile zusammen			<u>393</u>	<u>592</u>	<u>389</u>	<u>389</u>

Es bestehen also die drei Theile der Basis aus den folgenden Gliedern:

$$\text{Erster Theil, (I—II)} = 161 I_0 + 158 II_0 + 158 III_0 + 160 IV_0 + 2090,795 * - 152,298 \\ + 4,640 + 116,102 P + 179,9785 Q + 12,027 R + 26,515 S.$$

$$\text{Zweiter Theil, (II—III)} = 100 I_0 + 100 II_0 + 100 III_0 + 100 IV_0 - 150,883 - 2,006 \\ + 73,458 P + 113,2595 Q + 8,0065 R + 16,490 S.$$

$$\text{Dritter Theil, (III—IV)} = 152 I_0 + 151 II_0 + 151 III_0 + 152 IV_0 - 226,902 + 3,046 \\ + 96,503 P + 148,542 Q + 10,426 R + 21,724 S.$$

* Siehe folgenden §.

Die Reduction dieser Ausdrücke kann einstweilen noch ausgesetzt werden; die Summe ist für die drei Theile zusammen,

$$393 I_0 + 389 II_0 + 389 III_0 + 392 IV_0 + 2090,795 - 490,085 + 5,680 + 286,063 P + 441,580 Q + 30,460 R + 64,729 S.$$

Aus den, in der ersten Abtheilung, S. 84, gefundenen, Gleichungen leitet man aber ab:

$$\begin{aligned} I_0 &= 4 M - 27,0 + 105,52 g + 29,0 T - 859,7 P \\ II_0 &= 4 M + 153,4 + 105,52 g + 45,0 T - 1249,0 Q \\ III_0 &= M + 110,65 + 26,53 g + 2,25 T - 89,2 R \\ IV_0 &= M + 58,45 + 26,53 g - 6,45 T - 162,9 S \end{aligned}$$

wo aber die Zahlen Mikrons bedeuten.

Die Substitution giebt für die drei Stücke zusammen:

$$3909 M + 2090,795 - 569,586 + 102,924 g + 26,471 T - 45,959 P - 44,281 Q - 4,259 R + 0,872 S$$

oder, wenn wir bei Zehntel-Millimetern (des Mètre des Archives) stehen bleiben:

$$3910721,4 + 102,924 g + 26,5 T - 45,9 P - 44,5 Q - 4,2 R + 0,9 S$$

Der Unterscheid zwischen den in Indien und in Holland gefundenen Coefficienten war:

	g	T	P	Q	R	S
Indien—Holland:	- 0,42 *	- 0,0028	- 0,0467	- 0,0146	- 0,1511	- 0,0214
Die Factoren sind:	+ 102,9	+ 26,5	- 45,9	- 44,5	- 4,2	+ 0,9

Also würde die Summe der drei Theile der Basis mit den indischen Coefficienten:

wegen	g	45,2	mM.	kürzer,
»	T	0,1	»	»
»	P	2,05	»	länger,
»	Q	0,65	»	»
»	R	0,6	»	»
»	S	0,0	»	kürzer,

als mit den in Holland bestimmten Coefficienten gefunden werden.

Die relativen Ausdehnungskoefficienten der 4 Messstangen und des Normals, P, Q, R, S und T, geben sämmtlich nur eine Differenz von 3,2 Millimetern oder ungefähr $\frac{1}{1200000}$ des Ganzen; wie aber schon oben bemerkt wurde, der Ausdehnungskoefficient g des Glasmeters hat den grössten Einfluss, der $\frac{1}{90000}$ des Ganzen beträgt, wozu noch die Fehler der Bestimmungen der Unterschiede

$$\begin{aligned} I_1 - N_0, & \quad I_2 - N_0, & \quad I_3 - N_0, & \quad I_4 - N_0, \\ II_1 - N_0, & \quad II_2 - N_0, & \quad II_3 - N_0, & \quad II_4 - N_0, \\ III_1 - N_0, & & & \\ IV_1 - N_0, & & & \\ N_0 - G_0, & \quad G_0 - P, & \quad P - M, & \end{aligned}$$

kommen.

MESSUNG DES ABSTANDES DES MARBELS 8 ZUM PUNKTE II.

Dieser Abstand wurde von Herrn Ingenieur Metzger auf drei Weisen gemessen. Bei der ersten wurde, (Fig. 49) zwischen beiden Marbeln eine kleine Mauer gemauert, welche eine horizontale Ober-

* Wenn nämlich für den in Holland gefundenen Werth von g der verbesserte Werth 8,30 genommen wird, siehe 1^{te} Abtheilung, S. 68 und 84.

fläche hatte, fast in derselben Höhe als die beiden Marbel, welche gleich hoch waren. Auf dieser Oberfläche wurde für das Auflegen der messingenen Meterstäbe eine gerade Linie zwischen den beiden Marbeln gezogen. Zwei Fäden, $m \cdot n$ und $p \cdot q$, deren Enden mit Blei beschwert waren, wurden so genau wie möglich über die Marbel gelegt. Die Endstriche der messingenen Meter wurden mit den Fäden zur Coincidenz gebracht, und der Zwischenraum zwischen den andern, nach einander gekehrten, Endstrichen mit einem Maasstabe gemessen. Diese Messung wurde zehnmal wiederholt, wobei jedesmal die Fäden und die Maasstäbe aufs Neue gelegt wurden.

Im Mittel aus den zehn, innerhalb 89,85 und 90,73 schwankenden, Resultaten wurde für den Zwischenraum gefunden 90,25 mM., bei einer mittleren Lufttemperatur 29°,15 C. Die beiden kupfernen Meter haben bei dieser Temperatur eine Länge = 2001,10 mM., so dass der Abstand 8—II hieraus folgen würde = 2091,35 mM.

Da nun diese Methode nicht genügte, kam Herr Ing. Metzger nach einigem Nachdenken und einigen Versuchen zu einer andern Methode, welche darin bestand, dass sowohl auf dem Marbel 8, als dem Marbel II, der Absetzcyliner aufgestellt wurde, und nun mittels der Mikroskope III_b und IV_b die Distanz gemessen wurde zwischen dem Mittelstrich der Theilung dieses Cylinders und dem Endstrich des daneben auf einem horizontalen Balken liegenden Meters. Das Resultat war zufälligerweise vollkommen dasselbe als bei der ersten Methode, war aber immer vom Ablesen des Abstandes der einander zugeordneten Endstriche der Meter, mittels des kleinen Maasstabes, abhängig.

Deshalb änderte er die Methode nochmals, siehe Fig. 50. Während bei der 2^{ten} Methode die Messstange IV umgekehrt, und jenseits des Punktes II aufgestellt war, so war sie jetzt, wie auch die Messstange III, auf die gewöhnliche Art gestellt, so dass die Mikroskope III_b und IV_b wieder oberhalb der beiden Marbel waren.

Die Figur zeigt nun weiter deutlich an, wie gemessen wurde. Das Ende von Meter N° 1 coincidirt genau mit dem Ende des vorletzten Decimeters von Meter N° 2; die Meterstäbe sind mit einem Niveau horizontal gestellt, und liegen auf derselben Höhe. Bei beiden kupfernen Metern ist nur ein Decimeter in Millimeter eingetheilt; sie sind so gelegt wie in der Figur angegeben ist; die Theilung von N° 1 läuft von links nach rechts; die von N° 2 in umgekehrter Richtung. Von N° 1 wurde Strich 8, von N° 2 Strich 1 unter das Mikroskop gebracht. Zählt man aber vom Nullpunkte des Meters N° 1 fort, so ist letztgenannter Strich der 1099^{ste}, der Abstand der beiden Striche ist also 1091 Millimeter der kupfernen Meter und zwar 992 mM. des Meters N° 1 und 99 mM. des Meters N° 2.

Die ganze Distanz 8 — II ist also gleich:

$$\begin{aligned} & \text{diesen 1091 Millimetern der messingenen Meter} \\ + & \text{ Ablesung III}_b \text{ auf Strich 8 — Ablesung III}_b \text{ auf Punkt 8 *} \\ + & \text{ " IV}_a \text{ « Punkt II * — " IV}_a \text{ « Strich 1099} \\ + & \text{ Abstand der Mikroskope IV}_a \text{ und IV}_b \end{aligned}$$

Letzterer wurde, wie bei der Basismessung, aus den Ablesungen geschlossen, welche die Theilungen IV_a und IV_b ergaben, nachdem der Mikroskopträger bis über die Messstange zurückgeschoben war. Die von zwei Beobachtern, den Herren van Asperen und Woldringh gefundenen Zahlen gaben:

$$\begin{aligned} & 1091,55 \\ + & 0,194 — 0,225 \\ + & 0,186 — 1,000 — 0,1975 \\ + & \text{IV}_o + 175,5 \text{ S} + 0,014. \end{aligned}$$

Das Glied — 1,000 in der dritten Zeile rührt daher, dass nicht der Mittelstrich, sondern ein Seitenstrich der Glastheilung des Absetzcyinders eingestellt wurde, welcher um einen Millimeter vom Mittelstrich entfernt war. Die Länge von IV_o war, wie aus den Formeln auf S. 84 der 1^{ten} Abtheilung folgte, = 1000,155 mM. des Prototypmeters, während S = 0,6584 war. Die weitere Reduction gab also:

* Das heisst auf den Mittelstrich der Theilung des Absetzcyinders, nachdem dieser auf die beiden Marbel aufgesetzt worden war.

$$\begin{array}{r}
\text{Punkt 8 — Punkt II} = 1091,55 \\
- \quad 0,031 \\
- \quad 1,011 \\
+ 1000,155 \\
+ \quad 0,116 \\
+ \quad 0,014 \\
\hline
2090,793
\end{array}$$

Dieser Werth muss sehr genau sein, und hängt hauptsächlich nur von der Genauigkeit ab, womit der Endstrich des Meters N° 1 mit dem Striche 100 des Meters N° 2 in Coincidenz gebracht werden konnte, was, wie eine Wiederholung des Versuchs ergab, sehr genau geschehen konnte.

Der gefundene Werth ist etwa 0,56 m.M. kleiner als der nach den beiden vorigen Methoden gefundene, aber doch bestimmt zuverlässiger. Indess brauchen wir den Abstand nicht genauer als auf Zehntel-Millimeter zu kennen, wie nachher bei der Recapitulation der Basismessung deutlich sein wird, so dass wir nur die volle Zahl 2090,8 Millimeter annehmen werden.

VERSCHIEDENE KLEINE CORRECTIONEN, WELCHE DEN GEFUNDENEN LÄNGEN NOCH ANZUBRINGEN SIND.

I. Ausdehnung der Mikroskopträger.

Wie schon oben (S. 12) gesagt ist, geben die Ablesungen der kurzen Messstangen, Zink und Stahl, das Mittel an die Hand, die Ausdehnung der Mikroskopträger zu finden. Nennt man nämlich den Unterschied der Coincidenzpunkte, (Links—Rechts) bei gleichzeitiger Ablesung III_a III_a , III_b III_b . . . A, den Unterschied III_a — III_b aber . . . B, und bedeutet R, wie früher, den relativen Ausdehnungs-coefficient von III, so ist der Abstand der Achsen der beiden Mikroskope III_a und III_b :

$$III_o + A R + B.$$

Betrachtet man das oben gegebene Schema der Berechnung eines Dekameters, so erkennt man leicht, dass jedesmal der Ausdehnung des Mikroskopträgers zwischen der Zeit, welche gegenüber (27) und jener, welche beim folgenden Dekameter gegenüber (9) steht, keine Rechnung getragen ist. Der Zeitraum zwischen diesen beiden Zeiten war, wenn keine Hindernisse eintraten, meistens zwischen 10 und 20 Minuten, während zwischen (9) und dem folgenden (27) durchgängig etwa 10 Minuten verliefen. Zählt man nun für jeden Tag, an welchem gemessen wurde, alle die erstgenannten Zeiträume zusammen, so hat man den ganzen Zeitraum, für welchen die Ausdehnung des Mikroskopträgers III noch beachtet werden muss; während die ganze Ausdehnung im Laufe jedes Tages durch Vergleichung der ersten Ablesungen (20) bis (25) und der letzten Ablesungen (14) bis (19) gefunden wird, so dass, wenn man die Ausdehnung der Zeit proportional annimmt, die gewünschte Correction leicht gefunden wird. Wollte man dieselbe ganz genau ermitteln, so müsste man für jeden Dekameter diese Proportion berechnen; weil aber das Verhältniss der Zeitintervalle zwischen (27) und (9) und zwischen (9) und dem folgenden (27) nahe constant war, und es hier doch nicht auf die äusserste Genauigkeit ankommt, so kann man sogar für die ganze Basis die Rechnung in Einem machen.

Nehmen wir erst als Beispiel einen beliebigen Tag, z. B. 25 Juli. An diesem Tage gaben die ersten Ablesungen, (20) bis (25),

$$\text{zu } 20^h 58^m : \dots \dots III_o + A R + B = III_o + 35 R + 24,$$

und die letzten Ablesungen (14) bis (19),

$$\text{zu } 1^h 26^m : \dots \dots III_o + A' R + B' = III_o + 151,5 R + 26.$$

So dass während dieses Morgens die Ausdehnung betragen hat

$$\text{in } 4^h 48^m : \dots \dots 98,5 R + 2 \text{ Mikrons.}$$

Die Zeitintervalle, während welcher die Ausdehnung vernachlässigt worden ist, waren:

(27)	(9)	
von 20 ^h 41 ^m	bis 20 ^h 55 ^m	= 14 Minuten
« 21 12	« 21 58	= 26 «
« 21 55	« 22 9	= 14 «
u. s. w.	
	Zusammen	<u>159</u> «

Für diesen Tag würden wir also finden:

$$288 : 159 = 98,5 R + 2 : x,$$

u. s. w. Nennen wir 288 .. p und 159 ... q, so ist also

$$x = \frac{q}{p} \left\{ (A' - A) R + B' - B \right\}$$

und die Correction $\frac{4}{5}$ von diesem Betrage.

In unserem Beispiel ist das Verhältniss $\frac{q}{p}$ nahe gleich 0,55; es war aber jeden Tag nahe von derselben Grösse; es lohnte also die Mühe nicht, diese kleine Correction für jeden Tag besonders zu berechnen. Für jeden Theil der Basis wurden die gleichnamigen Zahlen addirt, und wenn man die erhaltenen Summen durch das Zeichen Σ andeutet, so wurde für jeden Theil der Basis berechnet

$$\Sigma. x = \frac{4 \Sigma. q}{5 \Sigma. p} \left\{ \Sigma. (A' - A) R + \Sigma. (B' - B) \right\}$$

In gleicher Weise wurde mutatis mutandis für den Mikroskopträger IV verfahren; d. h. die ganze Ausdehnung wurde gefunden, indem die ersten Ablesungen (1) bis (6) mit den letzten (32) bis (37) verglichen wurden. Es folgte dann ebenso eine Ausdehnung

$$(C' - C) S + D' - D.$$

Das Zeitintervall, während welches der Ausdehnung des Mikroskopträgers IV Rechnung getragen werden muss, ist aber zwischen (9) und (27) begriffen, wo respective mit Mikroskop IV_a die Theilung I_a und mit Mikroskop IV_b die Theilung II_a abgelesen wurde. Nennt man also die Summe dieser Zeitintervalle für einen bestimmten Tag s, das erstgemeinte aber r, und die Correction für den ganzen Tag ... $\Sigma. y$, so hat man wieder für den ganzen Theil der Basis die Correction

$$\Sigma. y = \frac{4 \Sigma. s}{5 \Sigma. r} \left\{ \Sigma. (C' - C) S + \Sigma. (D' - D) \right\}$$

Ich habe diese Methode, der genannten Ausdehnung Rechnung zu tragen, erst bedacht, als die erste Unterabtheilung A von 209 Metern schon gemessen war. Bei dieser Unterabtheilung waren die Zeiten der Ablesungen nicht notirt worden, nachher wurde es aber nicht mehr unterlassen. Weil nun die anderen Unterabtheilungen des ersten Basistheiles I—II, nämlich B bis H, ungefähr siebenmal länger waren als der erste, so würde, wenn die Messungen bei der ersten Unterabtheilung gleich schnell stattgefunden hätten als bei den übrigen, der für B bis H geltenden Ausdehnung noch ihr $\frac{1}{7}$ Theil hinzugefügt werden müssen; weil aber die Messungen der ersten Unterabtheilung in Wirklichkeit langsamer vor sich gingen als später, so habe ich statt $\frac{1}{7}$, $\frac{1\frac{1}{2}}{7}$ zugefügt, was allenfalls genau genug sein wird.

Die Discussion der sämmtlichen Notirungen hat nun gegeben:

ERSTE MESSUNG.

Erster Theil. Für B bis H wurde gefunden:

$$\begin{aligned} \Sigma. x &= \frac{2075}{3816} (1410,5 R + 159,5) = 745 R + 74 \\ \text{Hiervon } \frac{4}{5} & \dots \dots \dots = 596 R + 59 \\ \text{Es ist aber } R &= 0,684 \text{ also } \dots = 408 + 59 = 467 \text{ Mikrons.} \end{aligned}$$

Weiter

$$\begin{aligned} \Sigma. y &= \frac{2863}{4004} (1506 S + 107,5) = 952 S + 77 \\ \text{Hiervon } \frac{4}{5} & \dots \dots \dots = 746 S + 62 \\ \text{Es ist aber } S &= 0,658, \text{ also } \dots = 491 + 62 = 553 \quad \text{»} \end{aligned}$$

Total: Correction für die Ausdehnungen der Messstangen III und IV, für B bis H,	1020 Mikrons
Hierbei für die Unterabtheilung A: $\frac{1\frac{1}{2}}{7}$	219 »
Also für A bis H	<u>1239</u> »
	oder 1,239 Millimeter.

Auf gleiche Weise wurde gefunden:

	Für den zweiten Theil	Für den dritten Theil
wegen III:	0,291 mM.	0,519 mM.
» IV:	0,469 »	0,554 »
	<u>0,760</u> »	<u>1,073</u> »

ZWEITE MESSUNG.

	Erster Theil B bis H,	Zweiter Theil,	Dritter Theil,
Wegen III:	0,596 mM.	0,295 mM.	0,576 mM.
» IV:	0,646 »	0,275 »	0,520 »
	<u>1,242</u> »	<u>0,568</u> »	<u>1,096</u> »
hierbei $\frac{1\frac{1}{2}}{7}$ 0,266 »			
	<u>1,508</u> »		

Die Correction für die drei Theile der Basis zusammen ist also

für die erste Messung.	5,072 Millimeter.
» » zweite »	5,172 »
Im Mittel	<u>5,12</u> »
	oder $+ \frac{1}{1\ 250\ 000} = 0,8$ Milliontel.

II. Die Neigung der kurzen Messstangen.

Wie man sich aus der Beschreibung des Apparats in der ersten Abtheilung erinnern wird, war bei den kurzen Messstangen kein Gradbogen angebracht, da das Rohr immer horizontal gestellt werden muss, wozu ein festes Niveau diente. Wir machten aber zur Regel, das Niveau immer abzulesen, wie in dem mitgetheilten Schema sichtbar ist. Um noch zu untersuchen, ob die Vernachlässigung der Neigung der kurzen Messstangen einen erheblichen Einfluss hätte, habe ich die sämtlichen Neigungen der kurzen Messstangen quadriert und die Summe dieser Quadrate mit der Correction für eine Neigung eines Niveautheils multiplicirt. Es wurde also für die Summe der drei Theile der Basis gefunden:

$$\begin{aligned} \text{Erste Messung: } 500 \times - 0,00921 &= - 5 \text{ Mikrons,} \\ \text{Zweite } \text{ » } 165 \times - 0,00921 &= - 1,5 \text{ » ,} \end{aligned}$$

was also ganz und gar vernachlässigt werden darf.

III. Die Correction, welche daraus hervorgeht, dass bei der Berechnung der Correction für Neigung der langen Messstangen vorläufig angenommene Längen dieser Stangen angewandt sind.

Die Correction für Neigung der langen Messstangen wurde für jeden Dekameter direct berechnet, durch die Formel:

$$\begin{aligned} &- 2 \text{ I } \sin^2 \frac{1}{2} i, \\ &\text{und } - 2 \text{ II } \sin^2 \frac{1}{2} i, \end{aligned}$$

wo i die durch den Gradbogen angegebene Neigung bedeutet.

welche Correctionen aber, eben so wie die Zahlen ΔI , ΔII , u. s. w., mit den Coefficienten P, Q, R und S multiplicirt werden müssen.

Nicht für alle Zinkstriche waren aber die Theilungsfehler bestimmt worden; die nicht bestimmten Fehler solcher Striche, die wohl einzelne Male gebraucht sind, wurden aus den Fehlern der nächsten Theilstriche geschätzt, oder bei völliger Unbekanntheit vernachlässigt.

Es wurden auf diese Weise gewählt:

aus der Unterabtheilung E, (erste Messung), der 6 August 1875, wo 110 Meter gemessen wurden,
 " " " K, (" "), " 29 " " , " 150 " " "
 " " " S, (zweite " "), " 29 October " , " 150 " " "

Die Summe der Theilungsfehler betrug:

Unter- abtheilung.	I_e	I_a	$I_e - I_a$	$P(I_e - I_a)$	II_e	II_a	$II_e - II_a$	$Q(II_e - II_a)$	III_b	III_a	$III_b - III_a$	$R(III_b - III_a)$	IV_b	IV_a	$IV_b - IV_a$	$S(IV_b - IV_a)$
E	+2,2	+35,1	-32,9	-20,1	-14,1	+138,8	-152,9	-91,4	-9,7	-5,5	-4,2	-2,8	-3,0	-5,4	+2,4	+1,6
K	-3,0	+41,3	-44,3	-27,1	-18,2	+144,3	-162,5	-97,2	-11,4	-7,8	-3,6	-2,5	-3,5	-7,9	+4,4	+2,9
S	+1,9	+45,3	-43,4	-26,6	-18,4	+194,4	-212,8	-127,2	-13,2	-5,6	-7,5	-5,2	-4,05	-4,65	+0,6	+0,4

Die vollständige Correction $P(I_e - I_a) + Q(II_e - II_a) + R$ u. s. w. muss noch durch 2 getheilt werden, weil jedesmal zwei Zinkstriche abgelesen wurden, und bisjetzt die Theilungsfehler für die beiden Striche in Rechnung gebracht sind. So findet man

$$\begin{aligned}
 &\text{für E, — 0,056 mM. auf 110 Meter, also — 0,51 Milliontel} \\
 &\text{“ K, — 0,062 “ “ 150 “ “ — 0,48 “} \\
 &\text{“ S, — 0,079 “ “ 150 “ “ — 0,55 “} \\
 &\qquad\qquad\qquad \text{In Mittel also — 0,51 “}
 \end{aligned}$$

Wir können uns offenbar mit dieser Mittelzahl begnügen, und die Correction für die Theilungsfehler beträgt also

$$\begin{aligned}
 &\text{für den ersten Theil der Basis I — II, (1594 Meter) — 0,81 mM.} \\
 &\text{“ “ zweiten “ “ “ II — III, (1000 ”) — 0,50 “} \\
 &\text{“ “ dritten “ “ “ III — IV, (1515 “) — 0,67 “}
 \end{aligned}$$

V. Reduction auf die Oberfläche des Meeres.

Diese Reduction ist weit beträchtlicher als alle die bisher genannten. Wie aus dem Profil des Basisterrains, Fig. 51, Tafel V leicht abgeleitet wird,* können für die Höhe der drei Theile der Basis über die Oberfläche des Meeres respective angenommen werden:

* Die in Fig. 51 untergeschriebenen Zahlen bedeuten die Höhen der entsprechenden Stellen der Basis über der Oberfläche des Meeres, indem für die Höhe der ersten Stufe der Treppe an der Nordseite des Palastes zu Buitenzorg nach einem früher von Herrn Metzger selbst ausgeführten Nivellement 266,78 Meter angenommen wurde.

Für die Obenseite der Eisenbahnschienen am Bahnhof zu Buitenzorg wurde aber später von den Eisenbahn-Ingenieuren gefunden 245,68 Meter, und hieraus wurde von Herrn Sarolea, Haupt-Aufseher der Staats-Eisenbahnen, für die untere Stufe des Palastes 263,86 Meter abgeleitet. Die Differenz mit oben genannter Zahl ist — 2,92 Meter.

Betrachtet man die von Prof. Jordan in seinem „Taschenbuch der praktischen Geometrie“, S. 166, gesammelten Werthe für den mittleren Fehler eines Nivellements, so sieht man dass der Unterschied entschieden zu gross ist um den zufälligen Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden zu können, denn, die Entfernung von Buitenzorg zum Hafen von Batavia zu 60 Kilometern angenommen, wäre hier nur als mittlere Fehler der Differenz etwa $\sqrt{60(0,66^2 + 4,4^2)} = 34,5$ Millimeter anzunehmen, was nahe 85 Mal vom gefundenen Unterschied übertroffen wird. Um also zu entscheiden, welche Zahl den Vorzug verdient, müssen die ursprünglichen Messungsjournale nachgesehen und die befolgten Methoden in Betracht gezogen werden.

Die Differenz von — 2,92 Meter gibt für die drei Theile der Basis respective Correctionen von + 0,73, + 0,46 und + 0,60 Millimeter

also im Ganzen von + 1,79 Millimetern. Auf eine Basis von 3900 Metern möchte dies als unerheblich betrachtet werden; daher habe ich im Texte diese Aenderung noch nicht angebracht. (O.)

für I — II..... 162,8 Meter,
 „ II — III..... 174,25 „ ,
 „ III — IV..... 186,74 „ .

Nennt man diese Höhe = h , den Krümmungshalbmesser der Erde für den Ort und das Azimuth der Basis = R , so ist die Correction auf die Oberfläche des Meeres = $\frac{h}{R+h} \times$ Basis oder

für I — II — 40,9 Millimeter,
 „ II — III — 27,4 „ ,
 „ III — IV — 58,5 „ .

Recapitulation der sämtlichen Correctionen.

	Erster Theil I — II	Zweiter Theil II — III	Dritter Theil III — IV
1 ^e Correction	+ 1,57 mM.	+ 0,66 mM.	+ 1,08 mM.
2 ^e „	— 0,00 „	— 0,00 „	— 0,00 „
3 ^e „	— 0,02 „	— 0,02 „	— 0,05 „
4 ^e „	— 0,81 „	— 0,50 „	— 0,67 „
5 ^e „	— 40,9 „	— 27,4 „	— 58,5 „
Summe der sämtlichen Correctionen:	— 40,4 „	— 27,5 „	— 57,9 „

ABLEITUNG DER WIRKLICHEN LÄNGE DER GERADEN BASIS.

Reduciren wir erst die für die drei Theile der Basis gefundenen Ausdrücke so weit als möglich, ohne Werthe für P , Q , R und S zu substituiren.

Bringt man nun noch alle die so eben gefundenen Correctionen an, und bedeutet: S_0 die Summe der 4 Messstangen $I_0 + II_0 + III_0 + IV_0$, so kann man die Ausdrücke für die drei Theile so schreiben:

Erster Theil I — II: $158 S_0 + 5 I_0 + 2 IV_0 + 1,9227 + 0,1161 P + 0,1800 Q + 0,0120 R + 0,0265 S$
 Zweiter „ II — III: $100 S_0 - 0,1602 + 0,0755 P + 0,1153 Q + 0,0080 R + 0,0165 S$
 Dritter „ III — IV: $151 S_0 + I_0 + IV_0 - 0,2618 + 0,0965 P + 0,1483 Q + 0,0217 R + 0,0104 S$

Aus den oben gegebenen Werthen von I_0 , II_0 , III_0 und IV_0 findet man

$$S_0 = 10 M + 0,0002955 + 0,0002655 g + 0,0000678 T - 0,0008397 P \\ - 0,0012490 Q - 0,0000892 R - 0,0001629 S,$$

wo jetzt der Meter die Einheit ist. In derselben Einheit ist

$$I_0 = 4 M - 0,0000270 + 0,00010552 g + 0,0000290 T - 0,0008397 P, \\ II_0 = 4 M + 0,0001534 + 0,00010552 g + 0,0000450 T - 0,0012490 Q, \\ III_0 = M + 0,00011065 + 0,00002655 g + 0,00000225 T - 0,0000892 R, \\ IV_0 = M + 0,00005845 + 0,00002655 g - 0,00000645 T - 0,0001629 S.$$

Es ist also

$$158 S_0 = 1580 M + 0,0107 T + 0,0467 + 0,04160 g - 0,1327 P - 0,1973 Q - 0,0141 R - 0,0257 S \\ 5 I_0 = 12 M + 0,0001 T - 0,0001 + 0,00052 g - 0,0025 P \\ 2 IV_0 - 2 M + 0,0001 + 0,00005 g - 0,0003 S \\ Hierzu + 1,9227 + 0,1161 P + 0,1800 Q + 0,0120 R + 0,0265 S$$

$$\text{Erster Theil I—II} = 1595,9694 + 0,0108 T + 0,04197 g - 0,0191 P - 0,0173 Q - 0,0021 R + 0,00055$$

$$100 S_0 = 1000 M + 0,02955 + 0,02655 g + 0,0068 T - 0,08397 P - 0,1249 Q - 0,0089 R - 0,0165 S \\ \text{Hierzu..} - 0,1602 + 0,0755 P + 0,1153 Q + 0,0080 R + 0,0165 S$$

$$\text{Zweit. Th. II—III} = 999,86955 + 0,02655 g + 0,0068 T - 0,0105 P - 0,0116 Q - 0,0009 R + 0,0002 S$$

$$\begin{array}{r}
151 S_0 = 1510 M + 0,0587 + 0,05449 g + 0,0089 T - 0,1100 P - 0,1656 Q - 0,0117 R - 0,0215 S \\
I_0 = 4 M + 0,00011 g + 0,0000 T - 0,0008 P \\
IV_0 = M + 0,0001 + 0,00005 g + 0,0000 T - 0,0002 S \\
\text{Hierzu} \quad - 0,2618 \quad + 0,0965 P + 0,1485 Q + 0,0217 R + 0,0104 S \\
\hline
\text{Dritter Theil .} = 1514,7770 + 0,05465 g + 0,0089 T - 0,0145 P - 0,0155 Q + 0,0100 R - 0,010 S
\end{array}$$

Werden also in diesen Ausdrücken für g , P , u. s. w. die Werthe 7,88, 0,6106 u. s. w. substituirt, so findet man als vorläufige Länge der drei Theile der Basis:

$$\begin{array}{l}
\text{Erster Theil I—II} = 1596,2852 \text{ Meter, w. F. } \pm 1,01 \text{ mM.} \\
\text{Zweiter Theil II—III} = 1000,0669 \quad \text{«} \quad \pm 0,81 \quad \text{«} \\
\text{Dritter Theil III—IV} = 1515,0566 \quad \text{«} \quad \pm 0,92 \quad \text{«}
\end{array}$$

(O. Batavia, 24 August 1875.)

Endlich muss noch die Länge der geraden Basis I—IV berechnet werden.

Die Winkelmessungen auf den Puncten I, II, III und IV (siehe Tafel IV) haben gegeben:

$$\begin{array}{r}
\text{Winkel IV I II} = 4^\circ 26' 45,942 + (1) \\
\text{I II IV} = 172 28 9,719 + (8) \\
\text{II IV I} = 5 5 6,245 - (20) \\
\hline
\text{Summe} \quad 180^\circ 0' 1'',904 + (1) + (8) - (20) \\
\\
\text{Winkel IV II III} = 7^\circ 57' 17,729 + (9) - (8) \\
\text{II III IV} = 166 55 25,655 + (12) \\
\text{III IV II} = 5 47 19,850 + (20) - (19) \\
\hline
\text{Summe} \quad 180^\circ 0' 1'',192 + (9) - (8) + (12) + (20) - (19)
\end{array}$$

wo die Ausdrücke (1), (8), die Verbesserungen bezeichnen, welche die Figur mathematisch möglich machen.

Der sphärische Excess ist zu gering um berücksichtigt zu werden.

Hier hätten wir also zwei Bedingungsgleichungen; es gibt jedoch noch eine andere Bedingung, welcher auch Genüge geleistet werden muss.

Zieht man nämlich die Lothlinie II_p auf die gerade Basis I—IV, und nennt man die drei Theile der Basis B_1 , B_2 und B_3 ; so muss

$$B_1 \sin IV I II - (B_2 \cos IV II III + B_3 \cos III IV II) \sin II IV I = 0$$

sein. Wir finden aber:

$$\begin{array}{r}
B_1 \sin IV I II = 125,74569 \\
- B_2 \cos IV II III \sin II IV I = - 55,54668 \\
- B_3 \cos III IV II \sin II IV I = - 70,41254 \\
\hline
\text{Summe} = - 0,01555
\end{array}$$

Unsere Bedingungsgleichungen sind also, indem man $B_2 \cos IV II III + B_3 \cos III IV II = B_{IV}$ nennt:

$$\begin{array}{l}
0 = + 1'',904 + (1) + (8) - (20) \\
0 = + 1,192 + (9) - (8) + (12) + (20) - (19) \\
0 = - 1,555 + 100 B_1 \cos IV I II \sin 1'' \times (1) + 100 B_{IV} \cos II IV I \sin 1'' \times (20)
\end{array}$$

oder

$$0 = - 1,555 + 0,77157 (1) + 1,11524 (20)$$

Aus den drei Bedingungsgleichungen ergeben sich nun die Correlatengleichungen

Für 2 I wurde angenommen: 8000,58 mM.

» 2 II » » 8000,55 »

Aus den schon mitgetheilten Summen der Δ I und Δ II findet man, mit Rücksicht auf die Anzahl der Benutzungen jeder Messstange, dass bei der ersten Messung die mittleren Längen der Stangen I und II gewesen sind:

beim ersten Theile $I_0 + 735,8 P$ und $II_0 + 1127,1 Q$

» zweiten » $I_0 + 695,5 P$ » $II_0 + 1089,3 Q$

» dritten » $I_0 + 740,5 P$ » $II_0 + 1137,9 Q$

Aus den in der ersten Abtheilung S.84 mitgetheilten Endresultaten findet man durch Substitution der in Indien gefundenen Werthe von g , P , Q , u. s. w.:

$$I_0 = 4 M + 506,6$$

$$II_0 = 4 M + 260,4$$

Also, weil $P = 0,6106$ und $Q = 0,5984$ ist, die Länge der Messstangen, wie sie wirklich gewesen sind:

	I	II	$\frac{1}{2}(I + II)$
beim ersten Theil	4000,755	4000,935	4000,845
» zweiten »	4000,731	4000,912	,822
» dritten »	4000,759	4000,941	,850

Also im Mittel 4000,84

Es ist aber angenommen 4000,28

Also zu wenig 0,56 mM.,

oder 0,00014 des Ganzen.

Die Reduction für Neigung hat betragen:

beim ersten Theil — 135,4 mM.

» zweiten » — 129,2 »

» dritten » — 227,7 »

Es muss also noch hinzugefügt werden:

beim ersten Theil — 0,020 mM.

» zweiten » — 0,016 »

» dritten » — 0,031 »

was auch unmerklich ist.

IV. Die Correction wegen der Theilungsfehler.

Bei der Reduction der Messung der Basis wurde nicht auf die Theilungsfehler der Zinktheilung Rücksicht genommen. Weil dies aber bei den Vergleichen der Messstangen mit dem Normalmeter wohl geschehen ist, so war die Nothwendigkeit vorhanden, auch den Einfluss für die ganze Messung zu berechnen oder zu schätzen. Hierbei wurde folgendermaassen verfahren: Es wurde für jeden Theil der Basis ein beliebiger Arbeitstag gewählt, und aufgezählt, wie viel Mal von den verschiedenen Endtheilungen jeder Theilstrich abgelesen worden war. Es ist aber die Correction des Coincidenzpunktes gleich der mittleren Correction der benutzten Zinkstriche, mit umgekehrtem Vorzeichen genommen.

Bei der Berechnung des Resultats für jeden Dekameter hat man, (siehe Seite 2 des oben gegebenen Schemas) zwei Categorien von Zahlen zu beachten: a) die Räume zwischen zwei auf einander folgenden Messstangen, A, B, C, und D, b) die Δ I, Δ IV, Δ II und Δ III, d. h. die Uebermaasse der Zinkstäbe über die Stahlstäbe. Die Zahlen der ersten Kategorie wurden gefunden, indem nur die Ablesungen der Stahlstriche benutzt wurden, wo also keine Theilungsfehler zu berücksichtigen sind. Die Zahlen der zweiten Kategorie aber wurden gefunden, indem der Coincidenzpunkt a mit dem Coincidenzpunkt b oder e vermindert wurde. Die Correction wegen der Theilungsfehler ist also

$$= \text{Corr. für b oder e} - \text{Corr. für a.}$$

$$\begin{aligned}
 (1) &= + K_1 && + 0,77157 K_3 \\
 (8) &= + K_1 - K_2 \\
 (20) &= - K_1 + K_2 + 1,11524 K_3 \\
 (9) &= && + K_2 \\
 (12) &= && + K_2 \\
 (19) &= && - K_2
 \end{aligned}$$

Für die Normalgleichungen bilden wir:

$$\begin{aligned}
 [aa] &= + 3 & [ab] &= - 2 & [ac] &= - 0,54167 \\
 & & [bb] &= + 5 & [bc] &= + 1,11524 \\
 & & & & [cc] &= + 1,85462
 \end{aligned}$$

und haben also

$$\begin{aligned}
 - 1,904 &= + & 5 K_1 & - 2 K_2 - 0,5417 K_3 \\
 - 1,192 &= - & 2 K_1 & + 5 K_2 + 1,1152 K_3 \\
 + 1,555 &= - 0,5417 K_1 + 1,1152 K_2 + 1,8546 K_3
 \end{aligned}$$

Hieraus durch Elimination

$$K_1 = - 1,15571 \quad K_2 = - 0,95545 \quad K_3 = + 1,09597$$

Die Substitution in die Correlatengleichungen gibt:

$$\begin{aligned}
 (1) &= - 1,15571 + 0,84407 && = - 0",2895 \\
 (8) &= - 1,15571 + 0,95545 && = - 0,1985 \\
 (20) &= + 1,15571 - 0,95545 + 1,21785 && = + 1,4161 \\
 (9) &= && = - 0,9555 \\
 (12) &= && = - 0,9555 \\
 (19) &= && = + 0,9555
 \end{aligned}$$

Werden diese Verbesserungen gehörig angebracht, so erhalten wir die ausgeglichenen Dreiecke:

$$\begin{array}{r}
 \text{Winkel IV I II} = 4^\circ 26' 45",652 \\
 \text{I II IV} = 172 \quad 28 \quad 9,521 \\
 \text{II IV I} = 5 \quad 5 \quad 4,827 \\
 \hline
 \text{Summe} \quad 180 \quad 0 \quad 0,000
 \end{array}$$

und

$$\begin{array}{r}
 \text{Winkel IV II III} = 7^\circ 57' 16",992 \\
 \text{II III IV} = 166 \quad 55 \quad 22,698 \\
 \text{III IV II} = 5 \quad 47 \quad 20,511 \\
 \hline
 \text{Summe} \quad 180 \quad 0 \quad 0,001
 \end{array}$$

Für die dritte Bedingungsgleichung bekommen wir, nach Wiederholung der Rechnung mit den verbesserten Winkeln:

$$\begin{aligned}
 B_1 \sin 4^\circ 26' 45",652 &= 125,7454 \\
 - B_2 \cos 7^\circ 57' 16",992 \sin 5^\circ 5' 4,827 &= - 55,5599 \\
 - B_3 \cos 5^\circ 47' 20,511 \sin 5^\circ 5' 4,827 &= - 70,4055
 \end{aligned}$$

was vollkommen stimmt.

Endlich ist

$$\begin{aligned}
 B_2 \cos 7^\circ 57' 16",992 &= B_2 (1 - 2 \sin^2 5^\circ 48' 58",496) = 991,2524 \\
 B_3 \cos 5^\circ 47' 20,511 &= B_3 (1 - 2 \sin^2 2^\circ 55' 40",1555) = 1508,5304 \\
 &\text{oder } B_{IV} = 2299,5625
 \end{aligned}$$

Projicirt man die drei Theile auf die Linie I—IV, so ist die ganze Basis, auf die Meereshöhe reducirt = 1591,4797 + 996,9535 + 1299,2968 = 5887,7100 Meter.

(Woldringh, Buitenzorg, 1 Februar 1877.)

Würde das Resultat des vom Eisenbahn-Personal ausgeführten Nivellements angenommen, so würde die Länge des Basis 3887,7118 Meter sein. Die definitive Länge der Basis in Internationalmetern wird aber erst dann festgesetzt werden können, wenn die niederländische Regierung von der französischen die beiden neuen nach der Meter-Conferenz von 1872 aus Platina-Iridium verfertigten Meter empfangen haben und das Verhältniss dieser mit dem für die Zukunft anzunehmenden internationalen Meter bekannt sein wird. Eine dieser Copien ist für Ost-Indien bestimmt, und damit wird der Normalmeter verglichen werden müssen, von dessen Länge die Längen der drei für die Triangulation von Java gemessenen Bases abhängen.

Wie aus Tafel IV zu ersehen ist, sind an der Ostseite der Basis zwei Hülfpunkte V und VI, und ist an der Westseite ein Hülfpunkt VII zur Controlle der Messungen angenommen.

Diese Hülfpunkte sind in den Winkelmessungen auch aufgenommen, und an denselben sind auch Winkel gemessen. Von den Richtungen, welche auf Tafel IV gezogen sind, ist III—VII jedoch weder von III noch von VII aus eingestellt, weil diese Punkte gegenseitig nicht sichtbar waren.

Man könnte nun die an den sämtlichen Punkten gemessenen Richtungen ausgleichen, woraus kleine Correctionen der Winkel erfolgen würden, welche die drei Theile der Basis mit der Linie I—IV bilden. Wäre dies in Indien geschehen, (denn die Reduction auf die Station war für alle Stationen vollendet,) so hätte ich bei der Ableitung der ganzen Basis auch die verbesserten Winkel benutzen können. Mir fehlt aber dazu die Zeit, und die drei genannten Theile machen mit der Linie I—IV auch so kleine Winkel, dass diese Verbesserung ohne Zweifel unerheblich sein würde. Man findet nämlich leicht, dass einem Fehler in den Winkeln der drei Basis-theile mit der Linie I—IV, von je einer Sekunde, nur Fehler von 0,60; 0,58; und 0,98 Millimetern auf die Längen der drei Projectionen entsprechen. Ich habe aber die Benutzung der Hülfpunkte auch nicht veranlasst mit dem Zwecke, durch eine solche Ausgleichung die Genauigkeit zu steigern; das würde mir ein Umweg zu sein scheinen. Es geschah bloß um einige Erfahrung zu gewinnen, welche Genauigkeit man erreicht hätte, wenn man statt der ganzen Basis nur z. B. den mittleren Theil gemessen und dann durch die Seitendreiecke den ersten und dritten Theil oder auch die ganze Basis I—IV abgeleitet hätte.

Weil nun die Richtung III VII nicht gemessen ist, so sind wir, wenn wir den Hülfpunkt VII benutzen wollen, auf eine andere Probe beschränkt. Wir werden von I—II ausgehen, und einerseits mittels der Dreiecke III VII und II VII IV die Linie II—IV, andererseits mittels der Dreiecke I II VII und I VII IV die ganze Basis I—IV berechnen. Wir werden dabei einfach die Winkel der Dreiecke annehmen, wie sie durch die schon gefundenen Correctionen der Richtungen verbessert werden, und dann ihre Summe jedesmal auf 180° reduciren. So erhalten wir im Dreieck III VII,

	unverbessert	verbessert
VII	54° 44' 6",8992	54° 44' 6",5048
I	46 20 45,5578	46 20 45,1634
II	98 55 10,7265	98 55 10,5518
Excess:	+ 1,1855	

Im Dreieck II VII IV:

	unverbessert	verbessert
VII	49° 25' 16",8608	49° 25' 16",7100
II	88 56 59,7555	88 56 59,6026
IV	42 0 5,8582	42 0 5,6874
Excess:	+ 0,4525	

Im Dreieck I VII IV:

	unverbessert	verbessert
VII	84° 7' 25",7600	84° 7' 25",2164
I	50 47 29,2100	50 47 28,6664
IV	45 5 8,6608	45 5 8,1172
Excess:	+ 1,6308	

Die Entfernung II—IV muss aber erst aus den beiden Basistheilen II—III und III—IV und dem zwischenliegenden Winkel II III IV abgeleitet werden.

Oben ist gefunden

$$\begin{aligned} \text{II—III} &= 1000,0669 = b \\ \text{III—IV} &= 1515,0566 = c \\ \text{II III IV} &= 166^\circ 35' 22'',698 = \text{III} \end{aligned}$$

Es wird nun, wenn $\sin p = \frac{2 \sqrt{bc} \cos \frac{1}{2} \text{III}}{b+c}$ genommen wird,

$$\text{II—IV} = b + c - 2(b+c) \sin^2 \frac{1}{2} p$$

Auf diese Weise findet man $p = 6^\circ 38' 35'',49$ und

$$\text{II—IV} = 2299,5625.$$

Aus I—II = 1596,2852 und den Dreiecken I II VII und II VII IV findet man, wenn man bei der Interpolation die achte Decimalstelle auch einschreibt:

$$\text{II—IV} = 2299,5656,$$

also eine Differenz von 0,0031 Meter.

Für die ganze Basis haben wir oben gefunden 5887,7100 Meter. Aus I—II und den Dreiecken I II VII und I VII IV finde ich 5887,718 Meter; also zu viel 0,008 Meter.

Diese zwei Proben sind hinreichend, die Zuverlässigkeit der ganzen Basismessung zu beweisen.

(O. Utrecht, 14 April 1878.)

NB. Im Bezug auf die Note am Fuss der Seite 20 kann ich mittheilen, dass nach einer aus Indien empfangenen Nachricht die im Texte angenommene Zahl 23712⁵ die richtige ist.

(O. 1 Juli 1878.)

Additional information of this book

(Die Triangulation von Java ausgeführt vom Personal des Geographischen Dienstes in Niederländisch;ndisch Ost-Indien; 978-94-015-2093-5) is provided:



<http://Extras.Springer.com>