Reise zum Ararat

von

Dr. Friedrich Parrot,

Professor der Physik zu Dorpat, Russisch Kaiserlichem Staats-Rathe,
Ritter des Ordens der heil. Anna zweiter Classe mit der Kaiserlichen Krone
u. s. w.

unternommen

in Begleitung der Herren

Candidaten der Philosophie Wassili Fedorov,
Stud. der Mineralogie Maximil. Behaghel von Adlerskron,
Studiosen der Medicin Julius Hehn und Karl Schiemann.

Mit drei Kupfertafeln.

Zweiter Theil.

Berlin, 1834.
In der Haude und Spenerschen Buchhandlung.
(S. J. Joseephy.)

Inhalt des zweiten Theils.

	Seite
Von unseren barometrischen Nivellements im Allgemeinen	3
Höhenunterschied des schwarzen und kaspischen Meeres	12
Nivellement von Tiflis zum Ufer des schwarzen Meeres	36
Nivellement von Tiflis zum Ararat und in der Umgegend	40
Nivellement über den Kreuzberg	64
Quellen-Temperaturen	49
Magnetische Beobachtungen	53
Pendelbeobachtungen	65
Astronomische und trigonometrische Arbeiten	143
Geognostische Beobachtungen	162
Nachtrag	191

Reise zum Ararat.

Zweiter Theil.

Wissenschaftliche Abhandlungen.

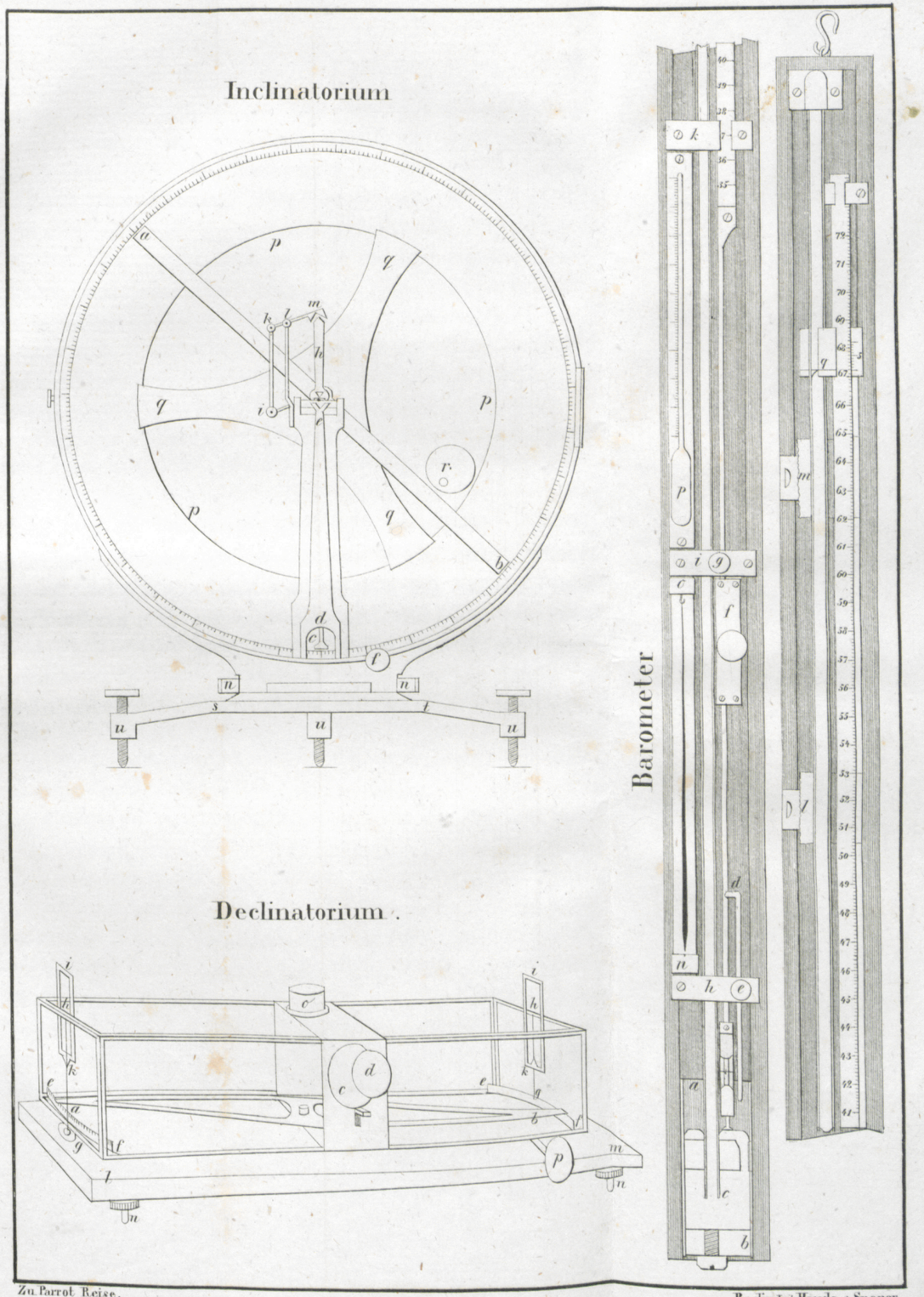
Von unsern barometrischen Nivellements im Allgemeinen.

Die Barometer, deren wir uns auf diesen Reisen bedienten, waren nach meiner Angabe in Dorpat gemacht und von folgender Construction, welche durch die beifolgende Zeichnung erklärt wird.

Das Gefäfs *ab* ist ein aus einer hinreichenden Anzahl von Papierschichten zusammengeleimtes und mit Firniss überzogenes kurzes Rohr, im Durchschnitt ein Parallellogram mit rundlichen Ecken, dessen gröfserer Durchmesser hier sichtbar ist. Der untere Boden ist aus Holz und eingeleimt; er hat eine elfenbeinerne oder eiserne Schraube zum Eingiefsen von Quecksilber beim Füllen oder wenn's sonst nöthig seyn sollte. Der obere Boden ist aus Kork mit einem Loch zur Aufnahme des Barometerrohres, das ohne Leim durch blofse Pressung eingesetzt wird, und einem zweiten kleinern Loch zur Seite, das, wenn's nöthig ist, durch den Stift *d* geschlossen werden kann, zu dessen Befestigung auch die Klemmschraube *e* angebracht ist; dieser Stift ist übrigens ein ganz cylindrischer Drath, weil dies, nach meiner Erfahrung den dauerhaftesten Schlufs giebt. Der obere Boden steht weit unter dem obern Rande des papiernen Gefäfses, denn da der Raum *c* beständig voll Quecksilber ist, so sinkt beim Aufrichten des Barometers das Quecksilber in der Röhre, tritt zu der seitlichen Oeffnung im Korkdeckel hervor, und füllt den über ihm befindlichen Theil des Gefäfses mehr oder weniger an, je nachdem man sich auf grö-

fseren oder geringeren Höhen befindet. Für den Transport neigt man nur das Barometer nach der erforderlichen Seite, so füllt sich die Barometerröhre und das Quecksilber zieht sich durch jene Oeffnung im Korkdeckel zurück, weshalb dieser Kanal sich auch nach aufsen etwas trichterförmig erweitert. Zuweilen will sich nicht alles Quecksilber hineinziehen; diefs liegt dann nur daran, dafs etwas Luft in den Raum *c* gedrungen ist, und sich unter dem Korke aufhält; man hat nur das Barometer bei schräger Stellung so zu drehen, dafs die Luft zu dem Kanale im Korke heraus mufs, so zieht sich nachher gleich alles Quecksilber hinein, wenn das Barometer wieder nach der andern Seite geneigt wird. Bei dieser Einrichtung hat man alle Vortheile eines Gefäfsbarometers, und doch den Raum *c*, mithin die Masse des erforderlichen Quecksilbers auf das Minimum reducirt, denn dieser Raum braucht in der That nicht mehr Quecksilber zu enthalten, als nöthig ist, um das Ende des Barometerrohrs ganz zu umfliefsen.

Jetzt kommt es darauf an, die gefundene Quecksilbersäule zu messen. Meine Scale ist in halbe Linien getheilt und der Nonius giebt die Zehntel derselben, von denen man sehr genau die Hälfte schätzen, also im Ganzen bis 0,025‴ sicher ablesen kann. Die ganze Scale, die sich unten mit einem langen Eisendrath verbindet, ist verschiebbar, theils mit der Hand, theils genauer durch einen feinen Trieb *f*, mit gezahnter Stange und Rad, so wie auch mit einer Klemmschraube *g* zum Feststellen versehen. Das unterste Ende des Draths trägt einen Cylinder von Elfenbein mit einem Kanale, worin ein kleiner, genau abgedrehter elfenbeinerner Stift mit einem auf dem Quecksilber schwimmenden platten Fufse leicht auf und ab geht, der sogenannte Schwimmer. Der Cylinder ist ohngefähr in seiner Mitte bis zur halben Dicke abgefeilt, so dafs man hier den Stift deutlich sieht. Der Schwimmer hat ringsum an einer Stelle einen feinen schwarzen Strich; die platt abgefeilte Seite des Cylinders hat einen horizontalen graden Strich; bei jeder Beobachtung mufs die Scale so gestellt seyn, dafs beide Stri-



Zu Parrot Reise.

Berlin bei Haude et Spener.

che an einander passen, was eine sehr genaue und leichte Stellung zuläfst. Mit dem Stangencirkel ist die Entfernung vom untern Rande des Schwimmers bis zum Anfangspunkte der Scale genau gemessen. Das Gewicht des kleinen Schwimmers verursacht zwar ein geringes Einsinken in's Quecksilber; dies hat aber auf correspondirende Beobachtungen keinen, Einflufs, und kommt bei isolirten gar nicht in Betracht; wo ein specieller Zweck es aber erforderte, könnte es leicht untersucht und in Rechnung gebracht werden. Keine Methode den Stand des untern Quecksilbers wahrzunehmen, ist mir so einfach, so leicht und so sicher vorgekommen, als diese.

Der obere Stand des Quecksilbers beobachtet sich hier mittelst folgenden bei *q* abgebildeten Visirs. Am Nonius sind zwei versilberte Platten mit einem horizontalen Striche so befestigt, dafs die eine hinter dem Rohr, die andere vor dem Rohre steht; letztere aber nur die halbe Breite desselben deckt, und auf solche Weise leicht von ihm über den höchsten Punkt der Wölbung weg gegen den längern, rückwärts stehenden Strich visirt werden kann. Diese Art von Visir verlangt keine Beleuchtung im Durchsichtigen, die nicht immer zu haben ist, sondern blofs eine mäfsige Beleuchtung von vorne, und pafst daher auch gut für Nachtbeobachtungen. Wegen dieses Visirs sowohl als auch um die Röhre von allen Seiten der Luft auszusetzen, mufste sie in ihrer ganzen Länge von dem Brete des Barometers etwas abstehen. Als Stützen dienen ihr die festen Unterlagen *h*, *i*, *k*. Am obern Theile mufsten aber noch zwei Unterstützungspunkte *l*, *m*, angebracht seyn. Diese sind sehr einfach so gemacht: ein Stück sämisch Leder wird hinter dem Rohr auf das Barometerbret so geleimt, dafs man ein hölzernes Bretchen darunter hineinschieben und dadurch das Leder an die Röhre andrücken kann. An derselben Stelle hat der Deckel des Barometers aufgeklebte Lederstücke von der erforderlichen Dicke, um beim Zuhaken des Deckels die Röhre hinreichend fest anzudrücken. Soll das Visir tiefer

herabgeschoben werden, so zieht man nur das Bretchen heraus und läfst jenes ohne Hindernifs durchgleiten.

Die Glasröhre *n, o,* enthält einen Pendel von Messingdrath, der oben in einem Häkchen hängt und mit seinem zugespitzten Ende gegen einen schwarzen Punkt auf den untern Stöpsel der Röhre weisen mufs, wenn das Barometer senkrecht hängt. Diese einfache und compendiose Pendeleinrichtung ist für etwas genaue Beobachtungen unerläfslich, denn bei Wind und Sturm im Freien kann man nicht darauf rechnen, dafs das Barometer sich durch sein eigenes Gewicht senkrecht stellen werde. —

Der Körper des Thermometers *p* ist ein Stück des Barometerrohrs oder eines andern gleich dicken Glasrohrs, und ist mit einem ausgesuchten gut calibrirten Thermometerrohr zusammengeschmolzan, und das Ganze wie gewöhnlich gefüllt und graduirt. Jene Einrichtung ist bei etwas zuverlässigen Beobachtungen unentbehrlich; denn alle andre Mittel, die man wählt, um den Gang der Erwärmung und Abkühlung zwischen dem Quecksilber im Barometerrohr und einem dabei angebrachten Thermometer von gewöhnlicher Construction gleichmäfsig zu machen, können ihrer Natur nach nur unsichere Resultate geben, während es nicht möglich ist, dafs ein Thermometer wie das oben beschriebene einen vom Quecksilber im Barometer verschiedenen Gang der Temperatur habe, wenn beide der Luft frei ausgesetzt sind, wie sich dies theoretisch leicht nachweisen läfst, von mir aber auch empirisch dargethan ist *). Dies Thermometer giebt mir demnach auch die Luftwärme an und erspart mir also den Gebrauch eines zweiten Thermometers. Wenn es wegen der Dicke seines Glases nicht jede leise, oft nur augenblickliche Veränderung der Luftwärme anzeigt, so ist dies für den in Rede stehenden Zweck eher ein Vortheil als ein Nachtheil.

*) S. Journal für Chemie und Physik von Schweigger, 19. Bd. 4. Heft pag. 367. Ueber die Schneegrenze am Rosagebirge, u. s. w.

Zur Unterlage und Befestigung aller dieser Theile diente ein Bret aus recht trockenem Holz mit leistenartig hervorstehenden Seiten, und ein Deckel von gleicher Beschaffenheit; zwei Stifte in letzterem und zwei entsprechende Löcher in ersterem sichern ihr Zusammenpassen, und drei Haken auf jeder Seite ihr Zusammenhalten, so dafs bei der Beobachtung allemal der Deckel ganz abgenommen wird. Uebrigens sind alle inneren Theile des Barometers so beschaffen, dafs an den Brettern nach aufsen nirgend eine Hervorragung nöthig war, sondern dieselben äufserlich von oben bis unten durchaus eben sind, was bei einem etwaigen Fallen des Barometers sehr viel zu seiner Erhaltung beiträgt; deshalb auch ist das Quecksilbergefäfs nicht cylindrisch sondern platt. — Ein Futteral aus dikkem Leder dient zum Schutz des Barometers gegen Staub und Regen, und ein Schultergurt zum Tragen über der Schulter.

Die Erneuerung einer zerbrochenen Barometerröhre geschieht sehr leicht, indem man bei vorstehender Einrichtung bequem zu jedem Befestigungspunkte derselben kommen und auch die Verbindung mit dem unteren Gefäfse sehr schnell trennen und wiederherstellen kann, weil das Glasrohr nur durch Pressung in dem etwas engeren Loche des Korkes im Gefäfse hält. Zum Auskochen des Quecksilbers in der Röhre habe ich mich bis jetzt sowohl auf Reisen als zu Hause keines anderen Mittels bedient, als glühender Kohlen, und kann versichern, dafs mir dabei noch nie ein Rohr gesprungen ist.

Die Aufbewahrung der Reserve-Röhre fordert auf einer so weiten Reise wenigstens eben so viel Vorsicht als die der Barometer selbst. Ich habe folgende Methode als einfach und sicher erprobt. Die fertig zugeschmolzenen, gereinigten und bis zur gehörigen Länge abgeschnittenen Röhre werden am offenen Ende mit Blase bedeckt, um sie vor Staub zu schützen; doch mufs, um eine Verdickung des Endes zu vermeiden, die Blase nicht angebunden, sondern blofs überzogen und durch ihren eigenen Leim angeklebt werden. Um jedes Rohr rollt man an vier Stellen einen handbreiten Streifen

Fliefspapier nur einmal herum und klebt das Ende fest; diese Streifen werden bei den verschiedenen Röhren an verschiedene Stellen geschoben, so dafs sie zusammengelegt, an keiner Stelle bedeutend dicker werden als an anderen; über alle zusammen rollt man eine Lage Fliefspapier und steckt sie nun in ein aus Flanell genähtes, etwas weites Rohr, und mit diesem in ein Blechrohr von der gehörigen Dicke, dafs sie recht drang hineingehen. Dies Blechrohr wird zwischen zwei hölzernen Halbrinnen fest eingebunden, und so kann man in einem Stück von der Dicke eines Armes etwa zehn Reserveröhre mit der gröfsten Sicherheit transportiren.

Ein besonders verpackter kleiner Vorrath der oben beschriebenen Thermometer gehört natürlich auch zu den erforderlichen Vorsichtsmaafsregeln.

Uebrigens ist obige Einrichtung meines Reisebarometers schon von der Art, dafs man bei einiger Uebung im Gebrauche nicht leicht Gefahr läuft, es zu zerbrechen. Denn, wenn ich nicht bei meiner Expedition zum Gipfel des Ararat den fatalen Sturz an seinem Eis- und Felsenabhange gethan hätte, bei welchem mein Barometer zerbrach, weil mir selbst fast die Knochen zerschmettert wurden, so hätte das Barometer die ganze Reise von Dorpat über den Kaukasus zum Ararat, 3000 Werst weit und wieder zurück, bei einem fast täglichen Gebrauche, bei Reisen zu Fufs, zu Wagen und reitend auf Kosaken- und Kalmükenpferden glücklich mitgemacht; denn ein weiteres Unglück ist mir damit nicht zugestofsen, und wie es nach der Reparatur auf dem Gipfel vor mir gestanden, habe ich es noch diese Stunde vor mir. —

Zu den Beobachtungen an jedem Standpunkte nahmen wir uns in der Regel eine Stunde Zeit, und notirten sie alle Viertelstunden; selten beschränkten wir uns auf eine halbe Stunde, was indessen auch hinreichend ist, um der vollständigen Einwirkung der Lufttemperatur auf Barometer und Thermometer gewifs zu seyn. Wo es aber möglich war, wie z. B. Morgens und Abends bei der ersten und letzten Beobachtung, so wie

auch in dem Fall, dafs einer von uns früher als berechnet war, an seinem Standpunkte ankam — da beobachteten wir immer länger als es eine oder zwei gleichzeitige Beobachtungen grade erforderten; und diefs ist eine Maafsregel, die ich bei solchen Nivellements nicht genug empfehlen kann. Denn erstens ereignet sich's zuweilen, dafs einer der beiden Beobachter sich verspätet, und dann ist es sehr willkommen, wenn der andere seine Beobachtungen länger fortgesetzt hat; zweitens kann es auch geschehen, dafs durch Verspätung des einen Reisenden gar keine gleichzeitigen Beobachtungen erhalten werden. Hat dann der andere zufällig seine Beobachtungen früher angestellt und über eine Stunde lang fortgesetzt, so kann man daraus den stündlichen Gang des Barometers für diese Zeit finden, und leicht mit ziemlicher Genauigkeit berechnen, wie hoch es eine Viertel- oder halbe Stunde später gestanden haben würde. Ich habe einigemal von diesem Vortheil Gebrauch zu machen Gelegenheit gehabt, doch nicht oft, und werde in den folgenden Beschreibungen unserer Nivellements angeben, wo solches geschehen.

Die Entfernung der Stationen anlangend, auf welchen die gleichzeitigen Beobachtungen gemacht wurden, so zogen vir es vor, uns kein bestimmtes Maafs festzusetzen, weil der Fehler, den eine zu grofse Distanz wegen ungleicher Witterungsbeschaffenheit herbeiführen kann, nicht so erheblich ist, als die Gefahr, dafs der nachfolgende Beobachter den vielleicht auf freiem Felde irgend wie bezeichneten Standpunkt des Vorgängers gar nicht auffinde und die Beobachtung verfehle; während dieser sorglos von Station zu Station immer weiter geht. In solchen Gegenden, wie die von uns nivellirten, wo die Distanzen noch gar nicht oder schlecht gemessen sind, wo es mit dem Fortkommen auf Gebirgspfaden, durch Ueberschwemmungen und Sümpfe der unerwarteten Hindernisse so manche giebt, mufs jede anderweitige Schwierigkeit möglichst beseitigt und die Methode der Messung möglichst vereinfacht werden.

Den Ort der Beobachtung anlangend, so haben wir uns

beflissen, ihn stets im Freien und im Schatten zu wählen, wo Druck und Wärme der Luft ungehindert auf das Barometer einwirken konnten. Zur Beobachtung an Häusern, Bäumen, Pfosten u. dgl. hatten wir stets einen Haken mit einer sehr scharfen Schraube zur Hand, der leicht ein- und ausgeschraubt werden konnte; im Freien bedienten wir uns zur Aufhängung eines ganz einfachen, leichten Dreifufses von Holz; doch läfst sich die Beobachtung auch ohne denselben machen, indem man das Barometer auf den Boden stützt, und dann das obere Ende mit der Hand und unter Beihülfe eines gegen die Erde gestemmten Reisestockes hält, wobei sichs wohl von selbst versteht, dafs dies nur für den Moment der Beobachtung gilt, vor und nach derselben aber das Barometer frei von dem Einflufs der Wärme des Beobachters hingelegt oder angelehnt werden mufs.

Berechnet habe ich meine sämmtlichen Beobachtungen nach der Formel von La Place:

$$Z = \overset{\text{mèt.}}{18393}\,(1+0{,}002837\ \text{Cosin.}\,2\psi)\left(1+\frac{2(t+t')}{1000}\right)\log.\frac{H}{h}$$

Unter H, h, verstehe ich hier die schon auf gleiche Temperatur reducirten Quecksilberhöhen, und zu dieser Reduction bediente ich mich der einfachen Methode von Gaufs *), welche darin besteht, dafs man den Logarithmus des Barometerstandes um $10t$ (als Einheiten der fünften Decimalstelle betrachtet) vermindert, wodurch man den Logarithmus für den Barometerstand dieses Ortes bei 0° Quecksilber-Temperatur hat. Die übrige Berechnung aber habe ich vorgezogen, auf die einfache Weise ohne Zuziehung von Hülfstafeln aufser den logarithmischen zu bewerkstelligen, theils weil solche Hülfstafeln bald in dieser bald in jener Beziehung für meinen Gebrauch zu beschränkt gewesen wären, theils weil ich wirklich glaube, dafs durch ihren Gebrauch weder an Zeit noch an Si-

*) Bode astron. Jahrb. 1818. S. 170.

cherheit der Rechnung etwas zu gewinnen ist. Meine Exempel gestalteten sich daher alle folgendermafsen:

St. Jacob	16°,7 C.	545,5‴	7364762	
	−3 ,3	0,4	−134	
		545,1	7351362	
Gipfel des Ararat	−3°,7 C.	361,5	(5581083)	3.9750679
	−0 ,7		+30	0.0111474
	13°,0 C.		5584083	0.2473051 − 1
	1026 ,0		0.1767279	3.2335204

$Z = 1712{,}06$ Tois.

Hier mufste erst $0{,}4‴$ abgezogen werden, weil dies Barometer um so viel von dem andern differirte. Dann mufste 16°,7 C. durch Subtraction von einem Fünftel in 13,4 R. verwandelt werden, welche nach Gaufs Methode von log. 545,1 abzuziehen waren; und eben so bei der andern Beobachtung. Der Logarithmus der Differenz beider Logarithmen ist die Zahl 0,2473051 − 1. Dann ist $1026{,}0 = 2(t+t')$ in Centesimalgraden, der Logarithmus davon = 0,0111474, und endlich ist $3{,}9750679 = \log.\overset{\text{mèt.}}{18393}(1+0{,}002837\cos.2\psi)$ auf Toisen berechnet (die Toise gleich $\overset{\text{mèt.}}{1{,}949036}$), ein Ausdruck, der für ein längeres Nivellement unter fast unveränderter geographischer Breite constant ist. Die Summe dieser drei Logarithmen giebt den Logarithmus der zu messenden Höhe in Toisen. — Die Berechnung dieser Höhen bis in die zweite Decimalstelle der Toisen hinein war erforderlich, weil aus einer Vernachlässigung dieser Gröfsen bei der Summirung vieler zusammengehöriger Höhen namhafte Fehler entstanden wären.

Ueber den Höhenunterschied und etwaigen früheren Zusammenhang des schwarzen und kaspischen Meeres.

Seit Bekanntmachung der barometrischen Messung, welche ich im Jahre 1811 mit Herrn von Engelhardt am nördlichen Fufse des Kaukasus zwischen den genannten Meeren ausgeführt habe, wird ziemlich allgemein angenommen: dafs der Wasserspiegel des kaspischen Meeres um 300 par. Fufs tiefer liegt als der des schwarzen Meeres. —

Allein je interessanter diese Erfahrung für die physische Geographie geworden ist, und je mehr Aufmerksamkeit und Zutrauen die Naturforscher ihr geschenkt haben, desto wichtiger ist uns — den Urhebern derselben, jede anderweitige Erfahrung geworden, welche mit jenem Resultate im Einklang oder im Widerspruch zu stehen scheint. Ich will mich nicht auf die Barometerbeobachtungen beziehen, welche in bald gröfserer bald geringerer Anzahl theils am kaspischen und schwarzen Meere, theils im Innern des Reichs, an verschiedenen, mit jenen beiden Meeren durch Flüsse verbundenen Orten angestellt worden sind, und aus welchen sich Hypothesen über das relative Niveau der beiden Meere ableiten lassen, — weil die Instrumente, mit welchen diese Beobachtungen angestellt wurden eines nothwendigen Erfordernisses ermangelten, nemlich: mit einander verglichen zu seyn, oder durch genaue Darlegung ihrer Einrichtung und des Grades ihrer Genauigkeit mit einander vergleichbar gemacht werden zu können; sondern will nur auf folgende zwei sehr einfache Thatsachen aufmerksam machen, durch welche uns in Hinsicht auf Zuverlässigkeit obigen Resultates einiges Bedenken entstanden ist. Nur eine mit aller Gründlichkeit und Zuverlässigkeit in jenen Gegenden angestellte Messung besitzen wir, nemlich durch die Arbeiten der Herren E. Hofmann und G. von Helmersen *),

*) Geographische Untersuchungen des Süd-Ural-Gebirges, ausgeführt in den Jahren 1828 und 1829 von E. Hofmann und G. von Helmersen. 1831.

welche durch ein äufserst genaues Stationen-Nivellement von Orenburg längs des Uralflusses bis zum Ufer des kaspischen Meeres, so wie durch ein ganzes Jahr fortgesetzte Barometerbeobachtungen an beiden Standpunkten die Erhebung von Orenburg über dem kaspischen Meere und dadurch die Höhe vieler anderer Punkte mit seltener Genauigkeit bestimmten, aber über das relative Niveau der beiden Meere giebt diese Arbeit, deren Zweck auch nicht dahin ging, keinen directen Aufschlufs. Orenburg liegt nach dieser Messung 52 Toisen über dem kaspischen Meere; über die Höhe Orenburgs gegen das schwarze Meer und mithin dieses gegen das kaspische lassen sich daraus keine Folgerungen ableiten.

Der Don und die Wolga treten sich, etwa 400 Werst von ihrer Mündung, auf einen Abstand von etwa 60 Werst nahe, jener bei Katschalinsk, diese bei Zarytzin. An dieser Stelle ist ihr gegenseitiges Niveau durch geodätische Messungen von Officieren der Wasserkommunikation bestimmt, und der Don um 20 russische Faden, d. h. 130 par. Fufs höher als die Wolga gefunden worden; auch eilt jener Flufs dem schwarzen Meere mit gröfserer Rapidität zu, als die Wolga dem kaspischen. Daraus folgt aber nothwendig, dafs der Unterschied der Höhen beider Meere, wenn ein solcher stattfindet, jedenfalls bedeutend weniger betragen mufs als 130 Fufs. Die nähern Angaben über die Ausführung obiger geodätischen Messung sind mir unbekannt; aber ein genaues barometrisches Nivellement, welches ich mit Herrn von Behaghel im verflossenen Jahre zwischen Zarytzin und Katschelinsk angestellt habe, und wovon ich später Nachricht geben werde, gab mir diesen Unterschied 161 par. Fufs grofs, und dient mithin zur Bestätigung jener Annahme, die sich übrigens jedem aufmerksamen Beobachter auch ohne Mefsinstrumente darbietet, wenn er nur einmal die Reise von Zarytzin nach Katschalinsk macht, und die erst bedeutende Erhebung des Weges mit der nachfolgenden geringen Senkung desselben vergleicht.

Die zweite Bedenklichkeit, welche sich mir in Betreff des

fraglichen Gegenstandes aufgedrängt hat, ist der Manetsch-Flufs, welcher in der, nördlich vom Kaukasus gelegenen Kalmükensteppe, an der Stelle, wo das asowsche und kaspische Meer sich am nächsten stehen, nach den bisherigen Angaben und Landkarten, seinen Ursprung etwa 80 Werst vom Ufer des kaspischen Meeres nimmt, und mit einem westlichen Lauf, dem Ausgange des Don, also dem asowschen und schwarzen Meere zufliefst *). Demnach sollte man also erwarten, am kaspischen Meere ein hohes Ufer oder wenigstens von da an landeinwärts ein bemerkbares Erheben des Bodens zu finden, um den Höhenunterschied von 300 Fufs zwischen den beiden Meeren, und überdiefs noch den Fall des Manetsch bei einem Lauf von mehr als 500 Werst zu erklären. Statt dessen aber sieht man das ganze westliche Ufer des kaspischen Meeres nördlich vom Kaukasus sehr flach und so niedrig, dafs es, wie auch schon auf den Landkarten die zahlreichen zungenförmigen Ausläufer des Meeres andeuten, in einer Breite von 10 bis 15 Werst mit Schilf bedeckt, und bei Regenwetter oder anhaltendem Seewinde eben so weit theils überschwemmt, theils versumpft und deshalb unzugänglich ist. Freilich ist landeinwärts der Boden etwas wellenförmig, d. h. er bildet Erhöhungen und Vertiefungen von vielleicht 40 bis 80 Fufs. Diese bestehen aber aus dem beweglichsten Flugsande, so dafs die Landstrafse gegen Astrachan oft ganz verweht wird, und sich von einem Tage zum andern verändert; sie haben fast alle eine Richtung von West nach Ost und hindern nicht, dafs die Kuma von Westen her dem kaspischen Meere zufliefse und dadurch einen Beweis ablege, dafs eine allgemeine Erhebung des Bodens am Ufer hier nicht statt hat. —

*) Man sehe: die neueste vom Kaiserl. Generalstabe herausgegebene Karte des Major Chatov in zehn Blättern von den zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere gelegenen Ländern, oder deren Auszug und franz. Uebersetzung in Gamba's Reise oder die teutsche Ausgabe des Baseler Missions-Seminars; — ferner: Cannabichs Geographie, Stielers Atlas etc., wo überall der Manetsch als ein Nebenflufs des Don betrachtet wird. —

Ganz gleiche Betrachtungen veranlafst der eigenthümliche Lauf eines andern Flusses dieser Gegend, der Sarpa nemlich, eines Steppenflusses, welcher seinen Ursprung aus dem flachen Hügellande nördlich und nicht gar weit von den sogenannten Quellen des Manetsch nimmt, und, wenigstens so oft Regenwitterung und schmelzender Schnee sein Bette mit Wasser versehen, statt dem, angenommener Maafsen, so tief liegenden kaspischen Meere zuzueilen, seine Richtung grade nach Norden nimmt, und sich bei Sarepta mit der in fast entgegengesetzter Richtung strömenden Wolga vereinigt *).

Besteht aber zwischen den Quellen des Manetsch und der Sarpa kein namhafter Höhenunterschied, wie mir diefs theils aus der eigenen Kenntnifs angränzender Landstrecken, theils aus den Beschreibungen nomadisirender Kalmüken und Armenier aus jener Gegend, theils aus den Berichten von Caravanen-Reisenden, die öfters diesen Weg von Astrachan nach Georgien einschlagen, fast zur Gewifsheit erhoben worden ist, so wäre die Unmöglichkeit einer Tiefe des kaspischen Meeres unter dem schwarzen von 300 Fufs so gut als erwiesen, sofern fast von einem und demselben Punkte aus der Manetsch etwa 500 Werst weit, jedoch in sanftem Gefälle sich zum schwarzen Meere begiebt, die Sarpa noch viel trägeren Laufes die kurze Strecke bis zur Wolga durchzieht, welche von da aus zum kaspischen Meere nur einen sehr geringen Fall von höchstens 50 Fufs hat **).

Zur Aufhellung der, aus solchen und ähnlichen Betrachtungen hervorgehenden Zweifel über das wahre gegenseitige Niveau des schwarzen und kaspischen Meeres, hoffte ich bei meiner Reise zum Ararat eine schickliche Gelegenheit zu finden, und zwar mittelst eines barometrischen Nivellements durch die nördlich vom Kaukasus gelegene Steppe, dem Manetsch entlang, wo die beiden Meere nur 500 bis 600 Werst

*) S. die Landkarten und mehrere Stellen in der Reise von Sarepta in verschiedenen Kalmückenhorden etc. von Zwick und Schill. Lpz. 1827.

**) S. das unten zu beschreibende Wolga-Nivellement.

auseinander stehen. Herr von Behaghel war mein Mitarbeiter an dieser stationenmäfsigen Messung, und ihm hatte ich zur Erleichterung des Fortkommens den Kaiserlichen Feldjäger beigegeben. Unsere Instrumente waren dieselben, deren Beschreibung ich in einem besonderen Abschnitte dieses Bändchens gegeben habe. Täglich wurden sie mit einander verglichen; die Thermometer zeigten durchaus keinen erheblichen Unterschied, d. h. keinen gröfseren als höchstens 0,1 oder $0^{o},2\,C.$, und Barometer *a* stand tiefer als Barometer *b* in den, während dieser Reise angestellten acht Vergleichen um: 0,42; 0,55; 0,45; 0,50; 0,55; 0,45; 0,45; 0,50 halbe Linien, dem Eintheilungs-Maafs unserer Barometer; — die Differenz der Extreme beträgt also nur $0,\overset{m}{\frac{1}{2}}3$, und das Mittel der Vergleiche, nämlich die mittlere Differenz von $0,\overset{m}{\frac{1}{2}}8$, mit welcher die sämmtlichen Beobachtungen corrigirt wurden, weicht nur um $0,\overset{m}{\frac{1}{2}}6$ von dem Maximum und Minimum des Unterschiedes ab. Der Fehler, welcher aus dieser Quelle entspringen könnte, darf mithin als eliminirt angesehen werden. —

Es kömmt sehr viel, und viel mehr als ich selbst früher glaubte, darauf an, dafs die Beobachtungen durchaus gleichzeitig gemacht werden. Nur an vier Stationen verfehlten wir die Zeit, so dafs die Beobachtungen zweimal um eine ganze, einmal um drei Viertel und einmal um eine halbe Stunde differirten. Allein auf diese Fälle, die man in unwirthbaren Steppen bei gänzlich unbekannten Entfernungen und so unsicheren Mitteln des Fortkommens immer befürchten mufs, hatten wir schon die Abmachung getroffen, auf jeder Station nicht blofs zur verabredeten Zeit, sondern überhaupt so lange alle Viertelstunden zu beobachten, als wir daselbst verweilten. Auf solche Weise und mit Hülfe des Vergleiches der an demselben Standpunkte auf einander folgenden Beobachtungen beider Reisenden, erfährt man ziemlich sicher, ob und wie viel das Barometer in einer solchen Zeit im Fallen oder im

Steigen begriffen war, und kann mithin ungleichzeitige Beobachtungen mit ziemlicher Genauigkeit auf einander reduciren, wenn der Gang des Barometers nur einigermaafsen regelmäfsig war. Auf der dritten und achten Station hatte sich um die Zeit der Beobachtungen der Barometerstand nicht geändert; hier bedurfte es also keiner Correction. Auf der 6. Station betrug sie $0,\overset{m}{\frac{1}{2}}1$ und auf der 15. Station $0,\overset{m}{\frac{1}{2}}4$. —

In Hinsicht des horizontalen Abstandes der barometrischen Standpunkte konnte im Voraus zwar die allgemeine Regel aufgestellt werden, sie nicht über 20 Werst grofs zu machen, aber die Ausführung dieser Regel mufste den Localverhältnissen überlassen werden, die, wie in der Reisebeschreibung gezeigt ist, sich nicht beherrschen liefsen. — Es ist dort auch gesagt worden, dafs und warum wir das Nivellement erst etwa 40 Werst aufwärts von der Mündung des Manetsch beginnen, und nur bis nahe an seine Vereinigung mit dem Kaláus, nicht aber bis zum Ufer des kaspischen Meeres fortsetzen konnten. Diese nivellirte Strecke ist ohngefähr 250 Werst lang und zerfiel in 19 barometrische Stationen; diese betrugen also im Durchschnitt nur 13 Werst, — und waren mithin kurz genug, um uns vor Fehlern zu sichern, welche aus einer Ungleichheit der Witterung an beiden Standpunkten hervorgehen können.

Der Anfangspunkt unserer Beobachtungen war bei dem Hutor (Landgute) Balábin, hart am Ufer und zwei Fufs über dem Wasserspiegel des damals über zwei Werst breit ausgetretenen Manetsch, welcher von dort aus in noch gröfserer Breite sich als ein schmaler Landsee eine weite Strecke hinabziehen soll, so oft im Frühling schmelzender Schnee aus der Steppe der kaukasischen Gebirge vermittelst des Kaláus und des grofsen Iegorlik sein Wasser schwellen. Nach Aussage der Leute in Balábin sollte der Manetsch damals — am 16. Mai a. St. — einen bis zwei Faden tief seyn, dagegen

in heifsen Sommern dergestalt austrocknen, dafs man unbenetzten Fufses durch sein Bette gehen kann.

Ein achtungswerther Officier vom Generalstabe, der General-Major Bogdanowitsch, welcher durch eine kürzlich veranstaltete, genaue topographische Aufnahme des Manetsch von seinem Ausflusse bis zur Gränze des donischen Kosakenlandes gegen das astrachansche Gouvernement, diesen Flufs sehr genau kennen gelernt hatte, versicherte mir in Tscherkask gleichfalls, dafs bei kleinem Wasser der Strom dieses Flusses so schwach sey, dafs er gar nicht zu fliefsen scheint, und, je nachdem der Wind weht, sich bald östlich bald westlich bewege. Funfzehn Werst weiter hinauf fand ich den Manetsch in ein ordentliches Flufsbette gefafst, dessen nördliches oder rechtes Ufer einen steilen Abfall von gemessenen funfzig Fufs hatte; während das linke oder südliche Ufer flacher verlief. Hier war der Strom des Wassers auch sehr bemerkbar, wie der eines Flusses von mittlerer Geschwindigkeit.

Mit dieser Anschwellung des Manetsch übereinstimmend hatten wir die Wasserhöhe des Don gefunden, welcher in der Gegend von Neu-Tscherkask mit seinen Nebenflüssen, dem Aksai, einem Arm, der aus dem Don auf seiner rechten Seite entspringt und sich wieder in ihn ergiefst, so wie mit dem Sussat, welcher wieder auf der linken Seite eine Verbindungsader zwischen dem Sal und dem Manetsch bildet, in einem grofsen, wohl zwanzig Werst breiten See zusammengeflossen war, den wir selbst an einer etwa zehn Werst breiten Stelle überfuhren, um zum Manetsch zu gelangen. Auf dem Kartendepot in Neu-Tscherkask wurde angenommen, der Don müsse um vier Faden gestiegen seyn, und bei unserer Ueberfahrt sagten verschiedene Schiffer aus der Gegend gleichfalls, der Don stehe drei bis vier Arschin höher als im Sommer. Der Tuslov hingegen, welcher aus der Steppe entspringt und bei Neu-Tscherkask vorbei in den Aksai fliefst, war, der Annahme nach um etwa drei Arschin gestiegen. Dieses alles entspricht ziemlich genau der Gröfse und der Entfernung der

Quellen aller dieser Flüsse, und führt zu dem Resultate, dafs der Manetsch von dem Anfangspunkte unseres Nivellements bis zu seinem Ausflusse in den Don, auf einer Strecke von etwa 40 Werst höchstens ein Paar Fufs Neigung haben kann.

Der Schlufs dieser Messung geschah in der Steppe gleichfalls am Ufer des Manetsch und $1\frac{1}{2}$ Fufs über seinem Niveau, zwischen seiner Vereinigung mit dem Kaláus und seiner, auch auf den Landkarten bezeichneten Erweiterung zu dem langen sogenannten Manetsch-See. Das Land ist hier auf dem nördlichen oder rechten Ufer wellenförmig, mit einzelnen Erhöhungen und Vertiefungen von vielleicht 200 Fufs, deren Zwischenräume durch heftigen Regen, vielleicht auch wohl durch den vorher weiter ausgetretenen Manetsch noch ganz aufgeweicht und durchnäfst waren. Jetzt bildete dieser Flufs zwei Adern, eine gröfsere von etwa acht Faden Breite, aber höchstens $2\frac{1}{2}$ Fufs Tiefe, so dafs wir hindurchreiten konnten ohne Gefahr unsere Füfse zu netzen, und eine zwar breitere, aber viel seichtere, die im Sommer sicher jedesmal ganz austrocknen mufs. An beiden bemerkten wir eine schwache Strömung nach West.

Nachstehende Tabelle enthält die Hauptmomente dieser Messung, wobei ich nur die Bemerkung vorausschicke, dafs die constante Barometerdifferenz bereits in Rechnung gebracht ist, dafs die thermometrische Angabe sowohl für die Luft, als das Quecksilber im Barometer gilt, und die Tage nach altem Kalenderstyl angegeben sind.

Station	Tag.	Gleichzeitige Beobachtt.	Toisen.	Station	Tag.	Gleichzeitige Beobachtt.	Toisen.
	Mai.				Mai.		
1	16	24°,5C. 677,70‴/2 29 ,2 « 677,98	+ 2,094	4	17	21°,0C. 675,30‴/2 23 ,0 « 675,08	+ 3,095
2	«	25 ,6 « 677,0 28 ,0 « 675,78	+10,169	5	«	24 ,5 « 674,65 22 ,5 « 675,03	— 4,177
3	«	18 ,4 « 675,05 19 ,5 « 675,18	+ 0,064	6	«	20 ,8 « 674,55 22 ,0 « 675,38	— 4,447

Station	Tag.	Gleichzeitige Beobachtt.	Toisen.
	Mai.		
7	17	18°,2C. 674,30‴/2 20 ,7 « 673,93	+ 4,417
8	18	18 ,9 « 671,90 20 ,7 « 671,28	+ 5,610
9	«	28 ,0 « 671,25 21 ,4 « 670,18	+ 1,688
10	«	21 ,1 « 668,55 23 ,0 « 669,48	— 4,659
11	«	20 ,0 « 669,65 19 ,0 « 669,98	— 2,989
12	19	20 ,5 « 669,35 22 ,4 « 668,98	+ 3,998
13	«	21 ,0 « 668,05 23 ,4 « 668,18	+ 1,084
14	20	26°,5C. 663,18‴/2 26 ,3 « 664,20	— 7,172
15	«	26 ,8 « 663,48 25 ,3 « 662,10	+ 8,170
16	«	18 ,1 « 662,58 17 ,7 « 665,55	+46,537
17	23	18,10 « 663,20 22 ,5 « 666,88	—20,840
18	«	14 ,3 « 666,90 14 ,8 « 671,48	—29,179
19	24	14 ,5 « 672,85 13 ,2 « 674,48	—11,460

Durch Summirung dieser Reihe findet sich zwischen den beiden angegebenen Endpunkten des Nivellements für die Zeit der Anschwellung ein Fall des Manetsch von 2,086 Toisen oder $12\frac{1}{2}$ Fufs auf 250 Werst, also im Durchschnitt auf jede Werst $\frac{3}{5}$ Zoll; aber im Sommer, wo das Niveau seines Ausflusses um 4 Arschin oder fast 9 Fufs tiefer liegt, ein Fall von $21\frac{1}{2}$ Fufs $+2\frac{1}{2}$ Fufs (für den Fall von Balábin bis zur Mündung), also im Ganzen 24 Fufs auf 300 Werst oder grade 1 Zoll auf jede Werst, welches auch der allgemein in dieser Gegend bekannten Trägheit seines Laufes entspricht. Auch ergiebt sich eine Bestätigung dieses Resultates auf der 11. Station, dem Kosakenpiquet Kuschenoi, dessen Höhe über dem Manetsch am Anfangspunkt des Nivellements 11,2 Toisen oder 67,2 Fufs gefunden wurde. Nun fliefst aber ganz nahe daran, und gemessen 48,7 Fufs tiefer ein Bach, die Kuschenaja vorbei und mit einem geschlängelten Laufe von etwa 7 Werst dem Manetsch-See zu. Es bleiben also 67,2 — 48,7 = 18,5 Fufs übrig, theils für den ziemlich raschen Lauf dieses Baches, theils für den Fall des Manetsch, — was den Localverhältnissen ganz angemessen scheint. —

Durch diese Operation war nun freilich der eigentliche Plan: das Nivellement über die Quellen des Manetsch bis zum Ufer des kaspischen Meeres fortzusetzen, nicht durchgeführt; allein wir haben doch den räthselhaften Flufs gesehen, die gröfsere Hälfte desselben nivellirt, und uns überzeugt, dafs alle Erscheinungen, die einen namhaften Höhenunterschied zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere andeuten können, nur auf der östlichen Hälfte der kaukasischen Landenge, auf der nur 200 Werst breiten Strecke vom Kaláus bis zum kaspischen Meere zu suchen sind.

Als ich daher nach Beendigung meiner Reise zum Ararat über den Kaukasus zurückkehrte, lag es mir sehr am Herzen, diesen mir nun doppelt interessant gewordenen Landstrich zu besuchen. Wir befanden uns aber mitten im Winter, der Boden war mit Schnee bedeckt, alle Kalmüken hatten ihre Winterquartiere an der Kumá und an dem Ufer des kaspischen Meeres bezogen; und hätten wir die Kosten daran gewendet, das Futter für die Pferde mitzunehmen, so würden wir den Manetsch selbst dann doch nicht gesehen, vielleicht nicht einmal sein seichtes Bette mit Sicherheit erkannt haben, da alle Flüsse vom Sommer her ausgetrocknet und vom Winter her gänzlich ausgefroren waren.

In Kisljar, wohin mich mein Rückweg führte, erhielt ich indessen über die Beschaffenheit dieses östlichen Theiles des Manetsch merkwürdige Nachrichten, die ich meinen Lesern nicht vorenthalten darf, weil sie mir allen Glauben zu verdienen scheinen. Sie rühren von einem Armenier, Namens Semen Petrowitsch Gambarianz her, welcher jetzt zwar in Kisljar von dem reichlichen Ertrage seiner Vieh- und Pferdezucht lebt, aber in der Kibitke geboren und im Nomadenleben aufgewachsen, die Gegend um den östlichen Manetsch und die Kumá herum, als sein wahres Vaterland gründlich kennt. Nach den bestimmtesten wiederholten Aussagen dieses Mannes, der weit entfernt war zu meinen dafs er mir damit etwas Neues oder Wichtiges erzähle, — hat der östliche Ma-

netsch seinen Ursprung nicht am kaspischen Meere, und fliefst nicht von Ost nach West, sondern entspringt aus dem Kaláus, und fliefst nach Osten, indem er die Steppenbäche Urbin Jelgá, Urgelow, Thograi, Maké, Gardatsché, Ulla Suchú, Manssa Ullan Dsichi, Manssa Scharglú, Manssa Charsalichú und Noinschiri von Norden und Süden her aufnimmt und eine Breite von 7 bis 8 Faden erlangt. Er erreicht aber das kaspische Meer nicht, sondern endigt etwa 70 Werst vom Ufer desselben, und etwa 35 Werst von der auf der astrachanschen Poststrafse belegenen Station Guiduk mit einem See, welcher Gockoll auf tatarisch, Kökussún auf kalmükisch heifst, 20 Werst im Umfange hat, schwach salziges Wasser enthält, und auch im Sommer besteht, während der Manetsch dann austrocknet und den ganzen Winter über trocken bleibt, weil er sein Wasser hauptsächlich von dem Kaláus bekömmt, und dieser Winters und Sommers selbst wenig Wasser hat, dagegen aber im Frühling durch den schmelzenden Schnee der Berge stark anschwillt. Dieser Manetsch führt auch kleine Fische. — Von dem westlichen Manetsch und seiner etwaigen Verbindung mit dem Kaláus wufste mir dieser Mann nichts zu sagen; seine Nomadenzüge hatten sich nicht bis dahin erstreckt. Allein die Berichte, welche man über diese ziemlich stark bewohnte und von den Russen stark besuchte Gegend hat, lassen es als ausgemacht annehmen, was auch alle Landkarten bezeichnen, dafs der westliche Manetsch aus dem Kaláus kommt, und dafs dieser letztere, nachdem er aus dem Gebirge getreten und aufgehalten ist, durch eine geringe Erhöhung des Bodens, sich in zwei Arme theilt, einen westlichen, welcher dem Don zufliefst, und einen östlichen, wahrscheinlich viel kleinern, welcher sich in einen Landsee, in der Nachbarschaft des kaspischen Meeres verliert. Wer mit der Beschaffenheit anderer Flüsse in dieser Gegend bekannt geworden ist, wird in dieser letztern Eigenthümlichkeit nichts Befremdendes finden. Wir haben an der benachbarten Kumá eine sehr sprechende Analogie. Dieser Flufs, an dessen Ufern sich Dörfer und Landgüter in

Menge befinden, ist den Einheimischen und den Reisenden zu bekannt, als dafs über seinen östlichen Lauf irgend ein Zweifel erhoben werden könnte; im Frühling ist man sogar gezwungen, auf der astrachanschen Poststrafse zwischen den Stationen Kumskaja und Guiduk die Arme zu durchfahren, mit welchen er sich unmittelbar ins kaspische Meer ergiefst; und als wir Ende Januars dort passirten, fanden wir noch in einem der gröfsern Arme, einer flach-muldenförmigen Vertiefung, einige Faden breit seichtes Wasser, das gefroren war. In warmen Sommern trocknen diese Mündungen gänzlich aus, und die Kumá endigt dann in einem See von 10 bis 15 Werst Umfang, welcher Jarligor heifst, und nur beim Schmelzen des Gebirgschnees oder anhaltendem Regen so viel Wasser bekommt, dafs er den Ueberflufs ins kaspische Meer ergiefst. Das Wasser dieses Sees soll süfs seyn, wie das der Kumá. —

Uebrigens erhielt ich bei der Poststation Guiduk die ausdrückliche Bestätigung, dafs dieser östliche Manetsch wirklich aus dem Kaláus entstehe, und sich in einen See Namens Koikossú, wie man dort sagte, ergiefse, durch einen alten, würdigen Kalmüken als Augenzeugen; und dieser berief sich sogar darauf, in seiner Jugend von alten Leuten gehört zu haben, dafs der Manetsch sich ehemals selbst ins kaspische Meer ergossen habe, und sagte, wir würden bei der Station Belosersk, der nächsten nördlich von Guiduk, noch das Thal und vielleicht noch eine Brücke darüber bemerken, was sich auch vollkommen bestätigte. Wir fanden dort ein kleines geschlängeltes Flufsthal mit Eis und einer neuen Brücke darüber; diefs Thalflüfschen entspringt aus dem benachbarten, mit bitterlichem Wasser gefüllten See Belosero, welcher sehr wohl ein Ueberrest des von dem Dünensande dieser Gegenden verwehten Ausganges des ehemaligen Manetsch seyn mag. —

Als wir nach Beendigung des Manetsch-Nivellements auf unsrer Hinreise südlich gegen den Kaukasus hin ablenkten, kamen wir nach etwa 40 Werst am Kaláus vorbei. Aber mir ahnte damals nichts von dem, was ich über diesen merkwürdi-

gen Flufs später erfuhr, sonst hätte ich alles daran gesetzt, wenigstens seinen Zusammenhang mit dem Manetsch aufzusuchen. In obiger Gegend schlängelte er sich auf dem Grunde seines, wohl 40 Fufs tief in den festen Sand- und Lehmboden eingeschnittenen Bettes in ziemlich raschem Laufe nordwärts dahin; und etwa 50 Werst weiter, bei der Stanitze Petrovsk in einer bergigten Gegend, fanden wir ihn noch ein paar Faden breit, gleichfalls in einem ziemlich tiefen Felsenbette und raschen Laufs.

Hat es nun, wie mir kaum zweifelhaft ist, mit dem oben angeführten Verhalten des Kaláus und Manetsch seine Richtigkeit, so tritt die ganze Flufsvertheilung des nördlich vom Kaukasus gelegenen Landstrichs in einer eigenthümlichen, interessanten Gestalt hervor. Denn vom Elbrus zieht sich gegen Stavropol ein Bergrücken herab, und bildet in seiner ganzen Länge auch weiter nach Norden, wo er nur noch eine kaum bemerkbare Erhöhung des Bodens darstellt, eine allgemeine Wasserscheide zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere. Vom Hochgebirge entspringen zunächst der Kuban und Terek mit benachbarten Quellen und eilen als mächtige Ströme mit entgegengesetztem Laufe, jener dem schwarzen, dieser dem kaspischen Meere zu. Hierauf sieht man den grofsen Jegorlik und die Kumá in entgegengesetzten Richtungen ausgehen, jenen weiter unten als westlichen Manetsch sich in den Don, diese sich ins kaspische Meer ergiefsen oder in der Steppe verlieren. Drittens folgt der Kaláus, dessen Ende schon in der niedrigen Steppe liegend, sich nach West und Ost zugleich vertheilt, westlich durch den langen Manetsch-See zum Don, östlich in den kleinern Manetsch, der sich in der Steppe verliert, und endlich erblickt man noch viertens nach ähnlichen Richtungen den Sal sich mit westlichem Laufe zum Don begeben und östlich die Steppenbäche der Sarpa sich nach ihrer Vereinigung mit der Wolga verbinden.

Allein wie eigenthümlich und glaubwürdig das angeführte Verhalten des Manetsch da steht, so ist es doch nicht geeignet, über die Frage von dem, 300 Fufs betragenden Höhenunterschiede des schwarzen und kaspischen Meeres entscheidenden Aufschlufs zu geben, und nur desto dringender schien mir die Nothwendigkeit, durch ein neues vollständiges barometrisches Nivellement von einem Meere zum andern eine wiederholte Lösung des Problems zu versuchen.

Schon früher hatte Herr Professor von Engelhardt aus geognostischen Gründen mir den lebhaften Wunsch ausgedrückt, ein Nivellement der untern Wolga und des untern Don zu besitzen, und dabei geäufsert, es könnte, da diese Flüsse etwa 400 Werst oberhalb ihrer Mündung sich auf eine unbedeutende Strecke nähern, daraus leicht auch eine Höhenbestimmung beider Meere hergenommen werden, wenn man nur das gegenseitige Niveau beider Flüsse an jener Stelle hinzufügte. — Dieser Plan war mir für meinen nächsten Zweck höchst erwünscht, und, in Hinsicht der winterlichen Jahreszeit, wegen der auf diesem Wege vorkommenden Poststationen auch leicht ausführbar. Herr von Behaghel vereinigte sich mit mir auch zu diesem stationenmäfsigen Nivellement, welches durch gleichzeitige Beobachtungen fortgeführt wurde, von Astrachan, wo die Wolga schon so gut als ganz gleiches Niveau mit dem kaspischen Meere hat, längs derselben bis Zarytzin 400 Werst weit hinauf, dann nordwestlich 64 Werst hinüber zum Don bei Katschalinsk und von da 410 Werst stromabwärts bis Alt-Tscherkask, wo gleichfalls schon kein Gefälle mehr existirt.

Diese ganze, 874 Werst lange Strecke zerfiel in 33 barometrische Stationen, also im Durchschnitt jede von $26\frac{1}{2}$ Werst, — eine freilich zu grofse Entfernung, um vor Fehlern in der Ungleichheit der Witterung an den Standpunkten gleichzeitiger Beobachtung ganz sicher zu seyn. Allein es hätte leicht noch viel gröfsere Fehler veranlafst, oder einen mitten im Winter nicht leicht zu bestreitenden Aufwand an Zeit, Mühe und Mitteln erfordert, wenn wir es versucht hätten, die Stationen zu theilen; und überdiefs begünstigte die Beständigkeit der Winterkälte unser Unternehmen auf eine Weise, dafs ich

die Besorgnifs vor grofsen Irrthümern aus dieser Quelle glaube dreist beseitigen zu können. Die Vergleichung der an denselben Standpunkten, aber zu verschiedenen Zeiten beobachteten Barometer liefert hierüber eine befriedigende Controlle. Das Barometer war während dieser Messung im Allgemeinen schwach im Sinken begriffen; nur zweimal kamen so starke Witterungsveränderungen vor, dafs das Barometer in der Zeit von ohngefähr drei Stunden einmal um $3,\overset{m}{2}1$ gestiegen, das andremal um $3,\overset{m}{2}3$ gefallen war.

Die Zeit der Beobachtung hatten wir überhaupt achtmal nicht ganz getroffen, so dafs die Beobachtungen dreimal um $\frac{1}{4}$, dreimal um $\frac{1}{2}$ und zweimal um eine ganze Stunde auseinander standen. Aber nach der früher angegebenen Methode liefs sich aus dem vorhergegangenen und nachfolgenden Gang des Barometerwechsels dieser Nachtheil fast ganz eliminiren. Die Beobachtungen wurden mit Ausnahme der 20, 31 und 32sten Station stets im Freien und mit aller nur möglichen Präcision angestellt; — die Barometer vor, während und nach der Messung täglich verglichen, und in den 21 Vergleichen folgende Unterschiede gefunden, nämlich: 0,20; 0,25; 0,20; 0,20; 0,20; 0,25; 0,15; 0,20; 0,20; 0,25; 0,20; 0,25; 0,25; 0,25; 0,20; 0,25; 0,25; 0,20; 0,20; 0,20; 0,20 halbe Linien, um welche bei gleicher Temperatur Barometer *b* höher stand als Barometer *a*, zu welchem also für jede Beobachtung das Mittel von $0,\overset{m}{2}2$ addirt worden ist. Die Abweichung dieser Zahlen von denen der vorhin angeführten Messung am Manetsch hat ihren Grund darin, dafs in der Zwischenzeit eins der Barometer zerbrochen war und ein neues Rohr bekommen hatte.

Auf drei Stationen differirte die Beobachtungszeit um eine Stunde, auf einer Station um $\frac{3}{4}$ Stunde und auf vier Stationen um eine halbe Stunde. Die Reihe der Beobachtungen ergab aber, dafs bei fünf dieser Fälle der Barometerstand sich gleich geblieben war, und die Beobachtungen daher als gleichzeitig

angesehen werden konnten; auf den andern Stationen ergab sich eine Veränderung des Barometerstandes, und forderte auf einer eine Correction von $0,\overset{m}{2}6$, auf einer von $0,\overset{m}{2}4$ und auf einer von $0,\overset{m}{2}2$. —

Gerechnet habe ich nach oben angegebener Formel und für die geographische Breite der nivellirten Gegend 48° angenommen.

Der erste barometrische Standpunkt war auf der Wolga selbst, das untere Quecksilber-Niveau $1\frac{1}{2}$ Fufs über dem Eise derselben; die übrigen Standpunkte folgten dem Laufe des Flusses, und bei Zarytzin ward wieder zwei Fufs über dem Eise der Wolga beobachtet. Von da wandten wir uns westlich auf dem Postwege über einen Bergrücken ins Donthal zur Poststation Katschalinsk, und folgten hier wiederum der am Don sich hinziehenden Poststrafse bis nach Alt-Tscherkask hinab, wo die letzte Beobachtung 15 Fufs über dem Niveau des Don gemacht wurde. Die Standpunkte bei Astrachan und Alt-Tscherkask liegen freilich noch etwa 30 bis 50 Werst vom eigentlichen Meeresufer, allein diefs hindert keinesweges sie für solche anzusehen, die unmittelbar an letzterem genommen wären, weil, wie aus den zahlreichen und nach allen Seiten ausgehenden Theilungen und starken Ausbreitungen jener Flüsse an ihren Mündungen zu ersehen ist, in der That kein eigentliches Gefälle unterhalb jener Standpunkte mehr anzunehmen ist, und die Strömung des Wassers daselbst nur vermöge der Beharrlichkeit durch die früher erlangte Bewegung geschieht. — Und übrigens wird wegen des veränderlichen Niveaus des kaspischen Meeres die in Rede stehende Niveau-Bestimmung immer einer kleinen Ungleichheit unterliegen müssen, die aber zu unbedeutend ist, um hier in Betracht zu kommen.

Dafs der Wasserspiegel des kaspischen Meeres seit etwa einem halben Jahrhundert in einem wirklichen, nicht blofs durch angeschwemmtes Land scheinbaren, wenn gleich äufserst schwachen Sinken begriffen ist, beweisen zwei unleugbare Er-

fahrungen, die man in Astrachan noch jetzt machen kann. Erstens soll in dem Kanal, welcher durch die Stadt führt, und ober- und unterhalb mit der Wolga verbunden ist, der Mittelstand des Wassers vor 10 bis 15 Jahren um 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fufs höher gewesen seyn, und wirklich sieht man das Pfahlwerk der mittleren Brücke 3 bis $3\frac{1}{2}$ Fufs über dem in jetziger Zeit niedrigsten Wasserstande tief ins Innere zerstört. Zweitens befand sich vor 30 bis 40 Jahren die Zoll-Niederlage vor dem Nikolskischen Thore, und die Wolga reichte so weit heran, dafs die Schiffe unmittelbar am Zoll anlegten. Seitdem hat sich das Wasser dergestalt zurückgezogen, dafs jetzt eine weite Strecke trockenes und mit Häusern bebautes Land an seiner Stelle ist.

Ich theile in folgender Tabelle unsre Beobachtungen und ihre Resultate mit, auf die Art wie oben beim Manetsch-Nivellement; nur bin ich im Stande die Standpunkte hier genauer zu bezeichnen. Die Namen bedeuten stets die Poststationen in den Dörfern und Städten gleiches Namens.

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen.
Febr.			
1	$0{,}1\frac{1}{2}$ Fufs über der Wolga bei Astrachan	— 4°,0C.687,20‴	+ 0,8573
«	1. Poststation Durnowskaja	— 9 ,0 « 686,42	
«	1. id.	—10 ,5 « 686,10	+ 3,4480
«	2. P.St. Lebäschinskaja	—11 ,5 « 685,37	
«	2. id.	—10 ,6 « 685,60	
«	3. P.St. Semänovskaja, gemessen 14,66 Fufs über dem Eise der Wolga	— 9 ,4 « 685,92	— 0,9301
2	3. id.	—11 ,3 « 683,90	
«	4. P.St. Serogläsinsk, etwa 10 Fufs üb. dem Eise der Wolga	—11 ,4 « 684,02	— 0,7763
«	4. id.	—10 ,2 « 683,30	
«	5. P.St. Kossikinskaja, etwa 15 F. über dem Eise der Wolga	—10 ,0 « 682,97	+ 2,0804

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen.
Febr.			
3	5. id.	—11°,4C.682,80‴	+ 4,0143
«	6. P.St. Jenotajev	—12 ,0 « 682,02	
«	6. id.	—14 ,4 « 680,55	+ 4,8760
4	7. P.St. Kopanovskaja	—11 ,0 « 680,12	
«	7. id.	—15 ,5 « 675,60	+ 0,3362
«	8. P.St. Betläninskaja	—13 ,0 « 675,97	
«	8. id.	—10 ,6 « 674,0	+ 6,3516
«	9. P.St. Gratschevskaja	— 9 ,8 « 673,02	
«	9. id.	— 9 ,5 « 672,20	— 5,2918
«	10. P.St. Tschornoi Jar	—11 ,0 « 672,92	
«	10. id.	— 9 ,8 « 672,10	— 5,4623
«	11. P.St. Starytzkaja	—11 ,5 « 672,82	
5	11. id.	— 9 ,0 « 671,0	+ 1,5216
«	12. P.St. Wäsovskaja	— 7 ,0 « 671,02	
«	12. id.	— 2 ,3 « 671,10	+ 6,9894
«	13. P.St. Solodovnikovskaja	— 3 ,2 « 669,82	
«	13. id.	— 2 ,4 « 670,0	+ 2,5754
«	14. P.St. Popowitzkaja	0 ,0 « 669,77	
«	14. id.	0 ,0 « 670,42	
«	15. Sarepta, Niveau des grofsen Platzes	— 2 ,2 « 671,10	— 5,8254
7	15. id.	— 4 ,5 « 675,80	
«	16. Zarytzin, $1\frac{1}{2}$ Fufs über dem Eise der Wolga	— 4 ,0 « 676,97	— 5,9911
«	16. id.	+ 0, 3 « 677,30	+40,8350
«	17. P.St. Gratschevskaja	— 3 ,8 « 670,02	
«	17. id.	— 3 ,5 « 669,10	
«	18. P.St. Katschalinskaja, etwa 10 Fufs über dem Don	— 3 ,3 « 671,22	—12,5992
«	18. id.	— 2 ,2 « 671,0	
«	19. P.St. Ilmenskaja	— 2 ,7 « 671,17	— 1,4013
«	19. id.	— 4 ,2 « 670,70	
«	20. P.St. Golubinskaja, gemessen 75,1 Fufs über dem Eise des Don	+12 ,0 « 671,12	+ 9,8506

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen.
Febr.			
8	20. id.	— 3°,5C. 665,45	
«	21. P. St. Pätiisbänskaja, etwa 12 Fufs über dem Eise des Don	— 2 ,3 « 668,02	—14,7069
«	21. id.	+ 1 ,6 « 666,10	— 4,1463
«	22. P. St. Tschirskaja	+ 1 ,6 « 666,77	
«	22. id.	+ 0 ,8 « 670,0	— 0,7843
«	23. P. St. Kobulänskaja	0 ,0 « 670,02	
9	23. id.	—14 ,0 « 674,10	+12,0714
«	24. P. St. Filatieva	—11 ,5 « 672,32	
«	24. id.	— 5 ,5 « 674,20	—15,6668
«	25. P. St. Kotlubanskaja	— 4 ,0 « 677,02	
«	25. id.	— 1 ,4 « 677,30	— 4,7894
«	26. P. St. Kumtatskaja	— 0 ,4 « 678,22	
«	26. id.	— 4 ,5 « 678,15	
«	27. P. St. Mischkova, gemessen 103,76 Fufs über dem Eise des Don	— 1 ,6 « 677,62	+ 5,3081
10	27. id.	— 3 ,5 « 676,95	—15,8917
«	28. P. St. Lapatinskaja	— 8 ,5 « 679,02	
«	28. id.	— 1 ,0 « 680,00	
«	29. P. St. Donetzkaja, etwa 21 Fufs über dem Eise des Don	0 ,0 « 680,47	— 2,0723
«	29. id.	+ 0 ,5 « 679,65	+54,6750
«	30. P. St. Alchovskaja	0 ,0 « 670,57	
«	30. id.	— 2 ,4 « 668,40	— 0,6568
«	31. P. St. Konstantinovskaja .	— 3 ,8 « 668,37	
«	31. id.	+ 4 ,8 « 664,60	
«	32. Neu-Tscherkask 261,4 Fufs gemessen über dem Eise des Tuslov	+ 9 ,8 « 667,82	—16,5015
12	32. id.	+13 ,4 « 658,20	
«	33. Alt-Tscherkask etwa 15 Fufs über dem Eise des Don . .	+ 1 ,5 « 663,02	—39,9835

Es ist wohl kaum zu bemerken nöthig, dafs die Angabe der Toisen bis in die vierte Decimalstelle nicht bestimmt ist,

ein Ausdruck der Genauigkeit zu seyn, mit welcher jede einzelne Station gemessen worden ist, sondern nur deswegen gemacht ist, damit durch ihre Vernachlässigung bei der Summirung vieler Stationen keine Fehler in das Resultat hineingerechnet werden.

Summirt man nun diese einzelnen Höhen, so findet sich: der Ausfluſs des Don um 0,6 Toisen oder 3,6 Fufs tiefer als der Ausfluſs der Wolga, und, da hier von einer Nivellirung dieser grofsen Strecke im Ganzen bis auf ein Paar Fufs genau nicht die Rede seyn kann, so geht aus dieser Messung der Schluſs hervor: dafs zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere ein erheblicher Höhenunterschied nicht stattfindet.

Wer mit den Einflüssen bekannt ist, welche die Witterung auf barometrische Höhenbestimmungen, besonders bei etwas beträchtlichen horizontalen Abständen der Standpunkte, ausübt, wird nicht erwarten, dafs unser Nivellement den Fall der Wolga und des Don vollkommen genau darzulegen im Stande seyn werde; ja, er würde, in Rücksicht auf den trägen Lauf, besonders der Wolga, es sich nicht überraschen lassen, wenn die Rechnung auch hie und da einen negativen Fall des Flusses angäbe; allein unsere Messung hat auch in dieser Hinsicht einen ungewöhnlichen Grad von Genauigkeit bewiesen, wie aus folgender Uebersicht hervorgeht:

Fall der Wolga.		im Ganzen Fufs	auf jede Werst
Von Zarytzin bis Kossinskaja . .	288 Werst	33,60	0,12
Von Kossinskaja bis Serogläsinsk	23 «	7,48	0,32
Von Serogläsinsk bis Semänovskaja	25 «	0,0	0,0
Von Semänovskaja bis Astrachan	64 «	7,09	0,11
	400 Werst	48,17	

Fall des Don.		im Ganzen Fufs	auf jede Werst
Von Katschalinsk bis Golubinskaja	46 Werst	14,40	0,31
Von Golubinskaja bis Pätiisbänskaja	26 «	23,16	0,81
Von Pätiisbänskaja bis Mischkova	173 «	141,84	0,82
Von Mischkova bis Donetzkaja .	52 «	25,02	0,48
Von Donetzkaja bis Alt-Tscherkask	113 «	8,82	0,08
	410 Werst	213,24	

Hieraus geht erstlich hervor, dafs der Fall des Don im Allgemeinen bedeutend stärker ist als der Fall der Wolga, dort nämlich auf 410 Werst 213 Fufs, hier auf 400 Werst nur 48 Fufs. Diefs entspricht der Wirklichkeit, indem jeder Bewohner jener Gegenden weifs, dafs die Wolga viel träger fliefst als der Don, wenn auch vielleicht grade nicht im obigen Verhältnifs, weil die Wolga nach einem fast dreimal längeren Lauf auch eine verhältnifsmäfsig viel gröfsere Beharrlichkeitsbewegung an jener Stelle haben mufs, als der Don.

Sehr auffallend ist die Uebereinstimmung des von uns gefundenen Gefälles der Wolga, mit dem fast gleichzeitig und mit nicht geringerer Sorgfalt gemessenen Gefälle des gleichfalls dem kaspischen Meere zuströmenden Uralflusses. Die Herren Hoffmann und von Helmersen *) haben ihn nivellirt; nehme ich den unteren Theil der von ihnen nivellirten Strecke, nämlich von der Festung Girgälskoi abwärts, wo der Fall des Flusses bis zum kaspischen Meere etwa 700 Werst weit, 14,1 Toisen = 84,6 Fufs beträgt, so würde diefs auf 400 Werst 48 Fufs betragen, grade so viel als wir den Fall der Wolga auf ihren letzten 400 Werst gefunden haben.

*) S. deren geognostische Untersuchung des Süd-Ural-Gebirges etc. pag. 82. —

Zweitens ergiebt sich aus dieser Uebersicht, dafs bei beiden Strömen das untere Ende ein schwächeres Gefälle hat als weiter hinauf, was ebenfalls in der Natur der Sache liegt. Wenn dagegen bei beiden der oberste Theil wieder einen schwächeren Fall zeigt als der mittlere, so haben wir dies nicht gleich als die Folge eines Messungsfehlers zu betrachten, denn es ist auffallend, dafs es sich an beiden Strömen, und an beiden im Verhältnifs ihres Falles ergeben hat. Vielmehr bin ich geneigt anzunehmen, dafs die Sache sich wirklich auch in der Natur so verhält, und in einem sehr natürlichen Zusammenhange damit steht, dafs grade an diesen Stellen beide Flüsse eine auffallend starke Biegung, ein sogenanntes Knie machen, welches nur durch ein Hindernifs von Seiten der Neigung des Bodens entstehen konnte. — Eine so günstige Probe unserer Messung hatte ich in der That nicht erwartet, und sehe ich mich um so mehr veranlafst ihr kein geringeres Zutrauen zu schenken, als dem im Jahre 1811 an der kaukasischen Linie veranstalteten Nivellement beider Meere, und somit den früher von mir aufgestellten Satz: dafs das kaspische Meer um etwa 300 Fufs tiefer liege wie das schwarze, als aufgehoben zu betrachten, wie schmeichelhaft es mir auch gewesen wäre, das Gegentheil thun zu können. Allein, was kann der Naturforscher als solcher Höheres erstreben wollen, als Wahrheit, und was kann ihm gegen die gelehrte Welt, deren Zutrauen und Beifall er sucht, Wichtigeres obliegen, als Wahrheit? — Wir bekämpfen so gern die Behauptungen und Entdeckungen Anderer; dürfte eine unpartheiische Recension unserer eigenen Arbeiten uns so schwer fallen? —

Nach dieser Erörterung möchte es nicht unpassend seyn, noch einen Blick auf die um den Manetsch gelegene Landstrecke selbst zu werfen, welche das schwarze Meer von dem kaspischen trennt, und welche, wenn es von irgend einer behauptet werden kann, einst diesen Gewässern zur Verbindung gedient hat.

Vor Allem erst ist die Möglichkeit einer solchen einstmaligen Gemeinschaft beider Meere, und zwar am längsten und spätesten grade an dieser Stelle der kaukasischen Landenge durch die von uns angestellte barometrische Messung erwiesen, indem aus derselben hervorgeht, dafs diese ganze Strecke sehr niedrig ist und sich nirgend um mehr als 100 Fufs über die Oberfläche des schwarzen Meeres erhebt, der Flufs selbst aber einen sehr schwachen Fall von etwa einem Zoll auf die Werst hat, weil das östliche Ende des grofsen Manetsch-See's nur höchstens 24 Fufs über dem Niveau des schwarzen Meeres liegt. Dafs aber weiter östlich zum kaspischen Meere hin die Beschaffenheit des Bodens keine andere seyn werde, geht schon daraus hervor, dafs der Manetsch entweder aus einem 70 Werst von dem sumpfigen und flachen Ufer des kaspischen Meeres gelegenen kleinen See seinen Ursprung nimmt, und ärmlich und schwach dem Kaláus zufliefst, oder aber, wie es wahrscheinlicher ist, gar aus dem Kaláus entspringt, indem dieser, vom Fufs des Kaukasus herabkommende Flufs sich in einen westlich und einen östlich fliefsenden Manetsch theilt, von denen jener dem Don zufliefst, dieser aber sich mit jenem kleinen See endigt, von dessen ehemaliger Verbindung mit dem kaspischen Meere sich auch wohl noch einige Spuren nachweisen lassen, wie oben geschehen ist, woraus nur noch bündiger folgt, dafs auch der von uns nicht besuchte östliche Landstrich eine sehr niedrige, gewifs nicht über 100 Fufs über dem Meere erhabene Lage haben wird.

Weiter ist es noch zu beweisen, dafs grade dem Bette des Manetsch entlang die tiefste Stelle und mithin die ehemalige Verbindung beider Meere zu suchen sey, und nicht südlich oder nördlich; denn südlich steigt das Land gegen den Kaukasus allgemein sehr merklich an, wie schon der nördliche Lauf aller dortigen Flüsse zeigt; und nördlich vom Manetsch findet sich, und noch dazu der wahrscheinlichen Theilung des Kaláus grade gegenüber eine Hügelkette, welche 30 Werst vom Manetsch, an der donisch-astrachanschen Gränze bei

dem Kosakenposten Werchnoi Kamennoi Kordon, schon eine Höhe von 400 bis 500 Fufs erreicht, und von da aus nördlich zwischen der Sarpa und dem Ursprunge des Sal-Flusses sich hinzieht. Der Manetsch bezeichnet also die Linie der tiefsten Punkte zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere und erscheint sonach als eine Art von Canal, als die letzte Wasserader einer Verbindung, zu deren Bestand es nur einer Erhebung der Meere um 24 Fufs über ihr jetziges Niveau bedürfte.

Zu diesen Gründen der Möglichkeit einer einstigen Gemeinschaft des schwarzen und kaspischen Meeres, welche grade in der Manetsch-Steppe am längsten bestanden haben mochte, kommen nun noch mehrere aus der physischen Beschaffenheit des Bodens hergenommene Gründe der Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese.

Neu-Tscherkask liegt 300 Fufs über dem Niveau des schwarzen Meeres, auf einer Ebene, die gleich bei der Stadt einen steilen Abfall hat, und an diesem das vorherrschende Gestein zu Tage bringt, nämlich einen, fast blofs aus Muscheln zusammengesetzten, etwas mürben Muschelkalk, dem ähnlich, welcher bei Odessa und an anderen Stellen des Ufers des schwarzen Meeres gefunden wird, mit horizontaler Lagerung, wie an den damit verbundenen Thon- und Sandsteinschichten zu erkennen ist. Diesen nämlichen Muschelkalk, von gleicher Zusammensetzung und derselben Schichtung fanden wir an drei verschiedenen Punkten in der Manetsch-Steppe anstehend, wo sogar mehrere Kosakenpiquets den Namen Kamennaja davon bekommen haben, weil das Vorkommen von Gestein in diesen Gegenden, wie in allen eigentlichen Steppen etwas höchst Auffallendes ist. —

Die Salzlager, welche dem Wasser des schwarzen und des kaspischen Meeres seinen Salzgehalt geben, müssen sich gleichfalls in gewisser Tiefe unter dem Muschelkalk der Steppe, und vielleicht von einem Meere bis zum anderen hinziehen; denn woher sonst die vielen gröfseren und kleineren Salzseen um den Manetsch herum und bis zum kaspischen Meere hin,

vorzüglich in der Nähe des grofsen Manetsch-See's, wo jährlich so viel Salz geschöpft wird, dafs das donische Heer den Pächtern das Recht auf dieses Salz gegen die Abgabe des Zehnten vom Ertrage überläfst; woher der so häufig in der Manetsch-Steppe vorkommende Salzanflug auf der Oberfläche der Erde; woher die Salzpflanzen mitten in dieser Steppe, mehrere hundert Werst von dem Meere entfernt, wenn nicht angenommen wird, dafs die Gebirgsmassen, welche den Grund und Boden des schwarzen Meeres ausmachen, sich gleichförmig durch das Flachland bis zum kaspischen Meere erstrecken, und nur durch ein Zurückziehen der Gewässer auf dieser etwas erhöhten Strecke ins Trockene gekommen sind? Und wird man sich des Gedankens, dafs diese Gegenden einst unter Wasser gestanden haben, noch entschlagen können, wenn man die Beschaffenheit ihrer Oberfläche im Ganzen, mit derjenigen eines aus Sand, Lehm und Dammerde bestehenden Bodens im Kleinen vergleicht, über welchem eine Zeitlang Wasser gestanden und sich später zurückgezogen hat; wenn man dort wie hier diese allgemeine Abflachung des Bodens bald als vollkommene Ebene, bald als wellenförmige Erhöhungen und Vertiefungeu wahrnimmt, wie sie der ruhige oder stürmisch bewegte Zustand der Wassermasse mit sich brachte; wenn man endlich am kaspischen Meere, grade als ob dorthin der Strom des abfliefsenden Wassers sich zuletzt gerichtet hätte, niedrige Dünenketten antrifft, die eine meist westöstliche Richtung haben, von Flugsand aufgeschichtet sind, und in ihren Vertiefungen zahllose Trümmer gemeiner Seemuscheln enthalten? —

Nivellement von Tiflis nach dem Ufer des schwarzen Meeres.

Beim Antritt dieser Reise fand ich, dafs der elfenbeinerne Schwimmer am Barometer des Herrn von Behaghel sich ein wenig geworfen hatte und nicht mehr vollkommen frei spielte;

ich tauschte ihn gegen einen anderen um, der aber etwas kürzer war, deshalb die gröfsere Differenz unserer beiden Barometer. Wir haben sie an neun verschiedenen Tagen verglichen und das Barometer des Herrn von Behaghel tiefer gefunden um: 1,10; 1,075: 1,125; 1,05; 1,00; 1,10; 1,125; 1,10; 1,20 halbe Linien. Das Mittel ist 1,097; ich habe daher $1{,}1^{\frac{m}{2}}$ genommen, und so viel zu dem Stande des Barometers des Herrn von Behaghel addirt, welcher auf dieser Reise der nachfolgende war, mit Ausnahme der Station von Bauernhof nach Sacharbetsk und der von Gartiskar nach Tiflis. —

Sechsmal trafen die Beobachtungen nicht zusammen, zweimal um eine ganze Stunde nicht, aber die Beobachtungsreihe gab sehr sicher das einemal eine Correction von $0{,}1^{\frac{m}{2}}$, das anderemal von $0{,}2^{\frac{m}{2}}$, ein drittesmal differirten die Beobachtungen um eine halbe Stunde, während welcher der Gang des Barometerstandes $0{,}25^{\frac{m}{2}}$ betrug; noch zweimal betrug der Zeitfehler eine halbe und einmal eine Viertelstunde, der Barometerstand war aber in dieser Zeit constant und forderte daher keine Correction, die in den übrigen Fällen angebracht, und daher in dem nachfolgenden Verzeichnisse von Beobachtungen schon enthalten ist. — Ganz verfehlt wurde durch die einbrechende Nacht auf der eigentlichen Messungsreise von Tiflis nach Redout-Kaléh gleich der Anfang, von Tiflis nach Gartiskar, so wie später die Station von dem Bauernhof nach Sacharbetsk. Beide Strecken wurden daher auf der Rückreise besonders und mit gutem Erfolg nivellirt.

Die geographische Breite dieser nivellirten Strecke wurde zu 42° angenommen; es ist also aus der La Placeschen Formel das Glied $(1 + 0{,}002837 \cos 2\psi)\ 18393^{\text{mèt.}}$ gleich 9439,77 Toisen zu setzen. —

Die Witterung war im Ganzen sehr günstig, ohne grofse Veränderungen, der Himmel meist heiter und die Luft mäfsig

bewegt. Nur auf der Station Maransk bis Abaschinsk, so wie auf der Distanz von Sacharbetsk bis Redout-Kaléh regnete es ziemlich stark. Die gemessene Strecke beträgt, nach blofsen Angaben der dort stationirten Kosaken, corrigirt nach meinen Erfahrungen über die, bei einer gewissen Weise des Fortkommens in einer Stunde zurückgelegte Strecke 340 Werst. Diese Strecke zerfiel in 19 barometrische Stationen; jede derselben betrug also im Durchschnitt 18 Werst. —

Die positiven und negativen Zeichen in der dritten Rubrik bedeuten ansteigende und absteigende Stationen vom Meere an gerechnet. —

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen über dem Vorigen.	Toisen über dem Meere.
Decbr.				
10	Acht Fufs über dem Meeresspiegel	12°,5C.674,00 $\frac{m}{2}$		
	Station Chorginsk	10 ,3 « 673,50	+ 1,402	2,7
«	Station Chorginsk	7 ,8 « 675,90		
	« Sacharbetsk . .	8 ,4 « 675,10	+ 5,500	8,2
13	Station Sacharbetsk . .	5 ,8 « 676,65		
	Mingrelischer Bauerhof, 9 Werst	6 ,5 « 676,90	— 0,970	7,3
8	Mingrelischer Bauerhof	8 ,4 « 677,50		
	Station Abaschinsk . . .	7 ,4 « 677,75	— 2,340	4,9
«	Station Abaschinsk . . .	7 ,4 « 678,10		
	» Maransk	7 ,7 « 678,30	— 0,954	4,0
«	Station Maransk.	8 ,5 « 679,40		
	« Gubizkali. . . .	12 ,4 « 676,70	+ 20,055	24,0
7	Station Gubizkali	3 ,5 « 675,15		
	Stadt Kutais, Post, 35 Fufs über dem Rion	22 ,1 « 670,50	+ 44,570	68,6
«	Stadt Kutais, Post	8 ,8 « 667,80		
	Station Tschelabursk . .	10 ,7 « 670,00	— 12,440	56,2
«	Station Tschelabursk . .	5 « 670,15		
	« Quirilovsk . . .	15 ,0 « 668,50	+ 18,364	74,5

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen über dem Vorigen.	Toisen über dem Meere.
Decbr.				
6	Station Quirilovsk . . .	17°,8C.666,75 $\frac{m}{2}$		
	« Sakarakedsk . .	11 ,5 « 645,30	+136,916	211,4
«	Station Sakarakedsk . .	6 ,6 « 646,00		
	Goreloi Lager	8 ,9 « 654,10	— 50,916	160,5
5	Goreloi Lager	0 ,8 « 654,85		
	Station Maliti	16 ,5 « 642,70	+ 91,740	252,3
«	Station Maliti	3 ,4 « 640,10		
	Stadt Suram, Post . . .	5 ,5 « 624,70	+103,248	355,5
«	Stadt Suram, Post . . .	5 ,8 « 623,60		
	Station Gargarebsk . . .	6 ,0 « 630,70	— 47,315	308,2
«	Station Gargarebsk . . .	3 ,3 « 630,10		
	Stadt Gori, 6 Fufs über dem Flufs	8 ,5 « 633,40	— 17,959	290,2
	Stadt Gori	7 ,9 « 632,90		
«	Station Tschalsk	7 ,8 « 622,05	+ 73,019	363,3
	Station Tschalsk.	4 ,6 « 623,00		
«	« Muchran	2 ,5 « 640,60	—117,460	245,8
	Station Muchran	10 ,9 « 641,20		
«	« Gartiskar	15 ,5 « 643,40	— 11,107	234,7
	Station Gartiskar	1 ,8 « 642,75		
21	Steinerne Kurbrücke in Tiflis	4 ,5 « 651,05	— 51,160	183,5

Unweit Suram befindet sich der Bergrücken, welcher die Gewässer des schwarzen und kaspischen Meeres scheidet; wo wir ihn überschritten, war er 112 Toisen über Suram erhaben. —

Der Standpunkt auf der Brücke in Tiflis befand sich 5,2 Toisen über dem damaligen Stande des Wassers im Kur; dieser Flufs hat also von Tiflis bis zu seiner Mündung in einem Laufe von etwa 450 Werst einen Fall von 178,3 Toisen oder 1070 par. Fufs.

Nivellement von Tiflis nach dem Ararat und in der Umgegend.

Der Haupttheil dieser Arbeit war die Strecke von Tiflis bis Etschmiadsin, eine Entfernung von 230 Werst, in welcher der Weg über drei hohe Bergrücken, den Agsböük, Besobdal und Pambak hinführt. Die gleichzeitigen Beobachtungen gelangen uns in so weit, als wir nur dreimal um eine Viertelstunde differirten, was nicht in Anschlag kam, einmal um eine ganze Stunde, was aber aus der Beobachtungsreihe ziemlich sicher mit $0{,}2^{\prime\prime\prime}_{2}$, und einmal um anderthalb Stunden, was eben so mit $0{,}7^{\prime\prime\prime}_{2}$ corrigirt werden konnte. Zwanzig Stationen hatten wir genommen, jede derselben betrug also im Durchschnitt $11\frac{1}{2}$ Werst, was eine sehr günstige Entfernung ist. Die Instrumente wurden vom 29. August bis 9. September zwanzigmal verglichen; Herrn von Behaghels Barometer stand tiefer um: 0,33; 0,28; 0,22; 0,23; 0,14; 0,18; 0,30; 0,35; 0,31; 0,27; 0,13; 0,12; 0,28; 0,27; 0,26; 0,30; 0,26; 0,20; 0,23 halbe Linien. Das Mittel ist $0{,}25^{\prime\prime\prime}_{2}$, und eben so viel ist bei der Berechnung und in dem nachfolgenden Verzeichnifs zu den Beobachtungen mit jenem Barometer addirt worden. Auf diesem Wege war ich der Vorausgehende, mit Ausnahme einer Station vom Piquet nach der Quarantaine. —

Als geographische Breite der nivellirten Strecke wurde 40° 43′ genommen, das Mittel zwischen der Breite von Tiflis und dem Ararat. Demnach ergab sich aus der La Placeschen Formel:

$$(1+0{,}002837\ \mathrm{Cos.}\ 2\,\psi)\ 18393^{\mathrm{mèt.}} = 9441{,}00\ \mathrm{Toisen.}\ —$$

Die Witterung war auf diesem Nivellement meistens günstig, der Himmel mehr heiter als bezogen. Nur während der beiden letzten Stationen vor Etschmiadsin trat ein heftiges Gewitter ein, das auch einige Stunden nach Beendigung der Messung mit einem starken Regen endigte.

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen über dem Vorigen.	Toisen über dem Meere.
Septbr				
1	Tiflis, Wohnung, 14,5 Tois. üb. d. Kurbrücke	23°,5 C. 644,25$^{\prime\prime\prime}_{2}$		
	Station Teleti	18 ,4 « 632,30	+ 79,004	277,0
2	Station Teleti	17 ,7 « 632,65		
	« Kodi	20 ,6 « 631,70	+ 8,966	286,0
«	Station Kodi	22 ,5 « 631,95		
	8 Werst weiter am Wege	27 ,0 « 638,50	— 49,150	236,8
«	Am Wege	28 ,2 « 638,25		
	Chram, drei Fufs über dem Wasser	26 ,1 « 647,85	— 69,639	167,2
«	Chram Flufs	24 ,0 « 648,00		
	Station Schulawer . . .	20 ,2 « 633,20	+100,023	267,2
3	Station Schulawer . . .	22 ,7 « 634,85		
	« Sametzk	22 ,6 « 597,35	+272,155	539,3
«	Station Sametzk	12 ,5 « 596,45		
	Abhang des Agsböük .	14 ,0 « 570,70	+191,730	731,1
4	Abhang des Agsböük .	18 ,5 « 570,35		
	Station Agsböük	10 ,5 « 557,40	+ 93,237	824,3
«	Station Agsböük	16 ,8 « 557,25		
	« Dschallal Oglú.	24 ,7 « 572,90	—116,445	707,9
5	Station Dschallal Oglú.	17 ,2 « 572,55		
	« Gerger.	17 ,7 « 568,00	+ 35,401	743,3
«	Station Gerger.	21 ,0 « 567,75		
	Besobdal	16 ,5 « 529,80	+301,276	1044,6
«	Besobdal	17 ,8 « 530,35		
	Station Kischliak	17 ,8 « 572,20	—333,524	711,0
6	Station Kischliak	14 ,7 « 573,85		
	« Hammamlüh . .	13 ,8 « 563,80	+ 75,774	786,8
«	Station Hammamlüh . .	23 ,5 « 564,45		
	Pambak, 10′ unter der Scheidecke.	17 ,8 « 510,95	+437,319	1224,1
«	Pambak	12 ,0 « 511,45		
	Kosakenpiquet.	12 ,6 « 535,50	—197,181	1026,9

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen über dem Vorigen.	Toisen über dem Meere.
Sept.				
7	Kosakenpiquet	22°,3C.536,70		
	Quarantaine in Basch-Abaran	19 ,7 « 541,15	— 38,542	988,4
«	Quarantaine in Basch-Abaran	21 ,9 « 540,45		
	10 Werst davon auf der Höhe	22 ,6 « 538,60	+ 15,928	1004,3
	Auf der Höhe	16 ,5 « 538,45		
«	10 Werst weiter am Fufs eines Berges	17 ,3 « 542,50	— 32,196	972,1
8	Am Fufs des isolirten Berges	17 ,1 « 541,35		
	20 Werst von Etschmiadsin	28 ,4 « 581,85	—313,463	658,7
«	20 Werst von Etschmiadsin	13 ,5 « 582,15		
	Kloster Etschmiadsin . .	19 ,2 « 607,40	—180,849	477,8

Der Standpunkt in Etschmiadsin war der Hofraum, welcher zur Wohnung des Patriarchen und der hohen Geistlichkeit gehört, der übrigens mit dem Boden, auf welchem die Cathedrale steht, da die ganze Gegend vollkommen eben ist, auch ganz gleiche Höhe hat. — An vorstehendes zusammenhängendes Nivellement schliefsen sich nun noch mehrere barometrische Höhenbestimmungen, die als Fortsetzungen desselben zu betrachten sind, weil sie von bestimmten Punkten desselben ausgehen. Bei der Berechnung der ersten dieser nachfolgenden Höhen diente noch derselbe Breiten-Coëfficient als bei den vorigen. Die am Ararat und um denselben herum angestellten Messungen wurden aber mit einem anderen Coëfficienten, welcher ihrer mittleren geographischen Breite von 39° 45′ 56″ entspricht, berechnet, so dafs

$$(1+0{,}002837 \cos 2\psi)\,18393^{\text{mèt.}} = 9442{,}08 \text{ Toisen.}$$

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen über dem Vorigen.	Toisen über dem Meere.
4. Septbr.	Station Agsböük	14°,1C.557,65		
	Wegscheider des Agsböük	18 ,2 « 547,25	+ 85,49	909,8
	Etschmiadsin	13 ,2 « 609,70		
31. Octbr.	Araxes, 2 Fufs über dem Wasser	15 ,8 « 612,95	— 21,06	456,7
	Araxes	14 ,3 « 614,80		
30. Octbr.	Kloster St. Jacob	7 ,0 « 541,10	+ 540,16	996,9
	Etschmiadsin	13 ,2 « 610,30		
	Kloster St. Jacob	12 ,4 « 541,40	+ 515,62	993,4
	Diese letzte Messung ist nur des Vergleiches wegen mit der vorigen angeführt, welche, weil sie in zwei Stationen gemacht wurde, den Vorzug vor dieser haben mufs.			
31. Octbr.	Araxes 2 Fufs über dem Wasser	16 ,4 « 612,80		
	Erivan am höchsten Theil der Stadt	11 ,3 « 598,90	+ 95,21	551,9
	Diese Beobachtungen differirten um 7 Stunden, der Barometergang war aber sehr beständig und der Fehler kann nur ein Paar Toisen betragen.			
1. Novbr.	Erivan am höchsten Theil der Stadt.	13 ,0 « 599,00		
	Dorf Kanakir	12 ,6 « 579,90	+ 139,39	691,3
	Diese Beobachtungen differirten um 5 Stunden, aber der Gang des Barometers war ebenfalls nur wenig veränderlich gewesen.			
12. Septbr.	Kloster St. Jacob	15 ,0 « 544,45		
	Nachtlager am Ararat .	1 ,0 « 434,00	+ 948,90	1945,8

Tag.	Barometrische Standpunkte.	Gleichzeitige Beobachtungen.	Toisen über dem Vorigen.	Toisen über dem Meere.
	Kloster St. Jacob	17°,8 C. 544,75 mm		
13 Septbr	Oestlicher Eisabhang des Ararat	6 ,5 « 390,00	1428,04	2424,9
«	Kloster St. Jacob	17 ,2 « 545,35		
	Schneegränze	9 ,5 « 412,50	1177,00	2173,9
18	Kloster St. Jacob	18 ,6 « 546,45		
	Grasfläche Kip-ghioll am Ararat	10 ,5 « 452,10	813,43	1810,3
«	Kloster St. Jacob	16 ,6 « 545,98		
	Schneegränze	8 ,1 « 434,40	977,05	1974,0
19	Kloster St. Jacob	16 ,5 « 545,83		
	Nachtlager am Ararat .	1 ,5 « 423,20	1060,76	2057,6
«	Kloster St. Jacob	16 ,5 « 545,83		
	Schneegränze	0 ,5 « 405,80	1244,46	2241,4
«	Kloster St. Jacob	17 ,0 « 545,05		
	Das grofse Kreuz	0 ,0 « 378,90	1525,94	2522,8
	Kloster St. Jacob	9 ,8 « 543,20		
	Nachtlager am Ararat .	4 ,5 « 410,75	1175,72	2172,6
	Diese Nachtlager sowohl als die Punkte an der Schneegränze waren jedesmal ganz andere.			
27	Kloster St. Jacob	16 ,7 « 545,10		
	Gipfel des grofsen Ararat	3 ,7 « 361,50	1712,06	2709,0
27 Octbr.	Kloster St. Jacob	8 ,6 « 544,55		
	Gipfel des kleinen Ararat	6 ,4 « 420,80	1050,43	2047,3
«	Kloster St. Jacob	7 ,3 « 543,70		
	Birkenwäldchen am kleinen Ararat	9 ,5 « 506,60	301,31	1298,2
19	Kloster St. Jacob	11 ,5 « 545,10		
	Trigonometrische Basis	14 ,6 « 618,20	— 540,49	456,4
30	Kloster St. Jacob	6 ,3 « 542,10		
	Magnetische Felsen . .	7 ,6 « 523,40	149,02	1145,9

Die Uebereinstimmung in der Höhe des Araxes und der trigonometrischen Basis, jene zu 456,7, diese zu 456,4 Toisen über dem Meere, ist ein Beweis für die Genauigkeit der barometrischen Messung, denn beide Orte müssen ein fast gleiches Niveau haben, weil die trigonometrische Grundlinie auch in der Ebene des Araxes gewählt war, bei den Dörfern, durch welche die sogenannten Schwarzbäche sich hinziehen. Diese Bäche sind aber nichts als Nebenbäche und Seitencanäle des Araxes, über welche der Boden sich kaum um ein Paar Fufs erhebt.

Von wesentlichem Interesse ist's nun ferner einen Vergleich anzustellen, zwischen der trigonometrischen und barometrischen Höhenbestimmung des grofsen sowohl als des kleinen Ararat. Nach vorstehenden Resultaten der barometrischen Messungen beträgt die Erhebung des Gipfels des grofsen Ararat über der trigonometrischen Basis im Thale des Araxes:

540,49 + 1712,06 = 2252,5 Toisen.

Aus Herrn Fedorovs Abhandlung ergiebt sich die Erhebung der Spitze *P'* am grofsen Ararat, welches die höchste und auch von mir barometrisch gemessen ist, über der Basis . . . . . 2221,8 —

Unterschied: 30,7 Toisen.

Die Erhebung des kleinen Ararat über der Basis beträgt nach vorstehender Tabelle . . . . . 540,49 + 1050,43 = 1590,9

Nach der trigonometrischen Bestimmung aber 1582,2

Unterschied: 8,7

Die trigonometrische Messung hat in der mir wohlbekannten Genauigkeit des Herrn Fedorov, so wie in der Revision seiner Rechnung durch Herrn Professor Struve zu sichere Garantieen ihrer Zuverlässigkeit, als dafs man in ihr irgend einen Irrthum annehmen könnte; auf der anderen Seite vermag ich auch in der barometrischen Messung nichts aufzufinden, was den Unterschied von 30,7 Toisen beim grofsen Ararat genügend erklären könnte. Zwar erinnere ich mich, dafs auf dem Gipfel des grofsen Ararat das Quecksilber im Baro-

meter so tief stand, dafs ich das Visir mit dem Nonius nicht ganz bis dahin herabschieben konnte, doch reichte die Skale noch tiefer hinab, und es war mir daher nicht schwer, an ihr nach dem Augenmaafse die Höhe des Quecksilberstandes so genau abzulesen und zu bezeichnen, dafs ich sicher seyn konnte, wenigstens mich nicht um 0,5 der halben Linie zu irren, wozu schon, ich mufs es gestehen, viel Ungeschicklichkeit gehört haben würde; aber einen gröfseren Fehler zu begehen, war ein Ding der Unmöglichkeit, und der gefundene Höhenunterschied würde einen Irrthum von etwa 2,5 dieser Theile voraussetzen.

Barometrisches Nivellement über den Kreuzberg durch auf einander folgende Beobachtungen.

Unbezweifelt sind barometrische Höhenbestimmungen, welche auf correspondirenden Beobachtungen beruhen, die einzigen ganz sicheren. Doch wird in Fällen, wo sie nicht ausgeführt werden konnten, in interessanten Gegenden auch eine Art von Messung nicht zu verschmähen seyn, welche allerdings eine geringere Sicherheit des Resultates verspricht, aber auf jeden Fall viel genauer ist, als die üblichste Methode mittelst ganz isolirter Beobachtungen. Ich meine die Art, nach welcher ein Beobachter an verschiedenen Punkten seines Weges die Barometerstände anmerkt, und die innerhalb eines Tages gemachten Beobachtungen von Station zu Station als eine Reihe correspondirender Beobachtungen behandelt. Allerdings enthält eine solche Messung die Fehler der veränderten Witterung, aber doch mit Ausschlufs derjenigen Veränderungen, welche sich während der Nacht ereignen und derjenigen, welche sich innerhalb eines Tages aufheben; und wenn man so glücklich ist, an Tagen zu beobachten, an welchen das Barometer geringen Veränderungen unterlag, so läfst diese Methode einen ziemlichen Grad von Genauigkeit zu, wie ich

dies zuerst beim Nivellement des Rosa-Gebirges versucht *), nachher in den Pyrenäen wiederholt **), und in beiden Fällen durch eine entscheidende Probe bewährt habe. Aufserdem wird die Messung, von welcher hier die Rede ist, dadurch von einiger Wichtigkeit, dafs sie den berühmten Kreuzberg, das Joch des Kaukasus betrifft, von dem so viele Reisende sprechen und schreiben, und über dessen wirkliche Höhe doch bis jetzt nichts Bestimmtes bekannt gemacht worden ist.

Tag.	Stunde.	Standpunkte.	Beobachtungen.	Toisen über dem Vorigen.	Toisen über dem Meere.
Juni.					
	1. Nm.	Station Kobi. .	23°,0 C. 534,10		1008,9
3	3. 15′ Nm.	Kreuz am Kreuzberge.	15 ,4 « 505,85	233,7	1242,6
«	3. 15′ «	Kreuz am Kreuzberge.	15 ,4 « 505,85		
	4. Nm.	Guda-Berg. . .	23 ,5 « 505,10	13,1	1255,7
«	4. «	Guda-Berg. . .	23 ,5 « 505,10		
	7. «	Neu-Keschaur	17 ,5 « 546,70	—356,0	899,7
	4. 30′ Vm.	Neu-Keschaur	18 ,0 « 545,65		
4	10. «	Passanaur . . .	24 ,3 « 591,80	—355,7	544,0
	12. 45′ «	Passanaur. . . .	27 ,0 « 591,25		
«	5. 45′ «	Kloster Ananur	26 ,1 « 607,50	—123,8	420,2
5	5. 30′ «	Kloster Ananur	16 ,6 « 606,0		
	3. Nm.	Gartiskar. . . .	20 ,6 « 630,90	—174,1	246,1
«	3. «	Gartiskar. . . .	20 ,6 « 630,90		
	12. Nachts	Tiflis Absteigewohnung . . .	22 ,0 « 638,60	—52,8	193,3
	10. Vm.	Tiflis Absteigewohnung . . .	26 ,2 « 643,50		
16	11. «	Kurbrücke . . .	27 ,1 « 645,00	— 9,8	183,5

*) Schweigger Journal für Chemie und Physik. 19. Band. 4. Heft.

**) Naturwissenschaftliche Abhandlungen aus Dorpat. Berl. 1823.

In der letzten Columne habe ich die Höhe der Kurbrücke aus dem grofsen Nivellement zum schwarzen Meere genommen, und nach ihr die übrigen Punkte bestimmt. — In Gartiskar war der hier angegebene Beobachtungsort ein ganz anderer, als der bei dem früheren Nivellement vorkommende, nämlich auf einer Anhöhe bei der Station, — daher der Unterschied dieser und der früheren Höhenbestimmung.

Bei meiner Rückreise im Winter beobachtete ich am 2. Januar wieder auf dem Gudaberg um 11. Uhr Vm. 1°,3 C. $502,\frac{m}{2}7$, und um 5. Abends in Kobi, aber 20 Fufs niedriger als im Sommer 10°,8 C. $533,\frac{m}{2}6$; dies giebt nach der nämlichen Berechnungsweise einen Höhenunterschied von 249,0 Toisen, und wegen des veränderten Standortes in Kobi 249,0—3,3 Toisen = 245,7 für die Höhe des Gudaberges über Kobi. Das Nivellement im Sommer hatte 233,7 + 13,1 = 246,8 Toisen gegeben, wahrlich eine sehr schöne Uebereinstimmung! —

Wenn man jede dieser auf dem Gudaberg angestellten Beobachtungen nach der sonst üblichen Weise mit einem constant angenommenen Barometerstande am Meere berechnet, der nach Lindenau 12°,0 C. $676,\frac{m}{2}4$ beträgt, so ergiebt sich die Höhe des Berges aus der Sommerbeobachtung 1291,0 Toisen, aus der Winterbeobachtung 1240,0, also mit einem Unterschiede von 51 Toisen, zum deutlichen Beweise, wie wenig genau diese Art barometrischer Höhenmessungen ist. Da wir hier aber zwei Beobachtungen auf dem Berge haben, aus der Zeit des Minimum und des Maximum des Barometerstandes, so sehen wir, dafs das Mittel aus beiden Bestimmungen, nämlich 1265,6 dem Resultate des Stationen-Nivellements von 1255,7 wieder sehr nahe kömmt, denn eine Genauigkeit bis auf $\frac{1}{125}$ der Höhe mufs bei barometrischen Höhenmessungen schon befriedigen.

Quellen-Temperaturen.

So wenig als es genügt, einmal auf das Barometer gesehen zu haben, um die Erhebung eines Orts über der Meeresfläche zu erfahren, so wenig darf man sich schmeicheln, die wichtige Frage von der mittleren Temperatur des Bodens einer Gegend ausmitteln zu können dadurch, dafs man im Vorbeigehen das Thermometer in die erste beste Quelle taucht, oder in einen Eimer Wasser, der aus dem nächsten Brunnen gezogen wird. Dies kann aber den Naturforscher, welcher sich um die Erscheinungen im Inneren der Erde bekümmert, der Verpflichtung nicht überheben, den Quellen-Temperaturen seine Aufmerksamkeit zu widmen, welche theils als blofse locale Wirkungen localer Ursachen für die Physik der Erde ihre Bedeutung haben, theils aber auch durch ihre Vervielfältigung und gegenseitige Vergleichung, wenn sich daraus eine allgemeine Regel über die Vertheilung der Wärme in der Erde ableiten läfst, — aller Beachtung werth sind.

Ich habe die Vorsicht beobachtet, die Quellen stets nur unmittelbar bei ihrem Hervortreten aus dem Boden zu untersuchen, und zwar mit einem sehr empfindlichen Thermometer, dessen Kugel nur $1\frac{3}{4}$ Lin. Durchmesser hatte, während die Grade an der Scale doch noch $\frac{3}{4}$ Lin. lang waren. Da der Frierpunkt an den Thermometern sich zu verändern pflegt, prüfte ich das meinige in dieser Hinsicht und brachte das Resultat bei den nachstehenden Angaben in Rechnung. Das Thermometer zeigte vor und nach der Reise im schmelzenden Eise +0°,6 R. Da ich meine übrigen Temperaturbeobachtungen an Centesimal-Thermometern gemacht und darnach angegeben habe, hielt ich es für passend, hier dieselbe Sprache zu führen — Die Höhen-Angaben der untersuchten Quellen über dem Meere sind theils auf genaue barometrische Nivellements gegründet, theils aber auch nur auf Schätzungen gegen die näch-

sten, ihrer Höhe nach bekannten Punkte. Durch die Angabe der möglichen Irrthümer bei diesen Schätzungen ist der Leser in den Stand gesetzt, den Werth einer solchen Beobachtung selbst zu bestimmen.

1) Am 17. Mai 1829 fand ich in der nördlich vom Kaukasus um den Manetsch gelegenen Kalmükensteppe bei 47° nördl. Breite, 59° östl. Länge und 18 Toisen über der Meeresfläche, aus dem Muschelkalk ein völlig klares Quellwasser vom reinsten Geschmack mit 13°,0 C. hervortreten.

2) Am 23. Mai befand ich mich in demselben Landstriche unweit des grofsen Manetsch-Sees bei Werchnoi Kamennoi Cordon in einer hüglichten Gegend, wo unter $46\frac{1}{3}$° nördl. Breite, 61° östl. Länge und bei 66 Toisen über dem Meere mehrere Quellen aus lehmichtem Erdreiche entspringen. An zweien derselben konnte ich die Temperatur unmittelbar bei ihrem Ursprunge nehmen und fand sie an beiden ebenfalls 13°,0 C.

3) Von Jekaterinogrod am Terek führt jetzt die Heerstrafse über den Kaukasus anfangs durch eine weite, kaum übersehbare Ebene. In dieser zeigte sich mir am 29. Mai, 19 Werst südlich von Jekaterinogrod, unter $43\frac{2}{3}$° nördl. Breite, 62° östl. Länge und 130 Toisen über dem Meere, eine aus ebener Erde hervortretende Quelle von 13°,6 C.

4) Am 2. Juni fand ich an der kaukasischen Gebirgstrafse, drei Werst nördlich von Lars aus dem Thonschiefer am linken Thalgehänge des Terek bei $42\frac{3}{4}$° nördl. Breite, 62° östl. Länge und etwa 450 Toisen (30 Toisen mehr oder weniger) über dem Meere eine Quelle mit 13°,7 C.

5) Am 2. Juni bei Lars selbst, 500 Toisen über dem Meere aus dem Thalschiefer hervortretend eine Quelle mit 8°,6 C.

6) Am 3. Januar 1830 bei unserer Rückkehr fand ich $5\frac{1}{2}$ Werst nördlich von Stepan Zminda hart am Wege bei 43° nördl. Breite, 62° östl. Länge und etwa 650 Toisen (30 Toisen mehr oder weniger) über dem Meere zwei Quellen nebeneinander von 9°,0 C.

7) Am 2. Juni 1829 vier Werst nördlich von Stepan Zminda, 700 Toisen (30 Toisen mehr oder weniger) über dem Meere eine Quelle am Fufse der hohen Felswand hervortretend 7°,4 C. Am 3. Januar 1830 fand ich die Temperatur derselben Quelle 6°,1 C.

8) Am 2. Juni drei Werst nördlich von Stepan Zminda, etwa 750 Toisen (30 Toisen mehr oder weniger) über dem Meere, ebenfalls am Fufse hoher Felsen hervortretend eine Quelle mit 10°,4 C. und ein Paar Schritt daneben eine mit 11°,1 C.

9) Am 2. Juni zwei Werst nördlich von Stepan Zminda, etwa 800 Toisen (auch 30 Toisen mehr oder weniger) über dem Meere eine Quelle mit 6°,5 C.

10) Am 3. Juni 70 Toisen über Kobi, 1078 über dem Meere auf dem Wege zum Kreuzberge eine Quelle von 3°,2 C.

11) Am 3. Juni. Neben Nr. 10, über 10 Toisen tiefer im Bette des Flusses, tritt unmittelbar neben dem Wasser desselben, und daher wohl zu Zeiten auch von ihm überschwemmt, ein sehr wohlschmeckender, schwefel- und eisenhaltiger Sauersprudel aus einem etwa zwei Zoll grofsen runden Loch im horizontalen Kalkstein mit ziemlicher Kraft hervor und hatte damals 5°,4 C. Auf der Rückreise am 2. Januar fand ich ihn wieder mit eben so starker Kraftentwickelung, aber mit 4°,6 C.

12) Am 3. Juni an demselben Wege, 132 Toisen über Kobi, 1040 Toisen über dem Meere, ein Sauerbrunnen, der aber dem Geschmacke nach, und weil seine Umgebungen keinen röthlichen Niederschlag zeigten, nicht so eisen- und schwefelhaltig seyn mochte, von 7°,5 C.

13) Am 1. Januar 1830 etwa auf halbem Wege zwischen Keschaur und Passanaur auf der Südseite des Kaukasus, am Ufer eines kleinen Baches, ohngefähr 700 Toisen (20 Toisen mehr oder minder) über dem Meere ein eisenhaltiger Sauersprudel mit starker Luftentwickelung von 8°,6 C.

14. Am 4. Juni 1829 bei Passanaur, $42\frac{1}{3}$° nördl. Breite, $62\frac{1}{3}$° östl. Länge und 540 Toisen über dem Meere aus wei-

chem Erdreiche eine Quelle einfachen, reinen Wassers von 10°,9 C.

15) Am 4. Juni südlich von Passanaur, 516 Toisen über dem Meere ein reines Quellwasser von 11°,1 C.

16) Am 4. Juni südlich von Passanaur, 500 Toisen über dem Meere ein Reinwasser-Quell von 12°,4 C. Zwei Fufs daneben ein anderer von 15°,5 C. Beide auf drei Schritt von einem kleinen Gebirgsbache.

17) Am 4. Juni südlich von Passanaur, 443 Toisen über dem Meere finden sich zwei hölzerne Rinnen von 12 Fufs Länge für zwei Quellen, die bei ihrem Austritt aus dem Thonschiefer 10°,1 C. hatten. Eben dieselben hatten am 31. December 1829 bei meiner Rückkehr 8°,7 C., bei einer äufseren Luftwärme von 0°.

18) Am 31. August 1829 schöpfte ich zweimal hintereinander einen Eimer voll Wasser aus einem der tiefsten Brunnen bei Tiflis, in der Nähe der Kathedralkirche, 190 Toisen über dem Meere, und fand es 15°,1 C. Der Brunnen war sehr eng, 22 bis 23 Fufs tief und stand damals immer mit Bretern bedeckt. —

19) Am 11. August in Kacheti, zwischen den Dörfern Jenisseli und Schakreane, 42° nördl. Breite, 63° östl. Länge, 160 Toisen über dem Meere eine Quelle ganz reinen Wassers am Fufse eines Berges von 14°,2 C.

20) Am 11. August eine halbe Werst von Nr. 19 gegen Schakreane eine säuerliche Schwefelquelle in gleicher Höhe von 15°,9 C.

21) Am 11. August im Dorfe Schakreane, 155 Toisen über dem Meere, eine aus dem ebenen Sandboden hervordringende Quelle reinen Trinkwassers von 13°,6 C.

22) Den 21. August. Am östlichen Ende der Stadt Telawi in Kacheti treten an einer Stelle mehrere Quellen aus dem Erdreich, die aber noch in der Erde in Röhren gefafst mehrere Faden weit geleitet werden; fünf derselben hatten die Temperaturen: 13°,0 C.; 12°,4 C.; 12°,4 C.; 12°,5 C.; 12°,4 C., und nur eine sechste konnte ich an ihrem Ursprung selbst beobachten, wo sie 12°,0 C. hatte.

23) Den 21. August fand ich am entgegengesetzten Ende von Telawi, am Wege nach Tiflis aus dem Gerülleberge bei den vielen Schmieden eine Quelle unmittelbar aus dem Boden treten mit 12°,1 C. —

Am Ararat giebt es keine anderen Quellen als die von dem schmelzenden Eise der Schneeregion entstehen, daher habe ich über die Temperatur unterirdischer Quellen daselbst keine Beobachtungen anstellen können.

Beobachtungen über den Magnetismus.

Das Declinatorium, dessen ich mich bei diesen Untersuchungen bediente, hatte eine Nadel ab von $10\frac{2}{3}$ Zoll Länge, aus einem dünnen gehämmerten Stahlblatt, und war der Länge nach durchbrochen; sie ruhte mittelst eines Achathütchens auf einer harten Stahlspitze, und konnte durch die bekannte Einrichtung mit der excentrischen Scheibe c ausgehoben und niedergelassen werden, indem man an dem Knopfe d drehte. Die Theilung der Kreisbogen ef befand sich nicht in der horizontalen Ebene, sondern auf der senkrechten äufseren Wand, so dafs ein gleichfalls senkrechter, feiner Einschnitt am Ende der Nadel grade über dieser Eintheilung schwebte. Als Zielpunkt diente jedesmal ein mehrere tausend Fufs entfernter Punkt, dessen Azimut gegen den astronomischen Meridian durch Sonnendistanzen und Circummeridianbeobachtungen mittelst des Theodoliten bestimmt wurde. Die Einstellung des Instruments nach diesem Zielpunkte geschah auf die möglichst einfache Weise durch zwei Haarpendel gh, welche grade den Nullstrich der Theilung berührten; aber weil das Zielen von einem Haar auf ein anderes nicht genau ausfällt, waren noch die Schieber ik angebracht, die so ge-

stellt wurden, dafs der Zielpunkt grade zwischen die abwärts gerichtete Dreieckspitze des einen und die aufwärts gerichtete Spitze des anderen Schiebers zu liegen kam, was, nach meiner Erfahrung, fürs Einstellen mit dem bloſsen Auge die genaueste Methode ist. Zugleich wurde immer darauf gesehen, dafs diese Dreieckspitzen auch grade das Haar an jedem Pendel berührten. Mit Ausnahme dieser Schieber und der excentrischen Scheibe, die von aufsen gestellt werden konnten, war Alles in einem Glaskasten mit messingenen Rahmen geschlossen, und dieser ruhete auf dem hölzernen Rahmen *lm*, drehbar vermittelst des Zapfens in der Mitte. Die feinere Einstellung nach dem Ziele geschah mittelst der Micrometerschraube *p*, welche den Glaskasten auf dem hölzernen Rahmen dreht. Das kurze Messingrohr *m*, das gewöhnlich mit einem Kork verschlossen war, diente dazu, ein Glasrohr aufzunehmen, worin ein Faden ungedrehter Seide angebracht war, um die Nadel, nachdem ihr Achathütchen gegen einen Haken vertauscht war, an dem Faden hängen zu lassen. Ich habe mich indessen dieser Aufhängungsweise zu den Declinationsbestimmungen nicht bedient, weil ich der drehenden Reaction des Fadens nicht trauen mochte. — Die Ablesung der Stellung der Nadel geschah stets mit Hülfe einer guten Lupe. — Die Eintheilung war mittelst einer gradlinigten Theilmaschine auf Streifen feinen Silbers gemacht, welche auf Messingbogen von der gehörigen Krümmung mit kleinen Schrauben befestigt wurden. Es war eine Theilung in Zehntel-Linien, deren Werth in Theilen des Kreises auf folgende zwiefache Weise ausgemittelt wurde. Erstens mafs ich den Radius von der Spitze, auf welcher die Nadel schwebte, bis zur Theilung unmittelbar mit dem Maafsstabe und fand ihn 64,35 par. Lin.; jede Zehntel-Linie der Eintheilung betrug also 5,3393 Min. Zweitens bediente ich mich dieses Apparates als Winkelinstruments und bestimmte durch ihn, aber ohne Magnetnadel vier Winkel entfernter Objecte, die dann von demselben Punkte aus durch Herrn Fedorov mit dem Theodolit gemessen wurden, und fand:

	am Declinatorium		am Theodoliten	Werth jeder Zehntel-Linie
Winkel	$a = 43{,}0$	Zehntel-Lin.	3° 49′ 12″,7	5,3305 Min.
«	$b = 41{,}57$	« «	3 43 43,3	5,3818 «
«	$c = 38{,}74$	« «	3 25 49,5	5,3130 «
«	$d = 28{,}07$	« «	2 29 40,0	5,3317 «
			mittlerer Werth einer Zehntel-Linie	5,3392 Min.

welches bis auf 0,0002 Min. oder 0,012 Sec. mit dem Resultate der Ausmessung des Radius übereinkommt.

In Dorpat bei 58° 23′ nördl. Breite, 44° 23′ östl. Länge und 200 Fufs über dem Meere untersuchte ich auf dem sogenannten Domberge, mehrere hundert Schritt von den Gebäuden die magnetische Abweichung gegen einen etwa zwei Werst entfernten Schornstein, dessen Azimut gegen den Meridian des Beobachtungsortes durch Herrn Fedorov mit dem Theodolit zu 3° 59′ 36″ westl. bestimmt wurde. — Ich fand am 13.*) März 1829 um 5 Uhr Nachm. das Nord-Ende der Nadel 57,12 Zehntel-Lin. = 5° 4′ 58″ westl. vom Signal, also beträgt die magnetische Declination in Dorpat 9° 4′ 34″. Eben so fand ich am 20. März 5 Uhr Nachm. 8° 59′ 35″ und am 23. März um 4 Uhr Nachm. 8° 59′ 23″

Mittel 9° 1′ 10″ westl.

Vielleicht möchte auf die erste dieser drei Beobachtungen nicht ganz so viel Werth zu legen seyn, als auf die beiden anderen, weil sie die erste war, durch welche ich mit dem eben fertig gewordenen Apparate mich erst einübte.

In Tiflis konnte ich, aus mehr als einem Grunde, keinen besseren Standpunkt zur Bestimmung der magnetischen Declination wählen, als auf dem ebenen sehr festen Dache des Hauses, das wir bewohnten, bei 41° 41′ nördl. Breite, 62° 34′ östl. Länge und 1200 Fufs über dem Meere.

Ich mufste mich aber vor allen Dingen überzeugen, ob

*) Es gilt hier, wie überhaupt in allen von mir gemachten Zeitangaben der in Rufsland noch übliche sogenannte alte Julianische Kalenderstyl.

nicht irgend welche im Hause befindlichen Eisenmassen auf die Magnetnadel einen Einfluſs ausübten, und dazu wählte ich das einfache und entscheidende Mittel, daſs ich von zwei verschiedenen Punkten B, A, auf dem Dache die magnetische Declination gegen ein und dasselbe entfernte Object C bestimmte; die Summe der Winkel MBC und $M'AC$ gab mir den Winkel C, wenn $BM \# AM'$ war; worauf dann Herr Fedorov mit dem Theodoliten den Winkel C durch die Winkel CBA und CAB maſs.



Ich fand am 21. Juni $C = 20{,}04 + 16{,}14 = 36{,}18$ Zehntel-Lin.
« « « 22. « $C = 19{,}83 + 16{,}3 = 36{,}13$ « «
« « « 29. « $C = 20{,}55 + 15{,}60 = 36{,}15$ « «
Mittel 36,15 Zehntel-Lin.
Nach Obigem $= 3^\circ\ 13'$

Die Messung mit dem Theodoliten ergab $CBA = 106^\circ\ 8'\ 51''$ und $CAB = 70^\circ\ 38'\ 3''$, also $C = 3^\circ\ 13'\ 6''$, was nur um 6 Sec. von der Bestimmung mit der Magnetnadel abweicht und mithin beweist, daſs $BM \# AM$, oder daſs in B und in A die Nadel im wahren magnetischen Meridian lag, also keine Localanziehungen stattfanden. —

Um über die mögliche Einwirkung von vorhandenem Eisen auf die Magnetnadel ferneren Aufschluſs zu erhalten, lieſs ich in dem 25 Fuſs und fast grade unter der Beobachtungsstelle befindlichen Zimmer alles Eisen, was wir an Flinten, Pistolen und Handwerkszeug in nicht geringer Menge hatten, zusammentragen, und fand die Declination (jedoch ohne Umlegung der Nadel, weil es nicht auf Bestimmung der absoluten Declination ankam) 18,3 Zehntel-Linien. Dann lieſs ich dieses sämmtliche Eisen bei derselben Tiefe in einem horizontalen Abstande von etwa 14 Schritt wegbringen und fand nun die Abweichung der Nadel vom Ziele 18,36 Zehntel-Lin.,

also nur einen Unterschied von 0,06 Zehntel-Lin. = 19 Sec., woraus wohl hervorgeht, daſs auch das in den verschiedenen Zimmern in kleineren Massen vertheilte Eisen von keinem namhaften Einflusse auf die Stellung der Magnetnadel war und der gewählte Standpunkt sich mithin allerdings zur Untersuchung der magnetischen Elemente eignete. Hinzufügen muſs ich, daſs bei diesen, wie bei allen übrigen Beobachtungen am Declinatorium für jede derselben die Nadel gehoben, niedergelassen und durch ein Stück Eisen in kleine Schwingungen versetzt wurde, und daſs jede der hier gemachten Angaben das Resultat von vier solchen gleich auf einanderfolgenden Beobachtungen ist, von deren Uebereinstimmung nur dieses, durchaus nicht gesuchte Beispiel zeugen mag:

Den 28. Juni 7 U. 15′ Vorm. N. westl. 16,8 16,9 16,8 16,8
« « « « « « S. östl. 19,9 19,8 19,9 19,8
Mittel 18,35 Zehntel-Lin.

Umkehrung der Nadel.
N. westl. 10,4 10,3 10,4 10,3
S. östl. 13,3 13,1 13,2 13,1
Mittel 11,76 Zehntel-Lin.

Gesammtmittel 15,05 Zehntel-Lin. $= 1^\circ\ 20'\ 21''$
Azimut $= 2\ 23\ 24{,}0$
Declination $3^\circ\ 43'\ 45''$

Das Ziel für diese Beobachtungen lag in Süd etwa tausend Fuſs vom Beobachtungsorte, und sein Azimut gegen den Meridian betrug, nach Herrn Fedorovs Bestimmungen $2^\circ\ 23'\ 24''{,}0$ östlich. Ein Punkt in grad entgegengesetzter Richtung nach Norden hätte also ein westliches Azimut von $2^\circ\ 23'\ 24''{,}0$ gehabt, und auf ein solches muſste die Stellung der Magnetnadel, von deren Nord-Ende man bei solchen Bestimmungen ausgeht, bezogen werden. Auf diese Weise fand ich am 21. Juni 1829 um 11 Uhr das Ende der Nadel um 16,14 Zehntel-Lin. $= 1^\circ\ 26'\ 10''$ östlich vom Ziel, also betrug die Declina-

tion	3°	49′	34″ westl.
Am 22. Juni 9½ Uhr Vorm. 15,05 Zehntel-Lin. = 1° 20′ 21″, die Declination . .	3	43	45 «
Ebenso am 22. Juni 12 Uhr Mittags . . .	3	50	25 «
Am 28. Juni 7½ Uhr Vorm.	3	43	45 «
« 29. « 9 « «	3	46	44 «
« « « 11 « «	3	46	35 «
Magnetische Declination zu Tiflis im Mittel:	3°	46′	48″ westl.

Ueber den stündlichen Wechsel der magnetischen Declination machte ich an demselben Standpunkte am 28. Juni folgende Reihe von Beobachtungen, bei welchen aber, da es nicht auf die absolute Bestimmung der Abweichung ankam, die Nadel blofs in einer Lage, aber jedesmal nach geschehenem Aufheben und Herablassen und einigen kleinen Schwingungen an ihrem Nord- und Süd-Ende abgelesen, aber in der Angabe nur auf das Nord-Ende bezogen wurde. Die dritte Columne enthält die Unterschiede nach oben angegebenem Verhältnisse auf Minuten reducirt. —

Stunde.	Nord-Ende. Zehntel-Lin.	Unterschied.	Stunde.	Nord-Ende. Zehntel-Lin.	Unterschied.
Vorm.			Nachm.		
7 —	westl. 11,76	+0′ 28″,8	2 —	westl. 14,07	+0′ 19″,2
8 —	« 11,85	+0 48 ,0	« 15′	« 14,13	−0 28 ,8
« 30′	« 12,00	+1 29 ,6	« 30′	« 14,01	−0 45 ,2
9 —	« 12,28	+0 38 ,4	« 45′	« 13,88	−0 51 ,2
« 45′	« 12,40	+2 40 ,2	3 —	« 13,72	−0 19 ,2
10 15′	« 12,90	+0 0 ,0	« 30′	« 13,66	−1 52 ,1
« 30′	« 12,90	+0 25 ,6	4 —	« 13,31	−0 57 ,7
« 45′	« 12,98		« 30′	« 13,13	−0 41 ,6
Nachm.		+1 4 ,1	5 —	« 13,00	+0 22 ,3
12 45′	« 13,18	+1 0 ,8	« 30′	« 13,07	+0 35 ,2
1 15′	« 13,37	+1 23 ,3	6 —	« 13,18	−2 27 ,3
« 30′	« 13,63	+0 44 ,6	« 10′	« 12,72	−0 48 ,0
« 45′	« 13,77	+1 36 ,1	« 30′	« 12,57	
2 —	« 14,07				

Daraus ergiebt sich also eine ununterbrochene Bewegung des Nord-Endes der Nadel gegen West, von 7 Uhr Morgens bis 2¼ Uhr Nachmittags um 12′ 37″, und hierauf bis 6½ Uhr Abends eine Bewegung gegen Ost um 8′. Die zwischen 5 und 6 Uhr vorkommende Anomalie mufs wohl einer speciellen temporären Ursache zugeschrieben werden, zumal da sie gleich darauf wieder durch einen sehr grofsen Schritt in der regelmäfsigen Richtung mehr als aufgehoben wird. Eine namhafte Witterungserscheinung hatte sich indessen grade nicht ereignet.

In St. Jacob am Ararat wurde die Declination auf einem 70 Fufs hohen Hügel bestimmt, also bei 39° 42′ nördl. Breite, 61° 55′ östl. Länge und 6050 Fufs über dem Meere. Auch hier lag das Signal für die magnetische Declinationsbestimmung in Süd vom Standpunkte aus und zwar nach Herrn Fedorovs Messungen mit dem Theodoliten nach Sonnendistanzen mit einem Azimut von 5° 1′ 11″ 5 östlich; ein diesem Punkt entgegengesetzter Punkt in Norden würde also vom Meridian eben so viel westlich gelegen seyn, und auf diesen müssen die magnetischen Angaben sich auch hier beziehen.

Am 23. September 1833 um 11 Uhr Vorm. fand ich, als Mittel der Beobachtungen am Nord- und Süd-Ende in beiden Lagen der Nadel das Nord-Ende 6,05 Zehntel-Lin. = 32′ 18″ östlich vom Meridiane; die magnetische Declination also = 4° 28′ 53″,5. An demselben Orte und Tage um 3 Uhr Nachm. war das Resultat der Beobachtungen ganz genau dasselbe. —

Zu den Untersuchungen der magnetischen Neigung hoffte ich anfangs mich eines Inclinatoriums von Apel und Lüders in Göttingen bedienen zu können, welches das hiesige physikalische Cabinet eben erhalten hatte, mit einer zehnzolligen Nadel und einem sehr schön getheilten senkrechten Kreise, nebst Azimutalkreis. Die cylindrische Axe der Nadel war aber auf kleine Frictionsrollen gesetzt, deren cylindrische Zapfen auf hohlen Achatlagern ruhten. Diese Einrichtung giebt wegen sehr vermehrter Friction und wegen Verschiebung der Axen in ihren Lagern keine hinreichende Empfindlichkeit und Sicherheit; unter alleiniger Beibehaltung der getheilten Kreise

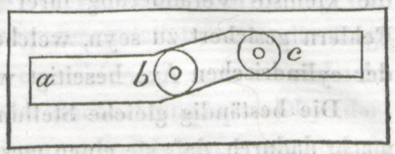
liefs ich bei dem hiesigen Universitätsmechanikus Brücker folgendes Inclinatorium daraus machen, durch welches ich zugleich die Idee realisirte, mich statt der bisher üblichen cylindrischen Axen einer prismatischen oder sogenannten Messerschneide zu bedienen, wie sie bei empfindlichen Waagen im Gebrauche sind. Der Hauptgrund zu dieser Einrichtung war mir nicht sowohl Verminderung der Friction, die allerdings dadurch auch in hohem Grade erreicht wird, sondern vielmehr die Beseitigung eines Fehlers der Beobachtungen, welcher daraus hervorgeht, dafs diese feinen cylindrischen Axen niemals als vollkommene Cylinder angesehen werden können, und daher bei jeder neuen Inclination auch die Gefahr eines neuen Fehlers herbeiführen, der keiner sichern Controlle unterworfen ist und durch keine bestimmte Beobachtungsweise eliminirt werden kann. Wäre es dagegen möglich, eine Inclinationsnadel mit einer prismatischen Axe so einzurichten, dafs diese bei allen Neigungen der Nadel stets in derselben Richtung und an derselben Stelle auf der Unterlage ruht, so wäre dieser noch einzig vorhandenen Quelle von constanten Fehlern abgeholfen, mit welchen die Inclinationsbestimmungen behaftet sind. Ich glaube diesen Zweck mit meinem Inclinatorium erreicht zu haben, und sehe mich dadurch zu dessen Beschreibung veranlafst.

Eine parallelepipedische Nadel ab von 10 Zoll Länge hat in ihrer Mitte eine runde Oeffnung, mit welcher sie auf einem Cylinder von Glockenmetall geschoben und durch einen sogenannten Sprengring so gehalten wird, dafs sie sich leicht um den Cylinder drehen kann. Durch den Cylinder ist die dreikantige Axe gesetzt, so dafs ihre scharfe Kante grade in der Axe des Cylinders liegt. Auf solche Weise schwebt die Nadel mit äufserster Leichtigkeit und mit einem Minimum von Friction auf einer ebenen Unterlage von Achat, die nur nach aufsen und innen etwas gewölbt ist, damit die Schneide nicht einmal in der ganzen Länge auf ihr ruhe. Jetzt kam es nur darauf an, eine Einrichtung zu treffen, bei welcher die Nadel

in jede beliebige Neigung gestellt werden konnte, ohne diese dreikantige Axe auch nur im Geringsten aus ihrer Lage zu bringen; denn da ihre scharfe Kante doch im Grunde nichts ist, als ein sehr schmaler Theil der Oberfläche, eines Cylinders, aus welchem sie geschliffen ward, so durfte sie auch nicht die kleinste Veränderung ihrer Lage erfahren, um vor den Fehlern gesichert zu seyn, welche eben durch die Abschaffung der cylindrischen Axe beseitigt werden sollten. —

Die beständig gleiche Stellung der Axe wurde möglich gemacht dadurch, dafs sie einen messingenen Zeiger abwärts hatte, dessen unteres mit einem kleinen Strich versehenes Ende bei c sichtbar ist. — Dieser Strich mufste bei jeder Beobachtung immer gegen einen und denselben Punkt der Theilung gerichtet seyn. Jetzt fehlte nur noch die Möglichkeit bei einer solchen Stellung der Axe, die Nadel drehen zu können, bis bei ihrer freien Lage der Zeiger auf seinen Normalpunkt wies. Um die Nadel ein wenig von ihrem Lager heben und sie wieder genau auf dieselbe Stelle niederlassen zu können, befand sich unter jedem Ende der dreikantigen Axe eine messingene Stütze dc, durch deren Hebung und Senkung eben diese Axe gefafst und wieder befreit wird. Diese beiden Stützen sind unten mit einander verbunden, und können gehoben und gesenkt werden durch eine kleine Einrichtung mit einer schiefen Ebene, die mittelst eines Zahntriebes, von welchem man nur den Dreher bei f sieht, hin und her geschoben wird. Um aber der Axe noch eine zweite Befestigung zu geben, hat der Zeiger nach oben hin eine Verlängerung h; und eine kleine, durch $i\,k\,l\,m$ vorgestellte Hebelvorrichtung dient dazu, indem das Deckelchen m herabgedrückt wird, dies obere Ende des Zeigers zu fassen. Das Senken und Heben des Deckels m mittelst der Hebelvorrichtung besorgt man gleichfalls durch den Dreher f, und die nemliche schiefe Ebene, welche erst die Stütze de hebt und dann den Deckel m herabdrückt, so dafs zwei Drehungen von f hinreichen, die ganze Nadel und mit ihr die Axe festzustellen. Diese Vorrichtung mit der schiefen

Ebene ist hier nicht zu sehen, sondern findet sich unten am Fufse des Kreises neben der Wasserwaage n und besteht in einer messingenen Platte, welche durch einen einfachen Zahntrieb mittelst des Drehers f hin und hergeschoben werden kann. In diesem Schieber ist ein Ausschnitt abc, und durch seine in der Mitte befindliche Neigung oder schiefe Ebene werden die Rollen b und c, von denen eine zu den Stützen de, die andere zu dem Hebelwerke $iklm$ gehört, nach einander gehoben und wieder gesenkt, je nachdem die Platte durch den Zahntrieb links oder rechts geschoben wird.



Um nun die Nadel nach irgend einer Seite hin drehen zu können, befindet sich in der hintern Wand der Kapsel des Instruments ein Stift mit einer excentrischen Scheibe r; ist der Stift weiter hineingeschoben, so wird durch eine Drehung desselben von aufsen die Nadel eine Bewegung bekommen und zwar eine sehr bestimmte und feine Bewegung. Um gröfsere Bewegungen hervorzubringen, ist der ganze mittlere Theil von der messingenen Wand des Instruments, in welchem die excentrische Scheibe befestigt ist, ausgeschnitten und drehbar, indem die dreizipflige Feder q aus dünngeschlagenem Messing sie beständig sanft anzieht. Auf diese Weise läfst sich der Nadel leicht und sicher jede Stelle geben, nur mufs man jedesmal nachsehen, ob bei der freien Lage derselben der Zeiger unten einspielt, und wenn es nicht geschieht, durch ein paar Drehungen an f die Axe fixiren, und durch die Wirkung der excentrischen Scheibe die erforderliche gröfsere oder kleinere Bewegung an der Nadel erzeugen. Alle diese Operationen verrichten sich aber in der völlig verschlossenen Kapsel ohne sie zu öffnen, frei von Störungen durch Wind und Wetter. —

Es versteht sich von selbst, dafs die Achatunterlagen sich auf einem Stück befinden, welches durch Schrauben horizontal gestellt werden kann, was indessen nur ein für allemal geschieht. Der Azimutalkreis st, die Stellschraube u verstehen sich von selbst. Die vordere Wand der Kapsel ist durch ein Spiegelglas geschlossen, kann aber durch das Scharnier v leicht geöffnet werden; unten ist eine planconvexe Linse auf diese Glasscheibe geklebt, um durch eine Lupe immer deutlich auf den Zeiger c sehen zu können. Zur Ablesung der Stellung der Nadel, welche zu diesem Behufe auf jedem Ende einen feinen Einschnitt hat, bediente ich mich einer Handlupe. Der Kreis war in Viertelgrade getheilt; durch die Vergröfserung schätzte ich die Zehntel derselben genau, hatte also $1\frac{1}{2}$ Minuten, und war sicher dabei keinen Fehler von einer Minute zu begehen. —

Um die Pole der Nadel umkehren zu können, wurde sie sammt dem Zeiger abgehoben, und von demselben getrennt, was durch Wegnahme des Sprengringes leicht geschehen konnte, und eben so leicht auch das Einsetzen. — Die Stellung des Kreises in den magnetischen Meridian konnte durch einen Declinationscompass hervorgebracht werden; weil dies aber immer eine Wegnahme der Inclinationsnadel voraussetzt, zog ich es meist vor, den magnetischen Meridian mittelst der Inclinationsnadel selbst auf die bekannte Weise zu finden, indem ich die Mitte zwischen zwei Stellungen suchte, bei welchen die Nadel gleiche Neigung hatte.

Die Ablesung geschah immer am Nord- uud Süd-Ende der Nadel; dadurch corrigirte sich die Excentricität des Unterstützungspunktes gegen den getheilten Limbus; es wurde ferner bei östlicher und westlicher Stellung des Kreises beobachtet, und dadurch corrigirte sich der Unterschied der magnetischen Linie in der Nadel von der Linie ihrer bezeichneten Endpunkte, so wie der Collimationsfehler des Kreises und eine etwaige Excentricität des Unterstützungspunktes gegen die Drehungsaxe der Nadel, und endlich wurde der Einflufs eines ungleichen mechanischen Moments zwischen beiden Hälften der Nadel durch die Umkehrung der Pole eliminirt.

Es ist nicht zu leugnen, dafs die Beobachtung an diesem Apparate etwas weitläufiger ist, als an den bisher gebräuchlichen, weil man öfters mehrere Hemmungen der Axe und Stellungen der Nadel vornehmen mufs, ehe sie die Neigung genau hat, welche der normalen Stellung des Zeigers entspricht; doch bin ich nach einiger Uebung bald dahin gekommen, die ganze Reihe von acht Beobachtungen in $\frac{3}{4}$ Stunden abzumachen, während welcher Zeit die Inclination noch keinem namhaften stündlichen Wechsel unterliegt. Dafür aber hat man die Bestimmung bis auf eine Minute durchaus sicher, und wenigstens frei von dem Fehler, welcher aus einer veränderten Stellung der cylindrischen Axe hervorgehen kann, wenn sie nicht vollkommen cylindrisch ist, was nach dem Zeugnisse bewährter Beobachter höchst selten der Fall sein mag. Und sollte der Apparat auch für ein Reise-Inclinatorium zu complicirt befunden werden, so dient er wenigstens sehr gut zur Verificirung von Inclinatorien, die nach dem gewöhnlichen Principe mit cylindrischen Axen eingerichtet sind.

Mit diesem Apparate fand ich die Inclination in Dorpat,

am 23. Juni 1831 Nachmittags . .	70°	43′,75
« 29. Aug. 1833 « . .	70	43 ,7
an demselben Tage « . .	70	43 ,1
am 31. Aug. 1833 « . .	70	42 ,8
« 8. Septbr. « « . .	70	42 ,4
Mittel	70°	43′,15

In Tiflis betrug die Inclination im Mittel aus den am 3. und 5. Juli 1829 angestellten Beobachtungen 55° 31′. Ich wiederholte die Beobachtungen am 4. Juni und fand 55° 37′; es zog aber grade damals ein Gewitter auf, und so mag ich dieses Resultat nicht in Rechnung ziehen. —

Aufser der oben angegebenen parallelepipedischen Nadel hatte ich auch noch eine ganz leichte, von derselben Gestalt als die früher beschriebene Declinationsnadel, mit einer feststehenden, an den Enden aber kegelförmig zugespitzten Axe in gleichfalls kegelförmigen Pfannen aus Glockenmetall, die

aber etwas weiter waren als die Axe, so dafs nur die Spitzen der letztern aufruhten. Von dieser Einrichtung konnte ich freilich nicht die Genauigkeit der Einstellung in die magnetische Richtung erwarten, als von der prismatischen Axe an der Normal-Nadel, da eine feine Spitze hier doch auch eigentlich nicht anders wirkt als ein gleich feiner Cylinder; da diese Spitzen aber ungleich feinere Durchmesser haben als die gebräuchliche cylindrische Axe, so war es zu erwarten, dafs, auf die Gefahr einer etwas gröfsern Friction, doch vielleicht die Resultate vortheilhaft ausfallen würden. Zwanzig Inclinationsbestimmungen in Tiflis, jede auf einer Reihe von acht Beobachtungen beruhend, gaben als Resultat; 55° 33′$\frac{1}{2}$; 34′; 33$\frac{1}{2}$; 33; 32$\frac{1}{2}$; 33$\frac{1}{2}$; 33; 30$\frac{1}{2}$; 27; 31; 30; 29$\frac{1}{2}$; 28$\frac{1}{2}$; 34$\frac{1}{2}$; 35; 31$\frac{1}{2}$; 30$\frac{1}{2}$; 28$\frac{1}{4}$; 32; 31$\frac{1}{4}$ Min. Die Extreme differiren also nur um 8 Min., und das Mittel von 55° 31′,4 stimmt bis auf 0,4 Min. mit dem Ergebnifs der Beobachtungen an der Normal-Nadel überein. —

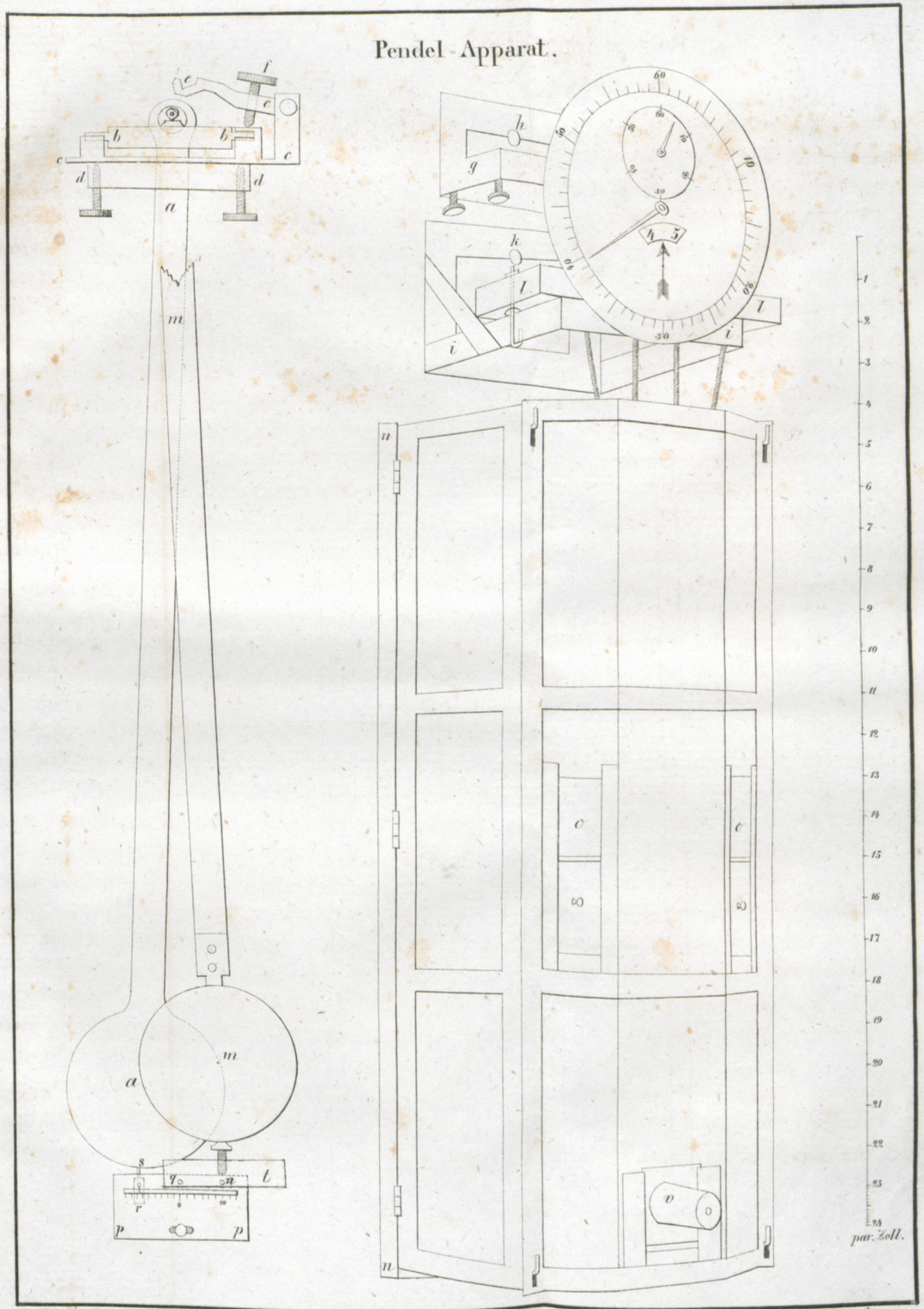
Auch in St. Jacob am Ararat bestimmte ich die Inclination und fand sie mit der Normal-Nadel am 25. September 1829 Vormittags zwischen 10 und 11 Uhr im Freien 53° 7′$\frac{1}{4}$; am 5. October Nachmittags um 4 Uhr in der grofsen Vorhalle der steinernen Kirche 53° 6′. —

Pendelbeobachtungen.

Bei einem Apparate, der grofse Reisen machen und dann an Orten und unter Verhältnissen gebraucht werden soll, welche nicht immer der Bequemlichkeit und Genauigkeit der Beobachtung förderlich sind, hängt viel davon ab, dafs er möglichst einfach und compendiös eingerichtet ist. Sobald ich mich daher entschlossen hatte, Pendelversuche auf meiner Reise anzustellen, richtete ich mein Augenmerk vorzüglich darauf, dem dazu bestimmten Apparate eine einfachere Gestalt und eine leichtere Anwendbarkeit zu geben, als der Reise-

Pendel in seiner bisher üblichen Beschaffenheit hat, ohne jedoch der Genauigkeit der Beobachtung Eintrag zu thun, welche als das wesentlichste Erfordernifs erscheint, da wo wir aus der überaus kleinen Erscheinung eines schwingenden Pendels über die Gestalt, die Masse und die bewegenden Kräfte eines ganzen Weltkörpers sichere Schlüsse ableiten wollen. —

Mein Apparat ist ein constanter Pendel, der also nicht die Pendellänge sondern die Schwingungszeiten angiebt. Der Universitäts-Mechanicus Brücker in Dorpat hat ihn nach meiner Angabe verfertigt, und beiliegende Zeichnung stellt ihn im vierten Theile seiner wirklichen Gröfse dar; es ist: *a* der constante Pendel, ganz aus Messing und wie aus einem Stücke, indem die, etwa zwei Pfund schwere Linse mit der Pendelstange durch zwei Niet- und eine sorgfältige Messinglöthung fest verbunden ist. Die Axe ist eine Schneide aus hartem Stahle, und forderte die meiste Sorgfalt in der Bearbeitung. Es wurde zuerst ein Stahlcylinder genau abgedreht und diesem durch Schleifen von jeder Seite ein Segment weggenommen, so dafs eine Kante mit einem Winkel von ungefähr neunzig Grad übrig blieb, jedoch nicht ganz so scharf als es möglich gewesen wäre sie zu schleifen, sondern mit einem ganz schmalen Ueberreste der Oberfläche des Cylinders um der Abnutzung durch Druck und Friction vorzubeugen; dafs diese Kante der Axe des Cylinders parallel geschliffen worden, zeigt das Spiegelbild einer entfernten graden Linie, welches mit der Kante genau parallel ist. Um diese Schneide fest mit dem Pendel zu verbinden, wurde ein kurzes Rohr aus Stahl gedreht, in welches der Cylinder vor seiner Abschleifung genau pafste, und nach derselben durch eingesetzte Stahlsegmente und mittelst schmelzenden Zinns unverrückbar befestigt wurde. Dieses kurze Rohr hatte an einem Ende eine Scheibe als Ansatz und nahm am anderen Ende eine zweite Scheibe durch Schraubung auf, sobald das Rohr mit der Axe in die dazu bestimmte Oeffnung der Pendelstange eingesetzt war. Alle sich berührenden Oberflächen waren



Zu Parrot Reise.

Berlin bei Haude et Spener.

verzinnt und wurden bei der Zusammensetzung noch mit geschmolzenem Zinne ausgelassen.

Als Unterlage der Schneide dienen zwei kleine Platten Chalcedon, die aber in der Richtung der darauf ruhenden Schneide eine schwache cylindrische Krümmung haben, so dafs sie von jener nur auf einer sehr kurzen Strecke berührt werden. Diese Krümmung der Unterlagen gewährt auch noch den Vortheil, dafs man durch sie die horizontale Stellung der Platten beurtheilen kann; denn wenn man hinter ihnen einen kleinen Haarpendel herabläfst, so kann sein Spiegelbild in diesen cylindrischen Oberflächen nur dann als grade Linie erscheinen, wenn sie selbst horizontal sind. Die Chalcedon-Platten sind auf zwei gegenüberstehenden Leisten eines ziemlich starken messingenen Rahmens *b* unbeweglich aufgesetzt, der auf zwei Zapfen beweglich ruht, damit der Pendel auch in der, auf seiner Schwingungsebene senkrechten Richtung sich gehörig ins Gleichgewicht setzen könne und nicht die eine Hälfte der Schneide stärker belaste als die andere. — Um aber das obere, etwas verstärkte und mit der Schneide versehene Ende des Pendels durch den Rahmen bringen zu können, ist die vordere Seite dieses letzteren abzunehmen und wieder aufzusetzen; sonst hätte der Rahmen breiter und mithin auch die Schneide oder Axe länger seyn müssen, was wohl zu vermeiden war. Der Rahmen ruht mit seiner cylindrischen Axe auf den Hervorragungen eines durchbrochenen, gröfseren, messingenen Bretes *c*, an welches zur Verstärkung unten messingene Leisten *d* aufgelöthet sind. An der Wand, wo die Beobachtung gemacht werden soll, befindet sich der von den Uhrmachern s. g. Stuhl, ein eiserner Rahmen *g* mit einer Rücklehne *h*, welche platt an der Wand liegt, und gegen dieselbe durch einen einzigen, hinreichend starken Nagel bei *h* angedrückt und gehalten wird. Ich hatte zu dem Ende einen Vorrath nicht sehr langer aber scharfer Nägel aus Stahl mit einem starken runden Kopfe, deren Eindringen durch den blofsen Hammer z. B. die Lavaquadern der Kirche von St. Ja-

cob nicht widerstanden. Vier Schrauben stehen in den Ecken des Stuhls und dienen dazu, mit ihren Spitzen das messingene Bret *c* zu tragen und ihm die erforderliche Stellung gegen den Horizont zu geben. —

Zum Aufheben des Pendels aufser der Zeit der Beobachtung, damit er nicht unnöthig auf der Schneide hänge, und zugleich um letztere jedesmal genau auf dieselbe Stelle der Unterlage herabzulassen, ist jedes Ende derselben zu einem dünneren, runden Zapfen abgedreht, und ein Doppelhaken *e* mit einer Stellschraube *f* versehen, fafst diese Enden der Schneide, um sie und den ganzen Pendel zu heben, und läfst sie bei entgegengesetzter Drehung der Schraube genau auf den rechten Punkt wieder herab. — Der Haken ist hier nur in einer Lage gezeichnet, die er eigentlich nicht hat, aber an der rechten Stelle, nämlich mit seinem hakenförmigen Ende unterhalb der Schneide, würde er die Zeichnung verwickelt haben. —

Ein zweiter eiserner Stuhl *ik*, jenem ganz ähnlich nur etwas gröfser, steht unmittelbar unter ihm, aber doch abgesondert und mittelst eines eigenen Nagels bei *k* fest gehalten. Er trägt das hölzerne Brétchen *l*, worauf die Pendeluhr befestigt ist und zwar auf jeder Seite durch eine Schraube mit einem Haken nach unten. Die Uhr mufs die Einrichtung haben, während des Aufziehens fortzugehen. Ihr Pendel *m*, welcher ohngefähr drei Zoll vor dem constanten Pendel hängt, hat seine Stange aus wohlgedörrtem und in heifsem Oel getränktem Tannenholz. Dadurch glaubte ich eine Wärme-Correctur dieses Pendels, dessen Gang täglich durch Sternbeobachtungen bestimmt wurde, entbehrlich zu machen. Zwar unterliegt der eiserne Ansatz für die Linse den Einwirkungen der Temperaturwechsel, aber diese verschwinden grofsentheils wieder durch die nach oben gerichtete Ausdehnung der messingenen Linse.

Beide Pendel sind während der Dauer der Experimente gegen schnellere Temperaturwechsel so wie gegen Bewegungen der Luft durch einen sehr leichten Kasten geschützt. Dieser besteht aus einem Brete *n*, und drei papiernen Wänden, deren Grundlage Rahmen aus dünnem Eisen sind. Die zwei Seitenwände hängen durch Scharniere am Brete und lassen sich leicht einschlagen, die vordere, nach aufsen etwas gewölbte Wand läfst sich an den seitlichen Theilen aus- und einhaken. Die viereckigen Oeffnungen *o* sind zur Beobachtung der Thermometer angebracht, welche zu beiden Seiten des constanten Pendels am Brete hängen, und können durch Schieber von steifem Papiere geschlossen werden. Die Thermometer haben wohlausgesuchte Röhren; die Unterschiede ihrer Angaben lagen innerhalb eines Zehntel-Grades. Den Boden der Hülle des Apparats bildet eine Klappe aus steifem Papier, durch welche Luftzug abgehalten und den Wänden eine vollkommen sichere Stellung gegeben wird. Ein Bogen Papier in ein Tuch gewickelt und oben über das Uhrwerk gelegt, hält Staub und andere Dinge vom Inneren des Apparates ab. —

Für die Beobachtung der Coincidenzen beider Pendel ist folgende Einrichtung getroffen. Am unteren Ende des, zur Hülle gehörigen Bretes *n* ist eine Metallplatte *p* angeschraubt, so dafs sie zwischen und etwas unter den Linsen beider Pendel steht. Sie hat einen schmalen Spalt und am unteren Rande desselben eine Theilung in Linien; über deren Mitte aber ein rundes Loch *q* von einer Linie im Durchmesser; diese Platte ist, mit Ausnahme der Theilungsstelle, geschwärzt. An der Linse des constanten Pendels wird ein kleines Blättchen *rs* von dem steifen, sehr weifsen Bristolpapier, mittelst eines kleinen daran befestigten messingenen Stiftchens in ein Löchelchen am untersten Rande der Linse eingesetzt. Dieses Blättchen, etwa 7 Lin. lang und 4 Lin. breit ist geschwärzt, ausgenommen einen kreisrunden Fleck von einer Linie im Durchmesser, der blendend weifs geblieben ist, und einen schmalen senkrechten Strich etwas unterhalb des runden Fleckes. Durch diesen Strich, welcher mit dem Pendel hinter dem Auschnitte der Platte *p* hin- und her geht, bestimmt man an der Thei-

lung der Platte die Elongationen der Schwingungen, indem man den Werth der Linientheilung in Graden nach den dabei vorkommenden Distanzen berechnet. Der Uhrpendel, dessen Linse man beliebig tiefer und höher stellen kann, um die Intervallen der Coincidenzen gröfser oder kleiner zu machen, trägt an seinem untersten Ende gleichfalls eine kleine schwarze Platte t, ebenfalls mit einem runden Loche u von einer Linie Durchmesser. Da die Platte p sich ein wenig hin und her so wie auf- und abwärts stellen läfst, auch das Uhrbret l auf dem Stuhle ein wenig rechts und links verschoben werden kann, so ist es leicht, die beiden Löcher q und u mit dem weifsen Flecke am Blättchen rs in eine grade Richtung zu bringen, so dafs man letzteren durch die beiden ersteren hindurch erblickt. Weil dies aber während der Bewegungen beider Pendel auch bei schiefer Richtung möglich ist, mufste noch das Auge des Beobachters einen festen Punkt bekommen, und dieser findet sich in der Röhre v, welche vermittelst ihrer Platte an der vorderen Wand der Pendelhülle etwas hin und her geschoben werden kann.

Die Auffassung des Moments, da die kleine weifse Scheibe des Blättchens rs als Vollkreis durch die Oeffnungen q und u erscheint, ist unsicher. Daher habe ich alle zu einer Coincidenz gehörigen Lichtblicke, die rechts und links als wachsende und abnehmende Phasen erscheinen, vom ersten bis zum letzten gezählt, und den Zeitmoment des mittleren als den der wahren Coincidenz angenommen. Zu dieser Beobachtung ist das Tageslicht, welches durch die Papierhülle des Apparates dringt, und den kleinen weifsen Fleck erhellt, vollkommen hinreichend und die Wahrnehmung der Lichtblicke eben so sicher als leicht. Bei Nacht bediene ich mich eines starken Kerzenlichts, am besten aus drei Enden Wachsstöckchen zusamengeklebt, das ich einen Zoll weit von der papiernen Wand halte, so lange die Coincidenz beobachtet wird. Die Erwärmung die daraus entsteht, ist nur am Anfange etwas bedeutend und wird dadurch unschädlich, dafs bei jeder Beobachtung das Thermometer auf der einen und auf der anderen Seite des Pendels abgelesen wird.

Man kann sich leicht vorstellen, dafs ein so einfacher Apparat, mit einem Pendel von blofs zwei Fufs Länge beim Aufstellen, Beobachten, Verpacken und Transport keine grofse Unbequemlichkeit verursachen kann, und wirklich hat der Meinige, nach einer Reise von 7000 Werst, und zweimaligem Transporte über das rauhe Felsenjoch des Kaukasus und immer auf Wagen ohne Federn, doch nicht die Spur einer Beschädigung gezeigt, und so oft ich ihn brauche, ist er, von seinem Packkasten aus, sobald nur eine feste Mauer oder Wand ausfindig gemacht worden, gewöhnlich in Zeit von einer Stunde zur Beobachtung fertig aufgestellt, und in eben so kurzer Zeit ist er auch abgenommen und zum weitesten Transport bereit. Welchen wissenschaftlichen Forderungen dieser Apparat nun entspricht, mag der Kenner aus der getreuen Darstellung seiner Leistungen entnehmen, wie sie hier folgt.

Herr Professor Struve, mein sehr verehrter College, welcher meiner wissenschaftlichen Unternehmung nicht blofs durch die vortreffliche Ausstattung des Herrn Candidaten Fedorov behufs der astronomischen und geodätischen Operationen, sondern auch noch anderweitig das wärmste Interesse bewiesen und den wesentlichsten Vorschub geleistet hat, so dafs ich seiner Theilnahme einen grofsen Theil des Werths dieser Arbeiten mit gerechter Anerkennung verdanke, — hat sich auch noch der Mühe unterzogen, die Berechnung meiner sämmtlichen Pendelbeobachtungen vor, während und nach der Reise zu machen, und lieferte zu gegenwärtigem Werke folgenden Aufsatz.

Zusammenstellung und Berechnung der von Parrot in Dorpat, Tiflis und am Ararat gemachten Pendelversuche.

(Ausgearbeitet von W. Struve.)

Der oben beschriebene ausgezeichnet bequeme und einen hohen Grad der Genauigkeit versprechende Pendelapparat, besteht im Wesentlichen aus einem constanten Pendel, dessen Schwingungen durch Coincidenzen mit denen des Pendels einer Uhr verglichen werden. Mit demselben sind 6 Folgen von Beobachtungen angestellt. Die ersten beiden Folgen wurden in Dorpat vor der Reise vom 17. bis zum 25. März 1829 bei bedeutend verschiedenen Temperaturen des Pendelapparats beobachtet. Die Vergleichung derselben mufste den Einflufs der Wärme auf die Schwingungsdauer des constanten Pendels mit gröfserer Sicherheit geben, als eine anders woher angenommene Ausdehnung seiner Masse. Auf der Reise selbst wurden zweimal Pendelversuche gemacht. Zuerst in Tiflis südlich von den gewaltigen Gebirgsmassen des Kaukasus vom 1. bis zum 8. Julius 1829. Tiflis liegt in hinreichend grofser Entfernung vom Kaukasus, um die Schwingungen des Pendels als unabhängig vom Einflusse der Massen dieses Hochgebirges anzusehen. Dann wurde eine Reihe von Versuchen auf dem Abhange des grofsen Ararat in einer Höhe von nahe an 1000 Toisen über dem Meere angestellt vom 12. bis zum 18. October 1829. In neueren Zeiten sind, so viel mir bekannt, nur selten Pendelschwingungen in bedeutender Erhöhung über der Meeresfläche beobachtet worden.

Parrots Versuche erscheinen daher von grofsem wissenschaftlichen Interesse, das noch gesteigert wird, wenn man bedenkt, dafs die isolirte Lage des grofsen Ararat, seine grofse Erhebung über der umliegenden Ebene, dieses Gebirge vorzugsweise geeignet erscheinen lassen, um über den Einflufs grofser Gebirgsmassen auf die Bewegung des Pendels, d. h. über die Veränderung der Schwere durch die Gebirgsmassen

einigen Aufschlufs zu geben. Um die Unveränderlichkeit des Hauptpendels zu prüfen, stellte Parrot die fünfte Beobachtungsfolge nach seiner Rückkehr nach Dorpat in demselben Locale an, in welchem die erste gemacht worden war, vom 27. bis zum 31. März 1830.

Die im Jahre 1829 in Dorpat angestellten Beobachtungen hatte ich gleich nach ihrer Vollendung berechnet. Dies war nothwendig, um einzusehen, dafs die Art der Beobachtung eine genügende sey, überhaupt um einigermafsen die Leistungen des Apparats beurtheilen zu können. Erst im Februar 1833 ward ich durch die bevorstehende Herausgabe der Reise veranlafst, die Beobachtungen auf der Reise und nach derselben zu bearbeiten. Eine nähere Ansicht lehrte, dafs die Reihe der Beobachtungen in Dorpat 1830 von allen anderen Reihen sich dadurch wesentlich unterschied, dafs bei ihr nur zu 3 Tageszeiten, Morgens, Mittags und Abends beobachtet war, während sonst immer die Schwingungen des constanten Pendels viermal täglich d. h. aufser den angegebenen Zeiten auch um Mitternacht mit denen des Uhrpendels verglichen worden. Dieses Versehen bei den Pendelversuchen 1830 veranlafste Parrot diese Beobachtungsfolge als ungültig anzusehen und statt ihrer eine neue Folge, 1833 vom 28. bis 31. März auszuführen, ganz nach dem früheren Verfahren. Der constante Pendel war in der Zwischenzeit mit der gröfsten Sorgfalt im physicalischen Cabinette verwahrt worden, so dafs sein Zustand als völlig gleich mit dem unmittelbar nach der Reise anzusehen ist. Es ist daher in nachstehender Untersuchung die fünfte Folge von Versuchen gänzlich unberücksichtigt geblieben, und also auch gar nicht mit in die Darstellung aufgenommen worden.

Ehe ich zu dieser Darstellung der Beobachtungen selbst gehe, erlaube ich mir hier einige Bemerkungen und Erläuterungen in Bezug auf dieselben. Die Zahl der Schwingungen des constanten Pendels in einem Tage wird abgeleitet aus dem Gange der Uhr und aus dem Verhältnisse der Dauer eines Pendelschlages zu der eines Uhrschlages. Der 24stündige Gang

der Uhr ergiebt sich aus der astronomischen Zeitbestimmung gewöhnlich dadurch, dafs die Uhr des Apparats mit einer andern, an welcher die Beobachtungen des Astronomen gemacht sind, verglichen wird. Diese Vergleichungen lassen sich entweder unmittelbar, wenn die Zeitbestimmung an einer tragbaren Uhr geschieht, oder durch Hülfe einer dritten tragbaren Uhr mit einer Genauigkeit ausführen, die bis auf 0″,01 geht, wenn man nach dem Gehöre das Zusammenschlagen der Uhren beurtheilt. Das Verhältnifs der Dauer eines Pendelschlages C zu der eines Uhrschlages P wird durch die Zwischenzeit zweier auf einander folgenden optischen Coincidenzen gegeben. Ist diese Zwischenzeit n Schläge der Uhr, so hat man $nP = (n \mp 1)C$, je nachdem der Pendel langsamer oder schneller als die Uhr ging. An unserem Apparate war das letztere der Fall, und $nP = (n+1)C$, wenn daher Z die Zahl der Uhrschläge in einem mittleren Tage und X die des Pendels bedeutet, so haben wir durch je zwei auf einander folgende Coincidenzen $X = \frac{n+1}{n}\ Z = Z + \frac{1}{n}Z$. Differentiirt man diesen Ausdruck in Bezug auf X und n, so findet sich $dX = -\frac{1}{n^2}Zdn$. Parrot stellte in Dorpat anfangs den Uhrpendel so, dafs die Coincidenzen sich nahezu in Zwischenzeiten von 3 Minuten auf der Uhr ereigneten oder dafs $n = 180$, woraus sich, wenn man die Unsicherheit einer Zwischenzeit $dn = 1$ Schlag setzt, für dX der Werth $\frac{1}{180^2}Z = \frac{1}{32400}Z$ ergiebt; also, da Z ohngefähr 100,000, $dX = 3$ Schläge findet. In der letzten Reihe in Dorpat vor der Reise und späterhin immer ward die Linse des Pendels so gestellt, dafs die Coincidenzen nach nahezu 6 Minuten oder 360 Schlägen der Uhr eintraten. Wenn bei diesen Intervallen dn auch $= 2$ Schläge wäre: so würde aus einem einzigen Intervall für X die Unsicherheit nur etwa $1\frac{1}{2}$ Schläge betragen. Die von Parrot angewandte Methode der Beobachtung der Coincidenzen beider Pendel, die darin besteht, dafs das Mittel des Erscheinens und Verschwindens des weifsen Flecks in der Mitte des Gesichtsfeldes des Rohrs genommen wird, ist entschieden so genau, dafs das Moment jeder Coincidenz innerhalb eines Schlages der Uhr angegeben werden kann. Es liefs sich also aus irgend einem sich folgenden Paar Coincidenzen die Gröfse X schon mit einer fast hinreichenden Sicherheit ableiten, wenn angenommen werden darf, dafs das Verhältnifs $Z:X$ während der 24 Stunden constant bliebe. Mehrere Ursachen ändern aber dieses Verhältnifs. Die eine ist die Veränderlichkeit der Bogen, durch welche der Pendel schwingt. Da die Gröfse der Bogen zu jeder Zeit abgelesen werden kann, so ist die Berechnung des Einflusses hiervon ohne alle Schwierigkeit. Zweitens aber verändert sich die Länge des Experimentenpendels mit der Temperatur. Wenn die in dem Gehäuse befindlichen Thermometer zu jeder Zeit die wahre Temperatur des Pendels angeben, und der Einfluſs der Temperaturveränderungen auf die Länge des Pendels bekannt ist: so wird auch hiervon leicht Rechnung zu tragen seyn. Mit einem Worte, die Bewegungen des Experimentenpendels lassen sich auf eine constante Temperatur und auf unendlich kleine Bogen reduciren. Aber auch nach dieser Reduction wird nur dann das Verhältnifs von C zu P ein constantes seyn, wenn P selbst unveränderlich ist, d. h. wenn der Uhrpendel entweder gar keinem Wechsel der Temperatur ausgesetzt, oder vollkommen richtig compensirt ist. Beide Voraussetzungen vereint, werden wohl nie statt finden, und an der Uhr unseres Apparats ist entschieden die Compensation der Pendelstange unvollkommen, obgleich kein sehr bedeutender Temperatur-Einfluſs da seyn kann, wie schon Parrot in der Beschreibung gesagt hat. Die Zahl der Schwingungen Z des Uhrpendels in einem mittleren Tage, wie sie mit Hülfe der Himmelsbeobachtungen erkannt wird, gehört der mittleren Länge dieses Pendels während jedes Tages an. Um aus Z also X mit Sicherheit abzuleiten, mufs die Vergleichung der beiden Pendel so angestellt werden, dafs der mittlere Zustand des Uhrpendels während der Vergleichungen mit dem während des ganzen Tages identisch ist. Diefs wird man vollkommen errei-

chen, wenn die Vergleichungen während des ganzen Tages fortgesetzt werden. Parrot wählte statt dessen 4 Beobachtungszeiten, Mittag, Abend, Mitternacht und Morgen, in nahe gleichen Abständen, und beobachtete jedesmal eine gewisse Zahl von auf einander folgenden Coincidenzen; in Dorpat vor der Reise wenigstens 10, eben so in Tiflis; auf dem Ararat gewöhnlich 8 und zuletzt in Dorpat wieder 10, so dafs er in der Regel jedesmal etwa dreiviertel Stunden mit der Beobachtung beschäftigt war, und aus der vierfachen Zeit, also im Ganzen aus den Schwingungen während 3 Stunden die für 24 Stunden ableitete.

Die vier gewählten Beobachtungszeiten liegen so, dafs die denselben entsprechende Temperatur sehr nahe der mittleren des Tages gleich kommen mufste, und dafs folglich das Mittel der aus den 4 Beobachtungsreihen gefolgerten Verhältnisse $Z:X$ sehr nahe dem im Mittel des ganzen Tages stattfindenden gleich seyn mufste. Hiervon wird man noch mehr überzeugt, wenn man in Zukunft sehen wird, dafs selbst die in der Temperatur entferntesten Beobachtungen, die um Mittag und Mitternacht, doch sehr nahe dieselben Resultate für dies Verhältnifs geben, so dafs ohne bedeutende Veränderung des Resultats jede einzelne der 4 Reihen eines Tages an die Stelle des Mittels aus derselben hätte treten können. Die Vervielfältigung der Beobachtung der Coincidenzen bietet nun auch in Bezug auf den constanten Pendel den Vortheil, dafs derselbe unter den verschiedensten Temperatur-Verhältnissen des Tages gebraucht wird; dafs die aus der Beobachtungsmethode hervorgehende Unsicherheit in n, die aus einem einzelnen Intervalle zweier sich folgender Coincidenzen nur etwa $1\frac{1}{2}$ Schlag ist, durch 40 Intervalle auf weniger als $1\frac{1}{2}:\sqrt{40}$ also auf weniger als 0,25 Schlag reducirt wird.

Die Platte p, welche die Scale trägt, an der der Schwingungsbogen abgelesen wird, ist jedesmal so gerichtet, dafs wenn der Pendel ruht, der als Index dienende Strich sehr nahezu auf 0 der Scale zeigt. Liest man gleich nach einer Coincidenz den Stand des Index in beiden Elongationen ab, so giebt das Mittel den Abstand der Elongation von der Verticalen in Linien $= E$ an, aus welchem sich der entsprechende Winkel e ableiten läfst. Um dieſs zu thun, ist die Entfernung der Scale und des Index vom Augenpunkte am Rohre o erforderlich. Parrot fand vor der Reise den Abstand des Auges vor dem Rohre o von der Theilung $= 76{,}0$ Par. Lin., vom Index $= 83{,}5$ Lin., und die Entfernung des Index von der Schneide des Pendels $= 319{,}5$ Linien. Hiermit ergiebt sich der Elongationswinkel e durch tang. $e = \frac{E.\ 83{,}5}{319{,}5.\ 76{,}0}$. Diese Dimensionen sind für die ganze Reise geltend, da immer die Aufstellung eine gleiche war. Im Jahre 1833 in Dorpat waren die beiden Abstände vom Auge etwas verschieden, nemlich 79,0 und 84,5 Linien, woraus sich e durch tang. $e = \frac{E.\ 84{,}5}{319{,}5.\ 79{,}0}$ ergiebt. Hiernach ist folgende Tafel berechnet:

E	1829 $e =$	1833 $e =$
1,0 Lin.	0° 11′ 49″	0° 11′ 31″
2,0	0 23 38	0 23 1
3,0	0 35 28	0 34 32
4,0	0 47 17	0 46 2
5,0	0 59 6	0 57 32
6,0	1 10 55	1 9 3
7,0	1 22 44	1 20 33
8,0	1 34 33	1 32 3
9,0	1 46 22	1 43 33
10,0	1 58 10	1 55 3
11,0	2 9 59	2 6 32
12,0	2 21 47	2 18 2
13,0	2 33 36	2 29 31

Der Parrotsche Pendelapparat unterscheidet sich von allen bisher angewandten ähnlichen Apparaten dadurch, dafs jede Schwingung statt einer ganzen Secunde, nur nahezu 0″78 ist. Der constante Pendel ward dadurch bedeutend verkürzt, indem seine Länge jetzt nur $0{,}78^2 = 0{,}6084$ von der des Secun-

denpendels ist. Der Pendel hat also nur $\frac{3}{5}$ der Länge des gewöhnlichen Sekundenpendels, und ist durch diese Verkürzung ein sehr bequem zu verführender geworden. Die Uhr des Apparats ist ein einfaches aber gut gearbeitetes Werk von Auch, an welches ein neuer hölzerner Pendel von der erforderlichen Länge angebracht ist. Die Uhr zählt nur 12 Stunden, geht aber über 24 Stunden. Der Gang dieser Uhr war ein vollkommen genügender. So zeigen z. B. die Vergleichungen der Uhr mit der Hubertschen Uhr der Sternwarte in Dorpat, die durch Hülfe eines Chronometers von Arnold im Jahre 1829 während 3 Tagen 9 mal gemacht wurden, eine solche Regelmäfsigkeit des Ganges der Uhr, dafs wenn man aus den äufsersten um 3 Tage entfernten Uhrvergleichungen die zwischen liegenden ableitet, die berechneten und beobachteten Uhrgleichungen keine Unterschiede gröfser als 0,74 Schlag = 0″,58 darbieten. Die Vergleichungen des Uhrstandes mit dem eines Chronometers waren sehr leicht, weil das Gehör in sehr kurzen Intervallen das Zusammenschlagen der beiden Zeitmesser anzeigte, in welchem Augenblicke beide Uhren notirt wurden, was dadurch geschah, dafs man die Pendeluhr fortzählte und im Augenblicke des Zusammenschlagens den Chronometer ablas. Mehrere nach einander gemachte Vergleichungen lassen sich leicht auf ein mittleres Moment reduciren, und beweisen durch ihre Uebereinstimmung die Sicherheit der Uhrvergleichungen. Ich zeige diefs durch ein Beispiel in Tiflis. Die erste Uhrvergleichung in Tiflis und die letzte geben, wenn P. die Angabe der Pendeluhr und A. die des Chronometers von Arnold ist.

1829. 30. Juni	1 U.	16′	1″ P. =	20 U.	2′ 37″,83 A.
« 7. Juli	11 «	34	14 « =	19 «	34 29 ,40 «

Hieraus $(m.12+10)$ St. 18′ 13″ P. $=(6.24+23)$ St. 31′ 51″,57 A.

m mufs hier $=17$ seyn und folglich:

215 St. 18′ 13″ P. = 167 St. 31′ 51″,57 A. oder

771493″ der Pendel-Uhr = 603111″,57 Arnold

woraus sich 1″ der Pendel-Uhr = 0″,78175 A. findet.

Am 31. Juni wurden folgende Uhrvergleichungen gemacht:

			Unterschiede vom Mittel.
5 U. 24′ 31″ P. = 18 U. 2′ 37″,6 A.	Hieraus 5 U. 26′ 10″ P. = 18 U. 3′ 54″,99 A.		−0″,01
24 52	2 54 ,0	54 ,98 »	−0 ,02
25 14	3 11 ,2	54 ,98 »	−0 ,02
25 36	3 28 ,4	54 ,98 »	−0 ,02
25 59	3 46 ,4	54 ,99 »	−0 ,01
26 21	4 3 ,6	55 ,01 »	+0 ,01
26 44	4 21 ,6	55 ,02 »	+0 ,02
27 6	4 38 ,8	55 ,00 »	0 ,00
27 27	4 55 ,2	55 ,02 »	+0 ,02
27 50	5 18 ,2	Mittel 5 U. 26′ 10″ P. = 18 U. 3′ 55″,00 A.	

Die Reduction der einzelnen Uhrvergleichungen auf eine nahezu in der Mitte liegende Zeit, hier 5 U. 26′ 10″ P. geschieht sehr einfach. Die erste Angabe der Pendeluhr ist 5 U. 24′ 31″ um 1′ 39″ P. oder 99″ P. vor der Zeit 5 U. 26′ 10″; diese 99″ P. sind = 99. 0,78175 = 77″,39 A., welche 1′ 17″,39 zu 18 U. 2′ 37″,6 A. hinzugefügt, die entsprechende Zahl 18. 3. 54″,99 geben, wie sie oben in der ersten Zeile steht. Eine Hülfstafel, welche die vielfachen von 0,78175 enthält, erleichtert die Reduction. Man sieht, dafs bei jedem 22sten Schlag der Pendeluhr nahezu ein Zusammenschlagen statt findet, indem 22. 0,78175 = 17,19850, ist nur um 0″,00150 verschieden von 17″,2 einem vielfachen von 0″,4 der Dauer eines Schlages des Chronometers. Die einzelnen Uhrvergleichungen stimmen, wie die letzte Columne zeigt, auf 0 bis 2 Hunderttheile einer Sekunde.

Der auf der Reise gebrauchte Chronometer von Arnold war in Tiflis und auf dem Ararat, auch selbst die Uhr, deren Gang durch astronomische Beobachtungen bestimmt wurde, so dafs für Tiflis und Ararat weiter keine Zeitübertragung statt fand. In Dorpat wurde die absolute Zeitbestimmung von der Sternwarte geholt, d. h. der Chronometer von Zeit zu Zeit mit der Pendeluhr die neben dem Meridiankreise Reichenbachs stand verglichen. Die Vergleichungen einer 0″,4 schlagenden, nach mittlerer Zeit gehenden Uhr mit einer ganze

Secunden schlagenden, Sternzeit haltenden Pendeluhr durch Auffassung des Zusammenschlagens ist bekanntlich der höchsten Genauigkeit fähig, da das Zusammenschlagen nach je 73 Secunden eintritt, nach welchen die Sternuhr 0″,2 vor der mittleren vorausgeeilt ist, so dafs, wenn man das Moment des Zusammenschlagens bis auf 2″ genau beobachten könnte, die Unsicherheit der Uhrvergleichung nur $\frac{2}{73}$. 0″,2 = 0″0055 betragen würde.

In der nachfolgenden Darstellung aller Pendelbeobachtungen Parrots ist für die eigentlichen Versuchsreihen die Umständlichkeit der ursprünglichen Tagebücher beibehalten, aber für die Uhrvergleichungen sind nur die aus der Uebertragung auf eine in der Mitte liegende Zeit folgenden Gleichungen gegeben worden. Der Gang der Hauptuhr, wie ihn die astronomischen Beobachtungen geben, ist nur kurz angezeigt. Die Belege desselben sind für Dorpat in den Tagebüchern der Sternwarte, für Tiflis und Ararat in dem Berichte über Fedorovs Arbeiten enthalten.

Die Thermometer im Pendelapparate, so wie das am Barometer tragen die hunderttheilige Scale; die Barometerhöhen sind in Pariser Linien ausgedrückt.

Das Datum der Beobachtungen ist nach neuerem Stile angegeben und auf astronomische Weise vom Mittage an gerechnet.

Pendelbeobachtungen in Dorpat 1829.

Der Beobachtungsort war das physicalische Cabinet im Universitäts-Gebäude. Die Höhe der Schwelle der auf dem Domberge belegenen Sternwarte ist nach meiner Gradmessung Th. I., Seite 202 gleich 35,0 Toisen über der Meeresfläche. Eine Visirung von der Sternwarte aus auf das Gebäude der Universität giebt für dessen Schwelle einen Höhenunterschied von 12,0 Toisen. Es ist also die Höhe dieser Schwelle und des Fufsbodens des physicalischen Cabinets = 23 Toisen, und

die des Pendels bei den Versuchen 24,0 Toisen über dem Meere.

Die erste Versuchsreihe ward in einem der geheizten Säle des Cabinets angestellt, wo der Temperaturwechsel nur sehr unbedeutend war. Der Apparat hing an der dicken Umfangsmauer. Die zweite Reihe wurde in dem Laboratorio des Cabinets gemacht, dessen Temperatur von der der freien Luft sehr wenig verschieden war. Auch hier hing der Apparat an der dicken Mauer, die dies Local umgiebt. Die Zeitübertragungen wurden hier auf folgende Art angestellt. Die Hubertsche Pendeluhr auf der Sternwarte, deren Gang am Meridiankreise bestimmt ist, wurde durch Fedorov mit einem Chronometer von Arnold verglichen. Hierauf ging Fedorov mit dem Chronometer in's physicalische Cabinet und verglich die Auchsche Uhr des Apparats mit demselben Chronometer unmittelbar vor den Pendelversuchen. Nach Vollendung der Versuchsreihen ward wieder Auch und Arnold verglichen und dann das Chronometer zur Sternwarte zurückgetragen, um wieder mit Hubert verglichen zu werden. Ich stelle hier zuerst alle Uhrvergleichungen zusammen. In Nachfolgendem ist P. die Angabe der Pendeluhr am Apparate, A. die des Chronometers von Arnold, H. die der Pendeluhr von Hubert auf der Sternwarte.

Vergleichung von Arnold und Hubert.

1829.	A.	H.	1829.	A.	H.
März.			März.		
17	5U.46′48″,0	5U.36′36″,5	18	19U.42′20″,3	19U.38′32″,7
«	8 38 17 ,2	8 28 34 ,5	«	20 24 47 ,1	20 21 6 ,7
«	19 47 58 ,0	19 40 8 ,5	19	23 58 17 ,2	23 55 13 ,0
«	22 15 3 ,0	22 7 38 ,5	«	4 40 13 ,2	4 37 56 ,0
«	23 39 9 ,9	23 31 59 ,7	«	5 33 1 ,7	5 30 53 ,3
18	0 36 40 ,0	0 29 39 ,5	«	19 49 15 ,5	19 49 31 ,7
«	4 31 19 ,7	4 24 58 ,3	«	20 35 11 ,0	20 35 35 ,0
«	5 21 12 ,7	5 14 59 ,7	«	23 34 38 ,9	23 35 33 ,3

1829.	A.	H.
März.		
20	4U. 46′ 56″,0	4U. 48′ 42″,5
«	5 30 53 ,6	5 32 47 ,5
«	19 49 22 ,3	19 53 40 ,7
«	20 35 21 ,5	20 39 47 ,7
21	0 3 20 ,0	0 8 21 ,5
«	5 28 22 ,4	5 34 18 ,0
«	6 17 40 ,6	6 23 44 ,5
«	19 55 54 ,9	20 4 16 ,3
«	20 48 54 ,3	20 57 24 ,7
«	23 51 4 ,4	0 0 5 ,5
22	4 49 8 ,3	4 58 58 ,7
«	5 32 0	5 41 57 ,5

1829.	A.	H.
März.		
22	20U. 10′ 13″,2	20U. 22′ 38″,5
«	21 12 44 ,7	21 25 20 ,7
«	23 52 1 ,4	0 5 4 ,5
24	0 2 52 ,9	0 20 0 ,3
«	0 40 33 ,1	0 57 46 ,7
«	4 55 48 ,4	5 13 44 ,5
«	5 26 59 ,2	5 45 0 ,5
«	20 7 42 ,6	20 28 12 ,5
«	20 42 7 ,8	21 2 43 ,5
«	23 53 50 ,7	0 14 59 ,0
25	0 33 45 ,6	0 55 0 ,5

Vergleichungen der Pendeluhr am Apparat und des Chronometers von Arnold.

1829.		A.	P.
	März.		
1	17	20U. 27′ 3″,21	7U. 44′ 28″,0
2	«	21 54 29 ,00	9 36 10 ,0
3	18	0 10 32 ,87	0 30 0 ,0
4	«	4 49 59 ,69	6 27 0 ,0
5	«	20 5 0 ,69	1 56 0 ,0
6	19	5 14 30 ,17	1 38 0 ,0
7	«	20 12 40 ,94	8 45 30 ,0
8	20	5 11 36 ,09	8 14 0 ,0
9	«	20 10 34 ,19	3 22 30 ,0

1829.		A.	P.
	März.		
10	21	5U. 55′ 11″,18	6U. 7′ 10″,0
11	«	20 17 36 ,88	0 29 10 ,0
12	22	5 13 34 ,96	11 54 0 ,0
13	«	20 54 56 ,19	7 56 50 ,0
14	24	0 23 23 ,82	1 18 0 ,0
15	«	5 10 28 ,58	7 25 40 ,0
16	«	20 24 15 ,84	2 56 0 ,0
17	«	0 14 43 ,39	7 51 10 ,0

Nach der 9ten Vergleichung wurde der Apparat versetzt; nach der 13ten die Länge des Uhrpendels absichtlich geändert.

Die Beobachtungen von Preufs am Meridiankreise geben folgende Verbesserungen der Hubertschen Pendeluhr auf Sternzeit.

1829.	Für Hubert Zeit.	Sternzeit =	Tägliche Verbesserung.
März.			
16	6 U. 34′	H. = 13″,79	— 3″,02
18	4 46	19 ,62	— 2 ,27
19	4 46	21 ,90	— 2 ,28
20	9 48	24 ,67	— 2 ,56
23	19 41	33 ,40	
24	4 59	34 ,29	— 2 ,58
25	9 40	37 ,92	

Beobachtungen des constanten Pendels.

Erste Folge im geheizten Saale.

Die Momente der Coincidenz sind die der Pendeluhr am Apparate. Die Elongation des Pendels ist in Pariser Linien angegeben. Der Barometer-Stand B ist in Pariser Linien. Alle Thermometer haben die hunderttheilige Scale; t ist die Angabe des Thermometers am Barometer.

Diese Erklärung gilt für alle Pendelversuche.

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
	Reihe I. 17ten März 21 Uhr $B = 340{,}6$ Lin.; $t = +16°{,}8$.			
0	7 U. 57′ 35″,5	9,5	+ 17°,4	+ 17°,0
1	8 1 5			
2	4 36 ,5			
3	8 5 ,5			
4	11 34 ,5			
5	15 4 ,5			
6	18 33 ,5			
7	22 3	7,9	+ 17 ,9	+ 17 ,8

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
8	8 U. 25′ 32″,5			
10	32 31			
11	35 59	7,2	+ 18°,1	+ 18°,0
12	39 27 ,5			
13	42 56 ,5			
14	46 26 ,5	6,7	+ 18 ,3	+ 18 ,1
15	49 55 ,5			
17	56 53 ,5			
18	9 0 24 ,5			
19	3 51 ,5	6,0	+ 18 ,4	+ 18 ,2
20	7 21 ,5			
21	10 49			
22	14 17			
23	17 46 ,5			
24	21 25			
25	24 44 ,5	5,3	+ 18 ,5	+ 18 ,4
26	28 11 ,5			
27	31 39 ,5	5,1	+ 18 ,5	+ 18 ,4

Reihe II. und III. 18ten März 0 Uhr

$B = 341{,}0$ Lin.; $t = +19{,}0$.

0	0 U. 7′ 40″	10,3	+ 18°,5	+ 18°,2
1	11 10			
2	14 41 ,5			
3	18 12 ,5			
4	21 42 ,5	9,5	+ 18 ,5	+ 18 ,2
10	42 42 ,5	8,5	+ 18 ,5	+ 18 ,1
11	46 11 ,5			
12	49 42 ,5			
14	56 42 ,5			
15	1 0 11 ,5			
16	3 42			
17	7 10			
18	10 40	7,0	+ 18 ,6	+ 18 ,4

Der Pendel bleibt ununterbrochen in Bewegung.

$B = 341{,}0$ Lin.; $t = +18°{,}8$.

74	4 U. 24′ 40″,5	2,1	+ 18°,7	+ 18°,4
75	28 8			
76	31 34			
77	35 0			
78	38 25			
79	41 56 ,5			
80	45 19 ,5			

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
81	4 U. 48′ 48″			
82	52 16 ,5	1,9	+ 18°,6	+ 18°,4

Der Pendel schwingt fort; nachdem er 5 Stunden Arnold gegangen von der Coincidenz 0 mit 10,3 Lin. Elongation, ist die Elongation noch 1,2 Lin.

Reihe IV. 18ten März $5\frac{1}{2}$ Uhr.

$B = 340{,}9$ Lin.; $t = +18°{,}3$.

0	7 U. 47′ 28″,5	12,0	+ 18°,2	+ 17°,7
1	50 59 ,5			
2	54 30 ,5			
3	58 2			
4	8 1 34 ,5	10,5	+ 18 ,3	+ 17 ,8
5	5 5			
6	8 36			
7	12 7			
8	15 37 ,5			
9	19 7 ,5	9,4	+ 18 ,5	+ 18 ,0
10	22 37 ,5			
11	26 7			
12	29 37			
13	33 6 ,5			
14	36 35	8,4	+ 18 ,5	+ 18 ,1

Reihe V. 18ten März 20 Uhr.

$B = 340{,}7$ Lin.; $t = +16°{,}8$.

0	2 U. 10′ 49″	11,8	+ 16°,5	+ 16°,1
1	14 20			
2	17 51			
3	21 21			
4	24 51	10,5	+ 16 ,6	+ 16 ,45
5	28 19 ,5			
6	31 49			
7	35 19			
8	38 48 ,5			
9	42 17	9,5	+ 16 ,8	+ 16 ,55
10				
11				
12	52 44			
13	56 12 ,5			
14				
15	59 41 ,5	8,1	+ 17 ,0	+ 16 ,9

	Coincidenz.		Elongation.	Thermometer des Apparats.	
		Reihe VI. 19ten März 0 Uhr.			
		$B = 340{,}9$ Lin.; $t = +17°{,}8$.			
0	7 U.	40′ 42″,5	10,7	+ 17°,5	+ 17°,1
1		44 12 ,5			
2		47 42 ,5			
3		51 12			
4			9,7	+ 17 ,6	+ 17 ,2
5		58 11 ,5			
6	8	1 41 ,5			
7		5 10 ,5			
8		8 40			
9		12 9	8,5	+ 17 ,7	+ 17 ,5
10		15 38			
11		19 7			
12		22 35 ,5			
13		26 4			
14		29 33	7,6	+ 17 ,7	+ 17 ,5
		Reihe VII. 19ten März $5\frac{1}{2}$ Uhr.			
		$B = 340{,}5$ Lin.; $t = +17°{,}5$.			
0	1 U.	49′ 41″,5	10,0	+ 17°,4	+ 17°,0
1		53 11			
2		56 41 ,5			
3	2	0 11			
4		3 41 ,5	9,3	+ 17 ,5	+ 17 ,0
5		7 11 ,5			
6		10 41 ,5			
7		14 11			
8		17 41			
9			8,0	+ 17 ,7	+ 17 ,4
10		24 41			
		Reihe VIII. 19ten März $12\frac{1}{4}$ Uhr.			
		$B = 340{,}2$ Lin.; $t = +16°{,}5$.			
0	4 U.	27′ 20″	10,4	+ 17°,0	+ 16°,7
1		30 50 ,5			
2		34 21		+ 17 ,5	+ 17 ,4
3		37 50 ,5			
4		41 22	9,2		
5		44 52		+ 17 ,7	+ 17 ,5
6		48 22			
7		51 51 ,5			
8		55 21 ,5			
9		58 51	8,4	+ 17 ,9	+ 17 ,6
10	5	2 21 ,5			

	Coincidenz.		Elongation.	Thermometer des Apparats.	
11	5 U.	5′ 50″,5			
12		9 18 ,5	7,8	+ 17°,9	+ 17°,5
13		12 48 ,5			
14		16 17 ,5			
15		19 46 ,5			
16		23 15	7,7	+ 17 ,9	+ 17 ,5

Bei diesen Nachtbeobachtungen wurde zur Beleuchtung von beiden Seiten des Apparats in $1\frac{1}{2}$ Zoll Entfernung von der Wand desselben Licht gehalten; dadurch das anfängliche Steigen des Thermometers.

		Reihe IX. 19ten März $20\frac{1}{2}$ Uhr.			
		$B = 340{,}1$ Lin.; $t = +16°{,}5$.			
0	9 U.	1′ 15″,5	11,5	+ 16°,5	+ 16°,0
1		4 47 ,5			
4		15 22	10,3	+ 16 ,6	+ 16 ,1
5		18 53			
6		22 24 ,5			
7		25 55			
8		29 25 ,5			
9		32 55 ,5	9,3	+ 16 ,7	+ 16 ,2
10		36 25 ,5			
11		39 55			
12		43 24 ,5			
13		46 55			
14		50 24 ,5	8,4	+ 16 ,9	+ 16 ,5
		Reihe X. 20sten März 0 Uhr.			
		$B = 340{,}2$ Lin.; $t = +19°{,}1$.			
0	2 U.	11′ 8″	10,9	+ 18°,3	+ 18°,0
1		14 39 ,5			
2		18 11 ,5			
3		21 42			
4		25 12 ,5	9,8	+ 18 ,4	+ 18 ,0
5		28 44			
6		32 14 ,5			
7		35 45			
8		39 16 ,5			
9		42 45 ,5	8,7	+ 18 ,5	+ 18 ,1
		Reihe XI. 20sten März $4\frac{1}{2}$ Uhr.			
		$B = 340{,}0$ Lin.; $t = +18°{,}8$.			
0	7 U.	14′ 4″,5	11,8	+ 18°,6	+ 18°,2
1		17 37			
2		21 8 ,5			
3		24 39 ,5			

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
4	7 U. 28′ 10″,5	10,5	+ 18°,6	+ 18°,2
5	31 42			
6	35 13			
7	38 44			
8	42 13 ,5			
9	45 45 ,5	9,3	+ 18 ,6	+ 18 ,2
10	49 16			
11	52 46 ,5			
12	56 17 ,5			
13	59 58 ,5			
14	8 3 18 ,5	8,3	+ 18 ,6	+ 18 ,1

Reihe XII. 20sten März 12 Uhr.
$B = 340{,}0$ Lin.; $t = +17°{,}4$.

0	5 U. 14′ 11″	9,4	+ 19°,4	+ 18°,8
1	17 42			
2	21 12 ,5			
3	24 42			
4	28 11 ,5			
5	31 40 ,5	8,7	+ 19 ,5	+ 18 ,9
6	35 11			
7	38 40			
8	41 10 ,5			
9	44 39			
10	48 8	7,8	+ 19 ,5	+ 19 ,0

Reihe XIII. 20sten März $20\frac{3}{4}$ Uhr.
$B = 338{,}9$ Lin.; $t = +18°{,}8$.

0	4 U. 46′ 38″,5	11,0	+ 18°,6	+ 18°,6
1	50 10 ,5			
2	53 41 ,5			
3	57 13			
4	11 0 44 ,5	9,8	+ 18 ,6	+ 18 ,6
5	4 16			
6	7 46 ,5			
7	11 16 ,5			
8	14 47			
9		8,8	+ 18 ,7	+ 18 ,6
10	21 47 ,5			
11	25 17 ,5			
12	28 46 ,5			
13	32 15 ,5			
14	35 45 ,5	7,8	+ 18 ,8	+ 18 ,7

Zweite Folge im kalten Locale.

Nachdem die Versuche im warmen Zimmer geendigt waren, ward der Apparat sofort in das kalte Local gebracht und hier aufgestellt, ohne dafs an der Länge des Uhrpendels wenigstens absichtlich etwas geändert wurde.

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	

Reihe I. 21sten März 6 Uhr.
$B = 336{,}4$ Lin.; $t = +18°{,}2$.

0	6 U. 31′ 7″	10,8	+ 3°,4	+ 3°,1
1	34 39 ,5		+ 3 ,8	+ 3 ,6
2	38 13 ,5			
3	41 47 ,5			
4	45 19 ,5	9,7	+ 4 ,0	+ 4 ,0
6	52 25 ,5			
7	55 58 ,5			
8	59 30 ,5		+ 4, 5	+ 4 ,2
9	7 3 4 ,5	8,6	+ 4 ,5	+ 4 ,4

Reihe II. 21sten März $20\frac{1}{2}$ Uhr.
$B = 332{,}8$ Lin.; $t = +16°{,}3$.

0	1 U. 14′ 26″,5	9,4	+ 2°,5	+ 2°,6
1	17 58 ,5			
2	21 29			
3	25 0 ,5			
4	28 31 ,5	8,5	+ 2 ,2	+ 2 ,2
5	32 2 ,5			
6	35 32			
7	39 3 ,5			
8	42 35			
9	46 5 ,5	7,7	+ 2 ,0	+ 2 ,0
10	49 36 ,5			
11	52 6 ,5			
12	56 36 ,5			
13	2 0 6			
14	3 36	6,8	+ 2 ,0	+ 2 ,0

Reihe III. 22sten März 0 Uhr.
$B = 332{,}7$ Lin.; $t = +17°{,}5$.

0	5 U. 37′ 46″,5	11,2	+ 2°,6	+ 2°,5
1	41 28			
2	44 40 ,5			
3	48 21 ,5			

	Coincidenz.		Elongation.	Thermometer des Apparats.	
4	5 U.	51′ 54″	10,2	+ 2°,7	+ 2°,7
5		55 24 ,5			
6		58 56 ,5			
7	6	2 27			
8		5 59			
9		9 29	9,1	+ 2 ,8	+ 2 ,9
10		12 59 ,5			
11		16 30			
12		20 1 ,5			
13		23 31 ,5			
14		27 2 ,5	8,1	+ 2 ,9	+ 3 ,0

Reihe IV. 22sten März 6 Uhr.
$B = 332{,}2$ Lin.; $t = +16°{,}2$.

0	12 U.	20′ 46″	10,4	+ 2°,4	+ 2°,2
1		24 17 ,5			
2		27 40			
3		31 19 ,5			
4		34 53	9,2	+ 3 ,3	+ 3 ,3
5		38 21			
6		41 53			
7		45 25			
8		48 55			
9		52 25 ,5	8,2	+ 3 ,3	+ 3 ,3
10		55 57			
11		59 27 ,5			
12	1	2 57 ,5			
13		6 30			
15		13 28	7,2	+ 3 ,5	+ 3 ,5

Reihe V. 22sten März 11½ Uhr.
$B = 333{,}6$ Lin.; $t = +14°{,}9$.

0	7 U.	37′ 32″	10,6	+ 0°,4	+ 0°,3
1		41 3			
2		44 34 ,5		+ 0 ,8	+ 0 ,8
3		48 3 ,5			
4		51 33 ,5	9,4	+ 1 ,1	+ 1 ,1
5		55 3 ,5			
6		58 33 ,5			
7	8	2 3 ,5			
8		5 35			
9		9 3	8,3	+ 1 ,5	+ 1 ,4
10		12 32			
11		16 2 ,5			

	Coincidenz.		Elongation.	Thermometer des Apparats.	
12	8 U.	19′ 32″		+ 1°,6	+ 1°,5
13		23 2 ,5			
14		26 31 ,5	7,4	+ 1 ,7	+ 1 ,6

Reihe VI., 22steu März, 20½ Uhr.
$B = 333{,}8$ Lin.; $t = +14°{,}2$.

0	6 U.	59′ 46″,5	11,1	− 1°,5	− 1°,6
1	7	3 27			
2		6 47			
3		10 17 ,5			
4		13 47 ,5	10,0	− 1 ,4	− 1 ,6
5		17 17			
6		20 48			
7		24 15			
8		27 44 ,5			
9		31 13	9,0	− 1 ,0	− 1 ,2
10		34 42			
11		38 10 ,5			
12		41 39 ,5			
13		45 7 ,5			
14		48 36 ,5	8,0	− 1 ,0	− 1 ,2

Reihe VII., 22sten März, 21 Uhr.
$B = 333{,}8$ Lin.; $t = +15°{,}4$.

0	8 U.	9′ 53″	11,0	− 0°,3	− 0°,4
1		13 24 ,5			
2		16 55			
3		20 27 ,5			
4		23 56 ,5	10,0	+ 0 ,1	0 ,0
6		31 8 ,5			
7		34 28			
8		37 58 ,5			
9		41 29	8,9	+ 0 ,5	+ 0 ,6
10		45 1			
12		51 56 ,5			
13		55 26 ,5			
14		58 55 ,5	8,0	+ 0 ,6	+ 0 ,7

Nach der Reihe VII wurde die Linse am Uhrpendel etwas in die Höhe geschraubt, wodurch die Schwingungen desselben denen des constanten Pendels näher kamen, die Coincidenzen daher nach gröfseren Zwischenräumen eintraten. Während diese nämlich früher ohngefähr 210 Schläge der Uhr währten, waren sie jetzt nahezu doppelt so grofs, nämlich 410 Schläge. Es war interessant zu prüfen, in wiefern die Resultate auf beiderlei Weise übereinstimmen würden.

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
	Reihe VIII., 24sten März, $0\frac{3}{4}$ Uhr. $B = 334{,}2$ Lin.; $t = +15°{,}6$.			
0	2 U. 22′ 11″,5	9,8	+ 1°,4	+ 1°,7
1	29 6 ,5			
2	36 3 ,5			
3	42 58 ,5			
4	49 52 ,5	8,0	+ 1 ,7	+ 2 ,1
5	56 47 ,5			
6	3 3 40	7,3	+ 1 ,8	+ 2 ,3
7	10 34			
8	17 25 ,5			
9	24 17 ,5	6,6	+ 1 ,9	+ 2 ,3
	Reihe IX., 24sten März, $4\frac{3}{4}$ Uhr. $B = 334{,}1$ Lin.; $t = +15°{,}0$.			
0	6 U. 31′ 18″	11,5	+ 1°,1	+ 1°,1
1	38 17 ,5			
2	45 17	10,3	+ 1 ,3	+ 1 ,3
3	52 13 ,5			
4	59 12	8,9	+ 1 ,3	+ 1 ,2
5	7 6 11			
6	13 2			
7	19 56 ,5	8,1	+ 0 ,9	+ 0 ,9
9	33 39 ,5	7,3	+ 0 ,9	+ 0 ,9
	Reihe X., 24sten März, $12\frac{1}{2}$ Uhr. $B = 334{,}5$ Lin.; $t = +13°{,}0$.			
0	4 U. 18′ 5″,5	10,1	− 2°,2	− 2°,1
2	31 43 ,5			
3	38 30 ,5			
4	45 20	8,3	− 0 ,5	− 0 ,8
5	52 7 ,5			
6	58 53	7,7	− 0 ,7	− 1 ,1
8	12 24 ,5			
9	19 9	6,8	− 0 ,6	− 1 ,1
	Reihe XI., 24sten März, 20 Uhr. $B = 334{,}2$ Lin.; $t = +13°{,}0$.			
0	2 U. 12′ 12″,5	11,0	− 3°,2	− 3°,4
1	19 4 ,5	10,3	− 3 ,1	− 3 ,4
2	25 52 ,5			
3	32 39 ,5			
4	39 26 ,5	9,1	− 3 ,0	− 3 ,5
5	46 13 ,5			

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
6	2 U. 53′ 0″			
7	59 46 ,5			
8	3 5 32 ,5	7,5	− 2°,6	− 3°,0
	Reihe XII., 25sten März, $0\frac{1}{2}$ Uhr. $B = 333{,}9$ Lin.; $t = +16°{,}4$.			
0	7 U. 41′ 32″,5	11,4	− 0°,4	− 0°,4
1	48 29 ,5			
2	55 23 ,5			
3	8 2 20 ,5	9,8	0 ,0	0 ,0
4	9 12 ,5	9,2	+ 0 ,1	+ 0 ,1
11	57 15	7,0	+ 0 ,8	+ 1 ,3
12	9 4 4 ,5			
13	10 51			
14	17 43			
15	24 28	5,9	+ 1 ,0	+ 1 ,5

Pendelversuche in Tiflis 1829.

Die Pendelbeobachtungen in Tiflis geschahen in dem nemlichen Hause, auf dessen Dache die astronomischen Beobachtungen angestellt wurden, und fast unmittelbar unterhalb des astronomischen Standortes. Es war das Haus des Kaufmanns Chachutow in dem höhern Theile der Stadt, am Platze Sardarabad in der Nähe und südlich von der katholischen Kirche, ein Gebäude aus zwei Stockwerken, aus Ziegeln sehr massiv erbaut, so dafs die Mauern im obern Stockwerke noch über zwei Fufs dick waren. Hier wurden die Versuche angestellt, 14,5 Toisen über der Kurbrücke, und 198 Toisen über dem Niveau des schwarzen Meeres. Die Polhöhe dieses Punktes ist nach Fedorov 41° 41′ 27″,4. Die Aufhängung des constanten Pendels wie der Uhr, geschah hier, wie an den andern Standpunkten so, dafs beide Theile unabhängig von einander, jeder durch einen starken Nagel aus Stahl an der Mauer hing, zwischen zwei Fenstern, wo dieselbe wenigstens eine Breite von zehn Fufs hatte.

Die Temperatur in diesem Zimmer war so gleichmäfsig als man sie der Jahreszeit nach erlangen konnte, weil sowohl die namhafte Gröfse des Zimmers als auch ein breites Vordach den unmittelbaren Eintritt der Sonnenstrahlen ins Innere desselben abhielten.

Vergleichungen der Pendeluhr am Apparat und des Chronometers von Arnold.

1829.	A.	P.	1829.	A.	P.
30. Juni	20U. 2′ 37″,83	1U. 16′ 1″	3. Juli	17U. 51′ 53″,40	6U. 34′ 52″
1. Juli	0 8 48 ,61	6 30 56	4. Juli	0 26 6 ,59	2 59 10
	5 38 32 ,20	1 32 42	5. Juli	17 54 25 ,80	8 2 9
	14 3 36 ,58	0 25 10	6. Juli	0 22 59 ,00	4 19 12
	18 3 55 ,00	5 26 10		5 1 31 ,21	10 15 30
	23 19 9 ,11	0 9 26		13 38 8 ,19	9 15 3
2. Juli	4 25 9 ,41	6 40 52		19 56 31 ,82	5 20 22
	11 38 25 ,00	3 55 5		23 39 59 ,59	10 6 14
	17 52 6 ,41	11 53 6	7. Juli	4 9 59 ,98	5 8 23
3. Juli	0 29 7 ,60	8 21 25		11 28 11 ,20	1 12 9
	4 7 52 ,20	2 17 33		19 34 29 ,40	11 34 14

Gang des Chronometers von Arnold.

Die von Fedorov mit dem Sextanten beobachteten correspondirenden Sonnenhöhen beweisen den regelmäfsigen Gang des Chronometers während der Zeit der Versuche. Durch Einschaltung zwischen den Mittagen des 27. Juni und 2. Juli und denen des 7. und 9. Juli findet sich

für den 1. Juli der mittlere Mittag = 22 U. 8′ 40″,62 Arnold
« « 8. « « « « 22 7 51 ,50 «
Unterschied 49″,12

Es blieb also der Chronometer in den sieben Tagen der Pendelversuche im Mittel um 7″,017 täglich zurück. Eine zweite Zeitbestimmung liefern die von Fedorov mit dem Theodoliten beobachteten Sternhöhen, diese geben

am 30. Juni 21 U. 30′ Sternzeit = 13 U. 3′ 42″,81 Arnold
am 10. Juli 21 U. 30′ « = 12 23 9 ,82
Zurückbleiben in 10 Sterntagen = 40′ 32″,99;
täglich 4′ 3″,299.

Beobachtungen des constanten Pendels.

Die bei jeder Reihe in der Ueberschrift angegebenen Chronometer-Zeiten der Beobachtung müssen um nahe zwei Stunden vermehrt werden, um mittlere Zeiten zu geben.

Coincidenz.			Elongation.	Thermometer des Apparats.	
Reihe I., 30sten Juni, 20 Uhr Arnold. $B = 319{,}6$ Lin.; $t = +25^{0},0$.					
0	2 U.	4′ 43″	10,7	+ 24°,6	+ 24°,5
2		17 21	9,7	24 ,7	24 ,6
3		23 40			
4		30 1	8,9	24 ,7	24 ,6
5		36 13			
6	+	42 26 ,5	8,1	24 ,8	24 ,7
7		48 42			
8		54 53	7,0	24 ,9	24 ,7
9	3	1 10 ,5			
10		7 23	7,0	24 ,9	24 ,8
Reihe II., 1sten Juli, 5 Uhr Arnold. $B = 319{,}7$ Lin.; $t = +23^{0},6$.					
0	0 U.	17′ 43″,5	10,5	+ 23°,6	+ 23°,5
1		23 58 ,5	9,8	24 ,0	23 ,9
2		30 16 ,5			
3		36 31	9,0	24 ,2	24 ,0
4		42 47 ,5			
5		49 1 ,5	8,3	24 ,4	24 ,2
6		55 15 ,5			
7	1	1 31 ,5	7,8	24 ,4	24 ,3
8		7 42 ,5			
9		13 55 ,5	7,1	24 ,4	24 ,3
Reihe III., 1sten Juli, 14 Uhr Arnold. $B = 320{,}0$ Lin.; $t = +22^{0},7$.					
0	11 U.	13′ 14″,5	10,1	+ 23°,3	+ 23°,2
1		19 30 ,5	9,7	23 ,5	23 ,4

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
2	11 U. 25′ 47″,5			
3	32 5	8,8	+ 23°,6	+ 23°,5
4	38 20 ,5			
5		8,2	23 ,6	23 ,5
6	50 55 ,5			
7	57 12 ,5	7,7	23 ,7	23 ,5
8	0 3 28 ,5			
9	9 43	7,0	23 ,7	23 ,5

Reihe IV., 1sten Juli, 17 Uhr Arnold.
$B = 320{,}0$ Lin.; $t = +22°{,}5$.

0	4 U. 19′ 26″,5	11,0	+ 23°,2	+ 23°,1
1	25 40 ,5	10,0	23 ,1	23 ,0
2	31 58			
3	38 12 ,5	9,2	23 ,2	23 ,0
4	44 28 ,5			
5	50 42 ,5	8,7	23 ,2	23 ,1
7	5 3 9 ,5	8,0	23 ,2	23 ,1
8	9 24 ,5			
9	15 33 ,5	7,5	23 ,4	23 ,3
10	21 45			

Reihe V., 2ten Juli, 0 Uhr Arnold.
$B = 319{,}9$ Lin.; $t = +24{,}0$.

0	11 U. 6′ 59″,5	10,9	+ 23°,8	+ 23°,7
1	13 14 ,5	10,9	23 ,9	23 ,8
2	19 30 ,5			
3	25 43 ,5	9,4	23 ,9	23 ,8
4	31 56 ,5			
5	38 10 ,5	8,6	24 ,0	23 ,9
6	44 24 ,5			
7	50 35 ,5	8,0	24 ,0	23 ,9
8	56 45 ,5			
9	12 2 58 ,5	7,3	24 ,0	23 ,9

Reihe VI., 2ten Juli, 4 Uhr Arnold.
$B = 320{,}1$ Lin.; $t = +25°{,}0$.

0	5 U. 35′ 43″	10,5	+ 24°,8	+ 24°,7
1	42 3	9,8	24 ,7	24 ,6
2	48 23 ,5			
3	54 42 ,5	9,1	24 ,8	24 ,7
4	6 0 58 ,5			
5	7 19	8,3	24 ,9	24 ,7
6	13 36 ,5			
7	19 55 ,5	7,8	24 ,9	24 ,7
8	26 12 ,5			
9	32 26	7,1	24 ,9	24 ,8

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	

Reihe VII., 2ten Juli, 11 Uhr Arnold.
$B = 320{,}8$ Lin.; $t = +23°{,}1$.

0	2 U. 27′ 41″	9,9	+ 23°,9	+ 23°,8
1	34 2 ,5	9,0	24 ,0	23 ,9
3	46 41 ,5	8,1	24 ,0	23 ,9
4	53 0			
5	59 17 ,5	7,8	24 ,1	24 ,0
6	3 5 35 ,5			
7	11 48 ,5	7,0	24 ,1	24 ,0
8	18 4			
9	24 19 ,5	6,7	24 ,1	24 ,0

Reihe VIII., 2ten Juli, 17 Uhr Arnold.
$B = 321{,}1$ Lin.; $t = +22°{,}1$.

0	10 U. 37′ 38″,5	11,0	+ 22°,4	+ 22°,4
1	43 59 ,5	10,3	22 ,5	22 ,5
2	50 19 ,5			
3	56 39 ,5	9,7	22 ,5	22 ,5
4	11 U. 2 58 ,5			
5	9 16 ,5	8,8	22 ,6	22 ,6
6	15 33 ,5			
7	21 51 ,5	8,0	22 ,7	22 ,6
8	28 6 ,5			
9	34 20 ,5	7,6	22 ,8	22 ,8

Reihe IX., 3ten Juli, 0 Uhr Arnold.
$B = 320{,}6$ Lin.; $t = +24°{,}8$.

0	7 U. 8′ 15″,5	10,0	+ 24°,4	+ 24°,3
1	14 29		24 ,4	24 ,3
2	20 47			
3	27 6	8,7	24 ,5	24 ,4
4	33 23			
5	39 37 ,5	8,0	24 ,5	24 ,4
6	45 58 ,5			
7	52 16	7,4	24 ,5	24 ,5
8	58 34 ,5			
9	8 U. 4 50	6,9	24 ,6	24 ,5
10	10 4			

Reihe X., 3ten Juli, 3 Uhr Arnold.
$B = 320{,}6$ Lin.; $t = +25°{,}8$.

0	1 U. 14′ 13″,5	9,9	+ 25°,4	+ 25°,1
1	20 31	9,1	25 ,5	25 ,5
2	26 51 ,5			
3	33 4	8,4	25 ,5	25 ,5
4	39 19			

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
5	1 U. 45′ 36″	8,0	+ 25°,6	+ 25°,5
6	51 50 ,5			
7	58 1	7,2	25 ,6	25 ,6
8	2 U. 4 16 ,5			
9	10 31 ,5	6,8	25 ,7	25 ,6

Reihe XI., 5ten Juli, 16½ Uhr Arnold.

$B = 321{,}7$ Lin.; $t = +23°{,}5$.

0	5 U. 57′ 56″,5	11,5	+ 23°,7	+ 23°,7
1	6 4 13 ,5	11,0	23 ,8	23 ,7
3	16 42 ,5	10,0	23 ,9	23 ,8
4	22 56			
5	29 7 ,5	9,2	23 ,9	23 ,9
6	35 20			
7	41 35 ,5	8,7	23 ,9	23 ,9
8	47 50 ,5			
9	54 9	8,0	23 ,9	23 ,9
10	7 U. 0 23			
11	6 38 ,5	7,3	23 ,9	23 ,9
12	12 51 ,5			
13	19 13 ,5	7,0	24 ,0	24 ,0

In der Coincidenz 13 scheint ein Fehler von 10″ oder 5″ zu seyn.

Reihe XII., 6ten Juli, 0 Uhr Arnold.

$B = 320{,}9$ Lin.; $t = +25°{,}5$.

0	3 U. 37′ 52″,5	10,4	+ 25°,2	+ 25°,1
1	44 9 ,5	9,8	25 ,3	25 ,2
2	50 30 ,5			
3	56 47 ,5	9,1	25 ,3	25 ,2
4	4 3 4 ,5			
5	9 21 ,5	8,4	25 ,4	25 ,2
6	15 37 ,5			
7		7,8	25 ,4	25 ,3
8	28 10 ,5			
9	34 20 ,5	7,2	25 ,4	25 ,3

Reihe XIII., 6ten Juli, 4 Uhr Arnold.

$B = 320{,}7$ Lin.; $t = +27°{,}0$.

0	8 U. 55′ 5″	10,3	+ 25°,9	+ 25°,8
1	9 1 24 ,5	9,4	26 ,0	25 ,8
2	6 54 ,5			
3	14 16 ,5	8,8	26 ,1	26 ,0
4	20 38 ,5			
5	27 0 ,5	8,0	26 ,2	26 ,0
6	33 21 ,5			
7	39 43	7,5	26 ,2	26 ,0

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
8	9 U. 46′ 0″,5			
9	52 20	7,0	+ 26°,2	+ 26°,0
10	58 36 ,5			
11	10 U. 4 49 ,5	6,4	26 ,0	25 ,9

Reihe XIV., 6ten Juli, 13 Uhr Arnold.

$B = 321{,}0$ Lin.; $t = +23°{,}6$.

0	8 U. 8′ 48″,5	10,2	+ 24°,3	+ 24°,3
1	15 7 ,5	9,7	24 ,4	24 ,3
2	21 20 ,5			
3	27 36 ,5	9,0	24 ,4	24 ,3
4	33 49 ,5			
5	40 5 ,5	8,1	24 ,4	24 ,3
6	46 19 ,5			
7	52 35 ,5	7,7	24 ,4	24 ,4
8	58 48 ,5			
9	9 5 5	7,1	24 ,4	24 ,3

Reihe XV., 6ten Juli, 19 Uhr Arnold.

$B = 320{,}4$ Lin.; $t = +24°{,}3$.

0	3 U. 48′ 41″	10,9	+ 24°,5	+ 24°,5
1	53 56 ,5	10,5	24 ,5	24 ,5
2	4 0 16 ,5			
3	6 29 ,5	9,8	24 ,6	24 ,5
4	12 44 ,5			
5	18 58	8,9	24 ,6	24 ,6
6	25 11 ,5			
7	31 22 ,5	8,3	24 ,7	24 ,6
8	37 37 ,5			
9	43 47 ,5	7,7	24 ,6	24 ,6

Reihe XVI., 7ten Juli, 23 Uhr Arnold.

$B = 319{,}3$ Lin.; $t = +26°{,}0$.

0	8 U. 48′ 24″	11,0	+ 25°,3	+ 25°,2
1	54 54	10,0	25 ,4	25 ,3
2	9 1 22			
3	7 51 ,5	9,2	25 ,4	25 ,3
4	14 19 ,5			
5	20 47 ,5	8,7	25 ,5	25 ,5
6	27 13 ,5			
7	33 38 ,5	8,0	25 ,7	25 ,6
8	40 0 ,5			
9	46 22 ,5	7,1	25 ,7	25 ,6
10	52 46 ,5			
11	59 10 ,5	6,9	25 ,7	25 ,6

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
	Reihe XVII., 7ten Juli, 3 Uhr Arnold. $B = 318{,}5$ Lin.; $t = +28^{\circ},0$.			
0	3 U. 25′ 14″,5	11,0	+ 26°,8	+ 26°,8
1	31 39 ,5	10,5	26 ,9	26 ,9
2	38 1			
3	44 22 ,5	9,8	27 ,1	26 ,9
4	50 44 ,5			
5	57 4 ,5	9,0	27 ,0	26 ,9
6	4 3 24 ,5			
7	9 43 ,5	8,1	27 ,0	26 ,9
8	16 0 ,5	7,6	26 ,8	26 ,7
	Der constante Pendel wurde angehalten und von neuem in Bewegung gesetzt.			
0	4 U. 34′ 18″,5	8,8	+ 26°,7	+ 26°,6
1	40 35 ,5	8,4	26 ,6	26 ,5
2	46 53 ,5			
4	59 30 ,5	7,4	26 ,5	26 ,4
	Reihe XVIII., 7ten Juli, 10 Uhr Arnold. $B = 319{,}2$ Lin.; $t = +25^{\circ},7$.			
0	11 U. 31′ 34″,5	12,0	+ 25°,8	+ 25°,7
1	37 56 ,5	11,4	25 ,9	25 ,8
2	44 17			
3	50 39	10,5	25 ,9	25 ,8
4	57 0			
7	12 15 50 ,5	9,2	25 ,7	25 ,6
9	28 25 ,5	8,3	25 ,8	25 ,6
10	34 43 ,5			
11	41 1	7,8	25 ,7	25 ,7
12	47 18 ,5			
13	53 35 ,5		25 ,7	25 ,6
	Reihe XIX., 7ten Juli, 18 Uhr Arnold. $B = 319{,}1$ Lin.; $t = +24^{\circ},3$.			
0	9 U. 45′ 24″,5	11,3	+ 24°,4	+ 24°,3
1	51 43 ,5	10,6	24 ,4	24 ,3
2	58 0			
4	10 10 50 ,5	9,9	24 ,5	24 ,4
5	17 7 ,5	9,1	24 ,5	24 ,5
6	23 27			
7	29 44 ,5	8,4	24 ,5	24 ,5
10	48 29 ,5	7,7	24 ,5	24 ,5
11	54 45 ,5	7,2	24 ,5	24 ,5
12	11 0 58 ,5			
13	7 13 ,5	6,9	24 ,7	24 ,6

Pendelversuche am Ararat 1829.

Der Beobachtungsort ist das Kloster St. Jacob am Abhange des grofsen Ararat in einer Höhe von 997 Toisen über dem schwarzen Meere gelegen. Die Polhöhe dieses Orts ist nach Fedorovs Bestimmung 39° 46′ 12″,1. Der Apparat ward am 12. October aufgestellt, und zwar im Freien, weil keins der innern Gemächer Helligkeit und Festigkeit vereinigte. Es wurde daher ein ohngefähr nach Norden gelegener Winkel der aus Lavaquadern gut gefügten Klostermauer gewählt, welcher gar nicht von den Sonnenstrahlen getroffen wurde. Die Stifte, woran der Apparat hängt, wurden in die etwas poröse Lava eingeschlagen (nicht in die Fugen der Quadern) und standen äufserst fest. Ein Nothdach schützte den Apparat gegen Regen. Dieser Standpunkt war etwa 10 Fufs höher, als der an welchem die Barometermessungen gemacht sind. Etwa 30 Stunden war an diesem Orte beobachtet, als so stürmisches und regnichtes Wetter eintrat, dafs Parrot es vorzog, den Apparat abzunehmen und mit demselben einen finstern Winkel im Innern des Klosters zu beziehen, wo derselbe eben so fest wieder an die Quadermauer befestigt wurde, und keine Zugluft war, auch eine sehr beständige Temperatur herrschte. Der blendend weifse Kalk der Mauer bewies, dafs der Ort nicht feucht war. Es mufste aber bei Licht beobachtet werden. Abheben des Apparats vom frühern Orte und neue Aufstellung im Innern bei Kerzenlicht zusammen erforderten nur eine Stunde Zeit.

Vergleichungen der Pendeluhr des Apparats und des Chronometers von Arnold.

	1829.	A.	P.
1	12. Octbr.	22 U. 41′ 18″,21	0 U. 31′ 55″
2	13. «	21 28 35 ,02	5 40 41
3	14. «	0 6 11 ,78	4 16 5

	1829.	A.	P.
4	15. Octbr.	22 U. 36′ 44″,19	9 U. 3′ 24″
5	16. «	21 20 8 ,99	2 7 10
6	17. «	22 59 26 ,20	10 55 47
7	18. «	0 17 12 ,59	7 16 51

Da der mittlere Mittag um 21 U. 30′ Arnold war, so sind die Uhrvergleichungen 2 und 5 eigentlich noch vor dem Mittage gemacht und hätten, genau genommen, noch mit dem Datum des vorigen Tages bezeichnet werden müssen. Nach der zweiten Vergleichung geschah die Versetzung des Apparats.

Gang des Chronometers von Arnold.

Am 12. und 13. October ist der Mittag von Fedorov bestimmt worden, am 18. aber von Parrot selbst, aus correspondirenden Höhen mit dem Spiegelsextanten. Die Resultate sind:

		Tägliches Zurückbleiben.
12. October mittlerer Mittag	= 21 U. 51′ 1″,47 A.	
13. « « «	= 50 49 ,99 «	11″,48
18. « « «	= 49 54 ,71 «	11 ,06

Vom 12. bis 18. October, d. h. während der Zeit der Pendelversuche ist also das mittlere Zurückbleiben des Chronometers 66″,76 : 6 = 11″,127 täglich.

Beobachtungen des constanten Pendels.

Erste Folge im Freien.

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
	Reihe I., 12ten October, 1 Uhr.			
	B = 272,1 Lin.; t = +13°,7.			
	Ruhige Luft.			
0	12 U. 42′ 14″,5	11,6	+ 13°,2	+ 12°,9
1	48 25 ,5	11,0	13 ,3	13 ,0
2	54 40 ,5			

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
3	1 U. 0′ 51″,5	10,2	+ 13°,4	+ 13°,0
4	7 3 ,5			
5		9,3	13 ,4	13 ,0
6	19 21 ,5			
7		8,9	13 ,4	13 ,1
	Reihe II., 12ten October, 1½ Uhr.			
	Bald nach der vorigen Reihe.			
	B = 272,0 Lin.; t = +14°,0.			
	Ruhige Luft.			
0	1 U. 34′ 27″	11,4	+ 13°,4	+ 13°,2
1	40 38 ,5	10,8	13 ,5	13 ,3
2	46 51 ,5			
3	53 2 ,5	9,9	13 ,5	13 ,4
4	59 12 ,5			
5	2 5 23 ,5	9,3	13 ,5	13 ,4
6	11 32			
7	17 41 ,5	8,7	13 ,5	13 ,4
	Reihe III., 12ten October, 6 Uhr.			
	B = 271,8 Lin.; t = +11°,8.			
	Sehr schwacher Wind.			
0	5 U. 20′ 22″,5	11,3	+ 12°,2	+ 12°,1
1		10,7	12 ,2	12 ,1
2	32 45 ,5			
3	38 56	10,0	12 ,2	12 ,1
4	45 6 ,5			
5	51 16 ,5	9,3	12 ,1	12 ,0
6	57 25			
7	6 3 32 ,5	8,5	11 ,9	11 ,9
	Reihe IV., 12ten October, 12 Uhr.			
	B = 271,4 Lin.; t = +7°,5.			
	Ruhige, heitere Luft.			
0	11 U. 50′ 1″,5	11,7	+ 8°,4	+ 8°,5
1	56 8 ,5	11,0	8 ,4	8 ,6
2	12 2 15 ,5			
3	8 21 ,5	10,3	8 ,6	8 ,8
4	14 27			
5		9,3	8 ,6	8 ,9
6	26 34			
7	32 38	9,0	8 ,7	9 ,0

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
	Reihe V., 12ten October, 19 Uhr.			
	$B = 271{,}1$ Lin.; $t = +6°{,}3$.			
	Ruhige, heitere Luft.			
0	11 U. 10′ 39″,5	12,4	+ 5°,7	+ 5°,9
1	16 47	12,0	5 ,7	6 ,0
2	22 54			
3	29 1 ,5	11,0	5 ,9	6 ,1
4	35 8 ,5			
5	41 13 ,5	10,2	6 ,5	6 ,7
6	47 19 ,5			
7	53 25 ,5	9,5	7 ,1	7 ,3
	Reihe VI., 13ten October, 0 Uhr.			
	$B = 271{,}3$ Lin.; $t = +15°{,}5$.			
	Heitere Luft, windig.			
0	5 U. 51′ 19″,5	12,0	+ 14°,8	+ 14°,6
1	57 31	11,4	14 ,7	14 ,5
2	6 3 41			
3	9 52 ,5	10,7	14 ,6	14 ,4
4	16 0 ,5			
5	22 9 ,5	9,9	14 ,7	14 ,5
6	28 17 ,5			
7	34 26	9,1	14 ,7	14 ,6
	Bald nachher bewölkt sich's und einige Regentropfen fallen.			
	Reihe VII., 13ten October, 5 Uhr.			
	$B = 270{,}8$ Lin.; $t = +14°{,}5$.			
	Trüber Himmel, starker Wind.			
0	1 U. 1′ 18″,5	11,5	+ 14°,7	+ 14°,7
1		10,6	15 ,0	15 ,0
2	13 46 ,5			
3	20 0 ,5	10,2	15 ,1	15 ,1
4	26 11 ,5			
5	32 24 ,5	9,5	15 ,3	15 ,4
6	38 34 ,5			
7	44 45 ,5	9,0	15 ,3	15 ,4
8	50 54 ,5			
9		8,1	15, 4	15 ,5
	Spät Abend wird es regnicht und stürmisch. Der Apparat wird, wie oben gesagt, in's Innere des Klosters gebracht.			
	Reihe VIII., 14ten October, $6\frac{1}{2}$ Uhr.			
	$B = 271{,}9$ Lin.; $t = +12°{,}3$.			
0	9 U. 18′ 41″,5	11,1	+ 12°,7	+ 12°,5
1	24 57 ,5	10,8	12 ,7	12 ,6

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
2	9 U. 31′ 16″,5			
3	37 33 ,5	9,9	+ 12°,9	+ 12°,7
4	43 45 ,5			
5	49 59 ,5	9,1	12 ,9	12 ,8
6	56 12			
7	10 U. 2 20 ,5	8,7	12 ,9	12 ,7
8	8 28 ,5			
	Reihe IX., 14ten October, 14 Uhr.			
	$B = 271{,}8$ Lin.; $t = +12°{,}6$.			
0	6 U. 11′ 27″,5	11,9	+ 13°,0	+ 12°,9
1	17 39 ,5	11,1	13 ,0	12 ,9
2	23 51 ,5			
3	30 1	10,2	13 ,1	12 ,8
4	36 11 ,5			
5	42 20 ,5	9,6	13 ,2	12 ,9
6	48 28			
7	54 36 ,5	9,0	13 ,2	13 ,0
	Reihe X., 14ten October, 20 Uhr.			
	$B = 271{,}8$ Lin.; $t = +12°{,}2$.			
0	2 U. 10′ 22″,5	11,4	+ 12°,7	+ 12°,4
1	16 32 ,5	10,8	12 ,8	12 ,5
2	22 41 ,5			
3	28 49 ,5	9,9	12 ,9	12 ,6
4	34 57			
5	41 2 ,5	9,1	12 ,9	12 ,6
6	47 9			
7	53 16	8,7	13 ,1	12 ,8
	Reihe XI., 15ten October, 1 Uhr.			
	$B = 271{,}6$ Lin.; $t = +12°{,}8$.			
0	9 U. 31′ 7″	12,0	+ 13°,6	+ 13°,3
1	37 21	11,1	13 ,6	13 ,4
2	43 35 ,5			
3	49 51	10,4	13 ,7	13 ,4
4	55 57 ,5			
5	10 2 5	9,8	13 ,7	13 ,4
6	8 15 ,5			
7	14 25 ,5	9,1	13 ,7	13 ,5
	Reihe XII., 15ten October, 6 Uhr.			
	$B = 271{,}1$ Lin.; $t = +13°{,}0$.			
0	4 U. 29′ 13″,5	11,4	+ 13°,4	+ 13°,0
1	35 24 ,5	10,9	13 ,4	13 ,2

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
2	4 U. 41′ 32″,5			
3	47 41 ,5	10,0	+ 13°,5	+ 13°,2
4	53 48 ,5			
5	59 56 ,5	9,4	13 ,5	13 ,2
6	5 U. 6 2 ,5			
7	11 8 ,5	8,9	13 ,5	13 ,2

Reihe XIII., 15ten October, 12 Uhr.
$B = 271{,}3$ Lin.; $t = +13°{,}1$.

0	11 U. 32′ 36″	11,1	+ 12°,7	+ 12°,5
1	38 42 ,5	10,3	12 ,8	12 ,7
2	44 50 ,5			
3	50 56 ,5	9,7	13 ,0	12 ,7
4	57 4 ,5			
5	12 3 7 ,5	9,0	13 ,1	12 ,8
6	9 14 ,5			
7	15 16 ,5	8,5	13 ,2	12 ,9

Reihe XIV., 15ten October, 19 Uhr.
$B = 271{,}7$ Lin.; $t = +12°{,}2$.

0	8 U. 50′ 6″,5	11,4	+ 12°,4	+ 12°,4
1	56 14 ,5	10,8	12 ,7	12 ,5
2	9 2 23 ,5			
3	8 31 ,5	10,0	12 ,8	12 ,6
4	14 40			
5	20 49 ,5	9,2	12 ,9	12 ,7
6	27 0 ,5			
7	33 6	8,8	13 ,2	12 ,9

Reihe XV., 16ten October, 0 Uhr.
$B = 271{,}8$ Lin.; $t = +12°{,}8$.

0	2 U. 45′ 54″,5	12,0	+ 13°,5	+ 13°,2
1	52 4 ,5	11,1	13 ,7	13 ,4
2	58 11			
3	3 U. 4 20 ,5	10,5	13 ,7	13 ,4
4	10 26			
5	16 30 ,5	9,9	13 ,7	13 ,4
6	22 35			
7	28 40	9,3	13 ,6	13 ,4

Reihe XVI., 16ten October, 7 Uhr.
$B = 271{,}8$ Lin.; $t = +12°{,}6$.

0	11 U. 1′ 53″,5	12,4	+ 13°,2	+ 13°,0
1	8 4	11,9	13 ,0	+ 12 ,8

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
2	11 U. 14′ 13″			
3	20 20 ,5	11,0	+ 13°,0	+ 12°,9
4	26 28			
5	32 33 ,5	10,2	13 ,1	12 ,9
6	38 40			
7	44 45	9,7	13 ,2	12 ,9

Reihe XVII., 16ten October, 14 Uhr.
$B = 271{,}5$ Lin.; $t = +12°{,}6$.

0	8 U. 20′ 24″,5	11,9	+ 12°,5	+ 12°,4
1	26 31	11,0	12 ,8	12 ,6
2	32 38 ,5			
3	38 44	10,4	13 ,0	12 ,7
4	44 52			
5		9,7	13 ,0	12 ,8
6	57 5 ,5			
7	9 U. 3 12	9,0	13 ,2	13 ,0

Reihe XVIII., 16ten October, 21 Uhr.
$B = 271{,}7$ Lin.; $t = +12°{,}3$.

0	4 U. 43′ 48″,5	11,1	+ 12°,5	+ 12°,3
1	49 55 ,5	10,6	12 ,6	12 ,4
2	55 59 ,5			
3	5 U. 2 3	10,0	12 ,8	12 ,6
4	8 8			
5	14 10 ,5	9,2	12 ,9	12 ,7
6	20 12			
7	26 14 ,5	8,7	13 ,1	12 ,8

Reihe XIX., 16ten October $21\frac{1}{2}$ Uhr.
$B = 271{,}2$ Lin.; $t = +12°{,}6$.

0	5 U. 50′ 52″,5	12,0	+ 13°,1	+ 12°,8
1	57 0 ,5	11,4	13 ,2	12 ,9
2	6 U. 3 6 ,5			
3	9 11	10,5	13 ,1	12 ,8
4	15 16 ,5			
5	21 21	9,9	13 ,3	12 ,9

Reihe XX., 17ten October, 1 Uhr.
$B = 271{,}6$ Lin.; $t = +12°{,}4$.

0	10 U. 4′ 17″,5	12,1	+ 12°,5	+ 12°,4
1	10 26	11,5	12 ,8	12 ,6
2	16 34			
3	22 40 ,5	10,8	12 ,9	12 ,7
4	28 49			

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
5	10 U. 34′ 52″,5	10,0	+ 13°,0	+ 12°,8
6	40 57 ,5			
7	47 0 ,5	9,4	13 ,2	12 ,9

Reihe XXI., 17ten October, 8 Uhr.
$B = 272{,}1$ Lin.; $t = +12°{,}3$.

0	8 U. 2′ 33″,5	11,4	+ 12°,5	+ 12°,4
1	8 41 ,5	10,9	12 ,6	12 ,5
2	14 47			
3	20 52 ,5	10,0	12 ,8	12 ,6
4	26 54 ,5			
5	33 1	9,4	12 ,9	12 ,6
6	39 2 ,5			
7	45 8 ,5	8,8	13 ,0	12 ,7

Reihe XXII., 17ten October, 14 Uhr.
$B = 272{,}1$ Lin.; $t = +12°{,}3$.

0	3 U. 19′ 18″	12,3	+ 12°,6	+ 12°,5
1	25 25	11,8	12 ,8	12 ,6
2	31 30 ,5			
3	37 35 ,5	11,0	12 ,9	12 ,7
4	43 41 ,5			
5	49 45 ,5	10,0	12 ,9	12 ,7
6	55 51 ,5			
7	4 1 54	9,4	13 ,0	12 ,7

Reihe XXIII., 17ten October, 20 Uhr.
$B = 272{,}0$ Lin.; $t = +11°{,}7$.

0	10 U. 21′ 13″	12,8	+ 12°,0	+ 11°,8
1	27 24	12,1	12 ,0	11 ,9
2	33 32 ,5			
3	39 40 ,5	11,3	12 ,2	12 ,0
4	45 46 ,5			
5	51 54 ,5	10,5	12 ,3	12 ,0
6	58 0			
7	11 U. 4 6 ,5	9,8	12 ,4	12 ,1

Reihe XXIV., 18ten October, 3 Uhr.
$B = 271{,}1$ Lin.; $t = +12°{,}8$.

0	7 U. 38′ 3″,5	11,6	+ 13°,2	+ 13°,0
1	44 11 ,5	11,0	13 ,2	13 ,1
2	50 16 ,5			
3	56 24 ,5	10,2	13 ,2	13 ,0
4	2 30 ,5			

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
5	8 U. 8′ 35″	9,6	+ 13°,2	+ 13°,0
6	14 40			
7	20 42 ,5	8,9	13 ,2	13 ,0

Pendelversuche in Dorpat 1833.

Diese Versuche wurden wieder im geheizten Saale des physikalischen Cabinets genau an derselben Stelle, wie im Jahre 1829, und, da die Jahreszeit dieselbe war, unter ganz ähnlichen Verhältnissen, wie damals, angestellt.

Die Uhr des Apparats wurde während der Versuche kurz vor Mittag von Herrn Sabler, Gehülfen der Sternwarte, mit einem nach mittlerer Zeit gehenden Chronometer von Kessels und dieser gleich nachher wieder auf der Sternwarte mit der Pendeluhr von Repsold verglichen.

Vergleichungen der Pendeluhr des Apparats und des Chronometers von Kessels.

	1833.	K.	P.
1	28. März.	0 U. 57′ 36″,99	4 U. 10′ 37″
2	« «	23 34 6 ,01	9 6 51
3	29. «	23 32 36 ,01	3 48 3
4	30. «	23 1 36 ,98	9 51 35

Vergleichung des Chronometers von Kessels und der Pendeluhr von Repsold.

Diese Vergleichungen wurden von Herrn Sabler sogleich auf 23 U. 30′ Kessels reducirt, wodurch sich der Werth von 24 Stunden Kessels in Repsold Zeit ergab. Die gefundenen Werthe sind:

Vom Mittag d. 28. b. 29. März 24 Stunden K. = 24 St. 3′ 52″,25 R.
« « « 29. « 30. « « « K. = 24 « 3 52 ,60 R.
« « « 30. « 31. « « « K. = 24 « 3 52 ,55 R.

Gang der Pendeluhr von Repsold.

Herr Sabler bestimmte diesen durch Sterndurchgänge am achtfufsigen Mittagsrohr von Dollond beobachtet, woraus sich ergab, dafs vom 28. bis 31. März im Mittel die Repsoldsche Uhr um 3″,075 täglich zu schnell gegangen war, also 24 Stunden 0′ 3″,075 R. = 24 Stunden Sternzeit.

Beobachtungen des constanten Pendels.

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
	Reihe I., 28sten März, 0 Uhr. $B = 337{,}8$ Lin.; $t = +21°{,}0$.			
0	4 U. 53′ 33″,5	11,1	+ 20°,3	+ 20°,2
1	59 39 ,5	10,7	20 ,3	20 ,2
2	5 5 46	10,1	20 ,4	20 ,3
3	11 47 ,5	9,8	20 ,4	20 ,3
4	17 50 ,5	9,4	20 ,4	20 ,3
5	23 54 ,5	9,1	20 ,3	20 ,3
6	29 57 ,5	8,7	20 ,4	20 ,3
7	35 57 ,5	8,3	20 ,4	20 ,3
8	41 59 ,5	8,0	20 ,4	20 ,3
9	47 57 ,5	7,7	20 ,4	20 ,3
	Reihe II., 28sten März, 6 Uhr. $B = 336{,}6$ Lin.; $t = +20°{,}6$.			
0	10 U. 36′ 5″,5	11,1	+ 20°,0	+ 19°,7
2	50 17	10,2	20 ,4	20 ,3
3	57 20	10,0	20 ,4	20 ,3
4	11 U. 2 24 ,5			
5	8 26 ,5	9,1	20 ,5	20 ,5
6	14 28	8,9	20 ,5	20 ,6
7	20 28 ,5	8,5	20 ,5	20 ,7
8	26 29 ,5	8,1	20 ,5	20 ,7
9	32 30 ,5	7,9	20 ,6	20 ,8
10	38 28	7,6	20 ,7	21 ,0

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
	Reihe III., 28sten März, 12 Uhr. $B = 336{,}1$ Lin.; $t = +19°{,}5$.			
0	6 U. 4′ 27″	10,7	+ 19°,4	+ 19°,1
1	10 28 ,5	10,2	19 ,7	19 ,7
2	16 29 ,5	10,0	20 ,0	20 ,0
3	22 30 ,5	9,5	20 ,0	20 ,2
4	28 33 ,5	9,2	20 ,1	20 ,2
5	34 34 ,5	8,9	20 ,2	20 ,3
6	40 35	8,5	20 ,2	20 ,3
7	46 36 ,5	8,0	20 ,1	20 ,2
8	52 39	7,8	20 ,1	20 ,2
9	58 40 ,5	7,5	20 ,0	20 ,2
	Reihe IV., 28sten März, 19 Uhr. $B = 334{,}7$ Lin.; $t = +19°{,}0$.			
0	3 U. 25′ 35″	11,4	+ 18°,9	+ 18°,6
1	31 40	11,1	19 ,0	18 ,6
2	37 43	10,7	19 ,0	18 ,7
4	49 48	9,9	19 ,0	18 ,9
5	55 49 ,5	9,5	19 ,0	18 ,9
6	4 1 48	9,1	19 ,1	18 ,9
7	7 48	8,9	19 ,1	19 ,0
8	13 46	8,4	19 ,4	19 ,4
9	19 42 ,5	8,2	19 ,5	19 ,7
	Reihe V., 29sten März, 0 Uhr. $B = 334{,}5$ Lin.; $t = +21°{,}9$.			
0	12 U. 27′ 11″,5	11,3	+ 20°,9	+ 20°,8
1	33 12 ,5	11,0	21 ,0	20 ,8
2	39 13 ,5	10,6	21 ,0	20 ,9
3	45 14 ,5	10,1	21 ,0	20 ,9
4	51 14 ,5	9,7	21 ,0	20 ,9
5	57 13 ,5	9,3	21 ,0	20 ,8
6	1 3 13 ,5	9,0	21 ,0	20 ,8
7	9 11	8,7	21 ,0	20 ,8
8	15 7	8,3	21 ,0	20 ,8
9	21 4 ,5	8,0	21 ,0	20 ,8
	Reihe VI., 29sten März, 7 Uhr. $B = 334{,}3$ Lin.; $t = +21°{,}1$.			
0	7 U. 34′ 22″,5	11,4	+ 20°,6	+ 20°,5
1	40 25	11,0	20 ,9	20 ,9
2	46 27 ,5	10,6	21 ,0	20 ,9
3	52 30 ,5	10,1	21 ,0	20 ,9
4	58 32 ,5	9,8	21 ,0	21 ,0

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
5	8 U. 4′ 35″,5	9,4	+ 21°,0	+ 21°,0
6	10 34 ,5	9,1	21 ,0	21 ,1
7	16 35 ,5	8,8	21 ,1	21 ,3
8	22 35	8,5	21 ,2	21 ,4
9	28 36	8,1	21 ,3	21 ,4
	Reihe VII., 29sten März, 12 Uhr.			
	$B = 334{,}9$ Lin.; $t = +20°{,}2$.			
0	1 U. 8′ 0″,5	10,4	+ 20°,0	+ 20°,0
1	14 0	10,0	20 ,2	20 ,1
2	20 2 ,5	9,6	20 ,3	20 ,2
3	26 3	9,2	20 ,4	20 ,4
4	32 6 ,5	8,9	20 ,5	20 ,6
5	38 10	8,5	20 ,6	20 ,8
6	44 10 ,5	8,1	20 ,6	20 ,9
7	50 12	7,9	20 ,6	20 ,8
8	56 12 ,5	7,6	20 ,6	20 ,8
9	2 2 15	7,3	20 ,6	20 ,7
	Reihe VIII., 29sten März, 19 Uhr.			
	$B = 335{,}5$ Lin.; $t = +18°{,}5$.			
0	10 U. 2′ 42″,5	11,8	+ 18°,6	+ 18°,3
1	8 43	11,3	18 ,7	18 ,3
2	14 49	10,9	18 ,8	18 ,4
3	20 53 ,5	10,4	18 ,8	18 ,4
4	26 57	10,0	18 ,8	18 ,4
5	33 0 ,5	9,7	18 ,8	18 ,4
6	39 3 ,5	9,4	18 ,8	18 ,4
7	44 59	9,0	18 ,8	18 ,4
8	51 5 ,5	8,6	18 ,8	18 ,5
9	57 4 ,5	8,2	18 ,8	18 ,5
	Reihe IX., 30sten März, 0 Uhr.			
	$B = 335{,}2$ Lin.; $t = +18°{,}9$.			
0	4 U. 50′ 31″,5	12,0	+ 18°,7	+ 18°,7
1	56 33 ,5	11,5	18 ,7	18 ,7
2	5 2 37 ,5	11,1	18 ,8	18 ,7
4	14 42	10,3	18 ,9	18 ,8
5	20 43	9,9	19 ,0	18 ,8
6	26 44	9,5	19 ,0	18 ,8
7	32 45 ,5	9,1	18 ,9	18 ,9
8	38 45	8,8	18 ,9	18 ,9
9	44 43 ,5	8,4	18 ,9	18 ,9

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
	Reihe X., 30sten März, 7 Uhr.			
	$B = 335{,}2$ Lin.; $t = +17°{,}3$.			
0	2 U. 11′ 53″	12,1	+ 17°,4	+ 17°,2
1	17 56 ,5	11,9	17 ,5	17 ,5
2	23 59	11,3	17 ,6	17 ,6
3	30 0 ,5	10,9	17 ,6	17 ,6
4	36 2 ,5	10,5	17 ,7	17 ,7
5	42 1 ,5	10,0	17 ,8	17 ,8
6	47 59 ,5	9,7	17 ,8	17 ,9
7	54 1	9,3	17 ,9	17 ,9
8	59 57 ,5	9,0	17 ,9	18 ,2
9	3 U. 5 56 ,5	8,7	18 ,0	18 ,2
	Reihe XI., 30sten März, 12 Uhr.			
	$B = 334{,}6$ Lin.; $t = +16°{,}6$.			
0	7 U. 49′ 35″,5	11,7	+ 16°,7	+ 16°,6
2	8 1 47	10,9	16 ,8	16 ,8
3	7 51	10,5	17 ,1	17 ,1
4	13 55 ,5	10,1	17 ,2	17 ,3
5	19 59 ,5	9,7	17 ,2	17 ,3
6	26 2 ,5	9,3	17 ,2	17 ,3
7	32 6	9,0	17 ,2	17 ,4
8	38 8 ,5	8,7	17 ,2	17 ,4
9	44 10	8,3	17 ,2	17 ,5
	Reihe XII., 30sten März, 19 Uhr.			
	$B = 332{,}7$ Lin.; $t = +15°{,}8$.			
0	5 U. 3′ 58″,5	11,1	+ 16°,1	+ 15°,9
1	10 2	10,6	16 ,1	15 ,9
2	16 4 ,5	10,2	16 ,3	16 ,0
3	22 9	9,9	16 ,4	16 ,0
4	28 11 ,5	9,5	16 ,4	16 ,0
5	34 15 ,5	9,1	16 ,4	16 ,1
6	40 18	8,8	16 ,5	16 ,2
7	46 19	8,4	16 ,5	16 ,2
8	52 19 ,5	8,1	16 ,5	16 ,3
9	58 18 ,5	7,7	16 ,5	16 ,3
	Reihe XIII., 31sten März, 0 Uhr.			
	$B = 330{,}9$ Lin.; $t = +17°{,}8$.			
0	12 U. 30′ 59″	11,3	+ 17°,4	+ 17°,2
1	37 9 ,5	10,9	17 ,5	17 ,2
2	43 17	10,5	17 ,5	17 ,3
3	49 25 ,5	10,0	17 ,4	17 ,3
4	55 31 ,5	9,7	17 ,4	17 ,2

	Coincidenz.	Elongation.	Thermometer des Apparats.	
5	1 U. 1 38″,5	9,3	+ 17°,4	+ 17°,2
6	7 43 ,5	9,0	17 ,4	17 ,2
7	13 49 ,5	8,6	17 ,4	17 ,3
8	19 54 ,5	8,3	17 ,5	17 ,4
9	25 58 ,5	8,0	17 ,5	17 ,4

Berechnung der obigen Pendelbeobachtungen.

Das Ziel der Rechnung ist die Zahl X der Schwingungen durch unendlich kleine Bogen zu finden, die der constante Pendel in einem mittleren Tage bei einer bestimmten Temperatur im luftleeren Raume macht. Jedes Intervall zweier auf einander folgenden Coincidenzen giebt diese Gröfse durch einen Ausdruck

$$X = a \cdot b \cdot c \cdot Z + r.$$

wo Z die Zahl der Schwingungen des Uhrpendels im Tage, a, b, c drei von der Einheit wenig verschiedene Coefficienten sind, a von dem Intervalle zweier Coincidenzen, b von der Elongation des Schwunges und c von der Temperatur abhängig, r eine Zahl bedeutet, welche die Reduction auf den leeren Raum giebt, die also von der Dichtigkeit der Luft und des Pendels und von der Form des letztern bedingt wird.

Insofern die Dichtigkeit der Luft für eine Folge von Beobachtungen wenig sich ändert, kann man r für dieselbe als constant ansehen und also indem $X - r = X'$ gesetzt wird, diese Gröfse bestimmen aus

$$X' = a \cdot b \cdot c \cdot Z.$$

oder wenn Log. $a = \alpha$, Log. $b = \beta$, Log. $c = \gamma$ und Log. $Z = \zeta$ ist, durch

$$\text{Log. } X' = \alpha + \beta + \gamma + \zeta.$$

Die Berechnung von Z und ζ ist sehr einfach. Die Uhrvergleichungen geben das Verhältnifs der verschiedenen Uhrzeiten, die astronomischen Beobachtungen das der Zeiten der Normaluhr zur Sternzeit, und endlich ist constant der mittlere

Tag = 24 St. 3′ 56″,555 Sternzeit. Wollen wir z. B. vom 28. bis 29. März 1833 die Zahl Z berechnen, so geben uns die Uhrvergleichungen:

22 St. 36′ 29″,02 K. = 28 St. 56′ 14″ P.
oder 81389″,02 K. = 104174″ P.
24 St. 0′ 0″ K. = 24 St. 3′ 52″,25 R.
oder 86400″,00 K. = 86632″,25 R.

Ferner ist nach den astronomischen Beobachtungen 86403″,075 R. = 86400 Sternzeit und 86635″,555 Sternzeit = 86400″ mittlerer Zeit. Aus der Zusammensetzung der diesen Angaben entsprechenden Verhältnisse folgt

1 Mittl. Tag = 86400″ Mittl. Zeit = 86635,555 $\frac{86403075}{86400}$ $\frac{86400}{86623/25}$ $\frac{104174}{8138902}$ P.;

woraus sich durch siebenstellige Logarithmen ergiebt:

$$\zeta = 5{,}0437444 \text{ und } Z = 110597{,}28.$$

Der Coefficient α ist $\frac{n+1}{n}$, wie schon früher gesagt ist, wenn n die Zahl der Schläge des Uhrpendels zwischen zwei Coincidenzen bedeutet bei uns immer $\alpha = \frac{n+1}{n}$. In Dorpat 1829 liegt anfangs n zwischen 207 und 215; nachher als der Uhrpendel etwas verkürzt war zwischen 405 und 420, für alle späteren Versuche ist es zwischen 355 und 390″. Die nachfolgende Tafel giebt α für alle einzelnen Sekunden von n als Argumente, in Einheiten der siebenten Decimale.

Hülfstafel I. für α.

n	$\alpha = \text{Log.}\frac{n+1}{n}$	Diff.	n	$\alpha = \text{Log.}\frac{n+1}{n}$	Diff.
3′ 27″	20930		3′ 31″	20534	
		100			97
28	20830		32	20437	
		100			95
29	20730		33	20342	
		98			95
30	20632		34	20247	
		98			94
31	20534		35	20153	

n	$\alpha = \text{Log.}\frac{n+1}{n}$	Diff.	n	$\alpha = \text{Log.}\frac{n+1}{n}$	Diff.
5′ 55″	12216	34	6′ 21″	11384	30
56	12182	34	22	11354	30
57	12148	34	23	11324	29
58	12114	33	24	11295	29
59	12081	34	25	11266	29
6 0	12047	33	26	11237	30
1	12014	34	27	11207	28
2	11980	32	28	11179	29
3	11948	33	29	11150	28
4	11915	33	30	11122	
5	11882	32			
6	11850	33	6 45	10710	26
7	11817	31	46	10684	26
8	11786	33	47	10658	25
9	11753	31	48	10631	25
10	11722	32	49	10606	27
11	11690	31	50	10579	25
12	11659	31	51	10554	25
13	11628	31	52	10529	27
14	11597	32	53	10502	24
15	11565	29	54	10478	26
16	11536	32	55	10452	24
17	11504	30	56	10428	26
18	11474	30	57	10402	25
19	11444	30	58	10377	24
20	11414	30	59	10353	25
21	11384		7 0	10328	

Ist e der Winkel der Elongation des schwingenden Pendels, so wird bekanntlich

$$b = 1 + \tfrac{1}{16}\,\text{Sin.}\,e,$$

Da an Parrots Apparat nicht der Winkel, sondern die oben erwähnte Gröfse E in Linien beobachtet wird, so habe ich gleich für E als Argument $\beta = \text{Log.}\,b$ in eine Tafel gebracht, in Einheiten der siebenten Decimale.

Hülfstafel II. für β.

E	1829. $\beta =$	Diff.	1833. $\beta =$	Diff.
1,0 Lin.	3	10	3	9
2,0 «	13	16	12	15
3,0 «	29	22	27	21
4,0 «	51	29	48	28
5,0 «	80	35	76	33
6,0 «	115	42	109	40
7,0 «	157	48	149	46
8,0 «	205	55	195	51
9,0 «	260	60	246	58
10,0 «	320	68	304	64
11,0 «	388	73	368	69
12,0 «	461	80	437	78
13,0 «	541		515	

Die beobachteten Schwingungen müssen alle auf diejenige Zahl gebracht werden, die bei einer bestimmten Temperatur des constanten Pendels statt gefunden hätten. Ich habe zur Normal-Temperatur $+16^{0},0$ C. gesetzt. Der ganze Pendel ist von Messing; ist daher die Länge derselben bei $+16^{0}$ gleich 1, so ist sie bei τ^{0} gleich $1+0{,}00001872\,(\tau-16)$ wenn nach Smeaton die Ausdehnung des Messings $= 0{,}0000104$ für 1^{0} Fahrenheit also $0{,}00001872$ für 1^{0} C. beträgt. Setzt man die Dauer eines Pendelschwunges bei $+16^{0} = s$, so wird sie bei τ^{0} gleich $s' = s\sqrt{(1+0{,}00001872[\tau-16])}$
$= s^{0}(1+0{,}00000936[\tau-16])$ seyn. Hieraus folgt der dritte Coefficient $c = \frac{s'}{s} = 1+0{,}00000936(\tau-16)$. Nun ist Log. $1{,}00000936 = 0{,}0000004063$, folglich Log. $c = \gamma = (\tau-16)40{,}63$ Einheiten der siebenten Decimalstelle. Hiernach ist die nachfolgende Tafel entworfen, die γ in Einheiten der siebenten Stelle giebt.

Hülfstafel III. für γ.

τ	$\gamma =$	τ	$\gamma =$	τ	$\gamma =$	τ	$\gamma =$
-2^0	-731	$+7^0$	-366	$+15^0$	-41	$+23^0$	$+284$
-1	-691	8	-325	16	0	24	$+325$
0	-650	9	-284	17	$+41$	25	$+366$
$+1$	-609	10	-243	18	$+81$	26	$+406$
2	-569	11	-203	19	$+122$	27	$+447$
3	-528	12	-163	20	$+163$	28	$+488$
4	-488	13	-122	21	$+203$	29	$+528$
5	-447	14	-81	22	$+243$	30	$+569$
6	-406						

Wenn die Reduction nach dieser Tafel gemacht wird, so ist es zweifelhaft, ob sie mit völliger Schärfe geschieht, indem es sich frägt, ob die angenommene Ausdehnung des Messings auch wirklich die des Pendels sey. Die Versuche in Dorpat, bei sehr verschiedenen Temperaturen angestellt, werden hierüber entscheiden, und das Mittel an die Hand geben, an die Endresultate erforderlichen Falls eine kleine Verbesserung anzubringen.

Die Reduction der Zahl der Pendelschwingungen auf den leeren Raum habe ich nur nach der alten Methode ausführen können, deren Unvollständigkeit Bessel gezeigt hat. Es fehlt aber für unsern Apparat an den Datis zur schärferen Berechnung, die auch nicht von erheblichem Einflusse seyn wird, da die Dichtigkeit der Luft an den 3 Orten nicht so bedeutend variirt, um für die Reduction sehr erheblich verschiedene Werthe zu geben, die auf die alte Weise berechnet für Dorpat, Tiflis und den Ararat $r = 8{,}6$; $r = 7{,}8$ und $r = 6{,}9$ Schläge beträgt. Es kommt hier offenbar nur auf den Unterschied dieser Gröfsen an. Setzt man die Dichtigkeit der Luft, beim Barometerstande $= 0{,}76$ Mètre und bei der Temperatur $= 0^0$, gleich 1: so wird sie für den Barometerstand B, in Theilen des Mètre ausgedrückt, und für die Temperatur der Centesimalscale $= \tau^0$ seyn $\frac{B}{0{,}76} \cdot \left(\frac{1}{1 + \tau\, 0{,}00375}\right)$. Das specifische Gewicht dieser Luft ist, wenn wir das der Luft von der Dichtigkeit 1 gleich $\frac{1}{770{,}26}$ setzen:

$$p = \frac{1}{770{,}26^0} \; \frac{B}{76} \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{3}{8} \cdot 0{,}0\tau}\right)$$

Das specifische Gewicht des Messings ist $8{,}006 = P$. Nun ist bekanntlich

$$r = X' \left(\sqrt{\frac{1}{1 - \frac{p}{P}}} - 1 \right) = X' \cdot \left(\frac{p}{2P} + \frac{3}{8} \frac{p^2}{P^2} \cdots \right)$$

Vernachlässigt man das zweite und die nachfolgenden Glieder und substituirt man die obigen Werthe von p und P, so hat man:

$$r = X' \cdot \frac{1}{16{,}012} \cdot \frac{1}{770{,}26} \; \frac{B}{0{,}76} \left(\frac{1}{1 + \frac{3}{8} \cdot 0{,}0\tau}\right)$$

oder $\text{Log.}\, r = \text{Log.}\, X' + \text{Log.} \left(\frac{1}{1 + \frac{3}{8} \cdot 0{,}0\tau}\right) + 6{,}02853 + \text{Log.}\, B.$

Mit Anwendung der drei obigen Hülfstafeln ist nun die Berechnung einer jeden Reihe von Pendelversuchen etwas sehr Einfaches, wie sich aus nachfolgendem ausführlichen Beispiele ergeben wird. Ich wähle hierzu die Beobachtungen vom 28. März 1833 um 0 Uhr. Für diesen Tag haben wir $\zeta = 5{,}0437444$ schon oben gefunden. Da Parrot jede einzelne Coincidenz beobachtet, für jede die Elongation und die Temperatur angemerkt hat, so können wir die Zahl der Schwingungen aus jedem Intervall ableiten. Wir finden 9 Intervalle beobachtet.

Intervalle.	6′ 6″,0	6′ 6″,5	6′ 1″,5	6′ 3″,0	6′ 4″,0	6′ 3″,0	6′ 0″,0	6′ 2″,0	5′ 58″,0
Elongation E =	10,9 Lin.	10,4	9,95	9,6	9,25	8,9	8,5	8,15	7,85
Temperatur ϑ =	+20°,25	20,3	20,35	20,35	20,32	20,32	20,35	20,35	20,35
Aus Tafel I, α =	11850	11833	11997	11948	11915	11948	12047	11980	12114
« II, β =	362	330	301	281	261	241	220	203	188
« III, γ =	+ 173	175	177	177	176	176	177	177	177
$\alpha+\beta+\gamma$ =	12385	12338	12475	12406	12352	12365	12444	12360	12479
$\alpha+\beta+\gamma-12263$ =	122	75	212	143	89	102	181	97	216
X' =	110913,1	1,9	5,4	3,6	2,2	2,6	4,6	2,5	5,5

Man sieht hier, dafs $\alpha+\beta+\gamma$ zwischen 12300 und 12500 liegt, folglich Log. X' zwischen 5,0437444 + 12300 = 5,0449744 und 5,0449944, also X' sich zwischen 110910 und 110920 befindet. Log. 110910 ist = 5,0449707 = ζ + 12263. Subtrahirt man also 12263 von $\alpha+\beta+\gamma$, so erhält man den Ueberschufs des Log. X' über Log. 110910, der durch 39,2, der Veränderung des Log. für eine Einheit, dividirt die Zahl der Schläge giebt, um welche X' gröfser als 110910 ist, woraus sich sogleich die Zahlen der letzten horizontalen Columne in der obigen Berechnung ergeben.

Es lassen sich also, wie dies Beispiel lehrt, die einzelnen Intervalle mit grofser Leichtigkeit berechnen. Indefs ist diese Umständlichkeit der Berechnung nicht nothwendig, ja es ist offenbar richtiger, statt eines einzelnen Intervalls, immer ein Doppel-Intervall, welches durch die Vergleichung zweier gleichartiger Coincidenzen gegeben wird, zum Grunde zu legen, indem möglicher Weise ein kleiner constanter Unterschied zwischen den ungraden und den graden Intervallen statt finden kann. Wenn nun zwar ein solcher Unterschied aus dem Endresultate verschwindet, so mufste es eigentlich doch Regel seyn, in jeder Reihe eine ungrade Anzahl von Coincidenzen zu beobachten, um eine gerade Zahl von Intervallen zu erhalten, die eine Anzahl Doppel-Intervalle abgeben. Diese Regel ist von Parrot nicht beobachtet worden, weil ihm die ersten Versuche schon zeigten, dafs zwischen den graden und ungraden Intervallen kein bemerklicher Unterschied war. In Dorpat 1833 sind beständig 10 Coincidenzen oder 9 Intervalle gegeben, und zu jeder Coincidenz die Elongation notirt. Hier habe ich für die Berechnung 4 Doppel-Intervalle und ein einfaches genommen und jedem die mittlere der notirten Elongationen beigelegt. An den andern Orten ist eben so verfahren oder wenn die Elongationen sich nicht nach je zwei Coincidenzen notirt fanden, so wurden die jedesmal zwischen zwei notirten Elongationen zusammenliegenden Intervalle zusammen gefafst, und mit der mittlern Elongation berechnet. Bei der Ziehung des

Mittels einer Reihe ist daher die Zahl der Intervalle berücksichtigt, auf denen jedes X' beruht.

Es läfst sich fragen, welche Genauigkeit die von uns geführte Rechnung gewährt. Man sieht, da 39,2 Einheiten der siebenten Decimale erst einer Einheit in X' entsprechen, dafs die Rechnung mit siebenstelligen Logarithmen völlig hinreicht, indem jeder einzelne Logarithmus um höchstens eine halbe Einheit der siebenten Decimale unsicher, nur einen Fehler von $\frac{1}{80}$ Schlag erzeugen kann. Es mufs in dem Log. X' ein Fehler von vier Einheiten vorhanden seyn, ehe X' um 0,1 geändert wird, und dieser Fehler wird sich nur höchst selten durch ein Zusammentreffen der einzelnen gleichartigen Fehler erzeugen können. Ich gehe jetzt zur Darlegung der Rechnungsresultate über.

Resultate der Pendelversuche in Dorpat 1829.

Erste Folge im geheizten Saale.

Verwandelt man die den Angaben der Pendeluhr $= P$ entsprechenden Zeiten Arnolds $= A$ in Zeiten der Hauptuhr von Hubert $= H$, vermittelst der Vergleichungen zwischen A und H, so erhält man, wenn die vielfachen von 12 und 24 Stunden zu den Uhrangaben hinzugerechnet worden, folgende Gleichungen:

	Gleichungen.		Berechnetes P.	Unterschied.
1	7 U. 44′ 28″,0 P.	= 20 U. 19′ 20″,37 H.		
2	9 36 10 ,0 P.	= 21 47 1 ,01 H.	10″,00	+ 0″,00
3	12 30 0 ,0 P.	= 24 3 27 ,96 H.	0 ,09	+ 0 ,09
4	18 27 0 ,0 P.	= 28 43 41 ,44 H.	0 ,27	+ 0 ,27
5	37 56 0 ,0 P.	= 44 1 16 ,94 H.	0 ,48	+ 0 ,48
6	49 38 0 ,0 P.	= 53 12 18 ,68 H.	0 ,74	+ 0 ,74
7	68 45 30 ,0 P.	= 68 13 1 ,12 H.	30 ,44	+ 0 ,44
8	80 14 0 ,0 P.	= 77 13 26 ,73 H.	0 ,39	+ 0 ,39
9	99 22 30 ,0 P.	= 92 14 56 ,19 H.		

Die Vergleichung von 1 und 9 giebt

91 St. 38′ 2″,0 P. = 71 St. 55′ 35″,82 H.

oder 329882″ P. = 258935″,82 H. (⊙)

Hiermit ist es ein leichtes, die relative Regelmäfsigkeit der beiden Uhren zu prüfen, wenn man vermittelst der beiden Endgleichungen die zwischenliegenden Werthe von P aus denen von H durch Rechnung einschaltet. Die so gefundenen berechneten P sind ihren Sekunden nach in die dritte senkrechte Spalte gesetzt und zeigen von den wirklich beobachteten P keinen gröfsern Unterschied als 0,74, welches also eine solche Regelmäfsigkeit der kleinen Uhr beweist, dafs während 72 Stunden, sie sich nie um $\frac{3}{4}$ eines Schlages von der Gleichförmigkeit entfernte. Ohne Bedenken können wir also den Gang der Uhr am Apparat während der Beobachtungszeit der ersten Folge als ganz gleichmäfsig ansehen. Mit Zuziehung der täglichen Voreilung der Hubertschen Uhr vom 17ten bis 21sten März von 2″,430 ergiebt sich nun aus (⊙)

1 mittl. Tag = 110377,30 Schläge = Z; Log. $Z = 5{,}0428797 = \zeta$.

Zahl der Schwingungen im mittleren Tage in Dorpat.

Reihe.	1829.	X' bei +16°C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'.	Thermometer.
I.	17 März, 21 Uhr	110911,4	7		
		12,1	4		
		11,2	3	110911,50	+ 18°,1
		11,1	5		
		11,7	8		
II.	18 März, 0 Uhr	110911,8	4		
und		12,0	6	110911,87	+ 18 ,4
III.		11,8	8		
		(12,6)	56		+ 18 ,5
		(13,5)	8		
IV.	18 März, 5½ Uhr	110911,6	4		
		11,7	5	110912,24	+ 18 ,1
		13,3	5		
V.	18 März, 20 Uhr	110912,3	4		
		13,7	5	110913,00	+ 16 ,6
		12,9	5		

Reihe.	1829.	X' bei +16° C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
VI.	19 März, 0 Uhr	110913,3	4		
		12,6	5	110912,89	+ 17°,5
		13,0	5		
VII.	19 März, $5\frac{1}{2}$ Uhr	110911,8	4		
		10,8	6	110911,20	+ 17 ,4
VIII.	19 März, $12\frac{1}{4}$ Uhr	110910,5	4		
		11,5	5		
		12,1	3	110911,57	+ 17 ,6
		12,6	3		
IX.	19 März, $20\frac{1}{2}$ Uhr	110908,9	4		
		09,6	5	110909,72	+ 16 ,5
		10,5	5		
X.	20 März, 0 Uhr	110911,1	4		
		10,7	5	110910,88	+ 18 ,2
XI.	20 März, $4\frac{1}{2}$ Uhr	110910,9	4		
		10,5	5	110910,58	+ 18 ,4
		10,4	5		
XII.	20 März, 12 Uhr	110913,1	5		
		13,1	5	110913,10	+ 19 ,2
Mittel der XII Reihen $X' =$				110911,55	

Die letzte Columne enthält die Angabe der Thermometer im Apparat im Mittel genommen, um darnach die Veränderungen der Wärme im Beobachtungs-Locale beurtheilen zu können. Die beiden in Klammern geschlossenen Werthe von X' der Reihe III sind ausgeschlossen, weil bei ihnen die Elongationen kleiner waren, als sonst. Indefs stimmen sie sehr genau mit den übrigen Werthen.

Nimmt man aus allen Angaben der meteorologischen Instrumente das Mittel, so findet sich die Lufttemperatur $\tau = +17°,80$ C, die Barometerhöhe $B = 339,38$ Par. Lin. $=$ 0,7656 Mètre bei 0° des Quecksilbers und hiermit die Reduction aufs Vacuum $r = +8,50$. Dadurch erhalten wir als Zahl der Schläge des Pendels in Dorpat im leeren Raume bei + 16° C.

$$X = 110920,05.$$

Zweite Folge im kalten Locale.

Aus den Uhrvergleichungen leiten wir hier zuerst für die Beobachtungsreihen I bis VII folgende Relationen zwischen P und H ab.

	Gleichungen.	Berechnetes P.	Unterschied.
10	6 U. 7′ 10″,0 P. = 6 U. 1′ 11″,30 H.		
11	24 29 10 ,0 P. = 20 26 1 ,96 H.	9″,54	− 0″,46
12	35 54 0 ,0 P. = 29 33 29 ,41 H.	1 ,61	+ 1 ,61
13	55 56 50 ,0 P. = 45 7 29 ,15 H.		

Die Verbindung von 10 und 13 giebt

$$49 \text{ St. } 49' \, 40'',0 \; P = 39 \text{ St. } 6' \, 17'',85 \; H$$

oder $$179380'' \; P = 140777'',85 \; H \; (\odot)$$

Die aus den Endwerthen durch Rechnung interpolirten P zeigen eine etwas erheblichere Unregelmäfsigkeit im relativen Gange der Uhr des Apparats, die sich bis auf 1,61 Schläge beläuft. Aufs Resultat kann sie keinen Einflufs haben, wegen der im Tage so häufig wiederholten Pendelversuche. Die Hubertsche Uhr ging während dieser Zeit um 2″,56 zu schnell gegen Sternzeit. Hiermit erhalten wir aus $(\odot)$ 1 mittlerer Tag $=$ 110396,07 Schläge $= Z$; Log. $Z = 5{,}0429536 = \zeta$, für die Reihe I bis VII. Dieses Z ist um 18,77 gröfser, als im warmen Lokale, wahrscheinlich die Einwirkung der bedeutenden Temperaturveränderung von 16° C. auf den Uhrpendel; obgleich es möglich ist, dafs bei der Versetzung des Apparats von einem Locale ins andere die sehr lockere Schraube, welche die Pendellinse hält, etwas verstellt ist.

Für die Reihen VIII bis XII haben wir, nachdem die Linse des Uhrpendels verstellt war, folgendes:

	Gleichungen.	Berechnetes P.	Unterschied.
14	1 U. 18′ 0″,0 P. = 0 U. 40′ 34″,59 H.		
15	7 25 40 ,0 P. = 5 28 27 ,12 H.	39″,87	− 0″,13
16	26 56 0 ,0 P. = 20 44 48 ,53 H.	0 ,06	+ 0 ,06
17	31 51 10 ,0 P. = 24 35 55 ,14 H.		

Die Verbindung von 14 und 17 giebt

30 St. 33′ 10″,0 P = 23 St. 55′ 20″,55 H

oder 109990 P = 86120″,55 H (⊙)

Die zwischenliegenden Gleichungen 15 und 17 zeigen die Regelmäfsigkeit der Pendeluhr des Apparats. Die Hubertsche Uhr ging 2″,94 nach Sternzeit zu schnell; hiermit erhalten wir aus ⊙:

1 mittlerer Tag = 110652,78 Schläge = Z;

Log. Z = 5,0439623 = ζ für die Reihen VIII bis XII.

Zahl der Schwingungen im mittleren Tage in Dorpat.

Reihe.	1829.	X' bei +16°C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
I.	21 März, 6 Uhr	110909,8	4	110909,36	+ 3°,9
		09,0	5		
II.	21 März, 20½ Uhr	110911,0	4		
		10,7	5	110910,96	+ 2 ,1
		11,2	5		
III.	22 März, 0 Uhr	110912,8	4		
		13,2	5	110912,84	+ 2 ,8
		12,5	6		
IV	22 März, 6 Uhr	110911,5	4		
		13,5	5	110912,55	+ 3 ,2
		12,5	6		
V.	22 März, 11½ Uhr	110913,1	4		
		13,1	5	110912,89	+ 1 ,2
		12,5	5		
VI.	22 März, 20½ Uhr	110912,0	4		
		13,5	5	110912,96	− 1 ,3
		13,2	5		
VII.	22 März, 21 Uhr	110911,9	4		
		11,5	5	110912,11	+ 0 ,3
		12,9	5		
VIII.	24 März, 0¾ Uhr	110910,9	4		
		10,4	2	110910,62	+ 1 ,8
		10,4	3		
IX.	24 März, 4¾ Uhr	110910,5	2		
		10,0	2	110910,37	+ 1 ,1
		09,9	3		
		10,9	2		

Reihe.	1829.	X' bei +16°C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
X.	24 März, 12¼ Uhr	110912,4	4		
		12,8	2	110912,52	− 1°,0
		12,5	3		
XI.	24 März, 20 Uhr	110910,6	1		
		12,1	3	110911,31	− 3 ,2
		10,9	4		
XII.	25 März, 0½ Uhr	110911,2	3		
		12,2	1		
		10,6	7	110911,04	+ 0 ,4
		11,4	4		

Mittel der XII Reihen X' = 110911,63

Bei den ersten sieben Reihen waren die Intervalle nahe zu 210 Schläge, bei den letzten fünf dagegen 410. Nehmen wir aus jenen allen das Mittel, so wird X' = 110911,97 aus diesen 110911,17, zwei Werthe, die bis auf 0,80 zusammen stimmen und uns hinreichend die Unabhängigkeit der Bestimmungen von der Dauer der Intervalle bezeugen. Das Mittel der meteorologischen Instrumente ist t = +1°,68 C. und B. = 332,91 Lin. = 0,7510 Mètre bei 0° des Quecksilbers. Hierfür findet sich r = +8,87, und somit die Zahl der Schläge im Vacuo bei + 16° C.

X = 110920,50.

Resultate der Pendelversuche in Tiflis 1829.

Die Gleichförmigkeit der Temperatur im Beobachtungs-Locale läfst hier einen sehr regelmäfsigen Gang der Uhr am Apparate erwarten. Die nähere Untersuchung hat diese Erwartung gerechtfertigt. Wenn man die erste und letzte der Uhrvergleichungen vom 30sten Juni und 7ten Juli vergleicht, so erhält man:

214 St. 18′ 13″ P. = 167 St. 31′ 51″,57 A.

oder 771493″ P. = 603111″,57 A. (⊙)

Berechnen wir aus den Endgleichungen, die um 7 Tage von einander abstehen, die zwischenliegenden, so dafs man zu dem P ein zugehöriges A' sucht, und vergleicht man dann A' mit dem beobachteten A, so finden sich für $A'-A$ folgende Werthe:

$+0'',36; -0'',40; -0'',95; -1'',04; -0'',09; -0'',22; -0'',42;$
$-0'',49; +0'',69; +0'',43.$

$-0'',10; +0'',92; -1'',21; -0'',43; -0'',43; -1'',43; -1'',43;$
$-0'',37; -0'',07; -0'',46.$

Woraus folgt, dafs die Abweichungen der beiden Uhren von einander sich innerhalb 7 Tagen nie bis auf 1″,5 beliefen. Ohne Bedenken setzen wir also einen gleichförmigen Gang für P voraus, da die astronomischen Beobachtungen ihn für A beweisen. Mit dem aus den Sonnenbeobachtungen Fedorovs gefolgerten Zurückbleiben des Chronometers von 7″,017 gegen mittlere Zeit täglich, findet sich aus (⊙)

1 mittlerer Tag $= 110512'',92\,P = Z$; Log. $Z = 5{,}0434131 = \zeta$

welchen Werth wir der Rechnung zum Grunde legen. Nach den Sternhöhen Fedorovs ist das Chronometer täglich 4′ 3″,299 gegen Sternzeit zurückgeblieben. Hieraus findet sich $Z = 110512'',39\,P$, auf 0″,55 mit dem obigen zusammentreffend. Es gebührt aber der Vorrang den Sonnenbeobachtungen, weil die eine Sternbeobachtung erst 3 Tage nach dem siebenten Juli, und die erste bei geringer Höhenänderung zu nahe am Meridiane gemacht war.

Zahl der Schwingungen in einem mittleren Tage in Tiflis.

Reihe.	1829.	X' bei $+16^0$ C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
I.	30 Juni, 22 Uhr	110821,9	2		
		19,8	2		
		25,0	2	110822,06	$+24^0$,7
		22,8	2		
		20,8	2		

Reihe.	1829.	X' bei $+16^0$ C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
II.	1 Juli, 7 Uhr	110823,0	2		
		22,8	2		
		23,1	2	110822,84	$+24^0$,1
		22,7	2		
		22,4	1		
III.	1 Juli, 16 Uhr	110822,1	2		
		21,3	2		
		19,3	2	110820,50	+23 ,5
		19,2	2		
		20,3	1		
IV.	1 Juli, 17 Uhr	110823,4	2		
		22,3	2		
		22,5	2	110822,70	+23 ,1
		21,5	2		
		23,8	2		
V.	2 Juli, 2 Uhr	110824,3	2		
		25,1	2		
		23,3	2	110824,20	+23 ,9
		25,1	2		
		22,2	1		
VI.	2 Juli 6 Uhr	110821,0	2		
		22,0	2		
		19,8	2	110820,94	+24 ,8
		19,7	2		
		22,5	1		
VII.	2 Juli, 13 Uhr	110818,9	2		
		18,8	2		
		19,0	2	110819,21	+24 ,0
		21,0	2		
		19,5	1		
VIII.	2 Juli, 19 Uhr	110819,3	2		
		19,0	2		
		19,3	2	110819,34	+22 ,6
		19,2	2		
		20,5	1		
IX.	3 Juli, 2 Uhr	110823,0	2		
		20,6	2		
		19,9	2	110820,64	+24 ,4
		18,9	2		
		20,8	2		
X.	3 Juli, 5 Uhr	110821,6	2		
		24,7	2		
		22,4	2	110822,98	+25 ,5
		23,9	2		
		21,6	1		

Reihe.	1829.	X' bei $+16^0$ C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
XI.	5 Juli, $18\frac{1}{2}$ Uhr	110825,4	2		
		25,5	2		
		22,2	2	110823,45	$+23^0$,8
		20,6	2		
		21,2	2		
XII.	6 Juli, 2 Uhr	110822,6	2		
		23,0	2		
		22,3	2	110822,74	+25 ,3
		21,5	2		
		25,9	1		
XIII.	6 Juli 6 Uhr	110818,6	2		
		19,3	2		
		18,8	2	110820,10	+26 ,0
		20,9	2		
		21,3	2		
		23,3	1		
XIV.	6 Juli, 15 Uhr	110823,6	2		
		23,8	2		
		22,2	2	110821,18	+24 ,3
		21,8	2		
		19,6	1		
XV.	6 Juli, 21 Uhr	110823,7	2		
		25,7	2		
		24,8	2	110824,73	+24 ,6
		24,2	2		
		25,8	1		
XVI.	7 Juli, 1 Uhr	110815,7	2		
		13,8	2		
		14,7	2	110815,39	+25 ,6
		16,7	2		
		16,4	2		
		14,7	1		
XVII.	7 Juli, 5 Uhr	110821,9	2		
		22,2	2		
		22,4	2	110822,12	+26 ,8
		22,6	2		
		22,7	2		
		20,9	2		
XVIII.	7 Juli, 12 Uhr	110824,1	2		
		22,6	2		
		24,2	2	110822,54	+25 ,7
		22,0	2		
		20,8	2		
		20,7	2		

Reihe.	1829.	X' bei $+16^0$ C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
XIX.	7 Juli, 20 Uhr	110824,0	2		
		17,1	2		
		21,2	2		
		20,7	1	110821,05	$+24^0$,5
		21,7	3		
		21,4	2		
		20,5	1		

Mittel aus XIX Reihen $X' =$ 110821,51.

Die Reihe XVI weicht so erheblich von den übrigen ab, dafs in derselben wahrscheinlich eine äufsere Störung obgewaltet hat; vielleicht in der Temperatur. Es scheint daher rathsam zu seyn, diese Reihe auszuschliefsen. Ohne sie wird das Mittel der XVIII Reihen $X' = 110821{,}85$.

Nimmt man die Mittel der Angaben der meteorologischen Instrumente, so hat man $\tau = +24^0{,}55$; $B = 318{,}74$ Lin. $=$ 0,7190 Mètre bei 0^0 des Quecksilbers, und hiermit $r = +7{,}79$; wodurch sich endlich die Zahl der Schläge bei $+16^0$ im Vacuo ergiebt:

$$X = 110829{,}64.$$

Resultate der Pendelversuche am Ararat 1829.

Das Arnoldsche Chronometer ging vom 12ten bis 18ten October täglich im Mittel 11″,127 zu langsam gegen mittlere Zeit. Zieht man die auf einander folgenden nahe um einen Tag entfernten Uhrvergleichungen von einander ab, so erhält man mit Berücksichtigung des obigen Ganges des Chronometers zuerst für die Aufstellung im Freien:

vom 12. bis 13. Octbr. $Z = 110492{,}3$; Log. $Z = 5{,}0433321 = \zeta$

Dann für die Aufstellung im Innern des Klosters:

vom 14. bis 15. Octbr. $Z = 110489{,}8$; Log. $Z = 5{,}0433222 = \zeta$

« 15. « 16. « $Z = 110488{,}9$; Log. $Z = 5{,}0433187 = \zeta$

vom 16. bis 17. Octbr. $Z = 110484{,}0$; Log. $Z = 5{,}0432994 = \zeta$
« 17. « 18. « $Z = 110481{,}9$; Log. $Z = 5{,}0432914 = \zeta$

Die Ursache der allmähligen Verminderung von Z ist auf keinen Fall in einer Temperaturveränderung zu suchen, da grade an diesem Orte das Thermometer während der 4 Tage nur in den Gränzen 12°,0 und 13°,5 schwankte. In der Berechnung ist für jeden Tag das zugehörige ζ zum Grunde gelegt.

Zahl der Schwingungen im mittleren Tage am Ararat.

Erste Folge, Beobachtungen im Freien.

Reihe.	1829.	X' bei +16° C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
I.	12 Octbr., 1 Uhr	110796,1	2		
		96,1	2	110796,30	+13°,2
		96,7	2		
II.	12 Octbr., 1½ Uhr	110796,6	2		
		96,7	2	110796,31	+13 ,4
		96,1	2		
		95,4	1		
III.	12 Octbr., 6 Uhr	110795,7	2		
		95,4	1	110795,09	+12 ,1
		94,4	2		
		95,0	2		
IV.	12 Octbr., 12 Uhr	110796,2	1		
		94,6	2	110794,91	+ 8 ,6
		94,8	2		
		94,7	2		
V.	12 Octbr., 19 Uhr	110794,7	1		
		93,6	2	110793,56	+ 6 ,2
		93,5	2		
		93,0	2		
VI.	13 Octbr., 0 Uhr	110799,6	1		
		98,9	2	110799,14	+14 ,6
		99,4	2		
		98,8	2		
VII.	13 Octbr., 5 Uhr	110796,6	2		
		96,6	2	110796,80	+15 ,2
		96,6	2		
		97,0	2		

Mittel aus den VII Reihen $X' =$ 110796,04.

Zweite Folge im Innern des Klosters.

Reihe.	1829.	X' bei +16° C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
VIII.	14 Octbr., 6½ Uhr	110790,0	1		
		87,5	2	110789,69	+12°,7
		90,2	2		
		91,2	2		
IX.	14 Octbr., 14 Uhr	110793,6	1		
		93,6	2	110793,77	+13 ,0
		93,6	2		
		94,2	2		
X.	14 Octbr., 20 Uhr	110795,0	1		
		95,1	2	110794,94	+12 ,7
		95,4	2		
		94,3	2		
XI	15 Octbr., 1 Uhr	110792,7	1		
		90,5	2	110792,81	+13 ,5
		95,8	2		
		92,2	2		
XII.	15 Octbr., 6 Uhr	110794,1	1		
		95,0	2	110794,76	+13 ,3
		94,6	2		
		95,0	2		
XIII.	15 Octbr., 12 Uhr	110796,4	1		
		94,9	2	110795,31	+12 ,8
		95,2	2		
		95,3	2		
XIV.	15 Octbr., 19 Uhr	110795,7	1		
		94,3	2	110793,47	+12 ,7
		92,5	2		
		92,5	2		
XV.	16 Octbr., 0 Uhr	110793,4	1		
		93,8	2	110794,23	+13 ,5
		95,2	2		
		94,1	2		
XVI.	16 Octbr., 7 Uhr	110791,2	1		
		91,6	2	110791,43	+13 ,0
		91,6	2		
		91,2	2		
XVII.	16 Octbr., 14 Uhr	110793,0	1		
		91,6	2	110790,71	+12 ,8
		90,0	2		
		89,4	2		

Reihe.	1829.	X' bei $+16^0$ C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
XVIII.	16 Octbr., 21 Uhr	110791,1	1		
		93,0	2		
		92,0	2	110792,33	$+12^0$,7
		92,6	2		
XIX.	16 Octbr., $21\frac{1}{2}$ Uhr	110792,5	1		
		93,3	2	110792,70	+13 ,0
		92,2	2		
XX.	17 Octbr., 1 Uhr	110790,4	1		
		90,7	2		
		90,5	2	110790,46	+12 ,8
		91,2	2		
XXI.	17 Octbr., 8 Uhr	110788,8	1		
		89,8	2		
		89,3	2	110789,34	+12 ,7
		89,2	2		
XXII.	17 Octbr., 14 Uhr	110791,4	1		
		91,8	2	110790,77	+12 ,7
		90,4	2		
		89,8	2		
XXIII.	17 Octbr., 20 Uhr	110788,3	1		
		89,1	2		
		88,5	2	110788,61	+12 ,1
		88,4	2		
XXIV.	18 Octbr., 3 Uhr	110789,7	1		
		89,7	2	110789,67	+13 ,1
		89,5	2		
		89,8	2		

Mittel aus XVII Reihen $X' =$ 110792,06.

Die beiden Resultate $X' =$ 110796,04 im Freien und $X' =$ 110792,06 im Innern des Klosters erhalten, weichen um 3,98 von einander ab. Ohne Zweifel gebührt der Vorzug dem zweiten Resultate. Während nemlich im Innern die Temperatur so unveränderlich war, dafs das Thermometer innerhalb vier Tagen nur zwischen $+12^0$,1 und $+13^0$,5 schwankte; bieten die Beobachtungen im Freien einen Wechsel von 9^0 dar.

Die einzelnen Reihen im Freien stimmen unter sich sehr gut; aber denkbar ist es, dafs eine beständige Ursache einigen Einflufs auf alle Resultate äufserte, z. B. ein schwacher Luftstrom. Wir können daher die Beobachtungen im Freien nur

als einen Beweis abgebend ansehen, dafs der Apparat auch unter ungünstigen Umständen noch einen bedeutenden Grad von Genauigkeit gewährt, indem der Fehler sich doch nur auf 3,98 Schläge = 3,00 Secunden im Tage oder nur $\frac{1}{28800}$ des Ganzen beläuft. Ich sehe daher das Gewicht der einzelnen Reihen im Freien als nur halb so grofs an, wie das de Reihen im Innern beobachtet, und finde damit

$$X' = 110792{,}734 \text{ Schläge.}$$

Dieser Werth mufs noch etwas geändert werden, weil bei der Rechnung ζ von mir um drei Einheiten der siebenten Decimalstelle zu grofs angenommen war, woraus für X' die Verbesserung $\frac{-3}{39{,}2} = -0{,}076$ folgt, und endlich also:

$$X' = 110792{,}66.$$

Das Mittel der Temperaturen ist $\tau = +12^0{,}59$; ferner $B =$ 271,0 Lin. = 0,6113 Mètre bei 0^0 des Quecksilbers. Hieraus wird $r = +6{,}90$ und also die Zahl der Schwingungen im leeren Raume bei $+16^0$ C.

$$X = 110799{,}56.$$

Resultate der Pendelversuche in Dorpat 1833.

Die Uhrvergleichungen und der mittlere Gang der Repsoldschen Uhr führen zu drei Bestimmungen von Z für die drei auf einander folgenden Beobachtungen von Mittag zu Mittag

Vom 28. bis 29. März, $Z = 110597{,}3$, Log. $Z = 5{,}0437444 = \zeta$
« 29. « 30. « $Z = 110596{,}2$, Log. $Z = 5{,}0437402 = \zeta$
« 30. « 31. « $Z = 110600{,}6$, Log. $Z = 5{,}0437575 = \zeta$

Die Zunahme von Z mag zum Theil der Temperatur-Erniederung am letzten Tage zuzuschreiben seyn.

Zahl der Schwingungen im mittleren Tage in Dorpat.

Reihe.	1833.	X' bei $+16^{\circ}$ C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
I.	28 März, 0 Uhr	110912,6	2		
		14,5	2		
		12,4	2	110913,45	$+20^{\circ},3$
		13,3	2		
		15,5	1		
II.	28 März, 6 Uhr	110912,7	2		
		13,6	2		
		13,7	2	110913,82	+20 ,6
		14,2	2		
		14,9	2		
III.	28 März, 12 Uhr	110915,4	2		
		14,0	2		
		14,4	2	110913,80	+20 ,1
		12,2	2		
		12,2	1		
IV.	28 März, 19 Uhr	110913,6	2		
		13,6	2		
		14,6	2	110914,39	+19 ,1
		14,7	2		
		16,5	1		
V.	29 März, 0 Uhr	110917,6	2		
		16,5	2		
		16,1	2	110916,81	+20 ,9
		17,3	2		
		16,3	1		
VI.	29 März, 7 Uhr	110913,7	2		
		12,2	2		
		14,6	2	110913,73	+21 ,1
		14,6	2		
		13,4	1		
VII.	29 März, 12 Uhr	110914,6	2		
		12,8	2		
		12,2	2	110912,70	+20 ,7
		12,3	2		
		10,5	1		
VIII.	29 März, 19 Uhr	110913,7	2		
		11,2	2		
		10,7	2	110911,68	+18 ,6
		10,2	2		
		12,5	1		

Reihe.	1833.	X' bei $+16^{\circ}$ C.	Zahl der Intervalle.	Mittel für X'	Thermometer.
IX.	30 März, 0 Uhr	110915,9	2		
		15,5	2		
		15,4	2	110915,39	$+18^{\circ},8$
		14,6	2		
		15,7	1		
X.	30 März, 7Uhr	110917,8	2		
		17,2	2		
		18,7	2	110917,66	+17 ,8
		17,3	2		
		16,9	1		
XI.	30 März, 12 Uhr	110913,7	2		
		14,0	2		
		13,5	2	110913,53	+17 ,1
		12,9	2		
		13,6	1		
XII.	30 März, 19 Uhr	110914,0	2		
		12,7	2		
		11,8	2	110913,0	+16 ,2
		13,0	2		
		14,0	1		
XIII.	31 März, 0 Uhr	110910,7	2		
		10,9	2		
		11,7	2	110910,94	+17 ,4
		10,4	2		
		11,1	1		

Mittel aus den XIII Reihen $X' =$ 110913,92.

Im Mittel ist $\tau = +19^{\circ},08$; $B = 333,70$ Lin. $= 0,7527$ Mètre bei 0° des Quecksilbers und hiermit $r = +8,32$, woraus also die Zahl der Schwingungen im Vacuo bei $+16^{\circ}$ folgt:

$$X = 110922,24.$$

Zusammenstellung der erhaltenen Resultate.

Ist τ die mittlere Temperatur bei einer Beobachtungsfolge, so bedarf der aus derselben gefundene Werth von X noch einer Correction von der Form $\mu(\tau - 16^{\circ})$, wo μ ein Coeffi-

cient ist, der von dem Unterschiede der Ausdehnung des constanten Pendels von der für Messing angenommenen abhängig ist. Die in Dorpat 1829 bei so verschiedener Temperatur angestellten Beobachtungen lassen μ bestimmen. Bei der einen Folge war $\tau = +17°,80$, bei der andern $\tau = +1°,68$, woraus sich ergiebt:

$$110920{,}05 + 1{,}80\mu = 110920{,}50 - 14{,}32\mu$$

also $16{,}12\mu = 0{,}45$, $\mu = 0{,}0279$. Die angenommene Ausdehnung giebt für jeden Grad des Thermometers eine Veränderung von 40,6 Einheiten der siebenten Decimale, und da für 39,2 Einheiten sich X um eine Einheit vermehrt $\frac{40{,}6}{39{,}2} = 1{,}035$ als Veränderung der Schwingungszahl für eine Veränderung der Temperatur von einem Grad. Statt dieser Veränderung hätten wir $1{,}035 + \mu = 1{,}0629$ annehmen müssen, um die beiden Versuchsreihen in völlige Uebereinstimmung zu bringen, oder statt der Ausdehnung des Messings von 0,00001872 nach Smeaton für 1° C.

$$0{,}00001872 \cdot \frac{1{,}0629}{1{,}035} = 0{,}00001922.$$

Das so gefundene μ kann nun bei allen gefundenen X angewandt werden. Die Correctionen derselben dX werden seyn: für Dorpat 1829 $dX = +1{,}68\ \mu = +0{,}05$ und $dX = -14{,}32\mu = -0{,}40$; für Tiflis $dX = +8{,}55\mu = +0{,}24$; für den Ararat $dX = -3{,}41\ \mu = -0{,}10$; für Dorpat 1833 endlich $dX = +3{,}08\ \mu = +0{,}08$.

Bringt man diese Verbesserungen an, so erhält man für Dorpat

aus den Beobachtungen 1829, $X = 110920{,}10$
« « « 1833, $X = 110922{,}32$
Unterschied 2,22.

Dieser Unterschied von 2,22 Schlägen = 1,7 Zeitsecunden kann zufälligen Ursachen zugeschrieben werden, die wahrscheinlich in den Temperaturverhältnissen liegen. Auf jeden

Fall zeigen die Beobachtungen keine Abnutzung der Schneide des constanten Pendels an. Diese hätte eine Verlängerung des Pendels und also eine Verminderung der Zahl der Schwingungen zur Folge haben müssen. Für Dorpat müssen wir das Mittel beider Reihen als das endliche Resultat ansehen. Wir haben demnach folgende Werthe erhalten:

Beobachtungs-Ort.	Polhöhe.	Höhe über der Meeresfläche.	Zahl der Schwingungen des constanten Pendels im leeren Raume bei +16° C.
Dorpat	58° 22′ 51″	24 Toisen	110921,22 = A'
Tiflis	41 41 27	198 «	110829,88 = B'
Ararat	39 46 12	997 «	110799,46 = C'

Um diese drei Gröfsen A' B' C' mit einander vergleichbar zu machen, müssen sie auf die Meeresfläche reducirt werden. Ist Y die Zahl der Schwingungen eines Pendels an der Meeresfläche, und Y' die Zahl derselben in der Höhe h über derselben, so wird, wenn R der Radius der Erde, in derselben Maafseinheit wie h ausgedrückt, bedeutet,

$$Y = Y'\left(1 + \frac{h}{R}\right) = Y' + \frac{h}{R}Y' = Y' + \tau$$

Nimmt man $R = 3272000$ Toisen, so findet sich für Dorpat $\tau = 0{,}81$, für Tiflis $\tau = 6{,}71$ und für Ararat $\tau = 33{,}76$, und hieraus, wenn φ die Polhöhe bedeutet

für $\varphi = 58°\ 22'\ 51''$, $A = 110922{,}03$
« $\varphi' = 41\ \ 41\ \ 27$, $B = 110836{,}59$
« $\varphi'' = 39\ \ 46\ \ 12$, $C = 110833{,}20$

Es läfst sich der Versuch machen, hieraus die Abplattung der Erde abzuleiten und zwar auf zwiefache Weise, indem wir erstens B mit A und zweitens C mit A verbinden. Nennen wir die Abplattung K, und γ das Verhältnifs der Schwungkraft unter dem Aequator zur Schwere daselbst, so werden wir für zwei Pendellängen L und L' unter zwei verschiedenen Polhöhen φ und φ', oder für die Quadrate der Schwin-

gungsanzahlen desselben Pendels A und B die Proportion haben

$L : L' = A^2 : B^2 = 1 + \text{Sin.}\,\varphi^2\,(\frac{5}{2}\gamma - K) : 1 + \text{Sin.}\,\varphi'^2\,(\frac{5}{2}\gamma - K)$

Vergleiche Schmidts mathematische Geographie I., Seite 381.

γ ist $= \frac{1}{288{,}44}$; $\frac{5}{2}\gamma = \frac{1}{115{,}376}$. Setzt man also $\frac{1}{115{,}376} - K = \xi$ so wird $A^2 : B^2 = 1 + \text{Sin.}\,\varphi^2 \cdot \xi : 1 + \text{Sin.}\,\varphi'^2 \cdot \xi$, folglich

$$\xi = \frac{A^2 - B^2}{B^2\,\text{Sin.}\,\varphi^2 - A^2\,\text{Sin.}\,\varphi'^2}, \quad \text{und } K = 0{,}00866731 - \xi$$

Wenden wir diese Formel auf unsere Pendelversuche an, so giebt:

1) die Vergleichung von Dorpat und Tiflis:

$\xi = 0{,}0054676$, die Abplattung $K = 0{,}0031997 = \frac{1}{312{,}5}$

2) die Vergleichung von Dorpat und Ararat:

$\xi = 0{,}0050867$, die Abplattung $K = 0{,}0035806 = \frac{1}{279{,}3}$

Die erste dieser Abplattungen stimmt schon sehr nahe mit dem wahrscheinlichsten Resultate aus allen bis 1832 bekannt gewordenen Gradmessungen, welches nach Schmidts Abhandlung in No. 213 der astronomischen Nachrichten $\frac{1}{302{,}0}$ ist, so dafs also Parrots alleinige Versuche in Dorpat und Tiflis einen merkwürdig genauen Werth der Abplattung gegeben haben. Dafs die Vergleichung von Dorpat und Ararat ein etwas mehr abweichendes Resultat darbieten würde, war zu erwarten, da die Schwere am Ararat in einer Höhe von 6000 Fufs, nicht als ganz unabhängig von der Masse des Berges selbst angesehen werden kann.

Anstatt aber aus Parrots Pendelversuchen die Abplattung abzuleiten, ist es erfolgreicher zu sehen, wie nahe das Verhältnifs der Schwere in Dorpat und an den beiden andern Orten mit demjenigen übereinstimmt, welches aus den bewährtesten bisherigen Pendelversuchen gefolgert ist. Schmidt hat in seiner mathematischen Geographie I., Seite 381, aus dem Complexe aller bis 1829 bekannten bewährten Pendelversuche

für die Pendellänge unter der Polhöhe φ folgenden Ausdruck gefunden;

$L = 39{,}015233 + 0{,}202898\ \text{Sin.}\,\varphi^2$ in Englischen Zollen.

Sind daher wieder A und B die Schwingungen des constanten Pendels unter zwei verschiedenen Polhöhen φ und φ', so hat man:

$$B^2 = A^2 \cdot \frac{39{,}015233 + 0{,}202898\ \text{Sin.}\,\varphi'^2}{39{,}015233 + 0{,}202898\ \text{Sin.}\,\varphi^2}$$

Setzt man nun A für Dorpat $= 110922{,}03$ als gegeben voraus, so findet sich:

	Durch Rechnung.	Beobachtet.	Unterschied.
für Tiflis $B =$	110841,02	110836,59	$-$ 4,43
für Ararat $C =$	110831,49	110833,20	$+$ 1,71

Nehmen wir aus beiden das Mittel, so ergiebt sich der Unterschied $-$ 1,36 Schlag $= \frac{1{,}36}{110835}$ und $\frac{1}{80000}$ der ganzen Anzahl der Schwingungen. Berücksichtigen wir aber nur die Beobachtung in Tiflis, so ist der Unterschied nahe zu $\frac{1}{25000}$.

Dieſs führt zu dem höchst interessanten Resultate, dafs das beobachtete Verhältnifs der Schwere in Dorpat und in Tiflis und am Ararat im Mittel nur um $\frac{1}{40000}$ oder wenn wir Tiflis allein betrachten, um $\frac{1}{12500}$ von dem aus den bisherigen Pendelversuchen gefolgerten verschieden ist. Die bisherigen Pendelversuche sind fast alle in der Nähe der Weltmeere angestellt. Der Kaukasus und Ararat liegen aber fast genau im Schwerpunkte des aus Europa, Asien und Afrika bestehenden alten Continents. Wir folgern hieraus: dafs die Veränderung der Schwere an der Oberfläche der Erde im Innern des alten Continents, fast ganz genau dieselbe ist, wie sie bisher in der Nähe der Oceane beobachtet wurde.

Wollen wir nun noch die Schweren in Tiflis und auf dem Ararat mit einander vergleichen. Aus der Zahl der Schwin-

gungen in Tiflis = 110836,59 findet sich die Zahl am Ararat

durch Rechnung = 110827,10;

sie wurde beobachtet = 110833,20

Unterschied + 6,10.

Es hat also der Pendel am Ararat 6,10 Schläge mehr gemacht, als nach der Beobachtung in Tiflis zu erwarten war, oder die Schwere am Ararat hat sich um $\frac{2 \cdot 6{,}10}{110833} = \frac{1}{9085}$ gröfser gefunden. Diese geringe Zunahme der Schwere, die uns hier durch 6,10 Schwingungen angezeigt ist, können wir bei der Genauigkeit der Beobachtungen nicht den Beobachtungsfehlern zuschreiben, die schwerlich einen gröfsern Unterschied, als zwei Schläge erwarten lassen. Wir erkennen hierin die Einwirkung der Masse des Berges auf den Pendel.

Die Figur stellt den senkrechten Durchschnitt des Ararat durch den Gipfel und das Kloster St. Jacob dar. Die Basis des Ararat liegt hiernach 456 Toisen über der Meeresfläche, und St. Jacob um 541 über dieser Basis, während der Gipfel sich 2253 über derselben erhebt. Nahezu bietet der ganze, sich über die Basis erhebende Theil die Form eines Kegels dar, dessen mittlere Dichtigkeit Parrot zu 2,3 *) schätzt. Es bedürfte hier der Bestimmung der Gröfse und Richtung der Anziehung eines Kegels auf einen auf der schiefen Fläche liegenden Punkt. Die scharfe Auflösung dieser Aufgabe den Geometern überlassend, wollen wir als erste Näherung die Masse des Kegels im Schwerpunkte vereinigt ansehen. Hiermit finden wir die Richtung der Anziehung des Berges nach dem Schwerpunkte S hin, der in $\frac{2253}{4} = 563$ Toisen über der

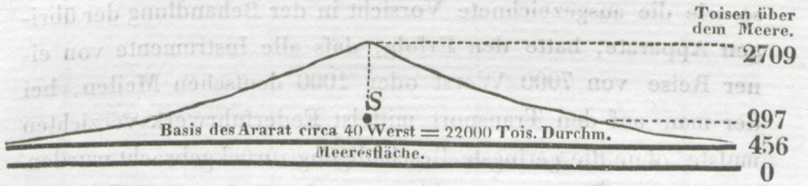
*) Neunzehn verschiedene vulcanische Massen vom Ararat gaben folgende specifische Gewichte: 2,54; 3,00; 2,53; 2,50; 2,48; 2,27; 3,20; 2,32; 2,20; 1,00; 2,25; 2,31; 2,54; 2,22; 1,95; 2,12; 1,00; 2,43; 2,63. Mehrere derselben sind sehr porös, zwei derselben bimsteinartig und schwimmen grade im Wasser; sie wurden samt ihrer Luft im Wasser gewogen, da es hier auf die Totalmasse ankömmt. Doch giebts dieser ganz leichten Masse auf dem Berge nur wenig, im Innern desselben vermuthlich gar keine. F. Parrot.

Basis oder 1019 Toisen über dem Meere liegt, also in fast genau gleicher Höhe mit dem Kloster St. Jacob. Es ergiebt sich hieraus, dafs durch den über der Basis erhabenen Theil des Berges die Gröfse der Schwere in St. Jacob nahezu gar nicht geändert werden kann, während die Richtung der Schwere daselbst eine vielleicht nicht unerhebliche Aenderung erleidet. Wir müssen daher die durch 6,10 Pendelschwingungen beobachtete Zunahme der Schwere vorzugsweise der Einwirkung der Schichte von 456 Toisen Dicke zwischen dem Niveau der Meeresfläche und der Basis des Kegels zuschreiben.

Parrot hat die vulcanische Natur der Gebirgsarten am Ararat erkannt. Der Ararat ist also früher ein thätiger Vulcan gewesen. Sind unter den Vulcanen grofse Höhlen, so mufs die Schwere an ihnen eine Verminderung leiden. Die von Parrot beobachtete Zunahme der Schwere für St. Jacob widerspricht der Annahme grofser Höhlungen unter dem Ararat.

Dorpat, im Mai 1833.

W. Struve.



Auszug aus Fedorov's astronomischen und trigonometrischen Beobachtungen und deren Resultate.

Fedorov war mit folgenden Apparaten ausgerüstet:

1) einem astronomischen Theodoliten von Ertel, von acht Zoll Durchmesser, dem von mir bei der Gradmessung gebrauchten. Das Instrument giebt sowohl horizontale Winkel, als verticale mit grofser Sicherheit, letztere zumal durch die An-

bringung einer Wasserwage unmittelbar an dem Limbuskreise zur Erkenntnifs der Verstellungen desselben. Bekanntlich hat das Instrument vier Nonien, deren jeder unmittelbar 10″ angiebt. Man schätzt aber die Ablesung beinahe bis auf die einzelne Secunde;

2) einem siebenzölligen Spiegelsextanten von Troughton, nebst Quecksilberhorizont und künstlichem Glashorizont;

3) einem dritthalbfüfsigen Fernrohr von Dollond;

4) zweien Chronometern, einem vorzüglichen von Arnold No. 1889 und einem von Magnin.

Der Theodolit sollte zur Bestimmung der Polhöhe, der Zeit aus absoluten Höhen und zu den trigonometrischen Operationen dienen. Der Spiegelsextant gab das zweite Mittel zur Zeitbestimmung; das Fernrohr war zur Beobachtung der Sternbedeckungen bestimmt.

Um den Theodoliten mit Sicherheit fortbringen zu können, zerlegte Fedorov das Instrument gänzlich, so dafs jeder Theil getrennt von dem andern verpackt, alles aber doch noch in den frühern Kasten hineingebracht wurde. Diese Maafsregel, so wie die ausgezeichnete Vorsicht in der Behandlung der übrigen Apparate, hatte den Erfolg, dafs alle Instrumente von einer Reise von 7000 Werst oder 1000 deutschen Meilen, bei der man auf den Transport mittelst Federfuhrwerk verzichten mufste, ohne die geringste Beschädigung zurückgebracht wurden. Im Chronometer von Arnold sprang die Feder zwei Tage vor der Rückkunft nach Dorpat, also zu einer Zeit, wo kein Nachtheil mehr aus diesem Unfalle entstehen konnte.

Astronomische Beobachtungen in Tiflis.

Der Beobachtungsort war das Haus des Kaufmanns Chachutow in dem höhern Theile der Stadt, am Platze Sardarabad, nahe südlich von der katholischen Kirche gelegen.

1. Polhöhe.

Mit dem Theodoliten wurde zur Bestimmung der Polhöhe die Zenithdistanz von δ im kleinen Bären in der Nähe seines oberen Durchganges beobachtet, indem in jeder der beiden Lagen des Kreises zu wiederholten Malen auf den Stern eingestellt wurde.

Die gefundenen Polhöhen sind:

1829	23	Juli	41° 41′	26″,6
	28	«		26 ,6
	4	August		26 ,8
	6	«		24 ,2
	9	«		23 ,8
	10	«		31 ,2
	11	«		26 ,8
	25	«		28 ,8
	27	«		31 ,9
	28	«		27 ,3
Mittel-Polhöhe von Tiflis			41° 41′	27″,4

2. Zeitbestimmung.

Zur Zeitbestimmung, welche in Bezug auf die Pendelversuche der Hauptgegenstand der Bemühungen des Astronomen seyn mufste, wurde erstlich eine Reihe von correspondirenden Höhen der Sonne mit dem Spiegelsextanten von Troughton und einem Quecksilber-Horizonte beobachtet. Die Uhr war der Chronometer von Arnold. Zwischen dem 27sten und 28sten Julius erlitt der Chronometer eine bedeutende Erschütterung, indem das Kästchen, worin derselbe mit Baumwolle umwickelt lag, von einem 2 Fufs hohen Fenster herunter fiel. Die Beobachtungen zeugen, dafs der Gang der Uhr hierdurch sich um sieben Secunden änderte, dafs aber die Regelmäfsigkeit des Ganges nicht im Geringsten beeinträchtigt worden ist.

Aus correspondirenden Sonnenhöhen.

1829.	Zahl der Beobachtungen.	Unverbesserter Mittag am Arnold.	Mittlere halbe Zwischenzeit.	Wahrer Mittag am Arnold.	Mittlerer Mittag am Arnold.	Tägliches Zurückbleiben des Chronometers.	Mittel.
23 Juni	8	22 U. 11′ 16″,63	2 St. 0′	22 U. 11′ 16″,85	22 U. 9′ 34″,79	7″,42	
25 »	15	11 27 ,00	2 57	11 27 ,61	9 19 ,94	6 ,86	
27 »	11	11 38 ,24	3 10	11 39 ,24	9 6 ,33	6 ,43	
2 Juli	14	12 5 ,20	3 40	12 7 ,31	8 34 ,19	8 ,83	
3 »	7	12 7 ,77	3 12	12 9 ,85	8 25 ,36	6 ,48	
5 »	14	12 16 ,06	3 24	12 18 ,60	8 12 ,39	7 ,30	
6 »	14	12 18 ,96	3 24	12 21 ,69	8 5 ,09	7 ,09	
7 »	16	12 22 ,16	2 40	12 24 ,67	7 58 ,00	6 ,50	6,656
9 »	16	12 27 ,36	3 10	12 30 ,47	7 45 ,00	5 ,24	
10 »	10	12 30 ,48	3 30	12 34 ,03	7 39 ,76	7 ,01	
11 »	12	12 32 ,42	2 20	12 35 ,40	7 32 ,75	6 ,23	
15 »	8	12 35 ,25	2 55	12 39 ,25	7 7 ,82	6 ,03	
16 »	7	12 35 ,40	2 22	12 39 ,19	7 1 ,79	6 ,98	
17 »	1	12 32 ,8	3 25	12 37 ,58	6 54 ,81	6 ,65	
20 »	1	12 26 ,2	2 53	12 31 ,03	6 34 ,87	6 ,93	
25 »	11	12 30 ,2	2 55	12 8 ,74	6 1 ,24	6 ,47	
26 »	12	11 57 ,59	2 14	12 2 ,90	5 54 ,77	6 ,23	
27 »	5	11 51 ,12	2 13	11 56 ,58	5 48 ,50		
28 »	2	11 37 ,40	2 22	11 43 ,14	5 35 ,62	14 ,97	
30 »	11	11 4 ,31	2 16	11 10 ,31	5 5 ,68	13 ,70	
31 »	5	10 48 ,16	2 18	10 54 ,24	4 51 ,98	14 ,92	
1 August	3	10 30 ,07	2 15	10 36 ,37	4 37 ,06	13 ,47	
5 »	6	9 18 ,10	1 42	9 24 ,55	3 43 ,17	14 ,61	
10 »	12	7 28 ,65	0 55	7 35 ,63	2 30 ,15	15 ,21	
11 »	12	7 4 ,00	1 5	7 11 ,20	2 14 ,94	15 ,56	13,765
12 »	7	6 38 ,76	0 53	6 46 ,04	1 59 ,38	13 ,25	
23 »	8	1 51 ,32	0 36	2 0 ,30	21 59 33 ,58	13 ,66	
24 »	8	1 21 ,85	1 3	1 31 ,13	59 19 ,93	13 ,36	
25 »	8	0 52 ,50	0 47	1 1 ,90	59 6 ,59	13 ,18	
26 »	12	0 22 ,88	0 50	0 32 ,40	58 53 ,41	13 ,54	
27 »	10	21 59 52 ,58	0 34	0 2 ,18	58 39 ,87	12 ,83	
29 »	8	58 52 ,10	0 38	21 59 2 ,03	58 14 ,21	12 ,84	
30 »	10	58 21 ,32	0 45	58 31 ,43	58 1 ,37		

Die Pendelversuche gingen vom ersten bis achten Julius. Für diese Zeit sind die Beobachtungsreihen zahlreich und die halben Zwischenzeiten hinreichend grofs. Vom 5ten August an finden wir halbe Zwischenzeiten von bedeutend kürzerer Dauer.

Die einzelnen Beobachtungen stimmen ungeachtet der geringeren Höhenänderung sehr gut, und auch der Stand und Gang des Chronometers ist mit einer Sicherheit erreicht, die

mehr als hinreichend erscheint für die Reduction der Beobachtungen von δ im kleinen Bären.

Fedorov beobachtete zweitens die Zenithdistanzen einiger Fundamentalsterne in der Nähe des Ost- und West-Verticals zur Zeitbestimmung. Ich gebe hier die Resultate dieser Beobachtungen, die weit weniger zahlreich sind, als die correspondirenden Sonnenhöhen. Fedorov hat alle erhaltenen Bestimmungen auf 21 U. 30′ Sternzeit gebracht.

Aus Zenithdistanzen der Fundamentalsterne.

1829.	21 U. 30′ Sternzeit =	Tägliches Zurückbleiben d. Arnold gegen Sternzeit.	Tägliches Zurückbleiben desselben gegen mittl. Zeit.	Mittel.
30 Juni	13 U. 3′ 42″,81 Arnold	4′ 3″,86	7,97	
2 Juli	12 55 35 ,09 «	4′ 3 ,16	7,27	6,797
10 «	12 23 9 ,82 «	4′ 2 ,21	6,32	
23 «	11 30 41 ,05 «			
4 Aug.	10 41 5 ,44 «	4 9 ,82	13,91	
6 «	10 32 45 ,79 «	4 10 ,08	14,17	
9 «	10 20 15 ,48 «	4 11 ,14	15,23	13,793
10 «	10 16 5 ,34 «	4 12 ,76	16,85	
11 «	10 11 52 ,58 «	4 9 ,26	13,35	
24 «	9 17 52 ,16 »			

Die hieraus hervorgehenden Resultate über den Gang vergleichen sich sehr leicht und zur Genüge mit denen aus den Sonnenbeobachtungen. Es ist zu bemerken, dafs die Zeitbestimmung für den 30sten Juni am unzuverlässigsten ist, weil nur α im Adler, bei sehr kleinen Stundenwinkeln von 1 St. 35′ und 0 St. 59′ beobachtet wurde und die beiden Bestimmungen um 3″,8 von einander abweichen.

Fedorov war nicht so glücklich in Tiflis eine Sternbedeckung zu beobachten, theils weil ein, vom Beobachtungsorte nur eine halbe Werst entfernter Bergrücken einen bedeutenden Theil des Gesichtskreises verdeckte, theils weil die Stadt sehr häufig in einem dünnen Nebel eingehüllt war, der die

Durchsichtigkeit der Luft sehr verminderte. Indefs ist die Länge von Tiflis schon früher gut bestimmt gewesen, und noch neuerdings durch daselbst vom Obristen Birdin beobachtete Mondsdurchgänge schärfer festgesetzt worden.

Beobachtungen am Ararat.

1. Polhöhe des Klosters St. Jacob.

Aus Zenithdistanzen des Polarsterns mit dem Theodoliten in der Nähe seines obern Durchganges gemessen, fand Fedorov folgende Polhöhen:

1829	2 Octbr.	39°	46′	12″,0
	6 «		45	58 ,9
	7 «		46	8 ,6
	8 «		46	14 ,8
	9 «		46	13 ,8
	10 «		46	11 ,4
Mittel-Polhöhe von St. Jacob		39°	46′	9″,9
oder nach Ausschlufs der Beobachtung vom 6ten October		39°	46′	12″,1

2. Zeitbestimmung in St. Jacob.

Auch hier ist die Zeitbestimmung erstlich durch correspondirende Höhen der Sonne mit dem Sextanten erhalten. Fedorovs Beobachtungen gehen vom 25sten September bis 13ten October.

Aufserdem beobachtete, als Fedorov mit den geodätischen Operationen beschäftigt war, Parrot selbst am 18ten und 20sten October die Sonne mit dem Spiegelsextanten, und lieferte, ohnerachtet diefs seine ersten Beobachtungen der Art waren, eine ausgezeichnet genügende Zeitbestimmung.

Aus correspondirenden Sonnenhöhen.

1829.	Zahl der Beobachtungen.	Unverbesserter Mittag von Arnold.	Mittlere halbe Zwischenzeit.	Wahrer Mittag am Arnold.	Mittlerer Mittag am Arnold.	Tägliches Zurückbleiben des Chronometers.	Mittel.
25 Sept.	8	21 U. 45′ 3″,02	1 St. 30′	21 U. 45′ 15″,97	21 U. 53′ 34″,19	9″,61	
28 »	12	43 33 ,90	0 58	43 46 ,94	53 5 ,37	8 ,28	
30 »	12	42 38 ,13	0 58	42 51 ,34	52 48 ,82	8 ,45	
3 Octbr.	12	41 15 ,88	1 14	41 29 ,38	52 23 ,46	6 ,79	
4 »	12	40 50 ,83	0 56	41 4 ,34	52 16 ,67	8 ,70	8″,983
6 »	6	39 57 ,80	0 54	40 11 ,42	51 59 ,26	10 ,45	
7 »	12	39 30 ,13	0 33	39 43 ,76	51 48 ,81	10 ,17	
8 »	12	39 2 ,98	0 59	39 16 ,76	51 38 ,64	11 ,65	
9 »	11	38 34 ,78	1 27	38 48 ,70	51 26 ,99	7 ,92	
11 »	12	37 47 ,45	1 14	38 1 ,38	51 11 ,15	9 ,68	
12 »	12	37 22 ,77	0 45	37 36 ,65	51 1 ,47	11 ,48	
13 »	12	36 56 ,62	1 16	37 10 ,63	50 49 ,99	11 ,06	10,779
18 »	18	34 57 ,06	1 7	35 10 ,93	49 54 ,71	9 ,74	
20 »	8	34 16 ,02	0 59	34 30 ,03	49 35 ,24		

Das Chronometer ist offenbar in der späteren Zeit etwas langsamer, als zu Anfange gegangen, im Mittel täglich 1″,8. Die Unregelmäfsigkeiten, die sich von einem Tage zum andern zeigen, mögen zum Theil den Beobachtungen zuzuschreiben seyn, da der Abstand derselben vom Mittag so geringe war.

Die zweite Zeitbestimmung durch Zenithdistanzen der Sterne in beiden Verticalen geht nur vom 2ten bis 10ten October.

1829.	0 U. 0′ Sternzeit =		Tägliches Zurückbleiben des Chronometers. gegen Sternzeit.	Tägliches Zurückbleiben des Chronometers. geg. mittl. Zeit.	Mittel.
2 October	9 U. 7′ 22″,59	Arnold	4′ 4″,52	8″,62	
6 «	8 51 4 ,50	«	7 ,19	11 ,31	
7 «	8 46 57 ,31	«	5 ,78	9 ,90	9″,091
8 «	8 42 51 ,53	«	6 ,02	10 ,14	
9 «	8 38 45 ,51	«	2 ,72	6 ,83	
10 «	8 34 42 ,79	«			

Auch hier wie in Tiflis bestätigen die Sternbeobachtungen den aus der Sonne erhaltenen Gang des Chronometers.

3. Längenbestimmung am Ararat.

Fedorov beklagt sich, dafs es ihm im Kloster St. Jacob nicht glücklicher ergangen sei, als in Tiflis in Bezug auf Sternbedeckungen. Die nach Süden zu liegenden Berge verdeckten einen grofsen Theil des Tagebogens des Mondes, und hinderlicher waren die Wolkenmassen, die in dieser Jahreszeit sich fast täglich um den Gipfel des grofsen Ararat lagerten und sich bis über den Scheitel von St. Jacob hin ausdehnten. Am Abend des 15ten Octobers ward der halbe Stern α im Stiere vom Monde bedeckt. Am Morgen des Tages liefs sich aus dem Zustande der Luft fast mit Sicherheit voraussehen, dafs in St. Jacob selbst der Himmel am Abend bedeckt seyn würde. Diefs veranlafste Fedorov vom Kloster herab in's Thal des Araxes nach dem Dorfe Bajat zu reiten, um dort in gröfserer Entfernung vom Gebirge hoffentlich heitern Himmel bei der Bedeckung zu haben. Da Parrot das Chronometer von Arnold bei seinen Pendelversuchen brauchte, so nahm Fedorov den Magnin mit sich, um die Zeit des Klosters nach dem Dorfe überzutragen. Es ward daher während des kurzen Rittes ins Thal das Chronometer mit der gröfsten Sorgfalt behandelt, und es ist zu erwarten, dafs diese kurze Reise den Gang des Magnin gar nicht gestört hat. Die Vergleichungen des Magnin und Arnold vor und nach dem Ritte bestätigen diefs auch. Diese waren vom 1sten bis 14ten October in St. Jacob täglich nahe zu um 2 Uhr mit Magnin angestellt, und wurden vom 23sten bis 27sten in Bajat fortgesetzt, nachdem Parrot am 23sten auch in's Araxes-Thal gekommen war und das Chronometer von Arnold mitgebracht hatte. Es ergab sich aus diesen Vergleichungen, dafs 24 Stunden Magnin

vom 1 bis 14 Octbr. im Mittel = 24 St. 0′ — 27″,67 Arnold
« 14 « 23 « « « = — 26 ,56 «
« 23 « 27 « « « = — 27 ,57 «

Am 14ten October war die Gleichung der beiden Uhren 2 U. 0′ 0″ Magnin = 0 U. 18′ 16″,25 Arnold, oder
$A = M - 1$ St. 41′ 43″,75.

Die später folgende geodätische Verbindung mit dem Kloster giebt für Bajat die Polhöhe 39° 52′ 38″,8 und die Länge 36″,86 in Zeit östlich von St. Jacob.

Fedorov beobachtete nun in Bajat:
den Eintritt des Sterns α im Stier um 11 U. 40′ 46″,9 Magnin
« Austritt « « « « « « 12 50 37 ,2 «

Es ist zu bedauern, dafs Fedorov verhindert wurde, in Bajat selbst gleich vor oder nach der beobachteten Bedeckung eine Zeitbestimmung zu machen. Die Längenbestimmung von Bajat würde an Sicherheit noch gewonnen haben. Jetzt sind wir gezwungen, mit der absoluten Zeitbestimmung in St. Jacob vom 13ten und 18ten und aus dem relativen Gange der beiden Chronometer, die Chronometer-Zeiten der Bedeckung in wahre Sonnenzeiten zu verwandeln. Aus der Vergleichung der beiden Chronometer vom 14ten October 2 Uhr Magnin und dem relativen täglichen Gange 26″,56 findet sich
für den Eintritt $A = M - 1$ St. 42′ 23″,24; also Eintritt um 9 U. 58′ 23″,66 Arnold
« « Austritt $A = M - 1$ 42′ 24″,52; also Austritt um 11 U. 8′ 12″,68 Arnold

Der mittlere Mittag in St. Jacob am 13ten October war 21 U. 50′ 49″,99 Arnold: hieraus folgt der des 15ten Octobers 21 U. 50′ 49″,99 — 2 · 11″,06 = 21 U. 50′ 27″,87 Arnold, und mit der Meridiandifferenz 36″,86 der mittlere Mittag in Bajat am 15ten = 21 U. 49′ 51″,01 Arnold, am 16ten = 21 U. 49′ 39″,95 Arnold.

Demnach ist beobachtet:
der Eintritt um 12 U. 8′ 38″,24 mittlerer Zeit = 12 U. 22′ 51″,75 wahrer Zeit in Bajat;
der Austritt um 13 U. 18′ 27″,80 mittlerer Zeit = 13 U. 32′ 41″,93 wahrer Zeit in Bajat.

Nennen wir dA die mittlere tägliche Unregelmäfsigkeit des Arnold, dM die mittlere tägliche Abweichung des Magnin von seinem angenommenen Gange + 26″,56 — 11″,06 = + 15″,50 und dt den mittleren Fehler der Zeitbestimmung aus corre-

spondirenden Sonnenhöhen, so ist die mittlere Unsicherheit der Zeitbestimmung für das Moment der Sternbedeckung $dT = \sqrt{(dt^2 + 1{,}0\,dA^2 + 1{,}5\,dM^2)}$. Ich glaube der Wahrheit nahe zu kommen, wenn ich $dt = 0''{,}5$, $d \cdot A = 1''{,}0$ und $dM = 2''{,}0$ setze. Letzteres nehme ich so grofs an, weil auch der Einfluſs des kurzen Rittes zu berücksichtigen ist. Hiermit wäre $dT = \sqrt{7{,}25} = 2''{,}70$ der mittlere Fehler in der Zeitbestimmung in Bajat, also dessen wahrscheinlicher Fehler kleiner als 2″.

Fedorov hat die Länge von Bajat aus dieser Beobachtung durch Vergleichung der correspondirenden Beobachtungen in Abo und Dorpat abgeleitet, die sich in den astronomischen Nachrichten No. 176 und 184 finden. Seine Rechnung giebt ihm die Conjunctionszeiten wie folgt:

	Conjunctionszeit.		
für Abo aus dem Eintritte =	1 U. 24′ 46″,30	$+2{,}144\,dB$	in Sternzeit
« « « « Austritte =	45″,65	$-1{,}502\,dB$	« «
für Dorpat a. d. Eintritte =	1 42 34 ,85	$+1{,}570\,dB$	« «
« « « « Austritte =	33 ,31	$-1{,}292\,dB$	« «
für Bajat a. d. Eintritte =	13 31 14 ,19	$+0{,}548\,dB$	in wahrer Zeit
« « « « Austritte =	16 ,60	$-0{,}885\,dB$	« «

dB ist hier die Verbesserung des Breitenunterschiedes des Mondes und des Sterns.

Aus Abo ist $3{,}646\,dB = +0''{,}65$
« Dorpat ist $8{,}862\,dB = +1\ ,54$
« Bajat ist $1{,}433\,dB = +2\ ,41$

Woraus sich der wahrscheinlichste Werth von $dB = +0''{,}11$ giebt, wofür wir ohne Bedenken $dB = 0$ setzen und also im Mittel aus den Ein- und Austritten finden.

Conjunctionszeiten.

Abo	1 U. 24′ 45″,92 Sternzeit
Dorpat	1 42 34 ,08 «
Bajat, 13 U. 31′ 15″,40 wahrer Zeit =	2 53 42 ,18 «

Folglich die östl. Länge von Bajat von Abo = 1 U. 28′ 56″,26
« « « « « Bajat v. Dorpat = 1 11 8 ,10

Abo ist 1 U. 19′ 47″,3 östlich von Paris, nach Astron. Nachr. IX., 264, Dorpat ist 1 U. 37′ 34″,0. Hieraus ergiebt sich

Bajat von Paris

aus Abo	2 St.	48′	43″,56
aus Dorpat	2	48′	42″,10
Mittel-Länge von Bajat =	2	48	42 ,83 von Paris
Länge von St. Jacob =	2	48	5 ,97 « «
			= 62° 1′ 29″,55 von Ferro.

4. Geodätische Verbindung mehrerer Punkte in der Nähe des Ararat.

Die beiliegende Tafel stellt das ganze gemessene Dreiecknetz dar, dessen Zweck die Bestimmung der relativen Lage folgender Punkte ist:

P = der vorderen d. h. östlichen Spitze des grofsen Ararat
P' = der hinteren d. h. westlichen « « « «
P'' = der Spitze des kleinen Ararat
J = des Klosters St. Jacob.
Q = der Spitze des Berges Alaghés.
R = des Standpunkts im Dorfe Bajat.

Die Grundlinie EE' wurde von Parrot selbst mit zwei hölzernen Stangen gemessen, die auf Messingplatten an ihren Enden die Länge von 3 Pariser Fufs verzeichnet enthalten, welche von dem Normalmaafse der Dorpater Sternwarte abgetragen worden war. Die Neigung der einzelnen Stangen wurde bestimmt und so die horizontale Entfernung $EE' = 820{,}121$ Toisen gefunden. Log. $EE' = 2{,}9445424$*).

*) Das Verfahren bei dieser Messung war sehr einfach und ein gemeiner Kosak mein einziger Gehülfe. Vier Tischchen hatte ich, von ganz gemeiner Zimmermannsarbeit, d. i. ein Brett, etwa einen Quadratfufs grofs, mit drei Füfsen; dazu zwei Mefsstäbe aus Tannenholz, wohl gedörrt und heifs in heifses Leinöl getaucht, mit einem Futteral aus Blech, zu welchem an beiden Enden nur die messingenen Beschläge der Stäbe mit den Endstrichen, die quer über gingen, hervorragten. Auf je zwei Tischchen wurde ein solcher Stab z. B. auf

Die Winkelmessung ward von Fedorov mit dem Theodoliten gemacht, einem Instrumente, dessen Genauigkeit eine so grofse ist, dafs die Sicherheit der Messung vorzugsweise durch die Form der Objecte, wonach gezielt wird, begränzt ist. Die gemessenen Winkel sind die horizontalen. Jeder Winkel ist von Fedorov mehrere Male gemessen worden. Das Mittel die-

---

seine breite Fläche gelegt, und hierauf der zweite Stab, nachdem für ihn ein drittes Tischchen in Bereitschaft gestellt war mit seiner schmalen Seite hingelegt, so dafs die Striche senkrecht zusammenstiefsen, worauf der erste Stab weggenommen und neben dem zweiten wieder auf die breite Kante gelegt wurde u. s. f. Mittelst einer Lupe liefs sich ein solches Zusammenstofsen der Striche auf das Schärfste beobachten, und das Stellen war mit der blofsen Hand ganz sicher besorgt. In horizontaler Ebene konnte keine Abweichung der Stäbe von der graden Richtung vorkommen, weil diese stets durch Abvisiren nach einer ziemlich entfernten Stange der Grundlinie bestimmt wurde. In senkrechter Ebene betrugen die Abweichungen von der graden Linie, wegen der grofsen Ebenheit des Bodens höchstens 4 Grad, was bei jedem Stabe mittelst des Haarpendels und eines fein getheilten Halbkreises ausgemittelt wurde. Bei kleinen ganz örtlichen Vertiefungen des Bodens half ich durch Unterlagen an den Enden der Stäbe nach, und kleine Hervorragungen des Bodens wurden mit der Schaufel abgestofsen. Nach jedem Hundert Stäben liefs ich einen Pendel herab, schlug einen Pflock in den Boden und bezeichnete auf demselben durch einen Kreuzschnitt den Endpunkt, damit bei einem zufälligen Stofs an die Tische und Verrückung der Stäbe nicht die ganze Arbeit verloren ginge. Auf diese Weise wurden 1640 Stäbe gelegt, und die letzten 15 Zoll bis zum Endpunkte der abgesteckten Basis mit dem Zollstabe gemessen. Die Neigung der Mefsstäbe erheischte einen Abzug von 0,524 Fufs, und so ergab sich obige Länge der Grundlinie von 820,121 Toisen. Für jeden gelegten Stab ward ein Strich auf Papier gemacht, und weil die Stäbe abwechselnd auf die breite und auf die hohe Kante gelegt wurden, konnte ich mich auf 100 Stäbe nicht um einen Stab verzählen, sondern es hätten wenigstens zwei seyn müssen, was schon nicht gut anzunehmen ist. Aufserdem aber habe ich die ganze Basis mit einem Seil von $11\frac{1}{3}$ Stab Länge übermessen und die Zählung der Stäbe richtig befunden. Obgleich ich diese Messung für ihren Zweck für hinreichend genau annehmen konnte, lag mir doch daran, den Grad ihrer Genauigkeit auszumitteln und ich mafs daher zwei Stationen von 100 Stäben zum zweiten Male. Ich wählte grade die 3te und 14te, weil ich im Tagebuche die Bemerkung fand, dafs ich bei ihrer Vermessung wegen der übergrofsen Tageshitze vielleicht nicht mit ganz gleicher Sorgfalt und Mühe gearbeitet hatte als bei den übrigen. Mit der Correction für die Neigung der Stäbe fand ich bei der zweiten Messung die dritte Station um 2,4 Lin., die vierzehnte um 3 Lin. kürzer als bei der ersten Messung, also ging der Fehler nicht über $\frac{1}{14400}$, wahrlich gut genug für den Zweck, wie für die Mittel und die Zeit, denn in 6 Tagen war die ganze Arbeit gemacht.

F. Parrot.

ser Bestimmungen wurde, im Fall der Stand des Winkelmessers nicht genau im Centro der Station war, von Fedorov mit grofser Schärfe centrirt, und ich gebe hier die schon centrirten Mittel.

Aus der gemessenen Grundlinie EE' wurde zuerst eine gröfsere Linie AB abgeleitet, und diese wieder als Grundlinie für die entfernteren Punkte angewandt. In der nachfolgenden Rechnung ist der sphärische Excefs unberücksichtigt geblieben, da die Bergspitzen die Genauigkeit der einzelnen Secunde im Zielen nicht zuliefsen. Es sind daher mit Ausnahme der Dreiecke an der Basis im Nachfolgenden auch die Brüche der Secunden weggeworfen.

Dreiecke am Ararat.

Dreieck.	Gemessene Winkel.	Auf die Summe 180° reducirte Winkel.	Dreiecksseiten in Toisen.
1	$A =$ 9° 53′ 5″,0	$A =$ 9° 53′ 3″,9	Log. $EE' = 2{,}9138779$.
	$E =$ 30 2 39 ,5	$E =$ 30 2 38 ,4	Log. $AE' = 3{,}3787530$; $AE' = 2391{,}955$
	$E' =$ 140 4 18 ,9	$E' =$ 140 4 17 ,7	Log. $AE = 3{,}4866259$; $AE = 3066{,}380$
	Summe = 180 0 3 ,4		
2	$B =$ 13° 54′ 16″,9	$B =$ 13° 54′ 18″,7	Log. $EE' = 2{,}9415424$.
	$E =$ 121 14 51 ,3	$E =$ 121 14 53 ,2	Log. $BE' = 3{,}4650251$; $BE' = 2917{,}595$
	$E' =$ 44 50 46 ,3	$E' =$ 44 50 48 ,1	Log. $BE = 3{,}3814150$; $BE = 2406{,}661$
	Summe = 179 59 54 ,5		
3 und 4	Aus AE und BE und dem zwischenliegenden Winkel 151° 17′ 31″,6, so wie aus AE' und BE' und dem zwischenliegenden Winkel 175° 4′ 54″,2 folgt übereinstimmend Log. $AB = 3{,}7246615$, $AR = 5304{,}709$.		
5	$P =$	$P =$ 20° 11′ 57″	Log. $AB = 3{,}7246615$
	$A =$ 90° 36′ 13″,3	$A =$ 90 36 13	Log. $BP = 4{,}1864603$; $BP = 15362{,}44$
	$B =$ 69 11 49 ,7	$B =$ 69 11 50	Log. $AP = 4{,}1572070$; $AP = 14361{,}77$
6	$P' =$	$P' =$ 20 1 57	Log. $AB = 3{,}7246615$
	$A =$ 90 14 48 ,6	$A =$ 90 14 48	Log. $BP = 4{,}1899296$; $BP' = 15485{,}65$
	$B =$ 69 43 14 ,8	$B =$ 69 43 15	Log. $AP' = 4{,}1621434$; $AP' = 14525{,}91$
7	$P'' =$	$P'' =$ 17 3 54	Log. $AB = 3{,}7246615$
	$A =$ 114 18 15 ,9	$A =$ 114 18 16	Log. $BP'' = 4{,}2168133$; $BP'' = 16474{,}51$
	$B =$ 48 37 49 ,7	$B =$ 48 37 50	Log. $AP'' = 4{,}1324458$; $AP'' = 13565{,}81$

Dreieck.	Gemessene Winkel.	Auf die Summe 180° reducirte Winkel.	Dreiecksseiten in Toisen.
8	$Q =$	$Q =$ 2 11 44	Log. $A\,B$ = 3,7246615
	$A =$ 15 1 19 ,7	$A =$ 15 1 20	Log. $B\,Q$ = 4,5549704; $B\,Q$ = 35889,75
	$B =$ 162 46 56 ,5	$B =$ 162 46 56	Log. $A\,Q$ = 4,6126442; $A\,Q$ = 40986,82
9	$J =$ 161 42 17 ,7	$J =$ 161 42 18	Log. $A\,P$ = 4,1572070
	$A =$ 5 49 24 ,8	$A =$ 5 49 25	Log. $P\,J$ = 3,6667241; $P\,J$ = 4642,23
	$P =$	$P =$ 12 28 17	Log. $A\,J$ = 3,9947597; $A\,J$ = 9880,07
10	$R =$	$R =$ 115 21 28	Log. $A\,E'$ = 3,37875
	$A =$ 22 45 48	$A =$ 22 45 48	Log. $E'R$ = 3,01038; $E'R$ = 1024,20
	$E' =$ 41 52 44	$E' =$ 41 52 44	Log. $A\,R$ = 3,24724; $A\,R$ = 1767,05

Anmerkung. Der Richtungswinkel $J\,A\,R$ ist von Fedorov unmittelbar beobachtet = 59° 18′ 50″.

Zur Orientirung dieses Dreiecknetzes wurde von Fedorov das Azimut des Klosters J vom Punkte A aus bestimmt, indem er am 23sten October die horizontalen Winkel zwischen der Sonne und dem Signal in B mit dem Theodoliten mafs und diese auf J übertrug.

Aus fünf Beobachtungen fand sich:

von A aus Azimut des Klosters St. Jacob = 57° 28′ 2″,0

Hieraus folgen nun die Azimute der übrigen Punkte von A aus, wie folgt:

Azimut des kleinen Ararat	oder	P'' =	27° 56′	34″
« « grofsen Ararat	«	P =	51 38	37
« « grofsen Ararat	«	P' =	52 0	2
« « Klosters St. Jacob	«	J =	57 28	2
« « Dorfes Bajat	«	R =	116 46	52
« « Endpunkts d. Basis	«	E' =	139 32	40
« « Alaghés	«	Q =	157 16	10

Legt man nun durch A einen Meridian und sieht ihn als die Abscissen-Linie an, so ergeben sich folgende Coordinaten dieser Punkte vom Anfangspunkte A in Toisen ausgedrückt (positiv angenommen nach Nord und Ost):

	Abscisse.	Ordinate.
P''	− 11984,3	− 6356,8
P	− 8912,2	− 11262,0
P'	− 8943,0	− 11446,5
J	− 5313,3	− 8329,7
R	+ 796,2	− 1577,5
E'	+ 1820,0	− 1552,0
Q	+ 37803,5	− 15837,2

Aus diesen Coordinaten und der Polhöhe von A = 39° 51′,8 ergeben sich die Längenunterschiede $\Delta\varphi$ und ΔL der genannten Punkte vom Anfangspunkt der Coordinate A, welche mit den neuesten Dimensionen des Erdballs nach Schmidt in den astronomischen Nachrichten No. 213 berechnet worden sind:

	$\Delta\varphi$ =	ΔL =
P''	− 12′ 37″,80	− 8′ 39″,79
P	− 9 24 ,31	− 15 21 ,60
P'	− 9 26 ,54	− 15 36 ,70
J	− 5 36 ,38	− 11 22 ,27
R	+ 0 50 ,30	− 2 9 ,41
Q	+ 39 47 ,17	− 21 51 ,66

Hieraus ergeben sich die Abstände von St. Jacob aus in Breite und Länge $\Delta'\varphi$ und $\Delta'L$.

	$\Delta'\varphi$	$\Delta'L$ in Bogen.	$\Delta'L$ in Zeit.
P'' =	− 7′ 1″,42	+ 2′ 42″,48	+ 10″,83
P =	− 3 47″,93	− 3 59 ,33	− 15 ,96
P' =	− 3 50″,16	− 4 14 ,43	− 16 ,96
R =	+ 6 26″,68	+ 9 12 ,86	+ 36 ,86
Q =	+ 45 23″,55	− 10 29 ,39	− 41 ,96

Die für R gefundene Meridiandifferenz = 36″,86 in Zeit ist oben bei der Berechnung der Bedeckung von α Tauri angewandt worden. Setzen wir nun die Breite von St. Jacob = 39° 46′ 12″,10 und dessen Länge = 2 St. 48′ 5″,97 von Paris = 62° 1′ 29″,55 von Ferro: so erhalten wir mit den letzten Unterschieden folgende Endresultate der Ortslagen.

Ortsbestimmungen am Ararat.

	Polhöhe.	Länge von Paris in Zeit.	Länge von Ferro in Bogen.
Spitze des kleinen Ararat = P''	39° 39′ 10″,68	2 St. 48′ 16″,80	62° 4′ 12″,03
Vordere Spitze des grossen Ararat = P	39 42 24 ,17	2 47 50 ,01	61 57 30 ,22
Hintere Spitze desselben = P'	39 42 21 ,94	2 47 49 ,01	61 57 15 ,12
Kloster St. Jacob = J	39 46 12 ,10	2 48 5 ,97	62 1 29 ,55
Dorf Bajat = R	39 52 38 ,78	2 48 42 ,83	62 10 42 ,43
Spitze d. Alaghés = Q	40 31 35 ,65	2 47 24 ,01	61 51 0 ,16

5. Trigonometrische Höhenbestimmungen.

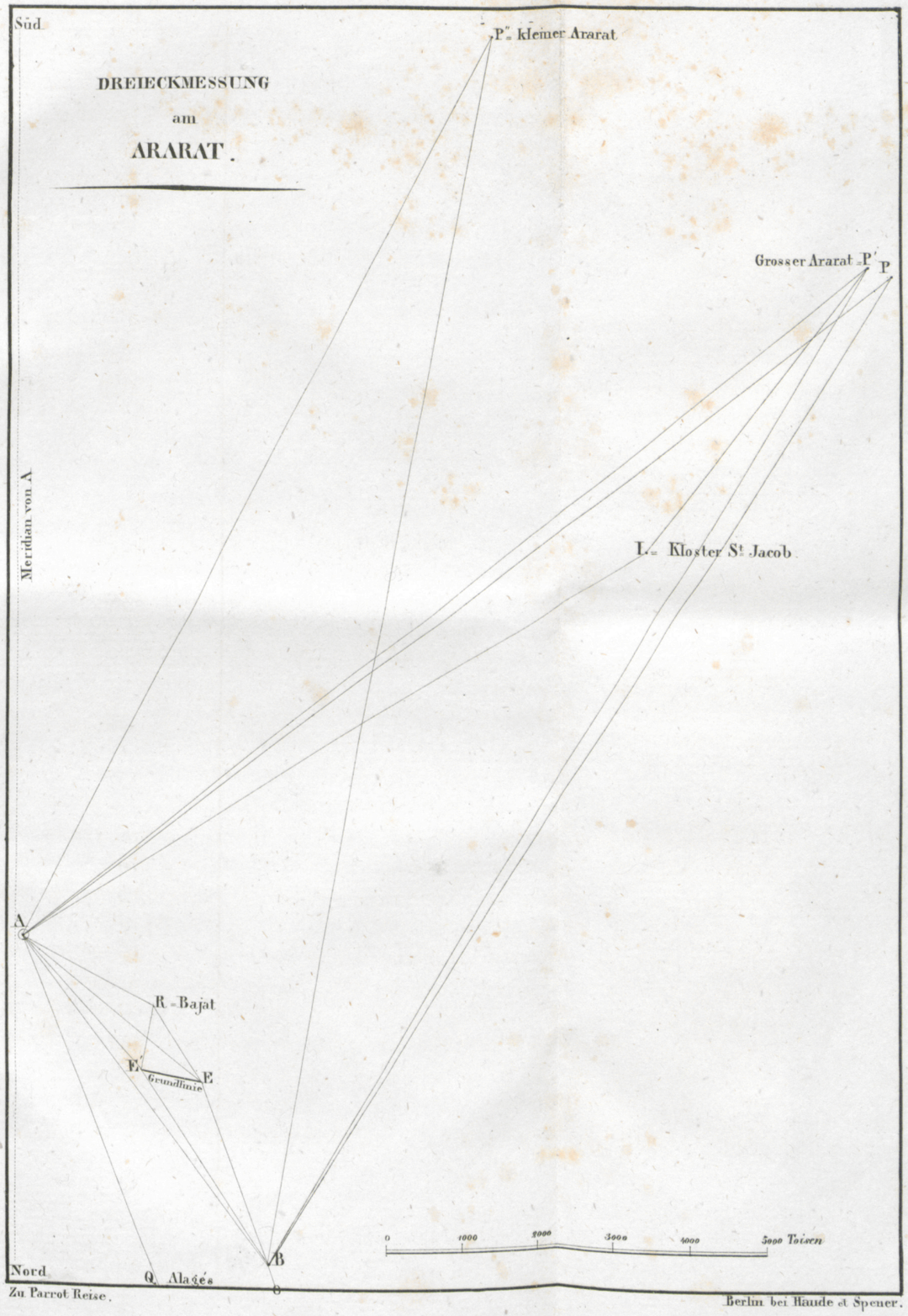
Die Höhen der Bergspitzen der beiden Ararat und des Alaghés, also der Punkte P, P', P'' und Q sollten trigonometrisch bestimmt werden. Sie waren alle nicht nur von A und B, sondern auch von dem einen Endpunkte E' der Grundlinie sichtbar. Die horizontalen Entfernungen derselben von A und B sind im obigen Dreiecknetze enthalten; die Entfernungen von E' lassen sich aus den Unterschieden der Coordinaten finden. Wir haben, wenn wir den Anfangspunkt der Coordinate nach E' verlegen:

	die Abscisse.	die Ordinate.
für P''	— 13804,3 Toisen	— 4804,8 Toisen
« P	— 10732,2 «	— 9710,0 «
« P'	— 10763,0 «	— 9894,5 «
« Q	+ 35983,5 «	— 14285,2 «

Hieraus findet sich:

Log. $E'P''$	= 4,1648461	und $E'P''$	= 14616,6 Toisen
Log. $E'P$	= 4,1605554	$E'P$	= 14472,9 «
Log. $E'P'$	= 4,1649460	$E'P'$	= 14620,0 «
Log. $E'Q$	= 4,5878833	$E'Q$	= 38715,4 «

Der drei Standpunkte relative Höhen waren von Fedorov ausgemittelt worden. Er giebt das Centrum des Instru-



ments in A als 7,58 Toisen und in B als 2,38 Toisen und in E' selbst 0,5 Toisen höher als der Boden bei E' an. Diese Bestimmungen beruhen auf den Zenithdistanzen der Punkte von einander. Die mir von Fedorov eingehändigten Aufsätze enthalten nur das erwähnte Resultat, ohne die Belege dazu. Fedorovs Sorgfalt in allen Beobachtungen und Berechnungen verbürgt die Richtigkeit derselben.

An jedem der drei Standpunkte wurden die Zenithdistanzen zu wiederholten Malen gemessen, d. h. an verschiedenen Tagen und Tageszeiten. Indefs giebt Fedorovs Aufsatz über Datum und Stunde der Beobachtung keine genauere Auskunft. Nur so viel ist gewifs, dafs er vermieden hat, nahe bei Sonnenuntergang oder gleich nach dem Aufgange zu messen, weil ihm die Unregelmäfsigkeit der Strahlenbrechung zu diesen Zeiten bekannt war.

P''	P	P'	Q
Zenithdistanzen in A beobachtet.			
7,58 Toisen über dem Boden bei E'.			
83° 29′ 39″,50	81° 21′ 47″,75	81° 27′ 10″,42	87° 58′ 41″,75
31 ,79	50 ,59	5 ,10	44 ,02
14 ,67	44 ,72	11 ,41	28 ,40
20 ,47	36 ,25		19 ,40
32 ,10	40 ,20		31 ,70
23 ,67	39 ,92		
	38 ,49		
Mittel 83 29 27 ,03	81 21 42 ,56	81 27 8 ,98	87 58 33 ,05
$h = 6$ 30 32 ,97	8 38 17 ,44	8 32 51 ,02	2 1 26 ,95
Zenithdistanzen in B beobachtet.			
2,38 Toisen über dem Boden bei E'.			
84° 39′ 10″,30	81° 54′ 63″,24	81° 58′ 26″,44	87° 35′ 39″,58
39 6 ,23	62 ,90	31 ,05	35 ,09
38 57 ,01	57 ,91	27 ,54	17 ,87
39 0 ,60	48 ,49	27 ,37	26 ,89
39 9 ,85	40 ,99		
	39 ,61		
Mittel 84 39 4 ,80	81 54 52 ,19	81 58 28 ,10	87 35 29 ,86
$h = 5$ 20 55 ,20	8 5 7 ,81	8 1 31 ,90	2 24 30 ,14

P''	P	P'	Q
Zenithdistanzen in E' beobachtet.			
0,5 Toisen über dem Boden daselbst.			
83° 56′ 31″,12	81° 23′ 49″,57	81° 28′ 40″,22	87° 48′ 29″,85
28 ,87	52 ,60	42 ,30	17 ,35
	60 ,54	34 ,55	
	52 ,54		
	49 ,53		
Mittel 83 56 30 ,00	81 23 52 ,96	81 28 39 ,02	87 48 23 ,60
$h =$ 6 3 30 ,00	8 36 7 ,04	8 31 20 ,98	2 11 36 ,40

Ist D die horizontale Distanz eines Punktes vom Instrumente, dessen beobachteter Höhenwinkel $= h$, C der Winkel der Verticalen an den beiden Orten gegen einander, und die irdische Strahlenbrechung $= mC$: so ist die Höhe H des beobachteten Punktes über dem Instrumente ausgedrückt durch:

$$H = \frac{D \text{ Sin. } g}{\text{Cos.}(\frac{1}{2}C+g)}; \text{ wo } h+(\tfrac{1}{2}-m)\,C = g.$$

Der Coefficient der irdischen Strahlenbrechung m ist veränderlich, theils nach der Jahreszeit und Tageszeit, theils nach der Höhe, in welcher der Lichtstrahl durch die Atmosphäre geht. Lindenau hat in der monatlichen Correspondenz, Band XI, eine Tafel geliefert, in welcher die Gröfse m die mittlere Höhe der beiden Standpunkte über dem Meere zum Argumente hat. Diese Tafel liegt der Berechnung der obigen Beobachtungen zum Grunde. Da die drei Standorte im Mittel eine Höhe von 457 Toisen und für P'', P, P' und Q die Höhen über dem Meere sich zu 2036, 2673, 2675 und 2145 Toisen ergeben, wie hier aus einer vorläufigen Rechnung vorausgesetzt werden kann: so sind die vier mittleren Höhen 1247, 1565, 1566 und 1301 Toisen und hiermit nach Lindenau $m = 0{,}048$; 0,043; 0,043; und 0,047. Zur Berechnung von C ist es hinreichend, die Entfernung D durch den Werth einer Bogensecunde in der Richtung des Meridians zu dividiren. Diese ist $s = 15{,}821$ Toisen; Log. $s = 1{,}19925$.

Mit diesen Elementen geben die obigen Beobachtungen folgende Resultate:

Höhe über dem Instrumente in	P''	P	P'	Q
A	1574,04 Tois.	2212,10 Tois.	2214,20 Tois.	1682,60 Tois.
B	1580,60 «	2216,92 «	2218,42 «	1689,09 «
E'	1581,59 «	2220,10 «	2222,31 «	1691,74 «

Hieraus ergiebt sich mit den oben angeführten Höhen des Instruments über dem Boden in E',

Höhen über dem Boden in E'.

	P''	P	P'	Q
Aus A	1581,62 Tois.	2219,68 Tois.	2221,78 Tois.	1690,18 Tois.
Aus B	1582,98 «	2219,30 «	2220,80 «	1691,47 «
Aus E'	1582,09 «	2220,60 «	2222,81 «	1692,24 «
Mittel	1582,23 «	2219,86 «	2221,80 «	1691,30 «

Die Uebereinstimmung der von drei Standorten aus erhaltenen Höhen, beweist die Vortrefflichkeit der ganzen Arbeit, die ich zu den ausgezeichnetesten Höhenbestimmungen dieser Art rechnen möchte. Die geringe Entfernung des grofsen und kleinen Ararat von den Standorten, läfst selbst die Unsicherheit der Strahlenbrechung auf die Höhenbestimmung nur einen geringen Einflufs äufsern. Wenn wir in dem Coefficienten m selbst eine Unsicherheit von 0,01 annehmen, so ändern sich dadurch die Winkel g im Mittel nur um respective 9″,4; 9″,3; 9″,4 und 24″,3; und die Höhen im Mittel um 0,67; 0,66; 0,68 und 3,60 Toisen. Es scheint daher keinem Zweifel unterworfen, dafs die drei ersten Höhen innerhalb der Toise genau sind. Bei der letzten mag der Fehler noch gröfser, als 3,6 Toisen seyn, weil wegen der Kleinheit des Winkels am Berge auch die Entfernung einiger Unsicherheit unterworfen ist. Auf keinen Fall möchte sich aber für den Alaghés die Unsicherheit auf 10 Toisen belaufen.

Nach Parrots barometrischen Messungen liegt der Erdboden bei *E'* um 456,46 Toisen über dem schwarzen Meere. Hiermit erhalten wir

	über dem Meere.
die vordere Spitze des grofsen Ararat	2676,32 Toisen
die hintere « « « «	2678,26 «
die Spitze des kleinen Ararat	2038,69 «
die Spitze des Alaghés	2147,76 «

Der obige Aufsatz ist von mir aus den von Fedorov bei seiner Abreise nach Siberien mir übergebenen Papieren ausgezogen. Alle Rechnungen sind von ihm selbst, von mir aber durchgängig geprüft und in allen Theilen richtig befunden; so dafs der Aufsatz als ganz von diesem fleifsigen Beobachter, der jetzt mit einer gröfseren astronomischen Arbeit im südwestlichen Siberien beschäftigt ist, herrührend anzusehen ist.

Dorpat, im Mai 1833.

W. Struve.

An

Herrn Staatsrath und Ritter

Dr. Moritz von Engelhardt,

Professor der Mineralogie in Dorpat

Hochverehrter Lehrer!

Durch Ihren Unterricht in der Mineralogie und Geognosie, den Sie mit Hinweisung auf das ergiebige Feld der Forschungen in Rufslands Stein- und Felsenwelt verbanden, wurde der Wunsch in mir angeregt, durch deren eigene Anschauung meine Ausbildung in der Wissenschaft zu fördern, und zu Ihrem Werke: mineralogisch geognostische Beschreibung Rufslands; durch Ihre Reise in die Krimm, den Kaukasus, Finnland, Olonetz und den Ural, seit Jahren vorbereitet, Beiträge sammelnd, Ihnen meine aufrichtigste Dankbarkeit zu beweisen.

Auf Ihre Empfehlung wurde mir die Freude zu Theil, Herrn Professor Parrot auf seiner Reise zum Ararat zu begleiten. Ich benutzte sie, so weit die Umstände und meine noch ungeübten Kräfte gestatteten, zur Beobachtung der Formen und Felsbeschaffenheit derjenigen Landstrecken, durch welche unser Weg uns führte, und übergebe Ihnen, verehrter Lehrer, jetzt meine Bemerkungen, zugleich mit der für das Cabinet Dorpats gesammelten Steinsuite vom Ararat. Möchte das, aus Dankbarkeit für Sie und für die vaterländische Bildungsanstalt, Dargebrachte, den Beifall billiger Kenner erhalten.

Ihr dankbarer Schüler

M. v. Behaghel.

Bemerkungen auf einer Reise durch die Steppen nördlich vom Kaukasus, zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere.

I. Von Neu-Tscherkask über die Station Katschalinsk, am linken Ufer des Don, nach Zarytzin, und von dort nach Astrachan.

Die Steppe zur Rechten des Don von Neu-Tscherkask bis Katschalinsk ist meist wellig, erhebt sich 100 bis 400 Fufs über dem Niveau des schwarzen Meeres, nach einem barometrischen Nivellement längs dem Postwege, der die Steppe in nordöstlicher Richtung durchschneidet, und im Ganzen durch ähnliche Erhabenheiten und Vertiefungen, wie die der Umgegend führt. An Stellen, wo die Steppe sich dem rechten Ufer des Don und einigen kleinen Nebenflüssen anschliefst, ist sie durch bedeutende Schluchten und Thäler zerrissen. Das rechte Ufer des Don, an dem ich einige Stationen vor Katschalinsk, Kreide, Kalk und Mergel mit einander wechseln, und mit einer mächtigen Schicht schwarzer Steppenerde bedeckt sah, ist fast durchgängig bedeutend höher als das

linke, welches allmählig zur Steppe ansteigt; (die kleinen Strombögen meist gegen die rechte Seite gewandt, also der Hauptrichtung des Stromes, der vom Donetz bis Katschalinsk einen südlich vorspringenden Bogen bildet, entgegen). Beim Donetz, wo wir ihn passirten, ebenso, das rechte Ufer 20 bis 30 Fufs hoch, das linke kaum merklich sich erhebend.

Das Gefälle des Don von Katschalinsk bis zur Mündung, eine Strecke von 410 Werst, beträgt 213 Fufs.

Der Scheider zwischen der Wolga und dem Don ist an der Westseite wenig gefurcht, nur sanft ansteigend, auf der Ostseite hingegen, der Wolga zu sich stärker neigend, von Schluchten, auch von Thälern mit Laubholz durchzogen.

Von Zarytzin, am östlichen Fufse des Scheiders, bis Astrachan soll das rechte Ufer der Wolga auch bedeutend höher als das linke seyn, doch sah ich es selbst nur von der fünften Station vor Astrachan bis zur zweiten, wo ich auf dem Eise der Wolga fuhr, von der zweiten bis Astrachan schwindet zuweilen der Unterschied ganz, weiter aufwärts bis Zarytzin weifs ich es nur durch die Aussage der, oft von mir befragten Einwohner.

An diesem steil ansteigenden rechten Ufer wechseln Sand mit Thonlagen, das linke, mit Wald bewachsene und Schnee bedeckte, entzog sich jeder Betrachtung aus der Ferne.

Die Wolga durchläuft von Zarytzin bis zur Mündung 400 Werst, und hat ein Gefälle von 48 Fufs.

Auffallend schien es mir, dafs sowohl beim Donetz, als Don und der Wolga stets das rechte Ufer höher als das linke war, welches sich meist nur sanft zur Steppe erhebt. Vielleicht würde sich bei genauer Untersuchung dieser Flufsthäler das stufenweise Sinken der ehemals vereinigt gewesenen Meere, des schwarzen und kaspischen, nachweisen lassen. Bei meiner flüchtigen Durchreise im Winter konnte ich genauere Beobachtungen nicht anstellen.

II. Von Astrachan längs dem Westufer des kaspischen Meeres nach Kislar und von dort über Grosnaja (Festung an der Sundscha) nach Wladikawkas (Festung am Terek) *).

Eine wellige gelbrothe Sandsteppe erstreckt sich bis einige Meilen weit vor Kislar, die bei jedem Sturme ihre Oberflächenansicht verändert, und von aller Vegetation entblöfst dem Auge blos Staubwolken darbietet, die sich in trockener Jahreszeit selbst bei fast vollkommener Windstille nicht verlieren. Blos zwischen der dritten, vierten und fünften Station südlich von Astrachan, wird diese Wüste von flachen Thälern, die sich östlich gegen das kaspische Meer öffnen und Salzseen enthalten, durchzogen. Die Ufer und Betten derselben bestehen aus gelbbraunem Thon, mit mehr oder weniger Sand; hingegen oberhalb auf der Steppe erscheint wieder derselbe gelbrothe Sand rein, und reich an Muscheltrümmern des kaspischen Meeres.

Nach der Aussage der Kara-Nogaier soll sich der Manetsch früher gleichfalls durch eins von den oben erwähnten flachen Thälern in das kaspische Meer ergossen haben, gegenwärtig endigt derselbe mit einem grofsen See, zwei Tagereisen vom kaspischen Meere entfernt. Eine Werst südlich von der Station Belosersk fuhren wir durch ein trockenes Flufsbette, welches der Manetsch bewässert haben soll. Gern hätten wir dieses problematische Bette bis zu diesem grofsen See verfolgt aber die höchst ungünstige Jahreszeit in den letzten Tagen des Januars, wo die Schneegestöber in den Steppen so häufig und gefahrvoll sind, hinderte uns an dem Unternehmen, wenigstens fünf bis sechs Tage lang entfernt von jedem Obdach in der Steppe umher zu suchen. Auf eine ähnliche Art, wie der Manetsch soll die Kuma, die einige hundert Werst weiter

*) Eigentlich kamen wir auf unserer Rückreise vom Ararat über Wladikawkas nach Astrachan, aber um die Fortsetzung der Bemerkungen nicht zu unterbrechen, erwähne ich sie schon hier.

oberhalb noch ein ansehnlicher Strom, hier am Wege aber nur 15 Schritt breit ist, sich im Sande, ohne das Meer zu erreichen, verlieren.

Einige Meilen nördlich von Kislar scheint ein grauer gröberer Sand hin und wieder mit etwas Dammerde gemischt, die Stelle des gelbrothen zu vertreten, er hat einen gröfseren Zusammenhang als letzterer, wird daher vom Winde nicht so leicht fortgerissen und bildet eine meist ebene Steppe, die in der Umgegend von Kislar mit Gesträuch bewachsen ist. Von hier durchschnitten wir die Steppe in westsüdwestlicher Richtung bis zum Terek bei der Kosaken-Stanitze Naur, die sich von ihrer frühern Beschaffenheit blos hin und wieder durch flache Becken und trockene Flufsbetten unterscheidet.

Der Terek durchschneidet bei der Stanitze Kalinowka noch reifsend die Steppe und verändert seinen Lauf oft bedeutend durch Auswaschung in dem losen Sandboden.

Den Scheider zwischen dem untern Terek und der untern Sundscha, die von Süden herab aus dem Kaukasus nach Norden strömt, bildet ein drei bis vier hundert Fufs hoher Hügelrücken, der ihren untern Lauf zur Hauptwendung nach Osten nöthigt. Seine Höhen erscheinen rundlich abgewaschen und bestehen aus Muschelkalkconglomerat; aus welchem stellenweise heisse Wasser oder Naphtha-Quellen hervorbrechen. Diese Hügelreihe ist auf der Nord- so wie auf der Südseite von Steppe begrenzt, die sich bis zu dem nördlichen Fufse des Kaukasus ausdehnt. Ein grofser Theil der südlichen Steppe ist durch die Seitenzuflüsse der Sundscha in eine fruchtbare mit Waldungen besetzte Ebene umgewandelt.

Die Sundscha, welche die Grenze zwischen dem russischen und kaukasischen Gebiete bildet, drängt sich in ihrem östlichen Laufe an den Fufs dieser Hügelkette, und hat sich dort in der lockeren Steppenerde ein 20 bis 30 Fufs tiefes und 20 bis 30 Schritt breites Bette ausgewaschen.

III. Von Neu-Tscherkask östlich an dem Manetsch aufwärts bis zum Werchnoi Kamennoi Cordon, und von dort nach Alexandrov, befestigter Ort an der kaukasischen Linie.

Bei Rasdorskaja (Kosaken-Stanitze, ohngefähr 40 Werst nordöstlich von Neu-Tscherkask) war im Monat Mai das linke Ufer des Don mehrere Meilen weit ausgetreten, so dafs, als wir von dem rechten hohen Ufer zum linken hinübersetzen wollten, wir einen halben Tag zu Wasser fuhren, ehe wir dasselbe erreichten. Wir passirten den Flufs Sal, der gleichfalls weit ausgetreten, sich hier nicht von dem Don unterschied; erst in der Mitte zwischen dem Sal und Manetsch erreichten wir den trockenen Boden, wahrscheinlich der flache Scheider zwischen beiden Flüssen. Mit diesem beginnt wieder Steppe, die wir in östlicher Richtung von dem rechten Ufer des Manetsch, bald näher, bald entfernter, bis zum Cordonposten Werchnoi Kamennoi durchritten. Sie ist eine Strecke von vielen Meilen Weite, eben wie ein Meeresspiegel, nur Kurgane (Grabhügel aus der Vorzeit) 4 bis 15 und mehr Fufs hoch, geben der Gegend einige Abwechselung. Zwei Meilen westlich von dem Dorfe Andrejevka zeigen sich die ersten Spuren welliger Unebenheiten, die sich in der Nähe des grofsen Liman 100 Fufs und drüber über die Steppe erheben, doch sind oft diese flachen Hügel durch meilenweite Ebenen getrennt. Bei Werchnoi Kamennoi bilden diese Hügel schon zusammenhängende Gruppen, die sich drei bis vier hundert Fufs über dem Niveau des schwarzen Meeres erheben, und sehr bemerkbar sind, da bis dahin die Steppe nur eine Höhe von 60 bis 80 Fufs erreicht.

Nur Kalkstein fand ich an mehreren Stellen in der Steppe anstehend, und zwar ein lockeres Conglomerat von Muscheln des schwarzen und kaspischen Meeres; eine schwarze und grasreiche Dammerde bildet seine Decke. In der Nähe der Salzseen, die man in dieser Steppe häufig antrifft, erscheint roth-

brauner Thon, mit kleinen Bruchstücken von Gips und Sandstein, und meist von aller Vegetation entblöfst.

Von Werchnoi Kamennoi, 380 Fufs über dem Meere, ohngefähr 40 Werst nördlich von dem Manetsch senkt sich der Boden stufenweise bis zur Vereinigung dieses Flusses mit dem von Süden kommenden Kaláus zu einer Tiefe von 11 Fufs über dem Niveau des schwarzen Meeres.

Ehe wir den Manetsch erreichten, mufsten wir durch mehrere Thäler, die dort mit dem Manetschthal parallel zu streichen scheinen; ob diese auch zu den vielen Stromarmen gehören, konnte nicht ausgemittelt werden. Sie enthalten Salzseen, deren Ufer braunrother Thon bildet.

Das südliche Ufer des Manetsch erhebt sich in der Nähe der Vereinigung mit dem Kaláus einige Fufs über dem Wasserspiegel, das nördliche 20 bis 30. — Strömung war mir an demselben nicht bemerkbar.

Am Kaláus aufwärts führt der Weg längs der Thalsohle und dem Thalrande. Die Erhebungen und Vertiefungen sind flach abgerundet.

Einige Meilen nördlich vom Dorfe Petrovskaja fangen die beiden Thalseiten des Kaláus an sich zu erheben, und erreichen schon kurz vor dem Dorfe eine bedeutende Höhe, auch andere Hügel in südöstlicher Richtung streichend, und aus Muschelkalkconglomerat bestehend sind sichtbar.

Man steigt von hier deutlich bemerkbar gegen Süden zu einer hochliegenden Steppe an, auf welcher Alexandrov liegt. Jenes Muschelkalkconglomerat der Hügel erstreckt sich wahrscheinlich in die Steppe hinein, die eben so hoch wie der Hügelrücken zu seyn scheint.

Bemerkungen auf einer Reise durch den Kaukasus und längs seinem südlichen Fufse.

I. Von Jekaterinograd längs der Hauptstrafse, die von Rufsland nach Grusien führt, über Wladikawkas nach Tiflis.

Fünfundsiebzig Werst weit südöstlich von Jekaterinograd durchzogen wir eine mit der üppigsten Baumvegetation bedeckte Ebene, von den Seitenflüssen des Terek bewässert, bis zu einem Hügelzuge, der mit dem Kaukasus parallel zu streichen scheint. Diese Hügel und Thäler, gleichfalls mit den schönsten Laubholzwäldern bewachsen, machten auf uns, nach einer so langen Reise durch die öde Steppe einen überraschenden und aufheiternden Eindruck. Zur Beobachtung der Felsbeschaffenheit bot sich vom Wege aus keine Gelegenheit dar, und von diesem durfte kein Reisender abweichen, ohne jeden Augenblick darauf gefafst zu seyn, von den im hohen Grase und Gesträuch nach Beute lauernden Gebirgsbewohnern überfallen zu werden, daher der Reisende auch diese Gegenden nicht ohne bedeutende militairische Bedeckung passiren kann. Aus der Ferne betrachtet schienen mir die einzelnen Felswände Kalk zu seyn. An dem südlichen Fufs dieses Hügelzuges schliefst sich wieder eine Ebene an, von derselben Beschaffenheit, wie die frühere, sie erstreckt sich bis an den nördlichen Fufs des Kaukasus, der 6 Werst südlich von Wladikawkas anfängt.

Der nördliche Abhang des Kaukasus beginnt hier mit rundlichen mäfsig hohen Bergen, die aus Kalkstein und Thonschiefertrümmern bestehen, und dicht mit Waldungen bewachsen sind; doch nach einigen Wersten südlich von Wladikawkas erheben sich diese zu bedeutenderen Bergen mit scharf begrenzten Umrissen. Kalkstein mit nordwestlichem Einschiefsen erscheint zuerst als nackter Fels unter einem Neigungswinkel von 20 bis 90 Graden; ihm folgt Thonschiefer mit süd-

östlichem und senkrechtem Einschiefsen. Adern von weifsem Quarz durchziehen ihn, der Nester und mit ihm verwachsene Massen von Serpentin und Chlorit einschliefst. Auch wechselt Gneus, nordwestlich einschiefsend in mächtigen Lagen mit dem Thonschiefer.

In der Umgegend von Dariel wachsen verkrüppelte Fichten aus nackten Felsspalten empor.

Zwischen Stepan Zminda und Kobi erweitert sich wieder das Terekthal, und die Seiten werden nicht mehr von so schroffen Felswänden gebildet. Am Wege liegen Trümmer von Thonschiefer und schwarzgrauem Kalkstein, beide scheinen höher in den Bergen anstehend zu seyn.

Zwei bis drei Werst südlich von Kobi verliefsen wir das Terekthal, und stiegen gegen Süden in ein Seitenthal des Terek, das sich vom Kreuzberge dem Kamme des Gebirges, nach Norden öffnet, hinan. Der Kamm hat hier eine geringere Breite, westlich und besonders östlich vom Kreuzberge überragen ihn gröfsere Höhen.

Auf der Südseite steigt man einige 100 Fufs hinunter, ehe der Weg sich wieder zum Gudgará hinanwindet, doch ist dieser nicht von dem Kreuzberge getrennt, — sondern gehört auch noch zu den Zacken des Gebirgskammes. — Erst von dem Gudgará gingen wir zum Araguithal hinunter.

Thonschiefer mit nordöstlichem Einschiefsen erscheint auf der Südseite des Kreuzberges, der übrige Theil ist mit dunkelbraunem Thon und Trümmern von Basalt (den rheinischen Mühlsteinen in Niedermennich ähnlich, doch mit viel feineren Poren), schwarzgrauem Kalkstein und Thonschiefer bedeckt. An dem Gudgará ist derselbe Basalt anstehend.

An mehreren Stellen der Nordseite des Kreuzberges sprudeln Sauerquellen hervor.

Das Araguithal wird von Bergen eingeschlossen, die sich wenigstens 1000 Fufs über die Thalsohle erheben, und mit den herrlichsten Baumgruppen geschmückt sind, aus denen stellenweise Thonschiefer mit nordwestlichem Einschiefsen hervorragt. In der Thalsohle erscheinen blos Trümmer, die meist aus Thonschiefer, seltener aus porösem Basalt bestehen.

Zwischen Ananur und Duscheti verliefsen wir das Araguithal, das sich nach Osten wandte, und kamen über einen Bergzug, dessen nördlicher Abfall steiler ist und sich weiter hinunter zu erstrecken scheint als der südliche. Die Felsen haben sich hier in der Tiefe verloren, eine Thonschicht mit Kalk und anderen Geröllen bedeckt diese abgerundeten Höhen. Blos bei Duscheti sah ich an einem Thalgehänge unter der Thonschicht einen verwitterten und zerfallenen Kalkstein anstehend. Einige Werst südlich von Duscheti trafen wir wieder in das Araguithal und blieben in demselben bis zu seiner Mündung in den Kur. Das Thal hat zwischen diesen beiden Stationen im Durchschnitt eine Breite von 10 bis 15 Werst. Die ebene Thalsohle ist mit einer fetten Dammerde bedeckt. Diese unterscheidet sich dem Aeufseren nach blos durch ihre dunkelbraune Farbe, von dem schwarzen Steppenboden. Auf ihr liegen grüner kalkhaltiger Sandstein und Kalkstein als Gerölle zerstreut.

Laubholzwaldungen sind in der Nähe und in der Ferne sichtbar.

Bei Mzcheta, einem ansehnlichen Dorfe mit einer Kirche, ergiefst sich die Aragui in den Kur, der von hier bis einige Werst südlich von Tiflis dicht längs dem Fufs eines aus Westen kommenden Gebirgszuges strömt, daher hier seine rechte Thalseite meist schroff ansteigt und durch viele Schluchten und kurze Ausläufer zerrissen erscheint, besonders bei Tiflis, wo dieser Gebirgszug eine Höhe von 2150 Fufs und ohngefähr 6 Werst weiter westlich eine Höhe von 4240 Fufs erreicht. Anstehend erscheint:

1) grüner kalkhaltiger Sandstein, der bis Tiflis vorherrschend ist, sein Einschiefsen ist nördlich, nur an wenigen Stellen südlich; er bildet Lagen von der Mächtigkeit eines Fufses bis zu einem Zoll, durch Verwitterung zerfällt er scheibenförmig.

2) schwarzgrauer Kalkstein mit dem Sandstein wechselnd, bildet weniger mächtige Lagen als jener, verwittert zerfällt er stenglicht. Vier bis fünf Werst südwestlich von Tiflis zeigen sich auf demselben Fischabdrücke.

3) Porphyrartiger, ins mandelsteinartige übergehender Grünstein, am Südende der Stadt die Stelle der geschichteten Felsarten vertretend, von Kalkspathadern in verschiedener Richtung durchkreuzt.

4) Thonschiefer mit nordnordöstlichem Einschiefsen, in einem kleinen Seitenthale des Kur bei Tiflis, unter dem Grünsteinporphyr, aus welchem auch heifse Quellen entspringen, die zu den bekannten Bädern in Tiflis benutzt werden.

5) Anderthalb bis drei Zoll mächtige Steinkohllagen in der oberen Hälfte einer Schlucht an dem südwestlichen Ende der Stadt, zwischen dem grünlich kalkhaltigen Sandstein. An den Stellen, wo diese genannten Felsen nicht nackt erscheinen, deckt Nagelfluh, Gerölle und Dammerde dieselben.

Zur Linken des Kur erstreckt sich eine weite Ebene, aus welcher bei Tiflis eine abgerundete Höhenmasse, gleichsam wie ein, durch den Kur von dem aus Westen kommenden Gebirgszuge abgeschnittenes Ende hervortritt, und zugleich mit der gegenüberstehenden hohen und schroffen Thalseite eine Enge bildet. — Die Felsmassen haben sich hier meist in der Tiefe verloren, und statt ihrer zeigt sich mehrentheils Nagelfluh, Gerölle und Dammerde, daher die Formen der Höhen mehr gerundet als scharfkantig erscheinen. Wo sich anstehendes Gestein zeigt, waren es dieselben Felsarten, die bei der gegenüberstehenden Thalseite beschrieben sind. Auch erschienen hier in der von der rechten Thalseite fortgesetzten Streichungslinie Spuren von Steinkohlen.

II. Von Tiflis östlich über Telawi, Kreisstadt in Kacheti, bis zu dem Dorfe Jenisseli, 20 Werst ohngefähr ostnordöstlich von Telawi, am südlichen Fufse des Kaukasus.

Eine Ebene von flachen Becken und Thälern durchzogen, erstreckt sich 20 Werst weit ostnordöstlich von Tiflis, bis zu einer Hügelreihe. Schwarzbraune Dammerde (wie im Araguithale) bildet die Decke eines zerfallenen Kalksteines dieser Ebene.

Die abgerundete Hügelreihe, von unbedeutender Höhe, streicht von Nordwest nach Südost, sie ist der Scheider zwischen dem Kur und seinem linken Seitenflufs, der Jora. Nur an wenigen Stellen ragt anstehendes Gestein, Tifliser grünlichgrauer Sandstein mit nördlichem Einschiefsen aus einer mächtigen Schicht Kalkconglomerat wie Nagelfluh hervor.

Keinen Baum konnte ich in der ganzen Umgegend erblicken.

Nordöstlich von der Hügelreihe wieder Ebene 1968 Fufs über dem Meere, bis zur Jora, von ähnlicher Beschaffenheit wie die früher erwähnte. Die Jora, ein ansehnlicher Gebirgsstrom hat sich hier ihr ohngefähr 50 bis 60 Schritt breites Bette in lockerem Geröllboden aus Tifliser Sandstein, Kalkstein und braungelbem Thon bestehend, ausgewaschen. Fast jedes Frühjahr soll sie ihre Ufer bedeutend ändern. Am linken Ufer dieses Flusses beginnen die Vorberge eines südlichen Ausläufers des Kaukasus gleichfalls gegen Süd-Osten streichend. Dieser Gebirgszug ist fast durchgängig mit hohen Waldungen bedeckt, und daher die Formen meist unkenntlich, nur hin und wieder blicken Bergkuppen und einzelne nackte Felsen hervor, die bei einem günstigen Zusammentreffen mit schönen Baumpartieen und Gebirgsbächen höchst malerische Landschaften bilden, wie bei Gambori, einer Redoute in der Mitte des Gebirges, 3168 Fufs über dem Meere. Der höchste Punkt auf dem alten Wege von Gambori nach Telawi, zum Rücken jenes Gebirgszuges gehörig, erreicht eine Höhe von 4818 Fufs.

Hier und in den höheren Umgebungen zeigt sich blos Gerölle von denselben Felsen wie im Jorathale. An einigen Bergen ist durch Unterwaschung des Fufses ein Theil der Seiten hinuntergestürzt, wodurch mehrere 100 Fufs hohe Geröllwände aufgedeckt werden.

Zwischen Telawi und Jenisseli strömt ein reifsender Gebirgsfluſs, der Alasani (Seitenfluſs des Kur, nordöstlich von der Jora und mit ihr parallel) mitten durch eine hier 20 bis 30 Werst breite Thalweitung, deren ebene Sohle sich 800 Fufs über dem Meere erhebt, und mit Dammerde, ähnlich der im Araguithal, bedeckt ist. In dem Flufsbette und seiner näheren Umgebung ist der Boden mit Gerölle bedeckt, meist Kalk, Thonschiefer und auch Quarz, der mit Chlorit verwachsen ist, und Eisenkies enthält, welcher stellenweise in Brauneisenstein übergeht. Angeblich soll aus diesem Flufssande in früheren Zeiten Gold gewaschen seyn.

Von dem Dorfe Jenisseli machten wir eine Excursion in den Kaukasus in das Gebiet der Lesghier. Durch Schluchten und an steil ansteigenden Bergabhängen zwischen Buchen, Eichen und anderem Laubholz, welche nach Höhe und Umfange, Urwäldern anzugehören scheinen, führt ein schmaler Steg zu der Felsspitze Sakoris-tzweri 9462 Fufs über dem Meere, sie gehört zu den Zacken des Kaukasus-Kammes. Ihr Gipfel ist von geringer Ausdehnung, mehr scharf und spitzig, als abgerundet, und besteht aus Thonschiefer mit südöstlichem Einschiefsen, den hier nur Gras und Moos spärlich bedeckt. Am Fufse und an den Seiten ragt nur stellenweise Thonschiefer, der in Zeichenschiefer übergeht, und von Quarzadern und Gängen durchsetzt ist, aus den Wäldern hervor. — In einer Schlucht am Fufse des Berges liegen Trümmer von zum Theil zelligem Quarz mit braunem Eisenocher und eingesprengtem Chlorit, ähnlich dem goldführenden Quarze des Ural; dieser hat vielleicht den Goldsand des Alasani, wo ich ähnliches Quarzgerölle fand, geliefert.

III. Von Tiflis bis Redout-Kaléh (kleiner befestigter Ort am schwarzen Meere).

Von Tiflis bis Suram folgte unser Weg der linken Thalseite des Kur, durch seine Seitenthäler und über deren Zwischenberge; jenseit Suram kamen wir über einen Gebirgszug, den Scheider der westlich zum schwarzen und östlich zum kaspischen Meere fliefsenden Gewässer, einem südlichen Ausläufer des Kaukasus. Von dort erreichten wir Kutais, wo wir den Rion in seinem oberen Laufe von Norden nach Süden passirten, und dann seinem unteren westlichen Lauf parallel bis zur Küste folgten.

Ohngefähr 3 Werst nördlich von Mzcheta durchschnitten wir ein 15 bis 20 Werst breites Thal mit ebener, fruchtbarer, spärlich gefurchter Sohle, 1476 Fufs über dem Meere. Die beiden Thalseiten erscheinen aus der Ferne rundlich und bewaldet. Die Ueberschwemmungen im Frühjahre dieses im Winter unansehnlichen Gebirgsbaches müssen sehr bedeutend seyn, denn mehrere Werst weit von dem Flufsbette liegen oft angeschwemmte Baumstämme umher.

Blos am fernen Horizont erblickt man Gebirgszüge; in der Nähe erscheinen bemerkbare Höhen erst an der rechten Seite des Ksanthales (welches sich der Linken des Kurthales anschliefst), die sich hier einige hundert Fufs über die Thalsohle erheben, darauf sich aber wieder in ein 20 bis 30 Werst breites Thal verlieren, und erst bei Gori wieder als bedeutende Berge hervortreten.

Der Gebirgszug bei Suram, 2800 Fufs hoch, hat in seinen Formen nichts in die Augen fallendes; er ist bewaldet, doch als Wetter- und Climascheider interessant. Die Ostseite von Suram, 2133 Fufs über dem Meere, steigt kurz und stark an, die Westseite verflächt sich 6 bis 7 Meilen weit zu einer 400 Fufs hohen Ebene und senkt sich darauf stufenweise bis zur Meeresküste; die Ostseite hat nordischen Character, Fichten, Kiefern und 1 Fufs hohen Schnee; auf der Westseite vertritt

die Stelle des Nadelholzes die Weinrebe mit Trauben in den letzten Tagen des Decembers, ansehnliche Buchen und Eichen umrankend, auch erscheint hier der Lorbeer- und Buxbaum häufig.

Kalk, Grünstein, Grünsteinporphyr und Granit wurden im Gebirgszuge anstehend gesehen, ihre Lagerung nicht. Der Grünsteinporphyr, der auf dem westlichen Gebirgsabfall am meisten verbreitet und zuletzt stark verwittert ist, verliert sich ohngefähr 50 Werst östlich von Kutais in die Tiefe, und blos ein weifser Kalkstein mit südöstlichem Einschiefsen blieb eine Strecke weit sichtbar, bis auch ihn zuletzt eine mächtige Schicht schwarzbrauner Dammerde verhüllte, und eine höchst fruchtbare, wellige Ebene bildet; blos an den flachen Flufsbetten, die wir durchwateten, zeigte sich Sand, Thon und viel Kalksteingerölle.

Einige Werst östlich von Kutais wird die Gegend wieder hochhüglicht. Von den höheren Punkten erscheint die ganze Strecke bis zur Küste des schwarzen Meeres als eine weite Ebene, die hier fast einen ununterbrochenen Obst- und Weingarten bildet. Leider ist dieser Garten, der fast in steter Blüthe zu seyn scheint, oft grofsen Ueberschwemmungen ausgesetzt, indem die Bäche und Flüsse, die ihn vielfach durchziehen, bei jedem anhaltenden Regen, die dort häufiger, als an anderen Orten seyn sollen, und bei dem Sturm aus dem Meere weit aus ihren Ufern treten, so dafs sie einen zusammenhängenden Wasserspiegel mit hervorragenden Baumgruppen und einzelnen Inseln 20 bis 30 Werst weit von der Küste entfernt, bilden. Hierdurch entstehen Niedrigungen und Versumpfungen, woher das Clima höchst ungesund wird.

Kurz vor Kutais sah ich wieder nackte Wände von Kalkstein an den Ufern kleiner Bäche von der Rebe, dem Epheu und anderen saftiggrünen Pflanzen überrankt, wo dieser Kalk verwittert und zerfallen ist, zeigt sich Chalcedon und Hornstein-Knollen. In der Stadt Kutais durchströmt der Rion einen 35 Fufs tiefen Spalt in demselben Felsen; das Gefälle

des Rion beträgt von hier bis zum schwarzen Meere, ohngefähr 120 Werst weit, 377 Fufs.

Eine Strecke von ohngefähr einigen Wersten westlich von Kutais verlor sich der Kalkstein und nur hellgelber und brauner Thon war in den Wäldern sichtbar, bis 30 Werst vor der Küste, wo wieder Trümmer von Kalkstein, Chalcedon und Hornstein auf einem Hügelzuge aus den Vorbergen des Kaukasus erscheinen.

Die Küste ist von Redout-Kaléh bis Poti flach, wahrscheinlich auch noch weiter nach Norden und Süden.

Bemerkungen auf einer Reise von Tiflis über Etschmiadsin zum Ararat.

Von Tiflis bis an den nördlichen Fufs des Gebirgszweiges Alawerdi, ist die Gegend meist flach hüglicht, von weiten Thälern durchzogen, und mit Dammerde, ähnlich der im Araguithale, bedeckt, nur mit dem Unterschiede, dafs hier keine Bäume, aufser einzelne in den Dörfern angepflanzte, vom Wege aus sichtbar sind.

Die rechte Thalseite des Kur bestehend aus porphyrartigem Grünstein und Kalk ist bis zu 13 und 14 Werst südlich von Tiflis bedeutend höher, als die linke, dann dacht sich jene zu flach abgerundeten Hügeln ab, und diese erhebt sich zu einem bedeutenden Höhenzuge.

Diese flachen Hügel werden von einem 2 bis 300 Fufs tiefen und ohngefähr 1 Werst breiten Thale, zwischen Teleti und Kodi (die erste und zweite Station südlich von Tiflis), durchschnitten, welches einen ohngefähr 2 Werst langen Salzsee enthält, dessen Ufer mit geringen Spuren einer Vegetation Sand und Thon bilden. Weiter hinauf an der linken Thalseite ist Grünsteinporphyr anstehend, an der rechten nur Thon und Gerölle. Südlich von diesem Thale nahm die Gegend wieder ihren früheren Character an, blofs weit an dem Hori-

zont sah man rings umher Gebirgszüge, hingegen in der näheren Umgebung flache Hügel mit verdorrten Gräsern und Kräutern. — Acht Werst südlich von der Station Kodi fand ich einen halben Fufs tief unter der Dammerde Kalk anstehend, in Kreide übergehend und Feuerstein enthaltend, auch Porphyr und Basalt-Trümmer lagen zerstreut umher.

Nur allmählig neigt sich hier die Gegend zum Alghet, einem Seitenflusse des Kur, im September von geringer Breite, Tiefe und Fall; doch sieht man aus dem vielen Kalk und Porphyrgerölle, dafs die Strömungen im Frühjahre sehr bedeutend seyn müssen. Aehnlich der Senkung zum Alghet erhebt sich die Gegend zu einem abgerundeten Hügelrücken, dem Scheider zwischen dem Alghet- und Chram-Flusse, letztere blofs 1000 Fufs über dem Meere, gleichfalls ein Seitenflufs des Kur, fast parallel mit dem Alghet. Das Chramthal ist einige Werst breit und weniger flach als das Alghetthal, die rechte Seite stufenartig, ohngefähr 200 Fufs über der Sohle ansteigend ist bedeutend höher, als die linke. Der Strom konnte zu dieser Jahreszeit im September, wegen seines niedrigen Wasserstandes, sein weites Bette nicht ausfüllen, wodurch mehrere Arme entstanden, die sich bald vereinigten, bald wieder trennten. Viel Gerölle ist in dem Flufsbett, vorzüglich Basalt und Porphyr.

Von dem rechten Thalrande des Chram senkte sich die Gegend wieder allmählig, bis zu einem Thale bei Schulaweri, wo die Nacht die weitere Beobachtung unterbrach.

Bei Schulaweri zeigte sich zuerst ein feinkörniger Granit und Porphyr an bedeutend hohen Vorbergen des Alawerdi anstehend; weiter hinauf ragt noch Porphyr und Grünstein aus dem Geröllboden hervor. Bevor wir den Hauptzug des Alawerdi erreichten, kamen wir ohngefähr 3 bis 4 Werst südlich von Sametzk durch ein tiefes und enges, zu beiden Seiten von hohen, durch Schluchten zerrissenen Bergen, eingeschlossenes Thal. Aus demselben erhoben wir uns stufenweise zwischen Porphyr von verschiedenen Farben bis zum Wegscheider

des Alawerdi oder Agsböük, 5459 Fufs über dem Meere; hier, an der höchsten Stelle des Weges, ohngefähr 100 Schritt breit, und mit einzelnen Porphyr- und Grünsteinkuppen, letztere mit nördlichem und nordwestlichem Einschiefsen, besetzt. Von hier bot sich dem Rückblick nach Norden die ganze Kette des Kaukasus dar, ein Nebelmeer verhüllte die weifse Landstrecke zwischen beiden Gebirgen; aus dem Kaukasus liefen Höhenzüge, wie Vorgebirge in dieses Meer hinaus, in welchem einzelne Höhen Inseln bildeten.

Der Südabfall neigt sich hier bis zur Station Agsböük, $1\frac{1}{2}$ Werst vom Wegscheider und 4946 Fufs hoch, bedeutend stärker als der nördliche, doch nicht fern davon beginnt eine Ebene, die den südlichen Fufs des Alawerdi von dem nördlichen des Besobdal trennt. Die Felsen haben sich hier in der Tiefe verloren, nur Dammerde bildet die oberste Decke.

Auf der ganzen Nordseite des Alawerdi sind, so weit das Auge reicht, bedeutende Waldungen sichtbar, die Südseite dagegen ist baumlos.

Diese hier 3 bis 4 Meilen weite Ebene bei Dschallal-Oglúh, 4248 Fufs über dem Meere wird von einem ohngefähr 100 Schritt breiten und 200 Fufs tiefen Spalt durchbrochen, den der Flufs Tabedáh (ein Seitenflufs der Linken des Pambak) durchströmt. Die Wände dieses Spaltes werden von Basalt gebildet, unter demselben ist porphyrartiges Gestein anstehend, meistentheils stark verwittert.

Nicht fern von dem rechten südlichen Rande des Spaltes erhob sich die Gegend zuerst allmählig, doch bald stärker ansteigend bis zu einer Höhe von ohngefähr 5000 Fufs, einem nördlichen Gebirgszweig des Besobdal. Er ist gleichfalls mit Gerölle und Dammerde, aus denen hin und wieder Grünstein hervorragt, bedeckt. Indem sich dieser Gebirgszweig mit dem Besobdal vereinigt, bildet er die Einfassung zu einem halb offenem uud einige Werst breiten Becken, aus dessen Seiten die Quellen des Gerger-Flusses (eines Seitenflusses der Tabedáh) entspringen. Die Gestaltung und Felsbeschaf-

fenheit des Beckens näher kennen zu lernen, bot sich keine Gelegenheit dar.

Von der Südseite des Beckens erhebt sich stufenweise der Hauptzug des Besobdal mit schwärzlichgrünem jaspisartigem Grünstein, in schwachen Lagen, und nördlichem Einschiefsen, den Porphyr durchsetzend, bis zu einer Höhe von 6268 Fufs. Aus dem Gebirgsrücken von geringer Breite, ragen hie und da einzelne Feldspath- und Porphyrkuppen hervor. Der Süd-Abfall, dem wir längs einem Seitenthale bis zum Pambak, dem Hauptthal, folgten, unterscheidet sich in dem Grade der Neigung nicht bedeutend von dem Nordabfall, Grünstein und Porphyr ragen gleichfalls aus dem Geröllboden hervor. Einige Werst von Kischliak sprudeln aus der Mitte des Weges, 4693 Fufs über dem Meere, Sauerquellen. — Sowohl nördlich als südlich ist der Besobdal mit Waldungen bedeckt.

Das Pambakthal bei der Station Kischliak 4266 Fufs hoch, trennt den Besobdal von dem Pambakgebirge, schlängelt sich zwischen abgerundete Hügel, die von Nebenthälern in kleine Gruppen zertheilt sind. Thon und Gerölle bedeckt dieselben, hin und wieder zeigt sich eine poröse Masse von compacter vulcanischer Asche, schwärzlichgrau, zerreiblich, scharf sich anfühlend, und mit innen liegenden einzelnen Krystallen von glasigem Feldspath.

Der Gebirgszug Pambak erhebt sich mit stark ansteigenden Seiten zu einer Höhe von 7344 Fufs. Kalk und Grünsteintrümmer mit der Dammerde gemischt erscheinen häufig. Aus der schmalen Scheitelfläche ragen einzelne Granitkuppen hervor.

Vergebens hatten wir uns auf eine Ansicht des Ararat gefreut, bewölkter Himmel und Abenddämmerung verhüllten die Ferne, blos der Alaghés leuchtete uns mit seinen weifsen zackigen Spitzen entgegen.

Auf unserem Rückwege vom Ararat nach Tiflis kamen wir einige Werst östlich von dem ersten Wege über den Pambak und 282 Fufs höher. Hier zeigt sich an den noch

stärker ansteigenden Seiten Grünstein und Kalk von verschiedenen Farben, mit nordwestlichem und fast senkrechtem Einschiefsen anstehend, auf dem Scheitel Grünstein in schwachen Schichten dem Porphyr eingelagert.

Von dem südlichen Fufse des Pambak stiegen wir in eine weite Ebene, die sich dem Araxesthal anschliefst, hinab. Ihr zur Rechten erhebt sich der Alaghés 12,766 Fufs hoch über dem Meere mit ewigem Schnee bedeckt, bis in der Nähe seines Gipfels steil ansteigend, in dem oberen Theile schroffe Spitzen bildend, die vom grofsen Ararat gesehen, eine Vertiefung umschliefsen, vielleicht der Crater eines Vulcans der Vorwelt. Der südliche Fufs des Alaghés besteht aus Basalt; höher hinan blieb mir die Felsbeschaffenheit unbekannt. Zur Linken der Ebene erscheinen Gebirgszweige des Pambak und des Gebirgszuges um den See Goktschai. Beide erstrecken sich oft weit in die Ebene hinein und bilden von demselben durchschnitten zuweilen isolirte Höhen.

Auch hier eröffnet sich, wie in der Ebene zwischen dem Besobdal und Alawerdi, ein ohngefähr 100 Fufs tiefer Spalt, in welchem der Abaran oder Karpitschai genannt, seinen Lauf zum Araxes nimmt. Dieser Flufs mit starkem Fall erreicht im Sommer den Araxes nicht, weil Seitencanäle zur Bewässerung der Ebene ihm das Wasser entziehen.

Auf der oberen Decke der Ebene liegen zerstreut nmher Kalkstein, Grünstein und Obsidian-Trümmer, weiter unterhalb erscheint aus der Dammerde, oft in bedeutendem Umfang, lavaartiges, trachytisches Gestein, ohne die Gestalt der Oberfläche bedeutend zu verändern, bisweilen in das Araxesthal hinein. —

Schon 2 Tagereisen nördlich von Etschmiadsin (in der Thalsohle des Araxes) begrüfste uns das silberweifse Haupt des grofsen Ararat, doch gönnte er uns nur wenige Augenblicke sein ehrwürdiges Bild, sich hinter einem Wolkenvorhang verbergend. Erst 3 Tage später überraschte er uns, wo wir früh morgens aus den Mauern des Klosters Etschmiadsin

tretend, ihn in seiner ganzen Gröfse und Erhabenheit vor uns erblickten. Man umfafst hier mit einem Blick den grofsen und kleinen Ararat und einen Theil des Aladagh, hier als ein ganz eigenthümliches Bild auftretend.

13518

Der Höheumrifs des grofsen Ararat steigt sanftgeschlängelt von Westen 13,530 Fufs über der Ebene der Araxes-Weitung und senkt sich gegen Osten gleichfalls sanftgeschlängelt, aber unter einem stärkeren Winkel als zuvor; doch im Ganzen einen an der Spitze abgerundeten Kegel bildend, der vom Gipfel 2954 Fufs tief herab mit ewigem Schnee bedeckt ist, ihm zur Linken oder östlich ist eine zweite Kegelspitze, aber in reinerer Kegelform, als die vorige, und durch einen flach gerundeten Höhenkamm mit dem ersten verbunden. Beide Höhen sind sowohl in Norden als Osten von einer 60 und mehr Werst breiten Ebene begränzt, nur westlich verbinden sie sich mit dem Aladagh, einem Gebirgszweig des Taurus. —

Diese breite Ebene wird hier durch eine bedeutende Weitung des Araxesthales gebildet, welche einige Meilen östlich vom Salzberge in Kulpi anfängt, und südöstlich vom kleinen Ararat in einem weiten Bogen endigen soll. Ihre Sohle bildet fast durchgängig eine ebene Fläche, bis einige Meilen nordwestlich vom grofsen Ararat, wo trachytisches Gestein, als wenn es sich von demselben ergossen hätte, weit in die Ebene hineinzieht, auch nordöstlich von diesem Berge in der Nähe des Araxes treten aus den Schilfniedrigungen, gleich Inseln, einzelne Hügel von geringem Umfange, höchstens 30 bis 40 Fufs hoch, und aus schwärzlichgrauem Kalk mit weifsen Kalksteinadern bestehend, hervor. Der Boden in der Weitung besteht aus Sand und Dammerde; in der Nähe des Ararat blos Sand aus zerfallenem Trachyt. Dort, wo Dammerde und Sand die obere Schicht bilden schien der Boden sich gröfstentheils zu fruchtbaren Aeckern zu eignen, wurde aber damals wenig benutzt; stellenweise ist er völlig steil, wo alsdann in trockener Jahreszeit Kochsalz mit Glaubersalz efflorescirt.

Der die Ebene durchströmende Araxes war im Monat

September meist seicht, weil er durch mehrere Bewässerungscanäle abgeleitet wird.

Ohngefahr 2 Meilen südlich vom Araxes beginnt der nördliche Fufs des Ararat allmählig anzusteigen; eine Meile weiter treten schon bedeutende Höhen, von Schluchten durchzogen hervor; bei dem Kloster St. Jacob 3258 Fufs über der Thalweitung des Araxes, erheben sich die Einfassungen einer Schlucht schon 1000 und mehr Fufs über ihre Sohle, und nach einer Strecke von ohngefähr 2000 Toisen weiter hinauf steigt der Berg fast ohne Unterbrechung bis zu seinem Gipfel (16,254 Fufs über dem Meere) steil an.

Auf seiner Nordostseite fällt zuerst ein tiefer breiter Einschnitt, das Innere des Berges aufdeckend, in die Augen. Er beginnt nahe am Gipfel mit einer flachen muldenartigen Vertiefung, die bald darauf nach zunehmender Tiefe und dabei in fast gleicher Breite fortsetzend, sich zu einer Schlucht mit schroffen Wänden gestaltet, die durch theils pyramidale, theils kegelförmige Nebenschluchten zu beiden Seiten zerklüftet ist. So erscheint die Schlucht ohngefähr 2000 Toisen oberhalb des Klosters St. Jacob (in dem untern Theile derselben Schlucht gelegen), dort sich bedeutend erweiternd, wird sie von flachen Seiten mit abwechselnd steilen Stufen begrenzt, bis 2 oder 3000 Fufs unterhalb des Klosters, wo sie sich vielfach verzweigend, wieder zu flachen muldenartigen Vertiefungen umbildet, die zuletzt in die Araxes-Weitung übergehen.

Die zusammengehäuften mächtigen Trümmer von 10 und mehr Fufs im Durchmesser, auf der Grundfläche dieser Schlucht, geben ein deutliches Bild der gewaltigen Kraft des im Frühling hinunterstürzenden mit Felsmassen vereinigten Schnees und Wassers, zugleich einen Beweis der rastlos fortarbeitenden Zerstörung in den höhern Regionen, die sich auch häufig zu jeder andern Jahreszeit durch ein minutenlanges eigenthümliches dumpfes Getöse aus den Seitenschluchten der schroffen Wände verkündet.

Im Monate October zeigt sich hier nur ein kleines Bächlein in der Schlucht.

Auf einer Excursion in die Schlucht wurde ich durch den Anblick einer 30 bis 40 Fufs mächtigen Eismasse in einem Spalt zwischen losen Trümmern überrascht, und beim weiteren Nachsuchen fand ich noch mehrere solcher Eiswände, die mich von der Gegenwart eines Gletschers überzeugten; dieser erstreckt sich von der Schneeregion an, ohne bemerkbare Unbrechung bis ohngefähr 1000 Toisen oberhalb des Klosters St. Jacob. Wo schroffe Wände die Schlucht begrenzen, füllt er sie ganz aus, hingegen dort, wo die Seiten weiter auseinander rücken, zieht er sich nur an der Westseite hin. Das untere Ende des Gletschers ist mit einer mächtigen Trümmerlage von mannigfaltiger Gröfse bedeckt; diese bilden hier eigenthümlich zerrissene Formen, die sich fortwährend durch das Nachstürzen in den Höhlungen, welche sich, durch das theilweise Wegschmelzen ihrer eisigen Unterlage bilden, verändern.

In einigen Vertiefungen dieser Trümmerdecke efflorescirt basisch schwefelsaure Thonerde, hin und wieder einen Ueberzug von einigen Linien Dicke bildend. Einzelne Trümmer dieses trachytischen Gesteins sind hier mit Glasopal und gemeinem Opal überzogen.

Wenn der grofse Ararat einen Krater gehabt hat, so möchte ich diese Schlucht für die Ueberreste desselben halten; — sie entstand alsdann wahrscheinlich durch das Einstürzen dieser Seite des Kraters.

Auch die Ost- Süd- Nordwest und Südwest-Seite des grofsen Ararat sind durch viele Schluchten zerrissen, von denen einige in der Nähe des Gipfels, andere weit unterhalb ihren Anfang nehmen, und oft zu einer grofsen sich vereinigend, gleichfalls als flache Vertiefungen am Fufse münden. An der Nord- und Nordwestseite traf ich in noch bedeutender Höhe auf damals verdorrte Grasflächen, die zuweilen eine Werst und drüber im Durchmesser hatten, meist aber kleiner waren, und fast immer nach dem Fufse des Berges zu von wallartigen

100 und mehr Fufs hohen Klippen, Trümmern und Gebirgsschutt umgrenzt waren, ähnlich den sogenannten Morainen.

Aehnliche Trümmermassen, nur mächtiger, erstrecken sich von dem nordwestlichen und südöstlichen Fufse des grofsen Ararat weit in die sie begrenzende Ebene hinein. Diese schienen mir zerfallene Lavaströme zu seyn.

Das Gestein des Ararat ist durchweg zertrümmert in Massen von 10 und mehr Fufs im Durchmesser; sie bestehen aus Trachyt von grauer oder röthlicher Farbe, dicht oder porös, mit vielem oder wenigem glasigen Feldspath. Blos auf der Nordseite des Berges zeigte sich Bimmstein, doch sehr zertrümmert und verwittert; am südwestlichen Fufse Obsidian.

Der kleine Ararat bildet das äufserste östliche Ende des Aladagh, erhebt sich 12,284 Fufs über dem Meere, und hängt durch einen mit Gras bedeckten gerundeten Hügelrücken etwa 8000 Fufs hoch, mit dem grofsen Ararat zusammen. Die Felsmasse, gleichfalls trachytisches Gestein, von denen einige zum Theil zu einem grünen Glase geschmolzen waren, auch durchgängig zertrümmert. Auf dem Gipfel ist die Gröfse der Trümmer bedeutend, an den Seiten bilden sie einen groben Sand.

Bemerkungen auf einigen Excursionen in der Umgegend des grofsen Ararat.

I. Von St. Jacob nach dem Salzbergwerke in Kulpi (ungefähr 82 Werst nordwestlich von dem Kloster).

Gegen 15 Werst weit verfolgten wir eine nördliche Richtung, um die oben erwähnten Lavaströme des grofsen Ararat zu umgehen; hier in der Araxesweitung angelangt, wandten wir uns nach Westen, und erreichten so Kulpi.

Die Weitung behauptet auch hier fast auf der ganzen Strecke ihren schon früher erwähnten Charakter, nur stellenweise bilden Trümmer der Vorberge des Aladagh, aus trachy-

tischem Gestein bestehend, einzelne Erhebungen, daher das Auge blos in der fernern Umgegend einzelne Anhaltpunkte findet; zur Rechten oder nördlich, an den schroffen Spitzen des Alaghés, die sich bei der damals trüben Luft nur schwach von dem blauen Hintergrunde lösten, zur Linken oder südlich, an den theils schroffen, theils abgerundeten Höhen des Aladagh; an dem westlichen Horizont ragte eine bedeutende Strecke weit, blos eine Felsspitze aus der Umgegend von Kulpi hervor: dem Rückblick trat der Ararat entgegen, in seinen Conturen einen stärker als zuvor, aber gleichfalls abgestumpften Kegel bildend, der auf seiner Westseite von gezackten Felskämmen und schroffen Wänden vielfach zerrissen ist. Ohngefähr 3 Meilen vor Kulpi, wo wir einen höheren Standpunkt gewannen, traten die theils rundlichen, theils gezackten und zerklüfteten Höhen aus der Umgegend des Salzberges hervor; hier wird auch die Thalweitung des Araxes von beiden Seiten stark zugeengt, und schwindet bald darauf ganz, so dafs dieser Strom sich in einem von Höhen eingeschlossenen Bette schlängelt.

Die Decke mehrerer Höhen bei Kulpi bildet dunkelrother und gelblicher Thon, der fast ohne irgend eine Vegetation in der damals trockenen Jahreszeit in kleine Schüppchen und rundliche Stücke zerfallen war.

Die grofse Salzmasse, die seit 600 Jahren schon die ganze Gegend weit und breit versorgen soll, und bis jetzt noch unerschöpflich scheint, liegt in einem Berge, der sich durch seine äufsere Form von den übrigen nicht auffallend unterscheidet. Sein Gipfel ist von bedeutendem Umfange, flach mit rundlichen und trichterförmigen Vertiefungen, die wahrscheinlich durch das Nachstürzen in den ausgehöhlten Räumen entstanden sind. Die Oberfläche deckt gelber und rother Thon mit gewundenen Gypslagen von sehr verschiedener Dicke wechselnd.

An den meist schroff ansteigenden Seiten sind ohngefähr in der Mitte zwischen dem Gipfel und dem Fufse Stollen angelegt, die oft nach einer, wenige Fufs mächtigen Thon- und

Gypslage reines weifses Steinsalz erreichen, welches dieselben in den verschiedensten Richtungen mit sehr unbeständiger Breite, Höhe und Tiefe durchdringen.

II. Von St. Jacob nach Bajased.

Zuerst führte unser Weg westlich durch Schluchten und über Felskämme längs dem Abhange bald näher, bald entfernter vom Fufse des grofsen Ararat *). Darauf wandten wir uns, die höhern Felswände umgehend, in einem Bogen nach Süden, und neigten uns längs dem südlichen Fufse allmählig zu einer mehrere Quadratmeilen weiten Fläche. Nördlich wird diese vom Aladagh begrenzt, südlich und westlich von Gebirgszweigen des Taurus die den Scheider zwischen den Quellen des Euphrat und der Alsas bilden, östlich soll sie sich der Araxes-Weitung anschliefsen. Wir durchzogen diese, bald mit Sand, bald mit Dammerde bedeckte, und von mehreren Zoll breiten Spalten (Folge der anhaltenden Dürre) durchkreuzte Ebene in südlicher Richtung. Von diesem südlichen Standpunkte aus erscheint der Ararat mehr kegelförmig, als von dem nördlichen. Sein westlicher Abfall steigt in einzelnen Hauptabsätzen bis zum Gipfel, dessen höchste Spitze einen kleinen Kegel bildend sich an dem Ostende erhebt. Von dort senkt sich der Ostabfall ohne eine bemerkbare Unterbrechung, anfänglich stark, darauf allmählig zu dem Verbindungsrücken des kleinen und grofsen Ararat. Auch bildet die Südseite mehr ein zusammenhängendes Ganze; keine bedeutenden Schluchten waren hier sichtbar, statt dessen traten an diese steil ansteigende Seite schroffe Wände, zerklüftete Kämme und furchenartige Einschnitte in den verschiedensten Richtungen hervor, und wie auf der Nordwestseite, so erstrecken sich

*) In einer schon bedeutenden Höhe zeigten sich auf einer, wie schon früher erwähnt, mit Felstrümmern wallartig begrenzten Grasfläche Ueberreste eines grofsen Dorfes; die Grundmauer einer Kirche, und mehrere Steinhütten, wie man sie hier baut, waren unverkennbar. Leider konnte keiner von den Begleitern uns nähere Auskunft geben.

auch von hier nach Südosten trachytische Trümmermassen zu bedeutenden Höhen angehäuft weit in die Ebene hinein.

Ehe wir Bajased erreichten durchwateten wir den Alsas, der hier in einem 2 Fufs tiefen und 15 bis 20 Schritt breiten Bette die weite Fläche durchströmt. Vor uns erhob sich der Agridagh schroff aus derselben, von Schluchten zerklüftet, und mit zackigen Felskämmen, an denen ich blos dichten Kalkstein von weifser und rothbrauner Farbe anstehend fand. Die Umgebung von Bajased erscheint als ein ödes und trauriges Bild, da das Auge nirgend einen Baum erblickt.

Den Plan, von Bajased aus den südöstlichen und östlichen Fufs des Ararat zu umreisen, mufsten wir der Kurden wegen aufgeben, indem sie die Gegenden durch ihre Streifereien höchst beunruhigten und vor kurzem einen Versuch gemacht hatten, die Stadt von den Russen wieder zu erobern.

III. Excursion von St. Jacob in das Gebirge am Südwest-Ende des Sees Goktschai.

In nördlicher Richtung von dem grofsen Ararat durchzogen wir die Araxesweitung, die Dörfer so viel als möglich umgehend, weil die Pest dort vor einigen Wochen stark gewüthet hatte. Von der Ebene aus erschien der Südabfall des Gebirges, um den See Goktschai, durch viele Ausläufer, mit gezackten und kegelförmigen Spitzen zerrissen, vorzüglich in südwestlicher Richtung, und von rothbrauner und gelblicher Farbe; wahrscheinlich trachytisches Gestein, vielleicht auch Thon. Nach $1\frac{1}{2}$ Tagen erreichten wir den Fufs des Gebirges. Hier mufsten wir in das nächstliegende Dorf, um bestimmte Nachrichten von der Lage eines armenischen Klosters, Kegartha im Gebirge zu erhalten, denn eines sicheren und gastfreien Anhaltpunktes bedarf man hier zuerst, besonders weil das Gebirge blos von räuberischen Tataren bewohnt wird; aufserdem waren unsere Erwartungen auf das Kloster höchst gespannt, welches den Erzählungen nach von der seltensten Bauart seyn mufs, indem nicht nur eine Kirche, sondern auch eine Wohnung für den Geistlichen aus Einem zusammenhängenden Felsen herausgehauen seyn soll. Der Führer, den wir aus dem Dorfe erhielten, brachte uns einige Stunden weit in das Vorgebirge hinein; beim Eintritt in dasselbe ragt stellenweise grünlich grauer Sandstein mit sehr schwankendem Einschiefsen aus einer mit Trümmern gemischten Thonlage hervor. Auch führte unser Weg zuweilen in einer Strecke von bedeutender Ausdehnung zwischen unverkennbaren Spuren zerstörter Wohnungen, von denen einzelne, den Trümmern nach, aus Quadern zusammengesetzt gewesen seyn müssen.

Schon hofften wir nach einer jeden Wendung um eine Felsenecke das Kloster vor uns zu erblicken, als plötzlich unser Führer entlief. In diesem coupirten Terrain konnten wir, trotz aller unserer Mühe seiner nicht mehr habhaft werden. Doch führte der Zufall uns, nachdem wir einige Stunden in dem Gebirge, wo ich stets blos Basalt und Dolerit sah, umhergeirrt waren, einen zweiten Begleiter zu. Mit diesem zogen wir in den verschiedensten Richtungen über Felskämme, durch Schluchten und Spalten, die schroffen Wände, gleichfalls von Basalt und Dolerit, umgehend, bis zu einem, ohngefähr 50 bis 60 Schritt breiten Spalt, wo mich eine Gruppe aufrecht stehender, auch gebogener Basaltsäulen höchst überraschte, und noch unerwarteter erschien mir eine Bogenbrücke von Quadern aus Basalt und Trachyt über einen hier hinunterstürzenden Gebirgsbach. An dieser höchst interessanten Stelle wollten wir uns einige Augenblicke erholen. Ich suchte mir dort auf den Felstrümmern einen vortheilhaften Standpunkt aus, um wenigstens eine flüchtige Skizze von dieser, durch einzelne zwischen Klippen einfallende Sonnenstrahlen malerisch beleuchteten Landschaft zu entwerfen. Kaum hatte ich die Conturen der Hauptmassen, so erblickte ich auch diesen Führer auf einer Flucht, und schon hoch längs einer entfernten Felswand kletternd, so dafs es unmöglich war ihn wieder zu erreichen; wir sollten also nicht das Kloster sehen! — und überhaupt jedes weitere Eindringen in das Gebirge war uns ver-

sagt, denn blos diesseits der Brücke zur Linken des Gebirgsbaches war nur noch kaum ein Steg erkennbar; jenseits aber auf den Felstrümmern jede Spur verloren, wahrscheinlich durch hinuntergestürzte Trümmermassen verschüttet.

Erst den folgenden Tag nach vielem Umherklettern über Berge und durch Thäler erreichten wir Erivan. Auf dieser ganzen Strecke habe ich blos stellenweise Basalt und Trachyt anstehend gesehen, der gröfste Theil der Höhen ist mit einer grasreichen Dammerde bedeckt.

Die Sanga bei Erivan durchströmt auch einen 100 und mehr Fufs tiefen Spalt in Basalt, wie der Karpitschai am östlichen Fufse des Alaghés und die Tabedáh zwischen den Gebirgszügen Alawerdi und Besobdal.

Gedruckt bei den Gebr. Unger.

Nachtrag.

In einem Schreiben d. d. Berlin d. 28. Mai 1834 hat der Wirkliche Herr Geheimerath Baron Al. von Humboldt mir in Betreff der bereits gedruckten Abhandlung vorstehenden Werkes über das Niveau des kaspischen Meeres einige Andeutungen zu machen die Güte gehabt, deren Zweck ist, durch Berücksichtigung mehrerer neuerer Thatsachen und Gründe für und wider den fraglichen Punkt in einem nachträglich zu liefernden Aufsatze die Sache etwas genauer erörtert zu sehen. Diese Andeutungen waren mir belehrend und der blofse Name ihres Urhebers genügt, ihre Bekanntmachung zu rechtfertigen.

Auch Herrn von Humboldt sind, besonders seitdem er das südliche Russland bis zum kaspischen Meere hin bereist hat, einige Bedenken hinsichtlich des tiefen Niveau dieses Binnensee's entstanden. Er hat nämlich in Gemeinschaft mit seinen gelehrten Begleitern, den Herren Gust. Rose und Ehrenberg Barometerbeobachtungen angestellt, die wenigstens nicht für einen niedrigeren Stand des kaspischen Meeres sprechen. Am 21. Octbr. 1829 zeigte sein Barometer in Astrachan 3 Fufs über dem Wasserspiegel der Wolga, d. h. eben so hoch über dem des kaspischen Meeres 341‴,2 6°,5 R. th. bar. 5°,8 R. th. lib. Am 25. Octbr. zeigte es am Ufer des Don, 7 Fufs über dessen Wasserspiegel bei Tschirskaja 339‴,3 — 1° R. th. bar. — 2°,2 R. th. lib. Dies gäbe nach vollständiger Rechnung, die geogr. Breite zu 48° angenommen, genau 16 Toisen oder kaum 100 Fufs Höhe über dem kaspischen Meere für den Don, 325 Werst oder 46 deutsche Meilen oberhalb seiner Mündung, die er nur nach einem sehr raschen Laufe erreicht. Hier bliebe, auch nach der billigsten Abrechnung nichts für einen höheren Stand des schwarzen Meeres über dem kaspischen übrig.

Ein anderes Bedenken hat sich Herrn von Humboldt gegen einen Höhenunterschied von solchem Belange, wie er gewöhnlich angenommen wird, daraus ergeben, dafs zufolge neuntägiger gleichzeitiger Beobachtungen mit verglichenen Instrumenten in Astrachan und Kasan, an ersterem Orte ein, um 3,7 Lin. höherer Barometerdruck statt findet; der Unterschied aber des mittleren Barometerstandes von Kasan und dem Ufer des atlantischen Oceans, jener nach Simonof, dieser nach Arago 3,06 Lin. beträgt, und mithin für die Erhebung von Astrachan oder dem kaspischen Meere über dem atlantischen Ocean nur eine dem Barometerdruck von 0,64 Lin. entsprechende Höhe übrig bleibt.

Eine dritte Rücksicht, welche Herrn von Humboldt gegen ein bedeutend tiefes Niveau des kaspischen Meeres Zweifel verursachte, ist der mittlere Barometerstand von Orenburg welcher fast genau so ist, wie der eines Ortes, dessen Höhe über dem Oceane der bekannten Höhe von Orenburg über dem kaspischen Meere gleich ist. Herr Dr. Hoffmann nämlich hat eine Reihe von Barometerbeobachtungen bekannt gemacht *), welche in Orenburg vom Juni bis September 1828 durch Herrn von Karalin, vom October 1828 bis April 1829 durch ihn selbst angestellt sind, sich also auf ein ganzes Jahr ausdehnen, mit alleiniger Ausnahme des (für das Jahresmittel ohnehin wenig wichtigen) Monats Mai, und für Orenburg den mittleren Barometerstand gleich 333,94 Lin. auf 0° R. reducirt ergeben. Durch ein Stationen-Nivellement ferner, welches in Hinsicht auf Güte der Instrumente und Sorgfalt der Beobachtung den strengsten Forderungen entspricht, fanden die Herren Hoffmann und von Helmersen das Ufer des kaspischen Meeres bei Gurief um 52 Toisen tiefer als Orenburg. Daraus lässt sich nun nach einer umgekehrten Methode von der einer gewöhnlichen barometrischen Höhenberechnung der mittlere Barometerstand für das Ufer des kaspischen Meeres finden. Er beträgt, die geographische Breite zwischen Orenburg und Gurief zu 50° angenommen, nach der Formel von La Place 338,26 Lin. auf 0° R. reducirt; also ziemlich nahe dasjenige Mittel, welches im Durchschnitte für die mittlere Barometerhöhe am Meeresufer gilt, und folglich ein starker Grund um mit Herrn von Humboldt an einer bedeutend tiefen Lage des kaspischen Meeres zweifelhaft zu werden. Es verdient noch Erwähnung, dass die angegebene Höhenbestimmung Orenburgs über Gurief eine sehr schöne Bestätigung erfahren hat, durch eine Reihe gleichzeitiger Barometerbeobachtungen, welche Herr Hoffmann in Orenburg und Herr Reismann in Gurief vom 2. Novbr. 1828 bis 5. April 1829 angestellt haben. Ihre Zahl beträgt 365 und das Mittel aller einzeln daraus be-

*) Geognostische Untersuchung des Süd-Uralgebirges — von E. Hoffmann und G. von Helmersen. Berl. 1831.

rechneten Höhenunterschiede ist 55,7 Toisen. Es sind Gründe vorhanden, diesem Resultate nicht ganz gleiche Ansprüche auf Genauigkeit zu geben, als dem vorerwähnten; doch waren alle Vorsichtsmaasregeln zu Vermeidung bedeutender Fehler ergriffen worden und das Ergebnifs verdient daher Berücksichtigung; die Berechnung nach demselben giebt den mittleren Barometerstand für Gurief, 5 oder 6 Fufs über dem Niveau des kaspischen Meeres 338,51 Lin.

Dieser und ähnlicher Gründe ungeachtet hat Herr von Humboldt, in Erwägung der mit Recht jetzt so gesteigerten Forderungen in Sachen der exacten Wissenschaften, das Resultat des Nivellements von 1811, nach welchem das kaspische Meer um etwa 300 Fufs tiefer liegt als das schwarze, nicht eher verwerfen zu dürfen geglaubt, als bis demselben eine Arbeit von höheren Ansprüchen auf Zutrauen gegenüber gestellt wäre. Damit nun aber das in gegenwärtigem Buche beschriebene neue Nivellement in dieser Hinsicht mit dem von 1811 in die Schranken zu treten vermöge, findet Herr von Humboldt vor allen Dingen nöthig, dass ich mich umständlicher über den Werth der neuen Arbeit in Vergleich mit der früheren erkläre. Indem ich es versuche diesem Wunsche zu willfahren, kann ich nicht umhin vorauszuschicken, dafs Herr Professor Encke sich die Mühe gegeben hat, vermuthlich auf Veranlassung des Herrn von Humboldt, die Berechnung sowohl des früheren als auch des gegenwärtigen Nivellements einer Revision zu unterwerfen, und dabei in drei Stationen des erstern andere Höhenunterschiede gefunden hat als von mir angegeben sind, woraus denn freilich auch für das Endresultat ein wesentlicher Unterschied hervorgeht. Ich mufs gestehen, dafs ich den Abdruck dieser Beobachtungen, weil ich während desselben auf fernen Reisen begriffen war, nicht habe revidiren können, und auch später nicht mehr dazu gekommen bin, weil eine wissenschaftliche Laufbahn ganz anderer Art meine Aufmerksamkeit in Anspruch nahm. Jetzt, wo ich so starke Aufforderung habe, eine solche Revision vorzunehmen, bin ich dazu leider ganz ausser Stande; denn eine gewisse jugendliche Nichtachtung und Unkunde des Werthes eines solchen Journals nach gemachtem Gebrauche, hiefs mich dasselbe einige Jahre nach seiner Publication verwerfen. Wie leid es mir nun aber auch ist, dafs es so geschah, so kann ich doch aus fester Ueberzeugung versichern, dafs es für den vorliegenden Fall im Wesentlichen von keinen Folgen ist, denn dessen entsinne ich mich gar zu bestimmt, dass ich die Rechnung, auch schon um kleiner Veränderungen in dem Verfahren willen, wenigstens sechsmal von Anfang bis zu Ende gemacht, sie dadurch einer eben so oft wiederholten Controle unterworfen und ihr Resultat vor jedem Fehler sicher gestellt habe, so dafs ich zwar nicht für einen correcten Abdruck der Beobachtungen, wohl aber dafür stehen kann, dafs das damals erhaltene und bekannt gemachte Resultat den wahren Beobachtungen entsprach und von dieser Seite also, ungeachtet es mit der Bemerkung des Herrn Professor Encke seine volle Richtigkeit hat, über das Ergebnifs dieser Rechnung als solcher, bei mir kein Zweifel obwaltet.

Was nun den Vergleich der beiden Nivellements von 1811 und 1830, und die Abwägung ihrer gegenseitigen Vorzüge und Nachtheile betrifft, so kann ich unpartheiisch versichern, dafs in Hinsicht auf Sorgfalt und Ausdauer bei der Arbeit von Seiten der Beobachter beide sich vollkommen gleich stehen, und keinem von beiden etwas vorzuwerfen seyn möchte. Zwar litt ich 1811, seit der Rückkehr aus dem Hochgebirge, bis ans Ende der ganzen Reise, also am Schlusse des Hin- und während des ganzen Rücknivellements an einem sehr heftigen Wechselfieber mit drei- und viertägiger Periode, und öfter fielen die Beobachtungen gerade in die Zeit der Paroxysmen; aber ich bin überzeugt, dafs dies keinen Einflufs auf die Arbeit ausgeübt hat, da ich mir bewufst bin, in solchen Zeiten mit verdoppelter Aufmerksamkeit für die Vermeidung eines jeden Irrthums thätig gewesen zu seyn. Ueberhaupt wird der Grund zu der Abweichung in den Resultaten des früheren und des jetzigen Ni-

vellements nicht wohl in zufälligen Ungenauigkeiten und Fehlern einzelner Stationen zu suchen seyn. Käme es nur darauf an, dergleichen nachzuweisen, so würde sich zum Nachtheil des Nivellements von 1811 einiger Grund dazu in der Beschaffenheit der Barometer finden, die mit ihren, ganz in der hölzernen Einfassung versteckten, nur in der Länge der Scala, und auch dort nur mit dem vierten Theile ihres Umfanges der Luft ausgesetzten Röhren, selbst wenn wir jedesmal wenigstens eine Stunde lang beobachteten, doch unmöglich in Hinsicht auf Quecksilbertemperatur einen Gang haben konnte, welcher mit dem Gange des sehr empfindlichen Thermometers übereinstimmte, — ein Vorwurf, von welchem das Nivellement von 1830 gänzlich frei ist. Aber dergleichen zufällige Fehler, von denen man annehmen kann, dafs sie sich bei einer Messung von 50 Stationen wenigstens zum gröfsten Theile werden ausgeglichen haben, genügen, wie gesagt, hier nicht; irgend ein constanter Fehler mufs ausgemittelt werden, oder die Sache bleibt unerklärlich. Unter solchen Umständen bin ich aber immer wieder auf die Instrumente hingewiesen, und allerdings scheint es mir jetzt, als ob sich nach dieser Richtung der Schlüssel des Räthsels finden lassen könnte.

Die beiden Barometerröhren waren in Dorpat vor Antritt der Reise ausgekocht worden, doch nicht von uns selbst, und es ist möglich, dafs dies bei dem einen derselben in geringerem Grade der Vollkommenheit geschehen ist. Noch wahrscheinlicher aber ist es mir, dafs das eine der beiden Barometer ein minder vollkommenes Vacuum dadurch bekommen hatte, dafs bei ihm einmal, wir wissen nur nicht mehr wo und wann, vielleicht schon in der Krim, ehe wir in den Kaukasus gingen, durch ein Versehen im Umkehren, eine Luftblase hinaufstieg, die zwar sogleich wieder, und scheinbar ohne nachbleibende Spur herausgelassen wurde, aber doch Veranlassung geworden seyn konnte, dafs das Vacuum nicht mehr vollkommen war. Vor und nach jeder Beobachtung hatten wir wohl auf das Anschlagen des Quecksilbers gemerkt, als das einzige

Mittel, uns bei einer so versteckten Röhre über etwa eingedrungene Luft Gewifsheit zu verschaffen. Allein über die allerkleinsten Störungen der Reinheit des Vacuum kann dieses Kennzeichen allein doch nicht sicher stellen.

Nun wurden zwar die Barometer von Zeit zu Zeit mit aller Sorgfalt verglichen und die mittlere Differenz in Rechnung gebracht, indem wir sie als eine constante betrachteten. Als solche konnte und mufste sie uns, trotz der Gegenwart von etwas Luft im Vacuum eines der Barometer auch erscheinen, weil wir die Vergleiche fast durchgängig bei ziemlich einerlei Temperatur angestellt haben müssen, da wir immer nur spät Abends zusammentrafen und die Barometer im Zimmer oder in der Erdhütte, die sich darbot, am Fenster verglichen, meistens in der frühen Morgenstunde vor der Trennung, und daher wohl nahe zu bei einerlei Temperatur, die etwa auf 10° R. angeschlagen werden mag. Was mufste nun aber erfolgen, wenn die wirkliche Messung stets im Freien, und zwar auf dem Hinnivellement bei einer mittlern Temperatur von 16° R., auf dem Rücknivellement von 5°,2 R. vorgenommen wurde, während das nachfolgende Barometer, also dort das meinige, etwas Luft hatte? Es mufste dieses Barometer beim Hinnivellement einen relativ zu tiefen, beim Rücknivellement einen relativ zu hohen Stand haben, von welchem die Rechnung keine Notiz nahm, und mithin bei der ersten Messung den Endpunkt, d. h. das kaspische Meer zu tief, bei der zweiten den Endpunkt, also das schwarze Meer zu hoch erscheinen lassen. Dreihundert Fufs auf funfzig Stationen vertheilt, verlangt nicht mehr als 0,08 Lin. constanten Fehlers, und dieser konnte wohl statt finden, wenn das nachfolgende Barometer nicht ganz frei von einer Luft war, welche einmal 5° R. über, das anderemal 5° R. unter derjenigen Wärme hatte, bei welcher die mittlere Differenz der beiden Barometer bestimmt wurde.

Fragt man nun aber, ob ein solcher Umstand, wie der hier erwähnte, nicht auch beim Nivellement von 1830 statt gehabt haben kann, so mufs ich darauf entschieden mit Nein

antworten, da ich in meinem Journale finde, dafs die, bei diesem Nivellement beobachteten und in obiger Abhandlung angegebenen Barometerdifferenzen bei den verschiedensten Temperaturen von +18,6 bis —18°,7 C. gefunden sind und sich stets innerhalb der angegebenen Gränzen hielten, ohne dafs die Temperatur auch nur den geringsten Einflufs auf sie ausübte, — ein sicherer Beweis für die Reinheit des Toricellischen Vacuum in beiden Barometern.

Ich kann nicht läugnen, dafs durch diese, wie es scheint, ungezwungene Betrachtung, der fragliche Hauptpunkt für mich Licht bekommen hat, zugleich aber auch durch sie eine Hinweisung gegeben ist, wie ein ziemlich verborgener Fehler, der bei Stationen-Nivellements vorkommen kann, zu vermeiden ist, um dieser Art von Messung wiederum das wohlverdiente Zutrauen zu erwerben, welches sie durch das widersprechende Resultat unserer Messungen von 1811 und 1830 bei Manchem eingebüfst haben mögen.

Wenn nun aber diese Darstellung die Prüfung der Sachkundigen bestehen und sich ihrer Zustimmung erfreuen sollte, so wird der Dank dafür dem Manne gebühren, dessen auch noch so entfernter Antheil an jedwedem wissenschaftlichen Unternehmen, nie ohne wichtige Folgen für dasselbe seyn kann, und ohne dessen Anregung ich auch wohl nie dazu gekommen wäre, dem gelehrten Publicum diese, nach Strenge und gewissenhaft entworfene Rechenschaft abzulegen.

Gedruckt bei den Gebr. Unger.

Verbesserungen zum zweiten Theil.

Seite 20 Z. 9, statt 17,7 665,55 lies 17,7 655,55
— 13 — 9, st. Katschelinsk l. Katschalinsk
— 26 — 10 bis 15, von: die Zeit der Beobachtung bis eliminiren, mufs wegfallen.
— 40 — 16, zwischen 0,13 und 0,12 lies 0,24
— 41 — 7, st. 631,95 l. 631,05
— 44 — 13, Nachtlager am Ararat, st. 1,5 l. —1,5
— 44 — 25, Gipfel des grofsen Ararat, st. 3,7 l. —3,7
— 44 — 27, Gipfel des kleinen Ararat, st. 6,4 l. —6,4
— 47 — 26, Tiflis, Absteigewohnung, st. 52,8 l. —52,8
— 50 — 6 v. unten, st. Thalschiefer l. Thonschiefer
— 51 — 16, st. über l. jedoch
— 51 — 23, st. Kraftentwicklung l. Luftentwicklung
— 146 — 22, 3te Columne, st. 12 30,2 l. 12 3,02
— 146 — 33, 6te Columne, st. 59 33,58 l. 59 33,59
— 146 — 35, 7te Columne, st. 13,36 l. 13,34
— 150 — 9, st. halbe Stern l. helle Stern
— 152 — 25, st. +0″,65 l. —0″,65
— 152 — 26, st. 3,862 l. 2,862
— 152 — 26, st. +1,54 l. —1,54
— 152 — 27, st. —2,41 l. +2,41
— 152 — 28, st. +0″,11 l. —0″,11
— 153 — 28, st. 2,9445424 l. 2,9138779
— 155 — 4, st. Mittel l. Winkel
— 155 — 21, st. 2,9445424 l. 2,9138779
— 157 — 10, st. die Längenunterschiede l. die Breiten- und Längenunterschiede
— 168 — 6, st. 11 Fufs l. 24 Fufs
— 181 — 7, st. 12766 Fufs l. 12888 Fufs
— 182 — 6, st. 13530 Fufs l. 13518 Fufs.