

# J A H R B U C H

DER

KAISERLICH - KÖNIGLICHEN

## GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT.



1852. III. JAHRGANG.

N<sup>o</sup>. 2. APRIL. MAI. JUNI.



W I E N.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATS-DRUCKEREI.

BEI WILHELM BRAUMÜLLER, BUCHHÄNDLER DES K. K. HOFES UND DER  
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

**I.****Ueber hypsometrische Messungen insbesondere zu geologisch-oro-graphischen Zwecken.**

Von Carl Kofistka,

Professor am ständischen polytechnischen Institute zu Prag.

1. In einem früheren Aufsätze dieses Jahrbuches <sup>1)</sup> habe ich einige Höhenmessungen bekannt gemacht, welche unter anderem auch den Zweck haben sollten, die barometrische und trigonometrische Methode mit einander zu vergleichen. Mangel an Zeit, sowie die inzwischen eingetretene Veränderung meines Wohnortes verhinderten mich in eine Discussion der damals erhaltenen Resultate einzugehen. Unterdessen war mir theils viel werthvolles Material zugänglich, theils waren neue Messungen gemacht worden, und dieser Umstand, sowie eine von dem Brünner Werner-Verein an mich ergangene Aufforderung des Entwurfes eines Planes für Höhenmessungen gab Veranlassung, meine freilich noch nicht sehr zahlreichen Erfahrungen und gesammelten Materialien zusammenzustellen, welche ich hier bekannt zu machen mir erlaube, weil ich einerseits glaube, dadurch zur Veröffentlichung bisher noch unbekannter Daten anzuregen, welche, so lange bei uns für physikalische Geographie kein eigenes Organ besteht, in diesem vielverbreiteten Jahrbuche am besten aufbewahrt sein dürften, andererseits, weil ich der Meinung bin, und die Erfahrung diess auch bestätigt, dass die Hypsometrie die wichtigsten Beiträge von reisenden Geologen erhalten kann, und auch in der That erhalten hat, während sie den Geologen selbst häufig sehr interessante Fragen beantwortet.

Um gleich zur Sache selbst übergehen zu können, bemerke ich einleitend nur Folgendes: Die nachfolgenden Betrachtungen haben einen doppelten Zweck: einmal sollen sie die Vor- und Nachtheile der barometrischen und trigonometrischen Methode auseinandersetzen, und auf die Umstände aufmerksam machen, wodurch die Fehler der Messung vergrößert, und wodurch sie verringert werden — und zwar bloss vom praktischen Standpunkte, wobei also die in jedem guten Handbuche der Geodäsie enthaltenen verschiedenen Methoden und Anleitungen zum Höhenmessen und Nivelliren als bekannt vorausgesetzt werden; — sodann sollen aus diesen Bemerkungen einige Schlüsse

<sup>1)</sup> Ueber einige trigonometrische und barometrische Höhenmessungen in den nordöstlichen Alpen. 2. Jahrgang 1852, Heft 2, Seite 34.

gezogen werden auf das Verfahren, welches besonders von reisenden Geologen anzuwenden wäre, um nicht unnöthige und überflüssige Messungen zu machen, und dabei dennoch wichtige Punkte zu übergeben, sowie auch um einen Zusammenhang, ein systematisches Vorgehen und eine Controle in diese Messungen zu bringen. Somit werden diese Zeilen enthalten: 1) Betrachtungen über die barometrische Methode, welche wegen ihrer Bequemlichkeit am besten von reisenden Geologen angewendet werden kann, und bisher auch durchgehends angewendet wird; 2) Betrachtungen über die trigonometrische Methode; 3) Vorschläge zu einer zweckmässigen Verbindung dieser Methoden, sowie der bereits vorhandenen Profile und Nivellements. — Des Höhenmessens mit dem Thermometer geschieht hier desshalb keine Erwähnung, weil mir dasselbe für reisende Geologen, welche sich selten lange auf einem Punkte aufhalten können, nicht passend scheint, und auch schon mehr Vorsicht und Gewandtheit erfordert in seiner Behandlung, als bei dem blossen Wesen eines Barometers nöthig ist, obwohl jenes Instrument nach den Verbesserungen und Arbeiten von Baumgartner, Mitis, Gintl<sup>1)</sup>, insbesondere aber von Morstadt die Höhenunterschiede mindestens mit derselben Genauigkeit angeben dürfte, wie das Barometer.

Jede Höhenmessung hat den unmittelbaren Zweck, die kürzeste Entfernung eines Punktes von einer Fläche zu bestimmen, welche man sich durch einen anderen höher oder tiefer liegenden Punct parallel zur mathematischen Oberfläche des Erdsphäroids gelegt denkt. Die Mittel, um diese Entfernung, den sogenannten Höhenunterschied der beiden Punkte, zu erhalten, sind von zweierlei Art. Da nämlich die Messung dieser Entfernung fast nie direct ausgeführt werden kann, es wäre denn die Höhe einer Thurmspitze über der Basis, oder eines Luftballons über der Erdoberfläche, so muss man auf indirectem Wege zum Ziele zu gelangen suchen, indem man die Gesetze und Beziehungen kennen lernt, in welchen jene Entfernung zu solchen Grössen steht, die gemessen werden können. Die richtige und genaue Kenntniss dieser Beziehungen und ihr Ausdruck durch die mathematische Formel ist Sache der Geometrie, der Physik u. s. w., wobei ihre Richtigkeit von der allgemeinen Gültigkeit der gemachten Voraussetzungen abhängt, die Messung der Vermittelungsgrössen aber, wie die Höhe der Quecksilbersäule im Barometer, oder der Zenithdistanz eines Punktes, ist Sache des arbeitenden Geodäten, und hängt zuerst von der Güte seines Instrumentes, sodann aber auch von seiner persönlichen Gewandtheit und Umsicht ab. Von dem letzteren Umstande kann hier nicht weiter gesprochen, sondern muss derselbe vorausgesetzt werden, daher bleibt nur die Prüfung der, der mathematischen Entwicklung unterlegten Voraussetzungen, und die relative Güte der gebrauchten Instrumente bei Beurtheilung der Messungsmethoden übrig.

<sup>1)</sup> J. W. Gintl: Das Höhenmessen mit dem Thermometer, Wien 1835. Das in diesem Werkchen abgebildete und von dem verdienstvollen Morstadt angegebene Hypsometer ist seit jener Zeit von diesem selbst verbessert worden.

Da es aber gewiss ist, dass der Mensch nie im Stande ist, eine absolut genaue Messung einer Länge oder eines Winkels auszuführen, dass daher die erhaltenen Resultate sich der Wahrheit in jedem Falle immer nur mehr oder weniger annähern werden, und da diess auch dann gilt, wenn die Instrumente möglichst genau, und sämtliche Voraussetzungen der Theorie vollkommen richtig sind, so wird eine Messung nur in dem Sinne genauer genannt werden können, als der Unterschied zwischen der wirklichen Grösse und dem Resultate der Messung (der Fehler der Messung) kleiner ist, oder doch mit grösserer Genauigkeit angegeben wird. Obwohl man die wirkliche Grösse niemals kennen lernt, so kann man doch durch ein zweckmässiges Verfahren die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers finden, und es wird daher auch hier zum Theil darauf ankommen, zu zeigen, welche Umstände auf die Grösse dieses Fehlers bei den beiden Methoden einwirken, und welchen Werth der Fehler selbst erreichen kann.

#### I. Barometrische Methode.

2. Betrachtet man das Princip der barometrischen Methode, so wird sich dieses am besten in seiner mathematischen Form erkennen lassen, welche zuerst von Laplace aufgestellt, später von Gauss und Anderen, neuestens von Bessel bei fortschreitender Erkenntniss des Einflusses der Höhe auf noch andere atmosphärische Einflüsse weiter entwickelt und vervollkommenet wurde. Geht man aber an die Voraussetzungen dieses Principes, so ist die bei weitem wichtigste die, dass die Atmosphäre sich im Zustande des Gleichgewichtes befinde, denn nur für diesen Fall gilt die Proportionalität der Dichte der Luft zu ihrem Drucke in verschiedenen Höhen. — Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass diese Voraussetzung nicht richtig ist; es zeigen diess hinlänglich nicht nur die täglichen Schwankungen des Barometers an ein und demselben Punkte, sondern es zeigt diess auch die constante Verschiedenheit des Barometerstandes an verschiedenen Punkten der Oberfläche des Meeres; so hat bekanntlich die von dem Aequator entferntere Gränze der Zone der Passatwinde einen höheren Barometerstand als die ihm nähere. Allein man braucht nicht so weit zu gehen, man hat nur nöthig, die Barometerstände zweier, einige wenige Meilen von einander entfernter Barometer zu vergleichen, und man wird finden, dass wahrhaft erstaunliche Differenzen sich auch bei ganz zuverlässigen Beobachtern und ausgezeichneten Instrumenten zeigen. So wurden von Kreil<sup>1)</sup> in Pavia und an der Sternwarte in Mailand am 5., 6. und 7. August 1846 bei einer geraden Entfernung der beiden Orte von höchstens drei geographischen Meilen, ohne dass besondere Terrainverschiedenheiten oder ein bedeutender Höhenunterschied zwischen beiden Orten stattfinden möchte, Barometerbeobachtungen bei ziemlich gleicher Temperatur des Quecksilbers und der Luft gemacht, welche in folgender Tafel enthalten sind, wo aus der Columne:

<sup>1)</sup> K. Kreil: Magnetische und geographische Ortsbestimmungen u. s. w. 1. Bd., Prag 1848.

Datum 1846	Stunde	Luftdruck (Par. Lin.) in		Höhenn- unterschied (Toisen)
		Pavia	Mailand	
5 Aug.	10 <sup>h</sup> N.	334·75	333·37	— 19·8
6	7 V.	336·05	333·42	32·3
"	3 N.	335·68	333·40	30·5
"	5·3	335·30	333·25	27·4
"	6 "	335·27	333·19	27·8
"	10 "	335·33	332·90	31·6
7	0 V.	335·55	332·10	43·9
"	0·5	334·00	331·77	29·3

Höhenunterschiede, die Schwankungen im Gleichgewichte der Luft beurtheilt werden können. Freilich war ein Gewittertag darunter, allein für den Fall einer Höhenbestimmung aus einer einzigen Beobachtung, welcher Fall hier vorzugsweise in Betracht kommt, darf bei Beurtheilung der Grösse des Fehlers dieser Tag nicht weggelassen werden. Bei weiten horizontalen Entfernungen der beiden Punkte zeigen sich grosse Differenzen selbst unter günstigen Umständen. So z. B. berechnete ich aus 10 Beobachtungen, welche ich am 4., 5. und 6. September 1851 in Triest im 2. Stock des Gasthauses „alla corona di ferro“ angestellt hatte, die Höhendifferenz auf gleichzeitige Notirungen des Barometrographen der Wiener Sternwarte. Das Mittel aus allen gab einen Höhenunterschied von 74·63 Wiener Klafter zwischen den unteren Quecksilberflächen der beiden Barometer. Da die Seehöhe der unteren Quecksilberfläche des Wiener Barometers trigonometrisch zu 98·05 Wiener Klafter bestimmt ist, so müsste mein Barometer in Triest 23·42 Klafter über dem Meere gestanden sein, was aber durchaus nicht der Fall ist, da diese Höhe höchstens 4 bis 5 Klafter betragen konnte.

Die erste Frage bei dieser Erscheinung ist nun die, welches denn die Ursachen dieser Schwankungen seien; die zweite: ob die Möglichkeit vorhanden sei, diese Ursachen in Rechnung zu bringen. Wie schon sehr viele Geodäten, so habe auch ich beim Beginne meiner Messungen mein Augenmerk auf Beantwortung dieser Fragen gerichtet. Allein ich nehme keinen Anstand, zu gestehen, dass mich meine Arbeiten in dieser Richtung vollkommen überzeugt haben, dass gegenwärtig zwar die erste Frage, nämlich die Kenntniss der Ursachen dieser Schwankungen zum grössten Theil als gelöst zu betrachten sei, — dass jedoch die Lösung der zweiten, nämlich die mathematische Formulirung jener Ursachen nur dann möglich wäre, wenn wir eine vollständige detaillirte Kenntniss des Terrains und der meteorologischen Verhältnisse des ganzen Landes hätten und dass sie selbst dann äusserst complicirte, für die Berechnung unbecome Ausdrücke liefern würde. Indess glaube ich doch ein leicht ausführbares Mittel gefunden zu haben, wodurch die Grösse der Abweichung der Luft vom Zustande des Gleichgewichtes an irgend einem Orte erkannt und mit in Rechnung gebracht werden kann, wie diess am Schlusse dieses Abschnittes ausführlich mitgetheilt werden soll. Hier nur noch einige Worte über die Wege, welche ich einschlug.

Der erste Gedanke war der, dass den grössten Einfluss auf die Schwankungen im Gleichwichte der Luft die Winde ausüben müssten, oder richtiger ausgedrückt, dass aus der Richtung und Stärke des Windes das Vorhandensein und auch die Grösse der Störung im Gleichwichte der Luft am besten erkannt werden dürfte. Zu diesem Zwecke habe ich bei dem im Eingange erwähnten Aufsätze angeführten Messungen überall die Stärke und Richtung des Windes beigesezt. Nun zeigen sich zwar bei Steier, Arzberg und Ternberg kleine Differenzen des Mittels aus den Höhenunterschieden für bestimmte Windrichtungen. Allein diese Differenzen verschwinden fast gegen die Grösse der Schwankungen der einzelnen Bestimmungen, so dass es kaum möglich wird, Anhaltspuncte zur Rechnung zu gewinnen. Ja noch mehr: bei vielen Höhenmessungen, die ich in den Umgebungen von Brünn <sup>1)</sup> theils selbst machte, theils wiederholt durch meine Schüler ausführen liess, ergaben sich für einzelne Puncte bei veränderter Windrichtung zwar nicht unbedeutende Differenzen, allein häufig war der Werth dieser Differenzen für verschiedene Puncte ein entgegengesetzter, wenn die Puncte selbst unter verschiedenen Terrainverhältnissen sich befanden. Auffallend grosse Differenzen bei veränderter Windrichtung zeigten sich immer in den starken Krümmungen langer aber enger Thäler, oder in langen Schluchten, wo bei entsprechender Windrichtung die Luft aufgestaut und verdichtet, und das Quecksilber im Barometer in die Höhe getrieben wurde. Wenn schon bei kleinen Bergen (wie die Umgebungen Brünns) merkbare Differenzen, welche ihren letzten Grund nur in der verschiedenen Configuration des Bodens haben konnten, vorkommen, so wird offenbar diese Wirkung in Gebirgsketten ersten Ranges, z. B. in den Alpen, eine sehr bedeutender sein, wo überdiess in grossen Querthälern oder tiefen Schluchten der Beobachtungsort selbst bei nicht sehr weit entfernten correspondirenden Puncten eine ganz andere Windrichtung haben kann, als der letztere. — Ich kann übrigens nicht umhin, in einem Beispiele zu zeigen, dass die Windrichtung einen sehr bedeutenden, wenn auch der Grösse nach in jedem speciellen Falle verschiedenen Einfluss auf die Höhenunterschiede ausübt. Auf Veranlassung des Herrn Bergrathes und Chefgeologen Czjžek erhielt ich die während einiger Monate des Jahres 1851 von Herrn Pfarrer Adlitzer in Mönichkirchen (auf beiläufig der halben Höhe des Wechsels, nahe der Gränze von Steiermark gelegen) gemachten Barometerbeobachtungen, welche mit grossem Fleisse und mit einem guten verglichenen Barometer ausgeführt wurden. Ich habe die Monate Juli und October als die, in denen die Windrichtung am meistendifferirte, und zwar im Monat Juli die Tage mit Südwest, im Monat October die mit Nordost und Nord ausgewählt, die Beobachtungen mit den correspondirenden der Wiener Sternwarte berechnet, und hebe davon hier dreissig Resultate heraus, welche für jene Tage erhalten wurden, an denen die beiderseitigen Schwankungen der Barometer am geringsten waren, um den allenfallsigen Fehler

<sup>1)</sup> Einige dieser Messungen, namentlich die im Schreiwald, sind in den Mittheilungen der k. k. mährisch-schlesischen Gesellschaft (1851) erwähnt.

wegen einer nicht genauen Zeitangabe in Mönichkirchen möglichst klein zu machen. Nachfolgende Tabellen geben die Höhenunterschiede der unteren Quecksilberflächen der beiden Barometer in Wiener Klaftern:

Nr.	Juli		Nr.	October	
1	416·83	Mittel aus allen Resultaten im Juli = 419·16.	1	403·82	Mittel aus allen Resultaten im October = 406·13.
2	422·02		2	407·63	
3	419·14		3	405·21	
4	419·13		4	409·96	
5	418·03		5	413·70	
6	427·20	Mittel aus den Resultaten im Juli ohne Nr. 6 und Nr. 15 = 417·69.	6	413·57	Mittel aus den Resultaten im October ohne Nr. 14 (wahrscheinl. ein Schreibfehler der Notirung)=409·16.
7	420·39		7	413·65	
8	420·77		8	411·03	
9	417·61		9	404·50	
10	410·98		10	407·69	
11	416·65		11	402·77	
12	418·98		12	413·81	
13	413·69		13	410·73	
14	415·73		14	363·73	
15	430·39		15	410·12	

Mittel aus sämtlichen 30 Resultaten = 412·64 Wiener Klaftern, dazu die Seehöhe der unteren Quecksilberfläche des Wiener Barometers (trigonometrisch bestimmt) zu 98·05, gibt die Seehöhe des Barometers in Mönichkirchen im Monate Juli = 517·21, im Monate October = 504·18, in beiden Monaten 510·69. Die Sternwarte in Wien liegt fast rein nördlich von Mönichkirchen in einer beiläufigen Entfernung von  $10\frac{1}{2}$  Meilen. Mönichkirchen selbst liegt am nördlichen Abhange der östlichen Ausläufer der österreichischen Alpen, welche hier in zwei Armen, auf der westlichen Seite als Wienerwald, und auf der östlichen in einen anderen Bergzug gegen NNO. auslaufend, für Nordost-Winde einen wahren Windfang bilden, so dass bei herrschendem Nord- oder Nordost-Wind der Luftdruck in Mönichkirchen nothwendig grösser, daher der Höhenunterschied gegen Wien kleiner sein muss, als bei westlichen oder andern Winden. So höchst wahrscheinlich es nun nach dem Bisherigen auch zu sein scheint, dass eine Veränderung der Windrichtung auch die Differenz in den Barometerständen zweier ziemlich entfernter Orte ändere, so glaube ich doch, dass über das Positive oder Negative dieses Werthes doch nur nach genauer und detaillirter Kenntniss der Terrainverhältnisse zwischen beiden Puncten geurtheilt, die Grösse dieses Werthes aber nur in Gränzen eingeschlossen werden könne, die in Gegenden, deren meteorologische Verhältnisse nicht genau bekannt sind, sehr weit auseinander liegen, da hiebei auch die Natur des Windes selbst von Einfluss ist, die bekanntlich durchaus nicht an allen Orten sich gleich bleibt, und z. B. schon am südlichen Abhange der Alpen sich anders zeigt als am nördlichen; — endlich dass die diessbezüglichen in den Schweizer Alpen von einigen französischen Physikern, namentlich von *Ramond*, gemachten Beobachtungen und daraus gezogene Schlüsse durchaus nicht jene allgemeine Gültigkeit haben, welche man ihnen bisher häufig zu ertheilen geneigt war.

3. Sobald man sich einmal von dem Vorhandensein von Schwankungen im Gleichgewichte der Luft, und somit von der Möglichkeit einer nicht horizontalen, also geneigten Lage gleich dichter Luftschichten überzeugt hat, folgt eigentlich schon von selbst, dass, je weiter zwei Orte von einander entfernt seien, auch desto grössere Differenzen in den wiederholten Notirungen der Barometerstände sich finden würden, und da sich diese Schwankungen auch in den berechneten Höhenunterschieden zeigen müssen, so schien es mir nicht überflüssig, einige anerkannt gute Beobachtungen zusammenzustellen, und zu vergleichen. Zu der hier folgenden Tabelle habe ich mehrere Bestimmungen von Hrn. Director Kreil (aus dem I. und IV. Bande seiner Ortsbestimmungen) benützt, die ich sowohl wegen ihrer Terrain- als auch klimatischen Verschiedenheiten in drei Gruppen zusammenstellte. Die Orte habe ich dabei in jeder Gruppe nach ihrer beiläufigen Entfernung (in geographischen Meilen) geordnet. (Höhenunterschiede in Toisen).

Gruppen und Orte	Correspond. Beobachtungsort	Entfernung (Meilen)	Datum	Zahl	Berechnete Höhenunterschiede			Wahrsch. Fehler		
					der Beobachtungen	Mittel	h=Max.	h'=Min.	h-h'	des Mittels
								2	einer Bestimmung	des Mittels
<b>1. GRUPPE: ALPEN (1846).</b>										
Radstadt	Salzburg	7 $\frac{1}{2}$	24, 25, 27 Jn.	13	+ 214.78	218.0	208.2	4.90	1.98	0.55
Hofgastein	"	9 $\frac{1}{2}$	27 Jn. b. 1 Jl.	19	+ 222.11	233.7	212.9	10.40	3.90	0.89
Bückstein (Hieronymus-Stollen)	"	10 $\frac{1}{2}$	1 Jl.	3	+ 776.92	778.6	775.0	1.80	1.20	0.69
Gamskahrkogel	"	11	30 Jn.	3	+ 1048.23	1052.6	1044.9	3.85	2.67	1.54
Kremsmünster	"	11 $\frac{1}{2}$	16 bis 21 Jn.	12	- 20.06	28.4	13.1	7.65	2.76	0.56
Lietzen	"	12	21, 22, 23 Jn.	9	+ 116.79	129.2	109.8	9.70	1.88	1.63
Gmünd	"	14	4, 5 Jl.	5	+ 168.97	170.6	166.5	2.05	1.36	0.61
Linz	"	14	7, 8 Jl.	14	+ 127.90	144.2	117.5	13.35	5.89	1.63
Brunneken	"	18 $\frac{1}{2}$	9, 10, 11 Jl.	32	+ 217.41	242.3	195.8	23.25	7.06	1.25
Mölk	"	23	12, 13, 14 Jn.	5	- 89.96	93.7	85.8	3.95	2.14	0.96
Meran	"	25	14, 15 Jl.	15	- 46.17	66.2	37.1	14.55	6.13	1.58
Botzen	"	25 $\frac{1}{2}$	12, 13, 14 Jl.	23	- 76.70	88.8	68.3	10.25	4.98	2.42
<b>2. GRUPPE: LOMBARDISCHE EBENE (Süd-Tirol) (1846).</b>										
Pavia	Mailand	3	5, 6, 7 Aug.	8	- 30.33	43.9	19.8	12.05	4.54	1.60
Como	"	3 $\frac{1}{2}$	11, 12 Aug.	10	+ 29.61	35.2	27.0	4.10	1.80	0.57
Cremona	"	7	28, 29 Jl.	9	- 45.81	48.7	39.9	4.40	1.95	0.65
Brescia	"	8	21, 22 Jl.	12	- 5.52	8.9	0.5	4.20	1.77	0.51
Mantua	"	13 $\frac{1}{2}$	26, 27 Jl.	14	- 63.08	70.9	52.4	9.25	4.08	1.09
Riva	"	14	19, 20 Jl.	7	- 43.67	47.5	38.2	4.65	2.51	0.95
Bormio	"	14 $\frac{3}{4}$	17 bis 20 Ag.	26	+ 612.90	630.5	596.6	16.95	5.85	1.15
Verona	"	15	22 bis 26 Jl.	29	- 51.53	54.9	46.2	4.35	1.21	0.22
Santa Maria	"	16(?)	20 bis 24 Aug.	41	+ 1197.95	1214.9	1175.3	19.80	6.35	0.90
Trient	"	17 $\frac{1}{2}$	16, 17, 18 Jl.	24	+ 22.30	31.4	13.2	9.10	2.98	0.61
<b>3. GRUPPE: GALIZIEN (1850).</b>										
All-Sandee	Krakau	9	11, 12 Jl.	10	+ 56.45	59.34	53.33	3.00	nicht berechnet.	nicht berechnet.
Krosno	"	17	13 bis 17 Jl.	49	+ 38.75	49.14	29.87	9.63		
Sanok	"	20	18, 19 Jl.	19	+ 50.24	54.42	43.81	5.30		
Rawa-Ruska	"	29 $\frac{3}{4}$	29, 30, 31 Jl.	14	+ 10.33	16.31	4.13	6.09		
Sambor	"	30 $\frac{1}{2}$	21 bis 24 Jl.	24	+ 44.43	50.73	39.49	5.62		
Lemberg	"	34 $\frac{1}{2}$	25 bis 29 Jl.	29	+ 28.98	42.07	21.40	10.33		
Brody	"	41 $\frac{1}{2}$	2, 3, 4 Aug.	16	+ 6.45	21.50	-15.36	18.43		
Stanislaw	"	44	15 bis 18 Aug.	20	+ 6.06	25.42	- 0.61	13.01		
Tarnopol	"	47	5, 6, 7 Aug.	20	+ 38.32	53.90	22.10	15.90		
Kolomea	"	49 $\frac{1}{2}$	12, 13, 14 Ag.	28	+ 37.12	47.93	28.28	9.82		

Drückt man die gerade Entfernung zweier Punkte vom correspondirenden Beobachtungsort durch  $E, E'$ , die Anzahl der Beobachtungen durch  $n, n'$ , die Anzahl der Beobachtungstage durch  $t, t'$ , endlich die wahrscheinlichen Fehler durch  $f:f'$  und die Grösse  $\frac{h-h'}{2}$  durch  $d$  und  $d'$  aus, so wird es sich darum handeln, ob eine von den Proportionen

$$\left. \begin{array}{l} D : D' \\ n : n' \\ t : t' \\ Dn : D'n' \end{array} \right\} = d : d' \text{ oder } \left. \begin{array}{l} D : D' \\ n' : n \\ t' : t \\ Dn' : Dn' \end{array} \right\} = f : f'$$

bestehe oder nicht.

Der Zweck dieser Zeilen gestattet nicht, den Gang meiner Untersuchung mehr als anzudeuten, und es sei daher hier nur bemerkt, dass im Allgemeinen bei den drei Gruppen die Proportionen  $Dn : D'n' = d : d'$  und  $Dn' : D'n = f : f'$  etwas besser stimmen und etwas mehr Regelmässigkeit zeigen, als die einfache in obiger Tafel dargestellte  $D : D' = d : d' = f : f'$ . Uebrigens mache ich hier darauf aufmerksam, dass man, um die mögliche Grösse der zu begehenden Fehler zu schätzen, immer zwei Fälle wird unterscheiden müssen: Entweder es ist zur Bestimmung der Höhe nur eine einzige Beobachtung gemacht worden, oder mehrere. Der erste Fall tritt bei reisenden Geologen fast immer ein, offenbar hat aber dann die Berechnung des wahrscheinlichen Fehlers in den obigen Tabellen für die Praxis nur geringen Werth, und es muss immer nur auf die extremsten Fälle, somit auf die Grösse  $\frac{h-h'}{2}$ , gesehen werden, weil diese doch möglicherweise eintreten können, ohne dass die ungewöhnliche Störung aus anderen Beobachtungen erkannt wird. Ich habe hier die Grösse  $\frac{h-h'}{2}$  gewählt, unter der Annahme, dass zwischen dem Maximum und Minimum das arithmetische Mittel liegt, was bei mehr als zwei Beobachtungen selten genau der Fall ist, und unter der zweiten Annahme, dass das Mittel aus mehreren Bestimmungen dem wahren Höhenunterschiede am nächsten liege, welche Annahme ebenfalls in der Wirklichkeit selten bestätigt wird, indem häufig die Mittel der Höhenunterschiede aus mehrjährigen Beobachtungen constante Differenzen zeigen gegen den sorgfältig nivellirten Höhenunterschied. Allein trotz dieser beiden günstigen Annahmen findet man doch in der zweiten Gruppe bei einer blossen horizontalen Entfernung von drei Meilen (Pavia) schon einen Fehler von 12·05 Toisen. Vorausgesetzt, die dadurch bestimmte Neigung der Luftschichten gegen Mailand wäre auch bei grösserer Entfernung (wenigstens im Momente jener Beobachtung) dieselbe, so würde diess bei einer Entfernung von 10 Meilen schon 40·16 Toisen, bei einer Entfernung von 15 Meilen aber gar einen Fehler von 60·25 Toisen betragen. Freilich ist hier ein extremer Fall, indem unter den Beobachtungstagen einer mit einem sehr starken Gewitter enthalten ist, indess hier kommt es eben nur darauf an, die mögliche Ausdehnung der Fehlergränze auch bei ungünstigen Fällen zu zeigen, und dadurch den wahren Werth einer einzelnen barometrischen Höhenmessung in ihr

rechtes Licht zu stellen. Aus der Columne  $\frac{h-h'}{2}$  geht übrigens auch noch hervor, dass, um aus einer einzigen correspondirenden Beobachtung mit nur einiger Sicherheit den Höhenunterschied ableiten zu können, die horizontalen Entfernungen der correspondirenden Punkte sehr gering sein müssen und höchstens eine Meile betragen dürfen; und dass bei Entfernungen, welche 10 Meilen übersteigen, man sich über einen vorkommenden Fehler von 10 Toisen eben nicht sehr wird wundern dürfen. — Im zweiten Falle, wenn nämlich mehrere Beobachtungen gemacht wurden, wird jedoch die Genauigkeit schon eine weit grössere sein; man braucht, um sich davon zu überzeugen, nur die Zahlen der letzten Columne mit den Zahlen der Columne  $\frac{h-h'}{2}$  zu vergleichen. Indess ist es doch auch hier nöthig, sich durch den aus den Beobachtungen berechneten Werth des wahrscheinlichen Fehlers nicht täuschen zu lassen, indem wiederholt bemerkt werden muss, dass die Mittel aus sehr vielen Beobachtungen keineswegs immer dem wahren Höhenunterschiede nahe kommen. So wurde bei dem auf Kosten der kaiserl. russischen Regierung ausgeführten Nivellement zwischen dem schwarzen und caspischen Meere <sup>1)</sup> eine solche Differenz gefunden. Gleichzeitig nämlich mit dem trigonometrischen Nivellement wurde auch ein barometrisches ausgeführt, indem die Astronomen Sawitsch, Sabler und Fuss, welche gemeinschaftlich die ganze Operation ausführten, täglich in mittleren Distanzen von etwa 2000 Klafter gleichzeitig mehrere Barometerbeobachtungen machten. Die Barometer waren vorzüglich, und wurden täglich untereinander verglichen, das Terrain war fast ganz gleichförmig und ziemlich entfernt von Gebirgszügen (die kaukasische Steppe nämlich); und dennoch steigen die Differenzen zwischen den barometrischen und trigonometrischen Höhenunterschieden je zweier aneinander folgenden Punkte bis auf 130 Fuss. Ueberdiess wurden zwei genau harmonirende Barometer, das eine in Astrachan, das andere in Taganrog aufgestellt, und an beiden Orten durch verlässliche Beobachter ein ganzes Jahr hindurch die Barometerstände notirt. Das aus sämmtlichen Beobachtungen berechnete Jahresmittel des Höhenunterschiedes gab aber noch einen Fehler von 56 Fuss; während natürlicherweise die berechnete Grösse des wahrscheinlichen Fehlers nur eine ganz unbedeutende war.

4. In neuester Zeit endlich hat bei Vielen, die sich mit Höhenmessungen beschäftigen, der Gedanke Eingang gefunden, dass die Schwankungen im Luftdruck, wie sie sich bei der Bestimmung des Höhenunterschiedes eines Punktes gegen zwei andere, deren Seehöhen bekannt sind, zeigen, und welche in stark coupirten und gebirgigem Terrain am häufigsten bemerkt werden wollen, eigent-

<sup>1)</sup> Barometrisches Stationen-Nivellement des caspischen Meeres, berechnet von Fuss in „Beschreibung der zur Ermittlung des Höhenunterschiedes zwischen dem caspischen und schwarzen Meere ausgeführten Messungen.“ St. Petersburg 1849, p. 397 u. s. w.

lich gar nicht Schwankungen seien, indem nämlich durch grosse Gebirgsmassen nach dem allgemeinen Gesetze der Schwere eine Luftfluth angezogen werde, so dass immer das Barometer in dem Bereiche dieser Luftfluthen eine grössere Höhe der Quecksilbersäule zeigen müsse, als es zeigen würde, wenn jene Gebirgsmassen nicht vorhanden wären. Neucrdings hat diesen Gedanken Dr. W. Fuchs in einer kritischen Schrift<sup>1)</sup> auseinandergesetzt, und Männer, deren wissenschaftliche Tüchtigkeit, praktische Fertigkeit und auch Verlässlichkeit im Beobachten hinlänglich bekannt ist, so namentlich Werdmüller von Elgg<sup>2)</sup> und v. Morlot<sup>3)</sup> haben sich bemüht, durch Thatsachen diesen Einfluss nachzuweisen. Auch Bergrath Czjžek bemerkte im Jahre 1850 bei allen jenen Bestimmungen, welche auf den Beobachtungsort Lilienfeld berechnet wurden, eine Differenz, welche ziemlich constant bis auf 160 Fuss steigt, und allmählig kleiner wird, je mehr man sich Lilienfeld nähert. — Ohne nun hier die Möglichkeit einer Wahrnehmung dieses Einflusses bestreiten zu wollen, über welchen Punct später bei der trigonometrischen Methode ausführlicher gesprochen werden soll, und ohne auch gegen die theoretische Richtigkeit des Satzes etwas einzuwenden, — scheint es mir doch wichtig, bei diesem Gegenstande, über welchen bereits Vieles geschrieben, in neuester Zeit aber noch mehr gesprochen wurde, wenigstens die Auflösung einer Frage zu versuchen, derjenigen nämlich, welche für die Praxis am meisten Interesse hat, und die ich so formuliren möchte: Vorausgesetzt, die Hauptursache der Differenzen der Seehöhen eines Punctes, welcher auf zwei verschiedene correspondirende Punkte berechnet wurde, liege in der Anziehungskraft einer grossen zwischenliegenden Gebirgsmasse, welche Werthe müssen denn dann diese Differenzen haben. Denn kennt man die Werthe dieser Differenzen, so wird sich aus denselben bald die Grösse des Fehlers einer jeden Messung finden lassen. Bisher aber hat man meist das blosse Vorhandensein einer solchen Differenz schon als Beweis für den Satz hingestellt, und doch ist nur das Vorzeichen und die Grösse derselben entscheidend, indem die Differenz selbst leicht so beschaffen sein kann, dass man aus ihr eher alles Andere, als die Anziehung grosser Gebirgsmassen beweisen kann. Die Frage selbst scheint ziemlich einfach, allein übersetzt man alle Bedingungen in die Sprache der Mathematik, und berücksichtigt dabei alle Nebenumstände und alle möglichen Fälle, so erhält man etwas complicirte Ausdrücke. Um daher auch dem Nicht-Mathematiker und dem blossen Liebhaber von Höhenmessungen verständlich zu werden, hebe ich nur die einfachsten Fälle heraus, und stelle den Gegenstand so populär als möglich dar:

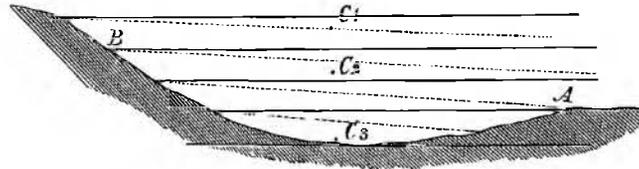
---

1) Dr. Wilhelm Fuchs: Ueber den Einfluss der Gestalt des Terrains auf die Resultate barometrischer und trigonometrischer Höhenmessungen u. s. w. Wien 1843.

2) Ph. O. Werdmüller von Elgg: Höhenmessungen in den norischen und rhätischen Alpen in Haidinger's naturwissenschaftlichen Abhandlungen III. Bd., II. Abth., Wien 1850.

3) v. Morlot in seinen Abhandlungen über seine Messungen in den südlichen Alpen.

Nehmen wir an, es hätte auf die Vergrößerung des Barometerstandes ausser der Seehöhe kein anderer Umstand, keine Winde, keine locale Vergrößerung des Dunstdruckes u. s. w. einen so bedeutenden Einfluss wie die Anziehung nahe liegender grosser Gebirgsmassen, und seien nun zwei Orte *A* und *B* gegeben, von denen der erste, soweit entfernt von jenen Massen liegt, dass ihr Einfluss auf denselben verschwindend klein ist, während der zweite diesem Einflusse sehr unterliegt. Zugleich liege *A* tiefer als *B*. Setzen wir die wegen des Einflusses der Anziehung der Gebirgsmassen stattfindende Differenz zwischen dem wahren und dem barometrisch gemessenen Höhenunterschiede = *d*, den wahren Höhenunterschied = *H'*, und den aus möglichst vielen correspondirenden Beobachtungen zwischen *A* und *B* gefundenen =  $\frac{h' + h'' + h''' + \dots}{n} = H$ , so muss nach der Theorie offenbar  $H \leq H'$ , und zwar hier, da *B* höher liegt  $H < H'$  und zwar  $H = H' - d$ . Sei nun die auf irgend eine



Weise ermittelte wahre Seehöhe von  $A = s_1$ , von  $B = s_2$ , so wird die Seehöhe von *B*, bloss aus obigen Barometerbeobachtungen abgeleitet =  $s_1 + H$  und setzen wir  $s_1 + H = s_3$ , so ist offenbar  $s_3 = s_1 + H' - d$  und  $s_2 - s_3 = +d$ . Nehmen wir nun zwischen *A* und *B* liegend einen dritten Punct *C* an, welcher noch zum Theil jener Anziehung unterworfen ist, und zeigen wir in obiger Figur durch die ganz ausgezogenen Striche die horizontale Lage an, welche die Luftschichten haben würden, wenn die Gebirgsmasse bei *B* nicht vorhanden wäre, und durch die punctirten Striche die wirkliche geneigte Lage einer gleich dichten Luftschichte in den verschiedenen Höhen; — so kann der Punct *C* höher als beide Punkte *A* und *B*, oder zwischen beiden, oder tiefer als beide liegen. Setzen wir die Entfernung des Mittelpunctes der Anziehung der wirkenden Gebirgsmasse für den Punct *B* = 1, und den dadurch entstehenden Fehler, wie vorhin, in der Höhenmessung dieses Punctes = *d*; und setzen wir die Entfernung des Punctes *C* in seinen drei Lagen *C*<sub>1</sub>, *C*<sub>2</sub>, *C*<sub>3</sub>, von jenem Mittelpuncte der Anziehung jedesmal =  $\delta$ , so wird der wegen diesem Einflusse in der barometrischen Messung des Punctes *C* sich zeigende Fehler nach dem Gesetze der verkehrten quadratischen Wirkung aus der Proportion  $x : d = 1 : \delta^2$  erhalten  $x = \frac{d}{\delta^2}$ . Nennen wir in allen drei Fällen die aus je drei correspondirenden Barometerbeobachtungen in den Puncten *A*, *B* und *C* berechneten Höhenunterschiede zwischen *A* und *C* = *h*<sub>1</sub> zwischen *B* und *C* = *h*<sub>2</sub>, und bezeichnen wir die wirklich stattfindenden Höhenunterschiede, die aber unbekannt sind, mit denselben deutschen Buchstaben *h*<sub>1</sub> und *h*<sub>2</sub>, so ergeben sich für die drei Fälle folgende Relationen:

$$\begin{array}{l}
 \text{1. Fall: } C_1 \text{ höher als } A \text{ und } B. \quad \left| \quad \text{2. Fall: } C_2 \text{ zwischen } A \text{ u. } B. \quad \left| \quad \text{3. Fall: } C_3 \text{ tiefer als } A \text{ und } B. \right. \\
 \left. \begin{array}{l} h_1 < h_1 \text{ und zwar } h_1 = h_1 - \frac{d}{\delta^2} \\ h_2 > h_2 \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} h_1 < h_1 \text{ u. zwar } h_1 = h_1 - \frac{d}{\delta^2} \\ h_2 < h_2 \dots \dots h_2 = h_2 - \frac{d}{\delta^2} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} h_1 > h_1 \text{ und zwar } h_1 = h_1 + \frac{d}{\delta^2} \\ h_2 < h_2 \quad \quad h_2 = h_2 - \frac{d}{\delta^2} \end{array} \right.
 \end{array}$$

Wenn wir jetzt aus den gefundenen Werthen  $h_1$  und  $h_2$  die Seehöhen des Punctes  $C$  nach  $A$  und nach  $B$  berechnen wollten, so kommt es darauf an, ob die wahren Seehöhen von  $A$  und  $B$ , oder ob bloss die wahre Seehöhe von  $A$  bekannt ist, kürzer ausgedrückt ob  $s_1$  und  $s_2$ , oder bloss  $s_1$  und  $s_2$  gegeben sind. Nennen wir die nach  $A$  berechnete Seehöhe des Punctes  $C$  in seinen drei Lagen  $S_1$ , die nach  $B$  berechnete aber  $S_2$ ; so erhalten wir:

I. Wenn die wahre Seehöhe von  $A$  und  $B$  gegeben ist:

$$\begin{array}{l}
 \text{1) Fall: für } C_1 \dots S_1 - S_2 = (s_1 + h_1) - (s_2 + h_2) = -2 \frac{d}{\delta^2}; \\
 \text{2) Fall: } C_2 \dots S_1 - S_2 = (s_1 + h_1) - (s_2 - h_2) = -2 \frac{d}{\delta^2}; \\
 \text{3) Fall: } C_3 \dots S_1 - S_2 = (s_1 - h_1) - (s_2 - h_2) = -2 \frac{d}{\delta^2}.
 \end{array}$$

II. Wenn die wahre Seehöhe nur von  $A$  gegeben ist:

$$\begin{array}{l}
 \text{1) Fall: für } C_1 \dots S_1 - S_2 = (s_1 + h_1) - (s_2 + h_2) = d - 2 \frac{d}{\delta^2}; \\
 \text{2) Fall: } C_2 \dots S_1 - S_2 = (s_1 + h_2) - (s_3 - h_2) = d - 2 \frac{d}{\delta^2}; \\
 \text{3) Fall: } C_3 \dots S_1 - S_2 = (s_1 - h_2) - (s_3 - h_2) = d - 2 \frac{d}{\delta^2}.
 \end{array}$$

Wenn auch die beiden Endwerthe  $S_1 - S_2 = -2 \frac{d}{\delta^2}$  und  $S_1 - S_2 = d - 2 \frac{d}{\delta^2}$  streng wissenschaftlich nicht ganz richtig sind, indem ich die Anwendung des höheren Calculs und complicirtere Ausdrücke hier absichtlich vermeiden wollte, wodurch insbesondere der Werth  $2 \frac{d}{\delta^2}$  etwas kleiner ausfallen würde, so sind sie doch für eine vorläufige praktische Anwendung hinreichend genau, indem durch dieselben das Vorzeichen der Differenz und die Bedingungen ihres Wachsens und Abnehmens vollkommen festgestellt sind. Die oben erhaltenen sechs Gleichungen sagen nämlich: dass im Allgemeinen die Differenz der nach  $A$  und  $B$  berechneten Seehöhen des Punctes  $C$  grösser sein wird, wenn die wahre Seehöhe von  $A$  und  $B$  bekannt ist, als wenn bloss die Seehöhe von  $A$  gegeben, die von  $B$  aber aus, wenn auch noch so zahlreichen, barometrischen Beobachtungen abgeleitet ist; ferner dass im ersten Falle die nach  $A$  berechnete Seehöhe immer kleiner sein wird, als die nach dem höheren Puncte  $B$  berechnete; endlich drittens, dass wenn die Seehöhe von  $B$  bloss aus barometrischen Beobachtungen gegen  $A$  abgeleitet ist, die Differenz der Seehöhen des Punctes  $C$  häufig besonders für nahe an  $B$  liegende Orte so klein sein wird, dass die Anziehungskraft der Gebirgsmassen nur schwer daraus zu erkennen sein wird. Wäre z. B. die Entfernung des Punctes  $B$  vom Mittelpuncte der Anziehung = 10,000 Klafter, der Fehler wegen der Anziehung in der Messung von  $B$  gegen  $A$  = 10 Klafter, wäre ferner ein dritter Punct  $C$  um 4000 Klafter oder um eine Meile von jenem Mittelpuncte der Anziehung weiter entfernt als  $B$ , so wird der Fehler bloss wegen diesem Umstande  $5 \cdot 10^2 = \frac{d}{\delta^2}$  betragen; somit

erhält man für  $S_1 - S_2 = d - 2 \frac{d}{\delta^2} = 10 - 10 \cdot 204 = -0 \cdot 204$  Klafter, eine sehr kleine Grösse, die bei barometrischen Messungen durch den Einfluss anderer Fehler wohl mindestens um das zehn bis zwanzigfache vergrössert wird. Erst für Entfernungen, wo  $\delta$  zweimal so gross würde als die Entfernung vom Mittelpuncte der Anziehungskraft, würde man  $S_1 - S_2 = \frac{1}{2}d$  erhalten. Und doch glaube ich, dass bei den meisten bisherigen Versuchen, aus der Differenz zweier Seehöhen eines Punctes das Vorhandensein einer Luft-Anziehung durch Gebirgsmassen nachzuweisen, der zweite eben besprochene Fall stattfand, ohne dass man sich überdiess um Qualität und Quantität dieser Differenz kümmerte. Auch sollte man wohl auf solche Differenzen hin keine Schlüsse früher bauen, so lange nicht die Barometer mit einander genau verglichen wurden, besonders wenn die Orte *A* und *B* über fünfzig bis sechzig Meilen auseinander liegen, und die Barometer von Künstlern verschiedener Länder verfertigt wurden. Ich habe Gelegenheit gehabt, an für ausgezeichnet gehaltenen Pariser und Wiener Barometern, wenn sie mit einander verglichen wurden, ziemlich bedeutende Differenzen wahrzunehmen.

Uebrigens dürfte es hier am rechten Orte sein, einige Resultate mitzutheilen, welche ich durch Berechnung der mir mitgetheilten bereits oben erwähnten Beobachtungen des Herrn Pfarrers Adlitzer in Mönichkirchen, dann der Beobachtungen des Herrn Bergrathes Czjžek, Stur und meiner eigenen erhalten habe. In der folgenden Tafel gelten nämlich als Punct *A* Wien mit einer Seehöhe von 98·05 W. Klafter, als Punct *B* Mönichkirchen in einer mittleren Seehöhe von 510·69 W. Klafter. In der ersten Columne sind die Puncte *C* enthalten, und es enthält die nächste Columne die Anfangsbuchstaben des Namens des Beobachters (*Cz*=Czjžek, *St*=Stur, *K*=Koristka). Unter der Ueberschrift Höhendifferenz enthält die eine Columne die von mir nach der bekannten Gauss'schen Formel berechneten Werthe  $h_1$  und  $h_2$ , während die Columne Seehöhe die Werthe  $S_1$  und  $S_2$  enthält. Die Columne „erste Differenz“ enthält die Grösse  $S_1 - S_2 = d - 2 \frac{d}{\delta^2}$ . Da jedoch die Beobachtungen für die Gruppen I, II und III fast durchwegs (mit Ausnahme der meinigen) im Monate Juli und die der IV. Gruppe im Monate October gemacht wurden, so schien es mir zweckmässiger, die für diese beiden Monate erhaltenen verschiedenen mittleren Seehöhen für Mönichkirchen in einer neuen Columne zu substituiren, so dass unter der Rubrik „corrig.  $S_2$  nach Mönichkirchen“ diese letzteren zu verstehen sind, und auch die darauf folgende Differenz gegen Wien sich darauf bezieht. Die Puncte *C* habe ich in Gruppen nach der geraden Entfernung von Mönichkirchen geordnet.

Betrachtet man die Zahlen in der ersten Differenz, welche mit der Formel  $d - 2 \frac{d}{\delta^2}$  übereinstimmen, und daher für nähere Puncte negative oder sehr kleine positive, für entferntere Puncte hingegen grosse positive Werthe haben sollten, so sieht man, dass diess durchaus nicht der Fall ist, ja dass sogar gerade das Gegentheil davon stattfindet. Bei der zweiten Differenz scheinen

Ort der Beobachtung	Name der Beobachter	Höhenunterschied gegen		Seehöhe gegen		Erste Diffe- renz	corrig. $S_2$ nach Mönigk.	Zweite Diffe- renz
		Wien	Mönich- kirchen	Wien	Mönich- kirchen			
<b>I. GRUPPE: Gerade Entfernung von Mönichkirchen 0 bis 3 Meilen.</b>								
Aspang .....	Cz.	+ 166·40	-250·10	264·45	260·59	+ 3·88	265·64	- 1·19
Kogel am Kienberg, SSW. von Edlitz .....		+ 279·15	-139·48	377·20	371·21	+ 5·99	376·26	+ 0·94
Höchster Punkt am Kien- berg bei Kletten .....		+ 320·56	- 97·29	418·61	413·40	+ 5·21	418·45	+ 0·16
Einsattlung zwischen Kien- berg und Hammerberg .	„	+ 271·81	-147·63	369·86	363·06	+ 6·80	368·11	+ 1·75
Gloggnitz .....	K.	+ 138·91	-276·65	236·96	234·04	+ 2·92	—	—
Eisenbahn bei Klan .....	Cz.	+ 320·66	-103·17	418·71	407·52	+ 11·19	412·57	+ 6·14
Priggwitz .....		+ 238·09	-173·42	336·14	337·27	- 1·13	342·32	- 6·18
Calvarienberg bei Pott- schach .....		+ 172·44	-240·26	270·49	270·43	+ 0·06	275·48	- 4·99
Auf der Wiesen (N. von Gloggnitz) .....		+ 297·30	-119·02	395·35	391·67	+ 3·68	396·72	- 1·37
Silberberg .....		+ 283·88	-135·06	381·93	375·63	+ 6·30	380·68	+ 1·25
Einsattlung zwischen Ot- ter- und Jägerbrand...	„	+ 450·14	+ 20·07	548·19	530·76	+ 17·43	535·81	+ 12·38
<b>II. GRUPPE: Gerade Entfernung von Mönichkirchen 3 bis 6 Meilen.</b>								
Gamsberg, N. v. Priggwitz .	Cz.	+ 580·66	+ 166·36	678·71	677·05	+ 1·66	682·10	- 3·39
Grillenberg .....	„	+ 338·99	- 76·99	437·04	433·70	+ 3·34	438·75	- 1·71
Neunkirchen (Bahnhof) ..	„	+ 93·96	-322·44	192·01	188·25	+ 3·76	193·30	- 1·29
St. Johann (Greda-Berg) .	„	+ 229·19	-193·02	327·24	317·67	+ 9·57	322·72	+ 4·52
W. Neustadt (Bahnhof) ..	„	+ 49·70	-376·32	147·75	134·37	+ 13·38	139·42	+ 8·33
Fischau, Berg N.W. ....	K.	+ 92·21	-327·19	190·26	183·50	+ 6·76	—	—
Neusiedel am Bach .....	Cz.	+ 84·15	-338·52	182·20	172·17	+ 10·03	177·22	+ 4·98
Aigen am Hügel .....		+ 180·18	-239·69	278·23	271·00	+ 7·23	276·05	+ 2·18
Pankraz auf der Ebene ...		+ 171·62	-253·08	269·67	257·61	+ 12·06	262·66	+ 7·01
Piesting am Bachufer ...		+ 78·35	-342·99	176·40	167·70	+ 8·70	172·75	+ 3·65
Wöllersdorf am Bach .....		+ 72·48	-351·81	170·53	158·88	+ 11·65	163·93	+ 6·60
<b>III. GRUPPE: Gerade Entfernung von Mönichkirchen 6 bis 9 Meilen.</b>								
Gainfahnen .....	Cz.	+ 37·76	-361·72	135·81	148·97	- 13·16	154·02	- 18·21
Pottenstein .....		+ 106·91	-311·83	204·96	198·86	+ 6·10	203·91	+ 1·05
Merkenstein (Aussicht) ..		+ 190·12	-223·49	288·17	287·20	+ 0·97	292·25	- 4·08
Hoher Lindkogel .....		+ 324·57	- 88·06	422·62	422·63	- 0·01	427·68	- 5·06
Zoblhof .....		+ 207·30	-212·28	305·35	298·41	+ 6·94	303·46	+ 1·89
Zoblhof (N.W. Berg) ....		+ 176·16	-240·35	274·21	270·34	+ 3·87	275·39	- 1·18
Schwarzensee .....		+ 240·31	-177·06	338·36	333·63	+ 4·73	338·68	- 0·32
<b>IV. GRUPPE: Gerade Entfernung von Mönichkirchen 9 bis 12 Meilen.</b>								
Königkogel (Himberg) ..	Cz.	+ 24·57	-387·67	122·62	123·02	- 0·40	119·54	+ 3·08
Schwadorf .....	„	- 16·79	-422·54	81·26	88·15	- 6·89	84·67	+ 3·41
Neuriss (Hügel) .....	K.	+ 27·03	-384·24	125·08	126·45	- 1·37	—	—
Schwechat .....	„	- 18·30	-427·05	79·55	83·64	- 4·09	—	—
Rauhenwart .....	Cz.	+ 24·57	-387·67	122·62	123·02	- 0·40	119·54	+ 3·08
Geisberg (Stixneusiedl) ..	K.	+ 24·29	-383·15	122·34	127·54	- 5·20	—	—
Dunkelsteiner Wald .....	St.	+ 218·11	-191·27	316·16	319·42	- 3·26	—	—

sich die Zahlen der Formel mehr anzupassen. Es wurde nämlich für die I., II. und III. Gruppe die Seehöhe von Mönichkirchen = 515·74 (als Mittel für Juli) und für die IV. Gruppe dieselbe = 507·21 (als Mittel für October) gesetzt. Bei genauerer Untersuchung dieser letzten Differenzen zeigt sich aber auch

hier keine Uebereinstimmung; denn man erhält als mittlere Differenzzahlen für die I. Gruppe ... +0·889, für die II. Gruppe ... +3·088, für die III. Gruppe ... —3·801, für die IV. Gruppe ... +3·190. Die einzelnen Differenzwerthe jeder Gruppe weichen überdiess so sehr von einander ab, dass daraus der überwiegende Einfluss anderer, als der hier vorausgesetzten Ursachen wohl ausser allem Zweifel steht. So angenehm es nun für den Forscher ist, ein von ihm vermuthetes, oder theoretisch begründetes Naturgesetz durch die Ziffern der Erfahrung nachzuweisen, und so unangenehm es ist, wenn sich die Unmöglichkeit einer solchen Nachweisung zeigt; — so ist man im letzteren Falle es doch jederzeit dem Interesse des Gegenstandes schuldig, die Wahrheit unumwunden einzugestehen, weil dadurch wenigstens Anderen eine fruchtlose Arbeit erspart wird. So hoffe ich durch diese Zeilen wenigstens zu bewirken, dass endlich die Bemühung, die bereits Anderen viel kostbare Zeit raubte, und vielen Streit verursachte, die Bemühung nämlich, für die barometrischen Höhenmessungen in unseren Alpen den Mittelpunkt der Anziehung ihrer Masse zu berechnen, und so Corrections-Coëfficienten für einzelne Bestimmungen zu erhalten, aufgegeben werden dürfte. Hätten die Alpen wirklich eine einfach prismatische oder langgestreckte Dachform, und würden sie in Wirklichkeit so aussehen, wie man sie etwa auf im kleinen Maassstabe gezeichneten Karten unseres Welttheiles findet, dann wäre ein glücklicher Erfolg dieser Bemühungen weniger zweifelhaft; — so aber sind die Alpen ein massiger vielfach zerrissener, und seine oft bedeutenden Arme weit in's Flachland aussendender Gebirgszug, und die nothwendig in Rechnung zu nehmenden Störungen dieser einzelnen Arme, ja jedes einzelnen Zweiges bei jeder Messung würden so complicirte und verwickelte Ausdrücke schaffen, dass bei dem geringen Nutzen der Lösung und bei der Ungewissheit aller Daten wohl kaum die Geduld irgend eines Rechners dabei aushalten würde; ganz abgesehen noch von dem Umstande, dass trotz aller Correctionen im Resultate noch immer die Möglichkeit eines bedeutenden Fehlers vorhanden wäre, welcher von einem anderen Einflusse als dem der Anziehung herrühren könnte.

5. Trotz dieser eben nicht erfreulichen Resultate erlaube ich mir dennoch einen Vorschlag zu machen, von dem es mir scheint, dass er zum Ziele, nämlich zu einer grösseren Genauigkeit in den Barometermessungen, um so eher führen dürfte, als derselbe gar keine Hypothese voraussetzt, sich nur auf den jedesmal wirklich vorhandenen Zustand der Atmosphäre stützt, und überdiess auch bei jenen Höhenmessungen, die allenfalls in Verbindung mit einer geologischen Landesaufnahme gemacht werden, ohne viele Mühe durchgeführt werden könnte. Ich gehe dabei von der einfachen und unbestrittenen Thatsache aus <sup>1)</sup>, dass die Luftschichten in gleicher Meereshöhe an verschiedenen Orten

---

<sup>1)</sup> Die erste Idee zu der hier angedeuteten Methode gab mir eine Notiz über eine von Bessel versuchte Interpolation der Barometerstände, welche mir vor ziemlich langer Zeit in die Hände kam. Diese bereits vergessene Notiz wurde jedoch durch eine

nicht immer, wie es doch das Princip des barometrischen Höhenmessens voraussetzt, gleiche Dichte haben. Was nun auch immer, entweder Winde, oder die Anziehung der Bergmassen, grosse locale Luftfeuchtigkeit u. s. w., kurz Umstände, deren Einfluss nicht genau berechenbar ist, diese Unregelmässigkeit bewirken mag, so ist doch so viel gewiss, dass die Luftschichten von gleicher Dichte unter diesem Einflusse keine horizontalen (nämlich parallel zur Oberfläche des Erdsphäroids laufende) Flächen, sondern solche bilden werden, die geneigt sind gegen den Horizont. Wenn wir aber die Lage dieser Flächen gegen eine horizontale kennen würden, so wäre es sehr leicht, aus correspondirenden Barometerbeobachtungen entfernter Punkte ihren wahren Höhenunterschied zu finden, da man durch eine Interpolationsformel, welche sich aus der Lage der geneigten Fläche ableiten liesse, leicht und mit ziemlicher Sicherheit die verticale Entfernung des einen Punctes von einer durch den zweiten Punct gelegten horizontalen Fläche, und somit auch die Grösse des Fehlers im Höhenunterschiede finden könnte.

Nun wissen wir aber, dass die Lage einer Fläche wenigstens durch drei nicht in einer Geraden liegende Punkte bestimmt sein muss. Kennt man die Lage dieser drei Punkte gegen ein System von drei rechtwinklich auf einander stehenden Ebenen, so wird die Lage der Fläche bekannt sein, und nehmen wir auf dieser einen vierten Punct  $P$  an, dessen Coordinaten  $x, y, z$  sind, so wird man, wenn die Lage der Fläche analitisch ausgedrückt wird, eine Gleichung erhalten von der Form  $f(x, y, z) = 0$ , und diese Gleichung wird alle Punkte der Fläche charakterisiren, so lange das Gesetz der Fläche sich nicht ändert. Diese Gleichung erhält übrigens auch noch die bekannte Form  $z = f(x, y)$  und man sieht, dass die beiden Coordinaten  $x, y$  willkürlich sind,  $z$  aber von ihnen abhängig ist. Nimmt man z. B. in der Ebene der  $x, y$  willkürlich  $x = a, y = b$ , so findet man daraus leicht  $z = c$ , und wenn wir die Coordinaten-Ebene  $xy$  als parallel zur Meeresfläche annehmen, so ist dann offenbar  $z$  der Höhenunterschied zwischen dem Puncte  $P$  und jener Ebene. Die weitere Ausführung dieses Gegenstandes ist wohl jedem Geometer für sich klar; nur sei hier noch bemerkt, dass man im Verlaufe der wirklichen Entwicklung finden würde, dass streng genommen jene Fläche keine Ebene, sondern eine

---

äusserst gediegene Arbeit Biot's wieder aufgefrischt. In der „*Connaissance des temps pour l'an 1841*“ untersucht nämlich dieser berühmte Physiker unter dem Titel „*Mémoire sur la vraie constitution de l'atmosphère terrestre déduite de l'expérience, avec ses applications à la mesure des hauteurs par les observations barométriques, et au calcul des réfractions*“ vorzüglich die Temperatur und Dichte der Luftschichten in verschiedenen Höhen, indem er in geistreicher und scharfsinniger Weise die von Gay-Lussac bei seiner aërostatischen Reise erhaltenen Resultate, sowie die Resultate Humboldt's bei Ersteigung des Chimborazo seiner Kritik unterwirft, wobei er sich im §. III, pag. 86 u. s. w. bei seinen Interpolationen mathematischer Ausdrücke bedient, welche lebhaft an die von Bessel angewandten erinnern, obwohl der Zweck und Sinn derselben ein Anderer ist, als der im Folgenden unterlegte.

krumme Fläche sei, und nur kleine Theile derselben für die Praxis als Ebene betrachtet werden können; dass man somit auf eine Gleichung einer höheren Ordnung stossen, und  $z$  unter der Form erscheinen würde  $z = A + Bx + Cy + Dx^2 + Exy + Fy^2 + \dots$ . Man wird daher  $x$  und  $y$  so wählen müssen, dass die höheren Ordnungen keinen bedeutenden Einfluss mehr ausüben, und dann wird die obige Gleichung in die Gleichung der Ebene  $z = A + Bx + Cy$  übergehen. Hätte man nun drei constante Beobachtungsorte und wären die Coordinaten für dieselben  $x = a, a', a''$  und  $y = b, b', b''$ , und bezeichnen wir die Differenz zwischen den wirklich beobachteten gleichzeitigen Barometerständen und zwischen jenen Barometerständen, welche nach dem auf irgend eine Weise (z. B. durch eine trigonometrische Verbindung mit genau bekannten Punkten) ermittelten wirklichen Höhenunterschiede der drei Orte an denselben in jenem Monate sich zeigen sollten, mit  $c, c', c''$ ; so hätte man die Bedingungsgleichungen:

$$c = A + Ba + Cb$$

$$c' = A + Ba' + Cb'$$

$$c'' = A + Ba'' + Cb'', \text{ woraus die Coëfficienten}$$

$A, B$  und  $C$  berechenbar sind, und es würde uns jetzt nach Substitution der Werthe die Formel  $z = A + Bx + Cy$  die Gleichung einer Ebene geben, welche ziemlich nahe als identisch angenommen werden könnte mit der eben stattfindenden Lage der Luftschichten von gleicher Dichtigkeit. Man sieht hier wohl auf den ersten Blick den Vortheil dieser Methode, welcher vorzüglich darin besteht, dass dabei nicht vorausgesetzt wird: die Luftschichten von gleicher Dichtigkeit müssten horizontal sein. Auf die zweckmässige Wahl der drei Beobachtungspuncte wird jedenfalls Viel ankommen; diese Orte sollen ein möglichst gleichseitiges Dreieck bilden, ferner darf die Entfernung der Orte untereinander nicht so gross sein, dass die Sicherheit der Interpolation verloren ginge. Von dem letzteren Umstande könnte man sich auf folgende Weise überzeugen: Wäre z. B. die Entfernung je zweier dieser Orte  $= D$ , so könnte man, nebst den fortlaufenden Barometerbeobachtungen an beiden Orten, versuchsweise etwa in der Mitte zwischen beiden in der Distanz  $\frac{1}{2}D$  ein drittes Barometer aufstellen; die Aenderungen dieses Barometers müssten dann dem Mittel der Aenderungen der beiden anderen Barometer gleich sein. Wäre diess nicht der Fall, so würde die Distanz  $D$  offenbar zu gross sein. — Um nun das bisher Gesagte noch kurz zusammenzufassen, so geht daraus hervor, dass, wenn man gleichzeitig wenigstens an drei Orten correspondirende Beobachtungen mit verglichenen Barometern anstellen würde, man eine ziemlich richtige Kenntniss (die man bei der gegenwärtigen Methode gar nicht haben kann) von der jedesmaligen Lage der Luftschichten von gleicher Dichtigkeit erhalten würde, so dass, wenn nun gleichzeitig an einem vierten Puncte eine Höhe barometrisch gemessen würde, man durch Interpolation sehr leicht die wahre Dichte einer Luftschicht erhalten könnte, welche gerade vertical unter diesem vierten Punct, und in der wahren Horizontalfläche eines der drei Orte liegt. Die Entfernungen der drei Puncte müssten durch Versuche ausgemittelt werden, es

müsste nämlich durch Beobachtungen untersucht werden, wie weit sich in einem Landstriche, in welchem eben Höhenmessungen gemacht werden sollen, die Schwankungen im Gleichgewichte der Luft erstrecken. Diese Entfernungen werden aber offenbar sich nach den Terrain- und meteorologischen Verhältnissen richten und es werden die Gränzen derselben sich nach den bisherigen Erfahrungen zwischen 20 bis 40 Meilen einschliessen lassen. Am Schlusse dieses Aufsatzes soll übrigens noch gezeigt werden, wie leicht sich diese Methode in der Praxis durchführen liesse.

Zum Schlusse theile ich hier noch eine kleine Tafel mit, welche ich aus einigen meiner Messungen zusammengestellt habe, weil dieselbe vielleicht auf das eben Gesagte noch einiges Licht werfen könnte. Ich habe nämlich im Verlaufe einiger in dem letztverflossenen Herbste des Jahres 1851 ausgeführten Messungen, die im Auftrage der k. k. geologischen Reichsanstalt gemacht wurden, versucht, wenigstens annähernd die Entfernungen zu bestimmen, in denen sich Schwankungen im Gleichgewichte der Luft in demselben Sinne noch als auf die Resultate barometrischer Höhenmessungen Einfluss nehmend, wahrnehmen lassen, indem ich auf einigen günstig gelegenen Standpuncten sorgfältig mehrere Barometerstände ablas, und dieselben auf Wien, Brünn, und Mönichkirchen berechnete. Ich machte nämlich gewöhnlich zwischen 8 und 11 Uhr Vormittags in Zwischenräumen von 30 zu 30 Minuten je fünf Barometerbeobachtungen an jedem der in folgender Tabelle enthaltenen Puncte mit einem ganz vorzüglichen Gefässbarometer von Kappeller, das mit dem Brünnner und Wiener Barometer verglichen war. Die Brünnner gleichzeitigen Beobachtungen theilte mir gefälligst Herr Dr. Olexik, die an der Wiener Sternwarte gemachten Herr Dr. Kunes mit, die von Mönichkirchen sind von Herrn Pfarrer Adlitzer. Die in den Columnen A, B und C enthaltenen Zahlen sind die Mittel aus fünf Resultaten, jedes Paar für sich berechnet, in den Columnen E und F aber enthält die obere Zahl die Seehöhe der Puncte, wenn man die arithmetischen Mittel aller fünf und zwanzig bei den fünf Puncten gemachten Beobachtungen in Brünn und Mönichkirchen gegen Wien (wo die Seehöhe der Sternwarte genau bestimmt ist) in Rechnung bringt, wo also Brünn mit der Seehöhe von 121·01 Wiener Klafter, Mönichkirchen von 515·51, und Wien von 98·05 erscheint; — die untere Zahl hingegen enthält die Seehöhe desselben Punctes, wenn die Seehöhe von Brünn und Mönichkirchen nur aus den betreffenden fünf Beobachtungen berechnet wurde; es erhalten nämlich die Seehöhen im letzten Falle bei den fünf Nummern nach der Ordnung folgende Werthe für Brünn: 119·94, 145·93, 118·76, 106·59, 113·86; für Mönichkirchen: 512·23, 522·96, 520·14, 508·28, 513·95.

Sowohl die zusammengehörigen Zahlen der Seehöhen für Brünn und Mönichkirchen, als auch die oberen Zahlen der Columnen D, E, F geben ein Bild von der jedesmaligen Lage der Luftschichten von gleicher Dichtigkeit, und es würde nicht schwer sein, nach gehöriger Reduction dieselben auch

graphisch darzustellen. Auch ist ersichtlich, wie weit sich dieser störende Einfluss erstreckt, und es ist dabei nicht uninteressant wahrzunehmen, wie die unteren Zahlen der Columnen E und F mit den Zahlen der Columne D fast durchgehends besser zusammenstimmen, als die oberen.

Nr.	Ort meiner Beobachtung	Höhenunterschied gegen			Seehöhe gegen		
		A. Wien	D. Drünn	C. Müllerkirchen	D. Wien	E. Drünn	F. Müllerk.
1	Thebner Kogel (am Einfluss der March) .....	+ 172·26	+ 150·50	— 243·07	270·31	271·51	272·44
						270·44	269·16
2	Horn, Galgenberg .....	+ 88·87	+ 41·97	— 337·35	186·92	162·98	173·16
3	Krems, Saubühel .....	+ 72·06	+ 49·12	— 352·08	170·11	170·13	163·43
						167·88	168·06
4	Gloggnitz, Gasth. z. Adler 1. St.	+ 135·50	+ 126·80	— 276·65	233·55	247·81	238·86
5	Fischau bei W. Neustadt, Hügel	+ 91·08	+ 74·54	— 327·19	189·13	195·55	188·32
						188·40	186·76

6. Nun nur noch ein Wort über Barometer-Beobachtungen selbst<sup>1)</sup>. Die Reisebarometer, deren man sich bei uns gewöhnlich bedient, sind bekanntlich entweder Gefäss- oder Heberbarometer. Die ersteren haben den Vortheil, dass dabei nur eine einmalige Einstellung und Ablesung nothwendig ist, dabei ist jedoch nothwendig, eine Correction anzubringen, die auch bei kleinen Höhendifferenzen niemals, wie diess wohl häufig geschieht, vernachlässigt werden sollte, da ihr Einfluss selten ganz unbedeutend ist. Diese Correction hängt aber ab von dem inneren Durchmesser der Röhre =  $d$ , von dem äusseren derselben =  $d'$ , und von dem inneren Durchmesser des Gefässes =  $D$ . Denn sei die Quecksilbersäule um die Grösse  $h$  gestiegen, so wird die untere Quecksilberfläche nothwendig gefallen sein um eine Grösse  $x$ , welche jedenfalls zu  $h$  addirt werden muss, um die wahre Höhe der Quecksilbersäule zu erhalten. Da das Volumen, um welches die Säule jetzt vermehrt wurde, offenbar gleich sein muss dem Volumen, um welches das Quecksilber im Gefäss vermindert wurde, so erhält man, wenn man die Ausdrücke für diese beiden Grössen einander gleich setzt,  $x = \frac{d^2 h}{D^2 - d'^2}$ . Natürlich ist hier noch nothwendig, denjenigen Punct der Scale zu kennen, dessen Angabe mit der wirklichen Länge der Quecksilbersäule übereinstimmt, weil die Correction nach beiden Seiten im entgegengesetzten Sinne angebracht werden muss. Heberbarometer haben diese Correction zwar nicht nöthig, allein sie haben wieder den nicht unbedeutenden Nachtheil, dass man mit zwei Nonien einstellen muss, dass also der Fehler im Einstellen und Ablesen sich verdoppeln kann:

<sup>1)</sup> K. Kreil's Entwurf eines meteorologischen Beobachtungssystems für die österreichische Monarchie, Wien 1850, enthält Alles, was sich über das praktische Verfahren bei Barometer-Beobachtungen sagen lässt, worauf daher hier verwiesen wird.

auch ist man beim Einstellen genöthigt, längere Zeit mit dem Barometer in Berührung zu bleiben, daher das Quecksilber dem erwärmenden Einflusse des Körpers länger ausgesetzt ist. Auch ist es bei diesen Barometern schwierig, wenn das Quecksilber gerade im raschen Steigen oder Fallen begriffen ist, mit beiden Nonien scharf einzustellen, da man für jeden doch eine gewisse, wenn noch so kurze Zeit nöthig hat. — Endlich kann ich nicht umhin, hier noch eines Instrumentes zu erwähnen, welches bei der Messung des Luftdruckes in neuester Zeit hic und da Eingang gefunden hat; ich meine nämlich das sogenannte Aneröide-Barometer. In Dingley's polyt. Journal und in anderen Blättern finden sich Beschreibungen desselben, so wie dasselbe zuerst von Vidi in Paris, neuestens von Hohnbaum in Hannover construiert wird. Dasselbe ist wohl zu unterscheiden von den Barometern und Manometern des Mechanikers Bourdon<sup>1)</sup> in Paris, obwohl das äussere Ansehen beider oft täuschend ähnlich ist; die letzteren sind nämlich vorzugsweise für sehr starke Pressungen, also für Luftpumpen, Gebläse, Dampfmaschinen zu empfehlen; das erstere aber scheint eine sehr bedeutende Empfindlichkeit zu besitzen, die es zu Messungen des Druckes der atmosphärischen Luft vorzüglich geeignet macht. Da die Eigenthümlichkeiten dieses Instrumentes meines Wissens noch nicht sehr bekannt sind, so habe ich ein vor kurzen erworbenes von Hohnbaum einige Wochen hindurch zur Vergleichung mit einem dort befindlichen guten Normalbarometer und einem älteren Pariser Aneröide an die hiesige (Prager) Sternwarte gegeben (welche Vergleichung Herr Prof. Dr. Jelinek zu übernehmen die Güte hatte). Die Resultate dieser Vergleichung sollen, sobald auch noch einige controlirte Höhenmessungen damit gemacht sein werden, bekannt gemacht werden, übrigens zeigen bereits die bisher gemachten Beobachtungen, dass das Instrument wenigstens in Bezug auf seine Empfindlichkeit ein grösseres Vertrauen verdiene, als man beim Anblick desselben und bei Kenntniss seines Principes ihm zu schenken geneigt ist. Nur ist dabei zu bemerken, dass kein solches Aneröide unmittelbar zur Messung des Luftdruckes gebraucht werden könne, sondern dass es jedesmal früher mit einem Normalbarometer längere Zeit hindurch sorgfältig verglichen werden müsse, um aus dieser Vergleichung erstens die Correction der Eintheilung der Scale, zweitens den constanten Fehler der Verschiebung der ganzen Scale, und endlich drittens den Wärmeoefficienten zu berechnen, und sich darnach Reductionstabellen anzufertigen. Der Luftdruck wird dann nach Anbringung dieser Correctionen schon immer auf 0° reducirt erscheinen. Uebrigens ist das Instrument wegen seiner geringen Grösse und bequemen Form sehr leicht transportabel und dürfte sich zu Reisen ganz besonders eignen, wenn nicht zu befürchten wäre, was die Erfahrung est widerlegen muss, dass dasselbe wegen seines feinen Mechanismus bei starker

---

<sup>1)</sup> *Publications industrielles: M. E. Bourdon „Manomètres et baromètres métalliques sans mercure.“ Paris 1851.*

Bewegung oder gar bei Stößen mehr leiden würde als ein gut verwahrtes Barometer.

Hier dürfte übrigens auch der Ort sein, auf eine Fehlerquelle aufmerksam zu machen, die sonst nur selten zur Sprache kömmt. Es ist diess nämlich die Zeit der Beobachtung; und zwar unterläuft hier ein zweifacher Fehler.

Erstens ist nämlich in den meisten Fällen anzunehmen, dass der Reisende bloss mit einer gewöhnlichenguten Sackuhr versehen ist. Jede Uhr aber hat einen gewissen Fehler, und selbst eine Uhr, die sonst unter gewöhnlichen Umständen einen ganz guten Gang zeigt, fängt an bedeutend vorzueilen oder zurückzubleiben, wenn mit derselben, wie diess gerade bei reisenden Geologen der Fall ist, bedeutende Fussreisen unternommen werden, wo sie starkem Temperaturwechsel, oft auch Stößen ausgesetzt ist. Wenn eine solche Reise mehrere Monate in wenig bevölkerten Gegenden dauert, so kann der Fehler auf 15 Minuten und noch mehr steigen, denn dass man in kleinen Orten und auch in Landstädtchen seine Uhren nicht corrigiren kann, weiss wohl Jeder, da es nichts Seltenes ist, wenn daselbst die Uhren um eine halbe Stunde gegen die mittlere Zeit differiren. Einen so geringen Einfluss nun dieser Fehler wegen einer Viertel- oder halben Stunde an solchen Tagen hat, an denen die Quecksilbersäule sehr geringe Bewegung zeigt, so gross kann er hingegen werden an Tagen, wo dieselbe an einem oder an beiden Orten starken Schwankungen unterliegt. Es sollte daher entweder der Reisende vor Beginn seiner Reise am Orte der correspondirenden Beobachtungen seine Uhr möglichst reguliren, während der Reise die Uhr aber gar nicht corrigiren, sondern erst nach vollendeter Reise dieselbe wieder an jenem ersten Orte vergleichen, um seinen Uhrfehler zu finden und denselben auf alle Beobachtungstage vertheilen zu können; — oder es sollte sich jeder Reisende mit einer kleinen Taschensonnenuhr versehen, und so oft als möglich mit Hilfe dieser und der Zeitgleichung seine Uhr auf mittlere Zeit stellen.

Zweitens entsteht auch häufig durch die Interpolation ein bedeutender Fehler, indem nämlich Barometer- und Thermometerstand des correspondirenden Punctes reducirt wird auf die Zeit der Beobachtung am anderen Puncte. Wie falsche Resultate dabei vorkommen können, besonders wenn am ersten Puncte nur dreimal täglich beobachtet wird, davon kann sich jeder überzeugen, der sich die Mühe nimmt, nur einige Tage hindurch täglich jede Stunde von 6 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends den Barometer- und Thermometerstand zu notiren, und dann versuchsweise durch Interpolation aus je zwei dieser Beobachtungen, z. B. aus der um 6 Uhr Vormittags und aus der um 2 Uhr Nachmittags, einen dritten zwischenliegenden, z. B. den um 9 Uhr, zu finden. Der Luftdruck nimmt nämlich durchaus nicht proportional der Zeit zu und ab, sondern befolgt einen eigenen Gang; überdiess liegen auch die an den correspondirenden Puncten gewöhnlich eingeführten Beobachtungszeiten (meistens 6 Uhr Vormittags, 2 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Nachts) niemals in den Wendepuncten der Barometerstände, sondern die Maxima und Minima derselben fallen auf ganz andere Zeiten, so z. B. fällt das Maximum des Barometerstandes in den Monaten

Mai bis September in unseren Gegenden gewöhnlich um die neunte Vormittagsstunde, das Minimum aber auf vier oder fünf Uhr Nachmittags. Befinden sich am correspondirenden Punkte selbstregistrirende Barometer, so ist diesem Uebelstande von selbst abgeholfen; wenn jedoch diess nicht der Fall ist, so wäre es wohl wünschenswerth, dass für die Dauer der Höhenmessungen noch zwei Beobachtungsstunden, nämlich etwa 9 Uhr Vormittags und 5 Uhr Nachmittags, eingeschaltet würden.

## II. Die trigonometrische Methode.

7. Das Princip dieser Methode besteht bekanntlich darin, dass aus der horizontalen Entfernung und aus dem Höhenwinkel oder der Zenithdistanz eines Punctes der Höhenunterschied gegen den Beobachtungsort oder Standpunct gefunden wird. Der Fehler der Entfernung, in sofern derselbe aus der Verbindung beider Puncte mit einer gemessenen Basis oder auf sonst eine Weise erhalten wird, ist jedenfalls so gering, oder kann durch zweckmässige Aufstellung so klein gemacht werden, dass er hier nicht weiter zu betrachten ist. Es bleibt daher nur noch die Richtigkeit der Zenithdistanz zu prüfen übrig. Die Theorie macht dabei folgende zwei Voraussetzungen: 1. dass die Richtung des Bleiloths an dem Beobachtungspuncte zugleich anzeige die Richtung des Erdhalbmessers an diesem Orte, oder, was dasselbe ist, dass die Oberfläche des Wassers parallel sei dem wahren Horizont daselbst; und 2. dass zwar durch die Strahlenbrechung die Grösse des gemessenen Winkels unrichtig angegeben werde, dass aber der daraus entstehende Fehler ein regelmässiger, zu der Entfernung der beiden Puncte in bekannter Beziehung stehender sei.

Gehen wir auf die erste dieser Voraussetzungen näher ein, so wurde schon oben angeführt, dass dieselbe eigentlich nicht strenge richtig sei. Es scheint aber, als ob dieser Umstand erst seit jener Zeit bei uns gehörig gewürdigt würde, seitdem die bereits oben erwähnte Schrift von Dr. Fuchs, die wegen ihrer strengen Consequenz und wegen der Schärfe der Beobachtung jedem Geometer anempfohlen werden kann, in weiteren Kreisen bekannt wurde. Es ist hiebei nur das Eine zu bedauern, dass dem scharfsinnigen Verfasser die früheren Schriften über diesen Gegenstand nicht bekannt, oder doch nicht zugänglich gewesen zu sein scheinen; denn in der That ist er nicht der Erste, welcher diesen Gegenstand zur Sprache brachte, da die theoretische Richtigkeit seiner Folgerungen kaum je von irgend einem Physiker bezweifelt wurde. Ohne die vielen wichtigen Bemerkungen über diesen Gegenstand, die sich in den Beschreibungen fast aller Gradmessungen der Franzosen, Engländer und Deutschen vorfinden, hier anzuführen, glaube ich doch Folgendes erwähnen zu müssen. Schon der grosse Begründer des allgemeinen Gravitationsgesetzes, Isaak Newton, sagt in seiner berühmten Schrift<sup>1)</sup>: „*That a mountain of*

<sup>1)</sup> Isaak Newton: *System of the world*.

*an hemispherical figure, three miles high and six broad, will not by its attraction draw the plumbline two minutes out of the perpendicular.*“ Wenn auch die Abweichung nicht wirklich so gross ist, denn die Rechnung gibt nur etwas mehr als eine Minute, so ist doch klar, dass schon Newton die Ablenkung des Lothes und der Libelle durch grosse Gebirgsmassen erkannt und auch ausgesprochen hat, und wäre es möglich, dass einem solchen Geiste die nothwendigen Consequenzen dieses Satzes nicht aufgefallen wären? Eben so beobachtete schon Bouguer <sup>1)</sup> bei seinen bekannten Messungen in Peru mit La Condamine am Chimborazo in einer Höhe von 2400 Toisen eine Ablenkung des Pendels von 7'5. Maskelyne <sup>2)</sup> machte seine Pendelversuche nicht sogleich am Shehallien, sondern in einem District an den Gränzen von Yorkshire und Lancashire in der Nähe der Berge Pendle-Hill, Peny-gant, Ingle-borough und Wernside, erst später wurde der zu diesen Beobachtungen geeignete Berg in Schottland gefunden <sup>3)</sup>. Später beschäftigte sich vorzüglich von Zach <sup>4)</sup> mit dieser Frage, und man findet in seiner „monatlichen Correspondenz“ mehrere zerstreute Aufsätze, in denen dieser Gegenstand besprochen wird, so namentlich in einem Berichte von Svanberg über die nordische Gradmessung. Wegen der Feinheit der dabei nothwendigen Messungen und wegen des geringen Einflusses dieses Umstandes auf gewöhnliche Messungen, ist diese Frage fast immer nur für die Astronomen von Wichtigkeit gewesen. Wie weit man aber in der Behandlung derselben schon ist, und wie fein die Messungen in dieser Beziehung ausgeführt werden können, beweist der vor einigen Jahren gemachte Vorschlag Struve's, die Ablenkung des Pendels an entgegengesetzten Ufern von Canälen oder Meeresbuchten, in denen die Fluth eine beträchtliche Höhe erreicht, zu messen. In neuerer Zeit sind mir über denselben Gegenstand eine höchst interessante Abhandlung von Humboldt <sup>5)</sup>, eine Arbeit von Pétit <sup>6)</sup>, über die Abweichung des astronomischen vom geodätisch gefundenen Breitenunterschiedes zwischen Paris und Toulouse um die Grösse von etwa 7'', welche ähnlichen Ursachen zugeschrieben wird, und zwei Aufsätze

<sup>1)</sup> Bouguer: *Figure de la terre*.

<sup>2)</sup> *Philosophical Transactions*, 1775, 1778.

<sup>3)</sup> Hutton: *Tracts on mathematical and philosophical subjects*. London 1812. Vol. III.

<sup>4)</sup> v. Zach: Monatliche Correspondenz. VIII. Bd., 1803, pag. 507 in dem Aufsatz: „Beweis, dass die österreichische Gradmessung des Jesuiten Liesganig sehr fehlerhaft u. s. w. sei.“ — Monatliche Correspondenz, XX. Bd., 1810. „Ueber Densität der Erde und deren Einfluss u. s. w.“ — *L'attraction des montagnes, et ces effets sur le fil à plombs*. Avignon 1814.

<sup>5)</sup> Alexander v. Humboldt hat in der Sitzung der berliner Akademie der Wissenschaften vom 18. Juli 1842 einen Vortrag über die mittlere Höhe der Continente gehalten, in welchem er sich auch über den Unterschied zwischen dem Schwerpunct des Volumens und dem der Masse der Continente über dem jetzigen Meeresniveau ausspricht.

<sup>6)</sup> Pétit: *Comptes rendus*, 17. December 1849.

von Peters<sup>1)</sup> und Lindenu<sup>2)</sup> bekannt geworden. Wenn ich hier Einiges über die Literatur dieses Gegenstandes anzuführen mir erlaubte, so geschah diess bloss, um die Meinung zu widerlegen, als ob derselbe bisher noch keine Beachtung gefunden hätte; im Gegentheil ist die Theorie desselben schon lange als abgeschlossen zu betrachten.

Auch dürfte die Meinung wenigstens für die Praxis als irrig zu bezeichnen sein, als ob man durchaus nicht im Stande wäre, die Grösse der Ablenkung eines Lothes und somit die Grösse der Anziehung eines isolirten Berges zu messen, indem die Niveaux, die doch auch nothwendig zur Ermittlung der horizontalen Entfernung der Beobachtungspuncte auf beiden Seiten des Berges angewendet werden müssen, ebenfalls diesem Einflusse unterlegen, daher auch die erhaltene Entfernung eine falsche wäre, und somit der Fehler im astronomischen und geodätischen Bogen der beiden Orte nicht richtig erkannt werden könne. Es wird dabei übersehen, dass der durch das falsche Niveau entstehende Fehler in der Distanz nur ein Fehler zweiter Ordnung ist, welcher überdiess noch durch gegenseitige Correction mit grosser Genauigkeit gefunden werden kann, und dass der Fehler in der Beobachtung der Zenithdistanz von Sternen an beiden Orten in doppelter Grösse erscheint<sup>3)</sup>.

Alle directen Beobachtungen aber, welche bisher über diesen Gegenstand gemacht wurden, haben den Fehler als für gewöhnliche trigonometrische Höhenmessungen sehr klein dargestellt, so dass sich die oft bedeutenden Differenzen in den trigonometrischen Messungen, die bei in derselben Richtung ausgeführten Operationen erhalten werden, kaum aus diesem Umstande erklären lassen. Der Schluss, dass, wenn schon der kleine 3000 Fuss hohe Shehallien das Loth um 5'8 abgelenkt habe, die Einwirkung am Saume grösserer Massen auch grösser sein müsse, gilt wohl nicht allgemein, sondern ebenfalls wieder nur für den Fall, dass die Form dieser Massen eine für die Ablenkung eben so vortheilhafte sei, wie eben der genannte Berg, nämlich isolirt, aus ebenem Lande schroff emporsteigend und eine compacte, nur wenig von Thälern und Schluchten durchschnittene Masse bildend, wie diess in den Hochländern Amerika's, und zum Theile wenigstens auch in den Venetianer Alpen der Fall ist, wo Hr. Dr. Fuchs seine Messungen machte. In allen anderen gewöhnlich vorhandenen Fällen, wo die Gebirgskette nach allen Richtungen weithin Vorberge aussendet, wo diese durch grosse und breite Längen- und Querthäler

---

<sup>1)</sup> Schumacher's Astronom. Nachricht. Dr. C. A. F. Peters: Von den kleinen Ablenkungen der Lothlinie und des Niveau's, welche durch die Anziehung der Sonne, des Mondes und einiger terrestrischer Gegenstände hervorgebracht werden.

<sup>2)</sup> Schumacher's Astronom. Nachricht. v. Lindenu: Ueber die Unveränderlichkeit der Erdmasse, in Nr. 731.

<sup>3)</sup> In den Sitzungsberichten der naturwissenschaftlichen Section der mähr.-schl. Gesellschaft vom Jahre 1851 findet sich von mir ein kurzer Vortrag über die Methode dieser Messungen, welche übrigens ausführlich in den oben Seite 23 Note 2 und 3 citirten Werken zu finden sind.

durchschnitten sind, wodurch sie oft mehr als drei Viertel ihrer Masse verlieren, welche sie haben würden, wenn man sich von ihren Ausläufern an durch ihre höchsten Kuppen eine mathematische Kugelfläche gelegt dächte, wie diess in der vielfach erwähnten Schrift geschieht, kann dieser Schluss wohl nicht gezogen werden. Ich glaube, dass eine ziemlich genaue Berechnung des Volumens und der Masse eines zweckmässig gewählten, isolirten, kleineren Gebirgsarmes nicht so ganz unmöglich ist, nur müsste man jeden, auch den kleinsten Zweig für sich betrachten, und zwar am einfachsten als dreiseitiges Prisma, dessen eine Seite (die horizontale) aus einer guten topographischen Karte zu nehmen wäre, als dessen Abstand der oberen Kante von der unteren Seite die mittlere Höhe des Gebirgsjoches, nicht aber die höchsten Punkte des Gebirges, angenommen werden könnten. Sicherlich würde man dann weit kleinere Resultate für den Einfluss der Anziehung finden, und sich überzeugen, dass, obwohl ein solcher vorhanden ist, derselbe doch bei gehöriger Terrainkenntniss und Umsicht des Geometers immer so klein gemacht werden kann, dass er kaum in Betracht zu ziehen kömmt gegen die Grösse der so häufig vorkommenden Differenzen.

8. Weit wichtiger, weil vom grösserem Einflusse als der eben besprochene, scheint mir der oben bereits erwähnte zweite Umstand zu sein, welcher auf die Genauigkeit trigonometrischer Messungen sehr störend einwirkt, und dem ich zum grossen Theil die Ursache der Fehler und Differenzen in denselben zuschreiben möchte. Es ist diess nämlich die terrestrische Refraction. Wenn man durch ein gutes achromatisches Fernrohr auf ein einigermaßen entferntes gut beleuchtetes Signal blickt, und dasselbe mit dem Faden scharf pointirt, später aber, ohne das Fernrohr zu berühren, wieder hindurchsieht, um sich von der Richtigkeit der Einstellung zu überzeugen, so wird man, in je grösseren Zwischenräumen diess geschieht, desto zweifelhafter über die Einstellung; ja zu gewissen Stunden ergeben sich schon beim einmaligen Hindurchsehen grosse Zweifel, indem der anvisirte Punkt bald ober, bald unter dem Horizontalfaden erscheint, kurz ein mehr oder weniger starkes Zittern des Bildes im Fernrohr bemerkt wird. Anfänger halten gewöhnlich eine ängstliche Stellung des Körpers oder eine unrichtige Stellung des Oculars für die Ursache. Bei häufigeren Messungen überzeugt man sich jedoch bald, dass die Ursache einzig und allein in der ungleichförmigen Brechung der Lichtstrahlen gesucht werden müsse, welche durch eine ungleiche Erwärmung der Luftschichten, die der Visirstrahl durchgeht, hervorgebracht wird, und dass demzufolge auch dieses Wallen und Schwirren des Bildes im Laufe des Tages grösser oder geringer wird, je nachdem durch das Steigen und Fallen der Sonne und die Erwärmung oder Ausstrahlung des Bodens weniger oder mehr Gleichgewicht herrscht unter den aufeinander liegenden Luftschichten. In jedem Handbuche der Geodäsie findet man nun zwar (gewöhnlich bei Entwicklung der Formeln für trigonometrische Höhenmessungen) immer auch den sogenannten Refractionscoëfficienten angegeben, mit welchem die gemessene Zenithdistanz corrigirt

werden soll, und in der Regel begnügt man sich bei Messungen mit dieser Verbesserung. Es ist dabei bekanntlich der theoretisch richtige Grundsatz aufgestellt, dass die Grösse des Winkels für die Strahlenbrechung abhängig sei von der horizontalen Entfernung des Objectes, und diese Entfernung auf der Erdoberfläche als Bogenstück des Erdhalbmessers in Secunden ausgedrückt und mit  $C$  bezeichnet, soll der Refractionscoefficient jene Zahl angeben, mit welcher  $C$  zu multipliciren ist, um die Grösse des Winkels für die Refraction selbst zu erhalten. Die theoretische Bestimmung dieses Coefficienten für den Fall, wo der Luftdruck regelmässig nach oben abnimmt, ist von den Geometern vollkommen erschöpft. So wurde derselbe von Delambre bei der französischen Gradmessung = 0.084, von Gauss bei der Gradmessung in Hannover = 0.0653, von Coraboeuf bei seinen geodätischen Arbeiten in den Pyrenäen = 0.0648, von Bessel bei seiner Gradmessung in Ostpreussen = 0.0685, endlich von Struve bei seiner Gradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands = 0.0619 gesetzt, und neuestens hat Claussen <sup>1)</sup> die Correction der Zenithdistanz =  $\frac{315}{3030} C$  angeben. Allein die arbeitenden Geometer übersehen sehr häufig, dass der Werth dieses Coefficienten von den eben genannten Gelehrten unter Voraussetzung einer regelmässigen Anordnung der Luftschichten berechnet wurde, eine Anordnung, die in Wirklichkeit nur sehr selten stattfindet, so dass die in der Natur während der Beobachtung herrschende Strahlenbrechung häufig einen ganz anderen, oft gerade entgegengesetzten Werth hat, als der Refractionscoefficient angibt. Indess tritt dennoch täglich zu einer gewissen Zeit ein solcher Zustand der Luft ein, welcher dem normalen, bei obigen Zahlenwerthen vorausgesetzten entspricht, und zwar ist diess immer jener Moment in den Nachmittagsstunden, wo die Erde aufhört bei der fallenden Temperatur der Luft von derselben weitere Wärme aufzunehmen, und wo sie selbst durch Ausstrahlung einen Theil der empfangenen Wärme an die sie bedeckende Luftschicht wieder abzugeben beginnt. Dieser Zeitraum ist allein derjenige, in welchem für die Strahlenbrechung obige Coefficienten angewendet werden können, er trifft gewöhnlich zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags ein, und ist bei bewölktem Himmel von längerer, bei heiterem Himmel und Sonnenschein von kürzerer Dauer. In diesem Zeitraume sind die Bilder im Fernrohr vollkommen ruhig, und er ist daher auch für Verticalmessungen der geeignetste. Allein wie weit würde ein Geometer kommen, welcher in einem Tage möglichst viele Zenithdistanzen nehmen soll, wenn derselbe bloss einen so kurzen Zeitraum benützen dürfte; er kehrt sich daher auch in der Praxis selten daran, und misst meistens den ganzen Tag hindurch, wenn nicht eine ganz ungewöhnliche Unruhe das Einstellen des Horizontalfadens unmöglich macht, was jedoch selten geschieht, weil man bei einiger Uebung mit ziemlicher Sicherheit auf

---

<sup>1)</sup> Schumacher's Astron. Nachr. Nr. 738. Dr. Th. Claussen: Einfluss der Refraction auf geodätische Höhenmessungen.

das Mittel der Bewegung des Bildes einstellen kann. (Ich spreche hier natürlich nicht von astronomischen Arbeiten.) Diess hätte nun nichts weiter auf sich, wenn nicht gerade jene Unruhe andeuten würde, dass die Refraction in diesem Augenblicke eine ganz andere, als die bei normalem Luftdrucke herrschende ist, und dass daher, wenn auch wirklich genau auf das Mittel der Bewegung des Bildes eingestellt würde, man jetzt nicht jene obigen Refractionscoefficienten anwenden könne. Der Raum und vorzüglich der Zweck dieses Aufsatzes gestattet nicht, diesen, wie es mir scheint hochwichtigen und bisher von den Geometern wenig beachteten Gegenstand ausführlicher zu besprechen; indess kann ich doch nicht umhin, noch einige Bemerkungen zu machen über die Grösse der hiebei entstehenden Fehler und die Möglichkeit dieselben wenigstens einigermaßen auszugleichen. Die Grösse der Fehler wegen unrichtiger Berechnung der Refraction scheint mir jedenfalls grösser, als Dr. Fuchs und die meisten Geometer mit ihm anzunehmen geneigt sind, und ich selbst nehme keinen Anstand zu gestehen, dass ich die Grösse derselben für keine bei gewöhnlichen trigonometrischen Bergmessungen besonders bedeutende hielt. Folgende Beobachtung aber gab mir Gelegenheit, dieselbe richtiger zu beurtheilen. Im Verlaufe der bereits oben erwähnten Messungen begab ich mich am 30. August 1851 Morgens auf einen höheren Punct bei Krems, auf den sogenannten Saubühel, um die Höhenwinkel mehrerer Puncte mittelst eines vorzüglichen Stampfer'schen Nivellirinstrumentes zu messen. Es hatte mehrere Tage zuvor geregnet, und diess war der erste heitere Tag; die Luft schien ganz rein, die Temperatur war sehr niedrig, etwas über  $+7^{\circ}0$  R.; nur über dem Donauströme lagerten dicke Nebelschichten, welche jedoch die freie Aussicht auf die höheren Puncte des gegenüberliegenden Ufers nicht hinderten. Nachdem ich einige Puncte diesseits pointirt hatte, wollte ich auch einige am jenseitigen Ufer bestimmen. Ich stellte den Horizontalfaden, um etwa  $8^{\text{h}}30'$  V., zuerst auf den grossen Staatzer Berg hinter Göttweig, dessen höchster Punct scharf markirt war; durch das Fernrohr blickend bemerkte ich eine ganz ungewöhnliche Unruhe des Bildes im Fadenkreuze, indess nahm ich dennoch das Mittel und notirte die Angabe der Mikrometerschraube, welche bekanntlich bei den obengenannten Instrumenten zu einer sehr genauen Messung von kleinen Verticalwinkeln benützt werden kann. Sodann nahm ich den Verticalwinkel der oberen Kante der Fundamentmauer am Stift Göttweig und endlich die Fundamentmauer von Schloss Wolfsberg. Die zunehmende Unruhe aber bestimmte mich, die Messung aller jenseitigen Puncte zu verschieben, und lieber diesseitige Puncte, welche ziemliche Ruhe im Fernrohr zeigten, zu bestimmen. Nachmittags nun, um etwa  $4^{\text{h}}15'$ , als längst schon die Nebelmassen vom Ströme gewichen waren, bei einer Temperatur von  $+14^{\circ}5$  R., ging ich wieder daran, bei noch unverändertem Standpuncte, die jenseitigen Puncte zu messen; die Bilder waren jetzt fast ganz ruhig, und ich begann wieder mit den drei genannten Puncten. Da mir eine so starke Unruhe der Bilder, wie vorhin, noch nicht vorgekommen war, berechnete ich gleich nach meiner Rückkunft in Krems

die zweimal gemessenen Höhenwinkel jener drei Punkte. Folgendes war das Resultat :

Nr.	Visur auf	Höhenwinkel bei		C. Differenz	D. Horizontal- Distanz Wr. Klafter	Der Stand- punct ist
		A. sehr unruhig	B. fast ruhig			
1	Staatzer Berg . . . .	1°21'42"	1°22'29"	+47"	6650	tiefer
2	Göttweig . . . . .	0°46'21"	0°47'13"	+52"	3980	tiefer
3	Wolfsberg . . . . .	0°55'29"	0°54'43"	-46"	2860	höher

So grosse Differenzen, wie sie die Column C zeigt, hatte ich nicht erwartet; daher ich mich am 31. August Nachmittags auf denselben Standpunct begab, die Axe des Fernrohr möglichst genau so hoch stellte, wie Tags zuvor, und noch nebst einigen anderen die oben genannten drei Verticalwinkel bei ziemlicher Ruhe der Bilder mehreremale maass. Die Resultate differirten im Mittel kaum um 2 Secunden von den in der Columne B enthaltenen, welche daher auch von mir beibehalten wurden. Aus dieser Erscheinung, die ich wenigstens noch nie in so auffallender Weise bemerkt hatte, glaubte ich vorläufig schliessen zu dürfen, dass erstens die Grösse der Unruhe des Bildes in irgend einem Zusammenhange stehe mit der Grösse der Abweichung der eben stattfindenden von der normalen Refraction; zweitens dass die Grösse dieser Abweichung auch im entgegengesetzten Sinne stattfinden könne, wie diess gerade hier der Fall war, so dass es denkbar ist, dass durch eine solche nicht normale Refraction der beobachtete Winkel dem wahren näher sein könne, als der bei normaler Refraction gemessene; endlich drittens, dass die Vergrösserung des Fehlers bei nicht normaler Refraction nicht immer proportional sei der horizontalen Entfernung, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern dass sie, rein von localen Verhältnissen abhängig, einen nahe gleichen Werth habe für alle jene Punkte, welche jenseits der Gränze dieses die normale Lagerung der Luftschichten störenden Einflusses sich befinden. So erklärt sich die aus der Columne C und aus der letzten ersichtliche verkehrte Wirkung der Refractionen, durch welche gerade die Winkel im Nr. 1 und 2 hätten vergrössert, und der in 3 hätte verkleinert werden sollen, dadurch, dass die Luftschichten über dem Donaustrome, vermög der Ausdünstung des wahrscheinlich wärmeren Wassers, weniger dicht waren als die gleich hohen über dem Festlande. —

Ich würde es noch nicht wagen, die Schlüsse zu veröffentlichen, welche ich damals aus diesen drei Beobachtungen, deren Zahl jedenfalls zu gering ist, ziehen zu dürfen glaubte, sondern würde die Resultate eigends zu diesem Behufe angestellter Beobachtungen abgewartet haben, wenn ich nicht mittlerweile in die Kenntniss zweier gehaltvoller Schriften, die eine von dem Astronomen an der Pulkowa'er Hauptsternwarte G. Sabler <sup>1)</sup>, die andere von dem berühm-

<sup>1)</sup> G. Sabler: Beschreibung der zur Ermittlung des Höhenunterschiedes zwischen dem caspischen und schwarzen Meere auf Veranlassung der kaiserl. Akademie u. s. w. ausgeführten Messungen. St. Petersburg 1849, pag. 249 u. s. w.

ten Director derselben M. Struve <sup>1)</sup> gelangt wäre, in denen analoge Erscheinungen in den kaukasischen Steppen angeführt und besprochen werden, so dass über das Factum selbst, sowie auch im Allgemeinen über die Richtigkeit der oben gemachten Schlüsse kaum ein Zweifel bleibt. Wenn ich auch nicht der Meinung bin, dass die dort von S abler angegebenen Coëfficienten für die verschiedenen Zustände der Bilder (S abler selbst unterscheidet nämlich folgende sechs Zustände: sehr ruhig, ruhig, fast ruhig, etwas unruhig, unruhig, sehr unruhig) ganz allgemein gültig sind, sondern dass sie von meteorologischen Einflüssen und von der Beschaffenheit des Terrains abhängen, und wahrscheinlich bei uns kleinere Werthe haben, dafür aber nicht so regelmässig auf einander folgen; — so kann ich doch nicht umhin, hier auf diese wichtigen und wie ich glaube noch wenig bekannten Thatsachen aufmerksam zu machen, und zu Beobachtungen in dieser Richtung aufzufordern. Es wäre vielleicht dabei auf folgende Punkte vorzüglich die Aufmerksamkeit zu richten: 1. Ist mit einer grösseren Unruhe des Bildes im Fernrohre jedesmal auch eine grössere Störung im Gleichgewichte der Luftschichten verbunden? (Diese Untersuchung könnte mit einem guten Stampfer'schen Nivellirinstrumente ansgeführt werden, und es käme dabei vorzüglich auf eine grosse Anzahl von Beobachtungen an). 2. Ist es möglich, wenigstens einige Grade der Unruhe des Bildes im Fernrohre unabhängig von dem subjectiven Urtheile des Beobachters zu unterscheiden (dieses dürfte am schwierigsten zu lösen sein, Versuche mit sehr feinen Mikrometern würden vielleicht zum Ziele führen). 3. Ist die unregelmässige Refraction (von der eben hier gesprochen wird) immer unabhängig von der horizontalen Entfernung. 4. Um welchen Werth ist für jeden Grad der Unruhe des Bildes in irgend einem bestimmten Landstriche der sogenannte regelmässige Refractions-coëfficient zu vermehren oder zu vermindern (gleichzeitige, reciproke Beobachtungen von zwei Beobachtern würden hier am sichersten zum Ziele führen). Endlich 5. in wiefern sind diese Zahlen von den relativen Höhenunterschieden abhängig? (diese Frage gewinnt vorzüglich dadurch an Wichtigkeit, weil man, wenn sie gelöst wäre, bei Messungen in jenen Gegenden, in welchen einige eminente Spitzen fortwährend sichtbar bleiben, sich ununterbrochen von der Grösse der eben stattfindenden Refraction in Kenntniss erhalten könnte). Ich glaube, dass hierauf bezügliche Bemühungen einen sehr günstigen Einfluss auf die Genauigkeit hypsometrischer Messungen haben müssten, besonders bei Arbeiten der Art, wie sie hier vorausgesetzt werden, wo also von einem einzigen Standorte möglichst viele Punkte bestimmt werden sollen, und daher die Distanzen, oft absichtlich, ungewöhnlich gross genommen werden. So würde z. B. ein Fehler von 52 Secunden im Höhenwinkel bei einer Distanz von 10,000 Klaftern etwa um 15 Fuss, bei einer Distanz von 20,000 Klaftern aber schon um etwa

---

<sup>1)</sup> *Connaissance des temps pour l'an 1853. Paris 1850, pag. 57. M. W. Struve: Recherches sur la réfraction terrestre, et détermination de la hauteur de plusieurs sommets du Caucase.*

30 Fuss die Höhe gefehlt geben. Jene Geodäten, welche die Grösse des Fehlers der unregelmässigen Refraction kennen oder vermuthen, suchen ihn dadurch unschädlich zu machen, dass sie kurze Distanzen nehmen, und nur bei ganz ruhigen Bildern beobachten, so Bayer <sup>1)</sup> und zum Theil Bessel <sup>2)</sup>; allein wie unsicher man noch über die Zeit der Ruhe des Bildes ist, welche immer nur sehr kurz dauert, beweisen die verschiedenen Angaben für den Eintritt dieses Zeitpunctes; so setzt ihn Bayer um die Mittagszeit, Sabler hingegen in  $\frac{2}{3}$  der Zeit vom Mittag bis Sonnenuntergang, also etwa zwischen 4 bis 6 Uhr Nachmittags. Soviel aber ist aus dem bisher Gesagten ersichtlich, dass man, um die Beobachtung von der unregelmässigen Refraction frei zu haben, immer nur bei Messungen an jenen kurzen Zeitraum im Tage gebunden ist, und nur die richtige Erkenntniss der ersteren und die Möglichkeit ihrer Berechnung wird auch zu anderen Tageszeiten Messungen erlauben, die von Fehlern frei sind, deren Ursache weder in der zu geringen Feinheit und Güte des Instrumentes, noch in dem Verfahren des Beobachters liegen.

Um nun das bisher Gesagte nochmals kurz zusammenzufassen: sei  $C$  die in Secunden des Bogens der Erdoberfläche ausgedrückte Entfernung der beiden Punkte,  $\alpha$  der Coëfficient der regelmässigen Refraction, sei ferner  $u$  die Grösse der Unruhe des Bildes, und  $\beta$  ein dazu gehöriger unbekannter Coëfficient, so wird der ganze Fehler wegen der Refraction ausgedrückt werden müssen als  $\rho = f(C, u)$ , oder specieller . . .  $\rho = \alpha C \pm \beta u$ , anstatt wie bisher  $\rho = \alpha C$ . Für die regelmässige Refraction wird  $u = 0$ , somit  $\rho = \alpha C$ ; da nun  $\alpha C$  bereits hinlänglich genau erkannt ist, so werden sich die Untersuchungen nur auf das zweite Glied  $\beta u$  zu erstrecken haben.

### III. Einige Vorschläge über einen systematischen Vorgang bei Höhenmessungen und über die Benützung derselben.

9. Ich erlaube mir nun noch, zum Schlusse dieses ganzen Aufsatzes, die Grundzüge vorzulegen, von denen ich glaube, dass ihre Anwendung und Befolgung bei einer grossen geologischen Landesaufnahme einen Zusammenhang, ein System und eine Controle in die dabei von den einzelnen reisenden Geologen zugleich vorzunehmenden Höhenmessungen bringen, so dass die letzteren in der bezeichneten Richtung ausgeführt, eine Bereicherung der physikalischen Geographie bilden, uns viele Aufschlüsse über die äussere Form der Oberfläche, über die Wirkung des Plutonismus und Vulcanismus geben, und endlich ihre Benützung zu industriellen, technischen und Landescultur-Zwecken ermöglichen würden.

Man hat bisher bei Höhenmessungen, welche bloss zu Zwecken der Geologie dienen sollten, zwei Methoden angewendet: die eine bestand darin, dass

<sup>1)</sup> J. J. Bayer (Major im Generalstabe): Nivellement zwischen Swinemünde und Berlin. Berlin 1840. — J. J. Bayer: Die Küstenvermessung und ihre Verbindung mit der Berliner Grundlinie. Berlin 1849.

<sup>2)</sup> F. W. Bessel und J. J. Bayer: Gradmessung in Ostpreussen. Berlin 1838.

man noch vor der geologischen Aufnahme auf einer guten topographischen Karte gerade oder gebrochene Durchschnittslinien zog, und auf dieser Linie wurden nun sämtliche relativ höchsten und tiefsten Punkte barometrisch gemessen, um ein Profil für die geologische Lagerung zeichnen zu können. Die Nachteile dieser Methode sind zu sehr in die Augen fallend, als dass damit irgend Jemand mehr als einen Versuch bei einer grossen Landesaufnahme machen würde, und man wendet sie daher jetzt höchstens für kurze Strecken, und dort an, wo bereits eine specielle geologische Aufnahme vorausgegangen ist, und durch diese selbst ein Höhenprofil in einer gewissen Richtung wünschenswerth erscheint. — Die zweite Methode hingegen besteht darin, dass der aufzunehmende Landestheil in einzelne Stationen abgetheilt wird, und dass von diesen strahlenförmig nach allen Richtungen Recognoscirungen vorgenommen, und dabei zugleich alle jene Punkte, die man für geologisch oder geographisch wichtig hält, barometrisch gemessen werden. Diese Methode würde kaum etwas zu wünschen übrig lassen, wenn nicht die Möglichkeit so grosser Fehler in den einzelnen Bestimmungen vorhanden bliebe, wenn die bereits vorhandenen Messungen mit der neuen auch zu einem Ganzen verbunden, endlich wenn wirklich immer alle jene Punkte bestimmt würden, deren absolute Höhe nothwendig, oder doch höchst wünschenswerth ist zur richtigen Erkenntniss der Form der aufgenommenen Fläche.

Werden die Höhenmessungen einzig zu dem Zwecke gemacht, um geologische Profile zeichnen zu können, so ist allerdings eine grosse Genauigkeit nicht erforderlich, da der Maassstab, besonders bei sehr langen Profilen, meist so klein gewählt werden muss, dass die Grösse der möglichen Fehler keinen merklichen Einfluss ausübt. Wenn aber diese Messungen auch noch für andere Zwecke benützlich sein, und zu diesem Behufe die Resultate derselben in Ziffern veröffentlicht werden sollen, dürfte wohl eine sorgfältigere Wahl der Punkte und ein systematischer Vorgang bei den Messungen um so mehr sich selbst bevorzugen, als dadurch weder die Mühe der Berechnung, noch die Mühe der Beobachtung eine viel grössere würde als früher. Nur muss man einig sein darüber, in welcher Form die so erhaltenen Resultate veröffentlicht und anschaulich gemacht werden sollen. Ich glaube, dass diess jedesmal nach vollendeter geologischer Aufnahme eines grösseren durch natürliche oder politische Grenzen abgeschlossenen Landestheiles in doppelter Weise geschehen könnte; nämlich erstens durch eine zweckmässige Zusammenstellung sämtlicher gemessenen Höhen, und zwar in dreifacher Beziehung: zuerst nach kleineren Districten, die Umgebungen grösserer Orte bildend, geordnet; sodann sämtliche Punkte nach Etagen, so dass sie in jeder Etage von nahe gleicher Höhe zu finden wären, zusammengestellt; und endlich sämtliche gemessene Punkte alphabetisch zur ihrer leichteren Auffindung; als Anhänge müssten nun noch die Gefälle der sämtlichen bedeutenderen Bäche und Flüsse, die mittlere Höhe aller Gebirgszüge, und eine übersichtliche Beschreibung der Formen der Oberfläche des untersuchten Landes folgen. Zweitens aber müsste daran

geschritten werden, aus den erhaltenen Daten eine Niveaokarte anzufertigen. Ich nenne eine Niveaokarte eine solche, in welcher alle Orte von nahe gleicher mittlerer Höhe durch Linien verbunden werden, wodurch die ganze Situation des Landes mit einem System von Curven überzogen erscheint, welche dasselbe in horizontale Schichten, deren Höhe eine willkürlich angenommene aber immer gleichbleibende ist, theilen, welche Curven oder vielmehr die von ihnen begrenzten Flächen ich die Horizontalschichten nennen will. Ich will hier nicht die Vortheile und den Nutzen, den jene Veröffentlichung der gemachten Höhenmessungen und die Anfertigung einer Niveaokarte haben würden, ausführlich auseinandersetzen, sondern ich will nur ganz kurz die Möglichkeit ihrer Benützung für gewisse Fragen der Geologie und der physikalischen Geographie berühren:

- 1) Würde man im Stande sein, nach jeder beliebigen Richtung geologische Durchschnitte zeichnen zu können,
- 2) würde man an jedem Orte bei normal geschichteten Gesteinen mittelst einer ganz einfachen geometrischen Construction die beiläufige Tiefe gewisser Schichten, die weit entfernt zu Tage kommen, angeben können,
- 3) würde man in zweifelhaften Fällen sogleich erschen, ob eine Gesteinspartie höher oder tiefer liege als eine andere,
- 4) das Gefälle aller Bäche und Flüsse würde in der Niveaokarte von einer Schichtungslinie zur anderen ersichtlich sein,
- 5) der Flächeninhalt aller kleineren Flussgebiete würde mit Leichtigkeit erhalten, sowie auch
- 6) die Begrenzungen der Meere in den verschiedenen Perioden zu erschen sein,
- 7) die mittlere Erhebung des Bodens <sup>1)</sup> eines ganzen Landstriches würde mit ziemlicher Genauigkeit angegeben werden können, sowie auch

---

<sup>1)</sup> Es dürfte vielleicht manchem Leser nicht unwillkommen sein, zu erfahren, was ich unter der mittleren Erhebung des Bodens verstehe, und auf welche Weise man dieselbe erhalten könnte. Nehmen wir an: die Niveaokarte einer Bergpartie oder eines Landstriches wäre verfertigt, also darauf sämtliche Horizontalschichten ersichtlich, so wird es sehr leicht sein, den Flächeninhalt der sämtlichen auf einander folgenden Horizontalschichten mittelst eines guten Planimeters zu erhalten. Seien die verschiedenen Flächeninhalte derselben berechnet, und bezeichnen wir den der tiefsten Schichte mit  $q_1$ , den nächsten mit  $q_2$  u. s. f., den der höchsten mit  $q_n$ , ferner die Höhe der ersten Schichte mit  $h_1$ , die Höhe der zweiten über der ersten mit  $h_2$  u. s. f. ebenfalls bis  $h_n$ , so wird das Volumen der höchsten Schichte  $= q_n h_n$ , der nächst niedrigen  $= (q_{n-1} + q_n) h_{n-1}$  u. s. w. und der tiefsten  $(q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_{n-1} + q_n) h_1$  gesetzt werden können; und es wird somit das Volumen der ganzen erhobenen Masse von der Schichte  $q_1$  bis zur Schichte  $q_n$  betragen:  $V = (q_1 + q_2 + \dots + q_n) h_1 + (q_2 + q_3 + \dots + q_n) h_2 + (q_3 + \dots + q_n) h_3 + \dots + (q_{n-1} + q_n) h_{n-1} + (q_n h_n)$ . Setzt man die Höhe aller Schichten gleich, so wird  $h_1 = h_2 = h_3 = h_4 = \dots = h_n$  und man erhält den einfachen Ausdruck  $V = h_n (q_1 + 2q_2 + 3q_3 + \dots + (n-1)q_{n-1} + nq_n)$ . Wollen wir nun wissen, wie gross die Höhe dieser Erhebung wäre, wenn die ganze

8) die mittlere Neigung desselben <sup>1)</sup> u. s. w.

Nachdem nun der Zweck und die Benützung der Höhenmessungen angedeutet wurden, handelt es sich nur noch darum, in welcher Weise zu verfahren wäre, um die Messungen selbst zweckentsprechend einzurichten. Zu diesem Behufe muss man aber in Kenntniss aller Mittel sein, welche uns über die Höhe einzelner Punkte, denn auf diese kömmt am Ende doch Alles an, belehren können. Diese Mittel sind aber folgende:

1) Sammlung aller nach irgend einer Methode bereits gemessener Punkte, welche für die Niveaukarte entweder direct oder wenigstens zur Controle benützt werden können. Die bereits gemachten Messungen wären jedoch zu sondern, und die trigonometrischen und barometrischen getrennt zusammenzustellen. Die trigonometrisch gemessenen wären sodann auf einer guten Terrainkarte (etwa den Generalstabkarten im Maasstabe von  $1''=2000^\circ$ ) mit ihren Ziffern zu bezeichnen, woraus man immer schon in Vorhinein beiläufig ersehen könnte, von welchen Punkten aus die ersteren sichtbar sein müssen, um auf den ersten Blick die Knotenpunkte des über das Land gezogenen Dreiecknetzes übersehen, und bei allenfallsigen späteren Messungen dieselben auch schnell und leicht benützen zu können.

2) Sorgfältige Durchsicht und Excerptirung der in den Bauarchiven befindlichen Strassenprofile und allenfallsigen Niveaupläne. Es tritt hierbei vorzüglich oft der Umstand störend ein, dass man zwar in diesen Archiven gewöhnlich einen nicht unbedeutenden Reichthum an Strassenprofilen und sogenannten Strassenumlegungen antrifft, welche jedoch meist nur, wie es bei dem Zwecke dieser Arbeiten ganz natürlich ist, sehr kurze Strecken umfassen,

Fläche gleich hoch wäre, so braucht man nur den horizontalen Flächeninhalt der ganzen Erhebung  $= (q_1 + q_2 + \dots + q_n)$  mit der unbekanntenen Höhe  $x$  multiplicirt gleich  $V$  zu setzen, und man erhält  $x = \frac{h_1 (q_1 + 2q_2 + 3q_3 + \dots + nq_n)}{(q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n)}$  als angenäherte mittlere Höhe.

<sup>1)</sup> Um die mittlere Neigung einer jeden Schichte auf ein absolutes Maass zurückführen zu können, denke ich mir z. B. den Flächeninhalt der tiefsten Schicht, sammt den vor ihr eingeschlossenen  $= q_1 + q_2 + \dots = \varphi_1$ , den der nächst höheren  $= q_2 + q_3 + \dots = \varphi_2$  gesetzt, den Höhenunterschied zwischen beiden  $= h_1$ , so ist offenbar der Radius der ersten Fläche  $\varphi_1$ , dieselbe als Kreis gedacht:  $r_1 = \sqrt{\frac{\varphi_1}{\pi}}$ , und der zweiten  $r_2 = \sqrt{\frac{\varphi_2}{\pi}}$ , somit  $r_1 - r_2 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} (\sqrt{\varphi_1} - \sqrt{\varphi_2})$ , und somit die mittlere Neigung zwischen der ersten und zweiten Schichte ( $\varphi$ ) ausdrückbar durch  $\tan \varphi = \frac{h_1}{r_1 - r_2}$ . — Ohne hier über den Nutzen der Kenntniss der beiden Grössen  $x$  in 1) und  $\varphi$  in 2) in Beziehung auf Agriculture, Forstwesen, Pflanzengeographie u. s. w. sprechen zu wollen, erlaube ich mir nur die Bemerkung, dass man wohl kaum früher irgend wie begründete Vermuthungen über die Intensität der Kräfte, welche bei den Emporhebungen wirkten, und über eine Vergleichung ihrer Grösse wird machen können, bevor man sich nicht die Mühe genommen haben wird,  $x$  und  $\varphi$  für gewisse Gebirgszüge wenigstens beiläufig zu bestimmen.

und weder mit einander, noch mit einem trigonometrisch gemessenen Punkte, dessen Seehöhe bekannt ist, verbunden sind. Es muss daher der Einsicht des Excerptirenden überlassen bleiben, nur jene Profile herauszuheben, welche sich ohne viele Mühe untereinander und mit mehreren trigonometrischen Punkten verbinden lassen, in welchem Falle sie dann vorzügliche Dienste leisten. Auch muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Nivellements-Protokolle zur Benützung viel geeigneter sind, als die Profile und Pläne selbst, indem auf letzteren meist nur ein oder zwei Orte bekannt sind, über welche der Zug geht, alle anderen Punkte aber gewöhnlich bloss mit fortlaufenden Nummern bezeichnet sind. Die Richtung dieser Profile muss übrigens auf den mitzunehmenden Terrainkarten immer, etwa durch rothe Farbenstriche ersichtlich gemacht werden. Man sieht, dass die bisher erwähnten beiden Arbeiten 1) und 2) der hypsomtrischen Landesaufnahme immer vorausgehen sollten, weil sie später den Hauptzweck, den sie haben, nämlich die wirklichen Messungen zu erleichtern oder zu controliren, nicht mehr erreichen.

3) Mit diesen Daten ausgerüstet, wird man nun, wenn man auf der bezeichneten Terrainkarte das Land überblickt, welches im laufenden Jahre von den Geologen begangen werden soll, leicht ersehen, an welchen drei Punkten (nach Artikel 5) correspondirende Beobachtungen während der Sommermonate einzuleiten sind, um darnach die Barometerstände der gemessenen Punkte corrigiren zu können. Es wird bei dem Aufschwung, den die Meteorologie gegenwärtig bei uns nimmt, selten schwer fallen, drei Orte zu finden, an denen fortlaufende Barometerbeobachtungen gemacht werden und die eine zweckentsprechende Lage haben. Bei den gegenwärtigen Aufnahmen von Obersteiermark und Oberösterreich könnten z. B. die Orte: Kremsmünster, Admont und Salzburg benützt werden. Sollte man jedoch mit einem Orte in Verlegenheit sein, so wird wohl nichts anderes übrig bleiben, als an denselben eine verlässliche Person, was freilich nicht so leicht ist, zu suchen, auf die Zeit der Aufnahme mit einem Barometer zu betheilen, und die täglichen Ablesungen vornehmen zu lassen. Indess wäre es im Interesse der Messungen vortheilhafter, wenn die correspondirenden Beobachtungen nicht dreimal des Tages um 6 Uhr Früh, 2 Uhr Nachmittags und 10 Uhr Abends, sondern vielleicht um 9 Uhr Vormittags, 2 Uhr und 5 Uhr Nachmittags (nach Artikel 6), in welchem Zeitraume überdiess auch die meisten Messungen gemacht werden, angestellt würden.

4) Sodann wäre es wünschwerth, dass, bevor sich sämtliche Mitglieder in ihre Districte begeben, eine sorgfältige mehrtägige Vergleichung aller Barometer derselben vorgenommen würde. Im Verlaufe der Bereisung selbst sollten die Einzelnen den ihnen von den obigen drei Orten zunächst liegenden, wo möglich zweimal, am Anfang und am Ende der Bereisung, besuchen, um ihre Barometer auch mit jenen vergleichen zu können. Bei den Messungen selbst sollten nicht bloss geologisch wichtige Punkte, sondern alle jene gemessen werden, deren Kenntniss für die Anfertigung der Niveauekarte vorzüglich wichtig ist, wie alle wichtigeren Bergkuppen, die Gebirgspässe,

Einsattelungen und Joche und so oft als möglich die Ufer der Flüsse und Bäche. Die Anzahl der zu messenden Punkte wird von dem Terrain selbst abhängen, je gleichförmiger dasselbe, desto weniger, je ungleichförmiger, je mehr Schluchten, Bergkuppen und Spitzen, mit einem Worte je mehr coupirt dasselbe ist, desto mehr Punkte wird man auch bestimmen müssen, um die Niveaokarte der Wahrheit möglichst zu nähern. Im Mittel dürften, vorausgesetzt, dass eine gute Terrainkarte zur Verfügung steht, etwa 20 zweckmässig gewählte Punkte auf jede Quadratmeile zu rechnen sein. Auf Puzten und Haiden würden vielleicht 5 bis 10 genügen, während in den Alpen 40 bis 50 kaum hinreichen dürften. Indess wird man im Anfange in dieser Beziehung die Anforderungen auf ein bescheidenes Maass beschränken müssen.

5) Endlich müsste die wahre Seehöhe jener drei Beobachtungsorte bestimmt, und die vorhandenen Profile und Niveaupläne sowohl mit einander als auch mit trigonometrisch gemessenen Punkten in Verbindung gebracht werden. Diese Arbeit kann nur durch Messung von Höhenwinkeln oder Zenithdistanzen, am einfachsten und bequemsten mit einem Stampfer'schen Nivelirinstrumente, mit Hülfe dessen auch die drei Punkte, sowie alle wichtigen dazwischen liegenden durch ein General-Nivellement sehr schnell direct verbunden werden könnten, ausgeführt werden. Indem man nämlich die in die Terrainkarte gezeichneten Daten über die gemessenen Punkte überblickt, wird man ersehen, wie man durch zwei oder mehr Aufstellungen jeden der drei Orte, falls ihre Seehöhe nicht schon trigonometrisch bestimmt ist, mit wenigstens drei trigonometrisch gemessenen Punkten verbinden könne. Ein einziger Punkt, ohne weiteren Anschluss und anderweitigen Controlvisuren ist niemals hinreichend, denn man wird sich sehr bald überzeugen, dass fast immer zwischen den einzelnen trigonometrischen Punkten, wenn auch manchmal nicht bedeutende, Differenzen vorkommen; insbesondere aber wird man mehrere dieser Punkte benützen müssen, wenn man über das Triangulirungs-Signal nicht ganz sicher ist, weil es entweder nicht mehr sichtbar, oder unbestimmt angegeben ist.

Die auf diese Weise erhaltenen Messungs-Daten wären dann jedesmal im Laufe des Winters zu berechnen, und zur Zusammenstellung und Veröffentlichung in der oben erwähnten Form, sowie zur Anfertigung der Niveaokarte zu benützen.