Sechster Abschnitt.

Höhenmessungen eines ganzen Landes.

Die Höhenmessung eines ganzen Landes.

1.

Mittlerer Stand der Quecksilberwaage.

Im Jahre 1643 wurde die Quecksilberwaage von Torrizelli erfunden, und den 19. Dezember 1648 wandte Perrier, ein Schwager von Pascal, sie auf die Höhenmessung des Puy de Dome an. Bis zum Jahre 1800 waren 157 Jahre, dafs man die Quecksilberwaage hatte, um die Luft mit ihr zu wiegen.

Unsere Erde ist mit einem Luftkreis umgeben und je höher man in ihn steigt, desto niedriger steht die Quecksilberwaage.

Am Aequator stehen sie fast völlig gleich, und der Unterschied beträgt etwa nur 1 Linie. Aber in hohen Breiten, wie z. B. in Petersburg, steigt und fällt sie zwei Zoll. Bei 28 Zoll wiegt die Luftsäule, die auf 1 paris. Quadrat-Fufs drückt, 2210 Pfund. Also 2 Zoll höher oder tiefer macht auf den Quadratfufs 158 Pfund.

Man ist zuerst im mittleren Europa auf die Bestimmung vom mittleren Stande der Qnecksilberwaage gekommen. Weil aber das Quecksilber immer steigt und fällt, so hat man 10 Jahre gebraucht, um den mittleren Stand des Quecksilbers am Ufer der See zu haben.

In Venedig hat man 28,18 Zoll als mittleren Stand der Quecksilberwaage angegeben. Es liegt an der See, aber durchaus im festen Lande. Die mittlere Wärme ist 10° R.

Schuckburgh stellte im Jahr 1775, 132 Beobachtungen an, die in England und Italien angestellt worden

sind, und fand 28,185 Zoll p. Maafs. Die mittlere Wärme gleich 10° R. gesetzt.

Bugge in Copenhagen machte aus 48jährigen Beobachtungen, die er von 1750 bis 1798 anstellte, die mittlere Barometerhöhe zu 28,185 Zoll par. Maafs. Die mittlere Wärme des Quecksilbers gleich 10° R.

Herr von Silvabelle beobachtete in Marseille von 1783 bis 1792 mit einer Quecksilberwage, die ihm von Mannheim überschickt war, zu 28,18 paris. Zoll bei 10° R. Wärme.

Alle diese Beobachtungen sind auf die Höhe der See zurückgeführt. Wir haben demnach folgendes bei 10° R.:

1. Die von Venedig gaben	28,18 Zoll
2. Die von Schuckburgh im Jahre 1775 gaben	28,185 Zoll
3. Die von Bugge in Copenhagen von 1750 bis 1798 gaben	28,185 Zoll
4. Die von Silvabelle von 1783—1792 gaben	28,18 Zoll
Mittel	28,182 Zoll

Dieses ist der Stand der Quecksilberwaage am Ufer der See auf der ganzen Erde. 28,182 p. Zoll bei 10° R. oder 28,117 Zoll bei 0° R.

Am Aequator ist die Schwere geringer als auf dem Pol. Es macht auf die Pendellänge 2,4 Linien. Allein das Quecksilber ist leichter und die Luft ist leichter.

2.

Stand des Wärmemessers.

Aber der Stand des Wärmemessers ist verschieden. In Venedig z. B. ist er 10° R. Es liegt auf dem 45° 40′. In Cumana ist er 22°,2 R. Das macht, dafs Cumana auf 10°27′ nördl. Br. liegt. In Ullersvang bei Bergen ist er 5°,7 R. Das macht, dafs es auf 60°,19′ nördl. Br. liegt.

Folgendes Täfelchen enthält den Stand des Wärmemessers und der geograph. Breite des Orts.

Ort.	Beobachtet nach R.	Breite.
Cumana . . .	22°,2 R.	10°,27′
Neapel . . .	13°,9	40°,50′
Rom	12°,6	41°,53′
Toulouse . .	11°,6	43°,36′
Bordeaux . .	10°,9	44°,50′
Venedig . . .	10°,0	45°,40′
Paris	9°,4	48°,50′
Düsseldorf . .	7°,1	51°,13′
London . . .	8°,2	52°,30′
Bremen . . .	7°,0	53°,5′
Hamburg . .	6°,5	53°,33′
Copenhagen .	6°,2	55°,41′
Stockholm . .	4°,6	59°,20′
Ullersvang . .	5°,7	60°,19′
Cap Nord . .	0°,1	71°,30′

Den mittlern Stand der Quecksilberwaage an der See mufs man wenigstens auf 8 bis 10 Jahre beobachten, und ebenso den mittlern Stand des Wärmemessers.

Am genauesten ist wohl der mittlere Stand des Wärmemessers in Paris angegeben. Er ist in den Souteraines der Pariser Sternwarte, aus denen Bausteine schon seit einigen hundert Jahren gebrochen werden.

Hier hängt der Wärmemesser 87 Fufs unter Tage, und steht 11°,7 hunderttheilig über dem Gefrierpunkt des Wassers. Dieses sind 9°,4 R.

Sonst hatten sie 12°,075 hunderttheilig angegeben. Allein Hr. Arago entdeckte einen Fehler in der Theilung der Scale, welcher 0,38 Grad war. Dieses mufs abgezogen werden. Also 12°,075 ÷ 0,38 = 11°,695, welches zu 11°,7 angenommen wird, und das sind 9°,4 R. *).

*) Allein ausser diesem Fehler ist wahrscheinlich noch ein zweiter vorhanden. Dieses kommt von der Wärme der Erde, vermöge der auf 112 Fuss ein hunderttheiliger Grad mehr ist. Wenn 112 Fuss 1° thun, so thun 87 Fuss, 0,78 Grad, welche

Uebrigens ist das Täfelchen wohl nur bis auf ½ Grad genau. Man kann den Wärmemesser das ganze Jahr nach Norden hängen, und dann ihn täglich dreimal aufschreiben. Aber dann gehören 8 bis 10 Jahre dazu, ehe man einmal die mittlere Wärme hat.

Ich habe die Wärme vermittelst eines Wasserbrunnens bestimmt, der bis aufs Wasser 24 Fuſs unter der Straſse ist. Auf diese Weise habe ich 7°,3 R. bekommen. Da aber die Wärme der Erde für 140 Fuſs 1° zunimmt, so ist für 24 Fuſs 0°,2 R. Zunahme, die noch abgezogen werden müssen.

Also 7°,3 R. ÷ 0°,2 R. = 7°,1 R.

Bei einer Tiefe von 24 Fuſs kann man so ziemlich sicher sein, daſs man die mittlere Wärme hat, die es in dieser Tiefe haben muſs, und so gibt dieses ein bequemes Mittel um die mittlere Wärme der Erde seines Wohnortes zu bestimmen.

Herr Leopold v. Buch machte mich darauf aufmerksam, als ich ihn 1810 in der Schweiz sah.

3.

Die Höhenmessung im Bergischen von 1809.

Im Jahr 1809 lieſs der Präfekt, Graf von Borke, zwei Quecksilberwaagen, zwei Wärmemesser und zwei Feuchtigkeitsmesser kommen, die er dem Herrn Stadtrath Röſsler übergab, welcher dreimal des Tages damit beobachten muſste. Nämlich des Morgens um 8 Uhr, des Nachmittags um 2, und des Abends auch um 8 Uhr. Der Stadtrath Röſsler hat während 6 Jahren diese Beobachtungen angestellt. Er wohnte auf dem Karlsstädter Markt, und die Quecksilberwaage hing 26 Fuſs über dem Marktplatze. Von hier bis aufs Rheinwerft am Kranen

dafür müssen abgezogen werden. Man hat also 11°,7 ÷ 0,78 = 10°,92 hunderttheilig, welches 8°,74 R. ist. (Siehe über die warmen Quellen in Aachen von J. F. Benzenberg.)

sind etwa 5 Fuſs, und von hier bis Rotterdam an der See sind etwa 100 Fuſs, so daſs die Quecksilberwaage bei der Präfektur 131 Fuſs höher wie die See, hing.

Der Abstand des Werftes in Düsseldorf über der Höhe der See ist aber um 20 Fuſs ungewiſs, und er kann eben so gut 80 Fuſs wie 120 Fuſs betragen. Allein damals war es das einzige Datum, das man hatte. Jetzt kann man den Nullpunkt der Präfectur bis auf 5 Fuſs genau haben.

An der See hatte die Quecksilberwaage 28,182 p. Zoll bei 10° R. oder 28,117 p. Zoll bei 0° R.

Nun hing aber die Quecksilberwaage der Präfectur 131 Fuſs über der See, und setzt man die Quekksilberwaage auf 0° R. so hat man 28,117 Zoll ÷ 0,149 Zoll = 27,968 p. Zoll bei 0° R.

Wenn man die Höhe eines ganzen Landes messen will, so ist die beste Methode die, die ich im Jahre 1809 im Bergischen gebrauchte.

Der damalige Minister des Innern, Graf von Nesselrode, wollte die Höhenmessung mit der Quecksilberwaage haben, und er gab mir den Auftrag, solche zu machen. Ich hatte nämlich bei den Dreiecken der allgemeinen Landes-Vermessung eine Menge Punkte in ein System von Dreiecken gelegt. Die Höhe über der See machten für jeden Punkt die dritte Ordinate, und man konnte nun sehen, wie hoch er war. Die Länge und Breite machten die beiden andern Ordinaten.

Ich ging deswegen zuerst nach dem Siebengebirge, um die Höhe zu messen. Einen Trigonometer schickte ich von da ins Bergische, wo die hoch und tiefliegende Punkte waren, die ich gemessen hatte.

Die vorgeschriebene Genauigkeit war 10 bis 20 Fuſs. Dieses ist die Genauigkeit, die gebraucht wird, und das Messen mit der Quecksilberwaage geht dann rasch vorwärts.

Die Quecksilberwaagen waren von Loos in Büdingen. Die Scale war auf Glas geäzt, und vorher platt geschliffen.

Es war ein Gefäfs-Barometer und ein Heber-Barometer.

Die zweite Beobachtung liefs ich an der Quecksilberwaage der Präfektur machen, die 131 Fufs über der See hing. Das Düsseldorfer Werft am Kranen wurde zu 100 paris. Fufs über der See angenommen.

1) Vom Werft in Düsseldorf bis nach Königswinter am Fufse des Siebengebirges ist 70 Fufs, so dafs also der Rhein in Königswinter 170 paris. Fufs über der See ist.

2) Der Drachenfels ist 1023 Fufs über der See.
3) Die Wolkenburg ist 1022 Fufs.
4) Der Löwenberg ist 1422 Fufs.
5) Der Oelberg ist 1444 Fufs.
6) Die Petri-Kapelle ist 1050 Fufs.

Vom Siebengebirge besuchte ich den Lacher-See, der 1½ Stunde von Andernach liegt, und eine halbe Stunde von den berühmten Mühlenstein-Brüchen zu Nieder-Menning entfernt ist. Dieser See ist eine der merkwürdigsten Naturerscheinungen des Niederheins. Die Gegend in der er liegt, ist vulkanisch, und er selbst der ausgebrannte Krater eines Vulkans. Rund um den See liegt ein Wallgebirge, durch das ihm die Mönche der Abtei Lach einen künstlichen Ausflufs unter der Erde gemacht haben, der ihnen 80000 Thaler gekostet haben soll. Die Gegend ist sehr romantisch. Im Hintergrunde des Sees liegt die uralte Abtei.

In der Chronik, die sich im Refectorio befindet, finden sich folgende Ausmessungen des Sees.

A. 1694 indeme das Lacher See Ehlendick zugefroren gewesen, ist dessen Länge, Breite und Tiefe abgemessen, wie folgt:

die Länge in Werkschuh 8694 Fuſs.
» Breite . . . 7890 »
» Tiefe . . . 214 »
die Gröſse an gemeinem Landmaaſs 1323 Morgen.

7) Nach der Messung mit der Quecksilberwaage liegt der See über dem Rhein bei Andernach 670 Fuſs. Der Bach, der aus ihm herausfliesst, könnte mehrere Mühlen treiben.

(Das gäben herrliche Wasserkünste, gegen welche die Fontäne zu Versailles und selbst die groſse Fontäne zu Kassel nichts wären. Die Fontäne bei Versailles ist 80 Fuſs, und die bei Kassel 136 Fuſs hoch.)

8) Eine Stunde von Lach liegt ein Berg, der der Gänsehals heiſst. Er ist einer der Dreieckspunkte der französischen Messung. Ich maſs seine Höhe zu 732 par. Fuſs über dem Lacher See, und 1407 Fuſs über dem Rhein bei Andernach. Dieser Berg ist also höher wie der Löwenberg, der auch ein Signal-Punkt ist. Die Höhe des Gänsehals ist 1607 Fuſs über der See.*)

9) Elberfeld liegt 425 Fuſs höher als die See. Dieses ist die Höhe von der Isländer Brücke. Die Beobachtungen wurden von dem jetzt verstorbenen Dr. Pottgieser gemacht.

*) Herr Geh. Rath Nose hat 1790 in seinen orographischen Briefen über das Siebengebirge einen Fehler gemacht.

Nach ihm ist die Höhe der Wolkenburg 1482, des Drachenfels 1473, des Oelbergs 1827, des Löwenbergs 1896 rhein. Fuss über dem Rhein.

Diese Angaben gründen sich auf eine sogenannte trigonometrische Messung des Herrn Thomas. Es ist schwer, die Ursache eines Fehlers von 600 Fuss auf eine Höhe von 800, wie es bei dem Drachenfels der Fall ist, anzugeben. Wahrscheinlich ist in einem Dreieck eine Linie verwechselt worden. Indess ist dieser Irrthum in alle Beschreibungen des Siebengebirges übergegangen.

10) Der Lichtenplatz, wo die Chaussée von Elberfeld nach Ronsdorf über den Berg geht, liegt 1086 Fuſs über der See.

11) Die lutherische Kirche zu Lennep liegt 1018 Fuſs über der See, und die zu Remscheid 1075 Fuſs.

12) Die ref. Kirche zu Hückeswagen liegt 900 Fuſs, und in Wipperfürth die katholische 850 Fuſs über der See.

13) Die Agathen Kapelle bei Wipperfürth liegt 1148 Fuſs höher als die See.

14) Die Kohlenberger Kapelle liegt 1265 Fuſs über der See.

15) Der Hauberg 1392 und die Gummersbacher Hardt liegt 1380 Fuſs höher als die See.

16) Die Acher liegt bei Ründerath 460 Fuſs über der See.

17) Die hohe Warthe bei Ründerath 1142 Fuſs und

18) Der Immer (höchster Berg) 1154 Fuſs.

19) Die Kirche auf der Drabander Höhe liegt 1010 Fuſs und die im Odenspich 1266 Fuſs über der See.

Wenn man dieses weiſs, dann wundert man sich nicht mehr über die kümmerliche Vegetation, und die Armuth, die hier herrscht.

20) Denklingen liegt 800, Oberbreitenbach 946 und das Schloſs zu Homburg 888 Fuſs über der See.

21) Der Garten der Abtei zu Siegburg liegt 400 Fuſs über der See.

22) Die reformirte Kirche zu Solingen liegt 615 Fuſs, und die reformirte Kirche zu Wald 547 Fuſs über der See.

Die Höhe der Warthe bei Ründerath wurde noch durch Pastor Groſs in den achtziger Jahren gemessen, aber seine Messung ist nicht bis auf mich gekommen. Er war einer der ersten und besten Mathematiker.

Im Essen-Werdenschen Bergamts-Bezirk wird gegenwärtig gebaut unter der See.

Auf der Kohlenzeche	Saelzer und Nenuack	6	paris.	Fuſs
» » »	Gewalt	66	paris.	Fuſs
» » »	Kunstwerk	202	paris.	Fuſs
» » »	Wiesche	222	rhein.	F.*)

*) Ich habe im Jahre 1809 No. 99 und 103 des Westphäl. Anzeigers diese Höhenmessungen mitgetheilt.

Es war damals eine traurige Zeit, denn die Franzosen herrschten im Lande. Wie traurig es war, das geht aus dem Ende desselben hervor. Hier ist es:

„Indem ich diesen kleinen Beitrag zur vaterländischen Geo-„graphie schliesse, gedenke ich der alten Zeiten, wo Müller „in Schwelm, Möller in Elsing und mein Vater noch bei uns „waren, und sich so sehr an allem freuten, was auf das Va-„terland und auf das Fortschreiten der Kenntnisse in ihm Be-„zug hatte. Damals war es eine Lust zu schreiben und zu „arbeiten. Aber diese Zeiten kehren nicht wieder. Sie ru-„hen in ihren Kammern, und das, was ihre Seele betrüben „würde, geht ungestört an ihnen vorüber. Der Sturm der „Zeit hat die andere zerstreut, und die Ufer der Lenne sind „öde. In vielen Freunden ist der Muth geknickt, sie haben „keine Lust mehr am Wirken. Dieses Blatt, was uns sonst „alle verband wird auch hinscheiden, und jeder wird seinen „Weg einzeln gehen.“

4.

Berechnung der Berghöhen im paris., rhein. und engl. Fufsmaafse.

Wir wollen die verschiedene Maafse, die paris., rhein. und engl. Fufsmaafse hierhin setzen.

Namen der Höhenpunkte über dem Weltmeer.	Paris. Fufs 144 par. Linien.	Rhein. Fufs 139,13 par. Lin.	Engl. Fufs 135,15 par. Lin.
1. Das Werft in Düsseldorf	100	103	106
2. Der Rhein bei Königswinter	170	176	181
3. Der Drachenfels . . .	1023	1059	1089
4. Die Wolkenburg . . .	1022	1058	1088
5. Der Löwenberg . . .	1422	1471	1515
6. Der Oelberg	1444	1495	1538
7. Die Petri-Kapelle . .	1050	1087	1119
8. Der Lacher-See über Andernach	670	693	714
9. Der Lacher-See über dem Meer	870	900	927
10. Der Gänsehals über dem Rheine bei Andernach	1407	1456	1499
11. Der Gänsehals über dem Weltmeer	1607	1663	1712
12. Elberfeld	425	440	452
13. Der Lichtenplatz . . .	1086	1124	1157
14. Die lutherische Kirche zu Lennep	1018	1054	1084
15. Die Kirche zu Remscheid	1075	1112	1146

Namen der Höhenpunkte über dem Weltmeer.	Paris. Fuſs 144 par. Linien.	Rhein. Fuſs 139,13 par. Lin.	Engl. Fuſs 135,15 par. Lin.
16. Die reformirte Kirche zu Hückeswagen	900	931	959
17. Die katholische Kirche zu Wipperfürth . . .	850	880	905
18. Die Agathen-Kapelle bei Wipperfürth . . .	1148	1187	1224
19. Die Kohlenberger Kapelle	1265	1309	1348
20. Der Hauberg	1392	1441	1483
21. Die Gummersbacher Hardt	1380	1429	1470
22. Die Acher bei Ründerath	460	476	490
23. Die hohe Warthe daselbst	1142	1181	1216
24. Der Immer (höchster Berg)	1154	1192	1228
25. Die Kirche auf der Drabander Höhe . . .	1010	1046	1076
26. Die Kirche im Odenspich	1266	1310	1349
27. Denklingen	800	828	852
28. Oberbreitenbach . . .	946	978	1008
29. Des Schloſs zu Homburg	888	919	945
30. Der Garten der Abtei Siegburg	400	414	426
31. Die ref. Kirche in Solingen	615	637	655
32. Die ref. Kirche zu Wald	547	568	582

5.

Die Messung eines ganzen Landes, die bis auf 5 bis 10 Fufs genau sein soll.

Wenn man ein ganzes Land mifst, und dieses bis auf 5 bis 10 Fufs genau haben soll, in Stand-Linien von 500 bis 2000 Fufs, so mufs man nicht Höhenwinkel sondern Tiefenwinkel messen, und die Quecksilberwaage mufs auf dem höchsten Punkte der Umgegend sein, z. B. in Cronenberg, wenn die Gegend von Elberfeld gemessen werden soll, oder auf dem Löwenberg, wenn die Gegend vom Siebengebirge gemessen werden soll, oder auf dem Gänsehals, wenn die Gegend von Lach gemessen werden soll. Denn es ist vortheilhaft, wenn die Quecksilberwaagen einander sehen, und das können sie, wenn diejenige, die stationär ist, auf dem höchsten Punkte des Landes sich befindet. Dabei müssen sie nur 10 bis 15 Stunden zwischen sich haben. Auf einer gröfsern Entfernung wird es schon zweifelhaft, oder, wenn es damals nicht so ein einziger schöner Tag ist, wie den 3. August 1787 als Hr. von Saussure den Montblanc mafs. Der Montblanc ist von Genf 18 Stunden, und die Höhe des Montblanc folgt aus den Saussureschen Messungen bis auf 36 Fufs genau, auf eine Höhe die 13639 Fufs ist.

Die Quecksilberwaagen müssen dann von 11 bis 1 Uhr beobachtet werden, weil die Luft dann am meisten in Ruhe ist.

Die Jahreszeit wird dann vom April bis in den October gemessen, und in dieser Zeit kann man ein ansehnliches Land nivelliren, wenigstens von 20 Stunden lang und breit.

Die Quecksilberwaagen müssen Vergröfserungsgläser haben, damit man die kleinsten Schwankungen an ihnen beobachten kann.

Wenn auf diese Weise ein Land bis auf 10 Fuſs genau gemessen ist, so ist dieses hinlänglich. Wenn auch eine Linie von 1000 bis 2000 Fuſs bis auf 10 Fuſs so genau ist, so kann es genügen. Eine gröſsere Genauigkeit kommt nirgend vor.

6.

Die Messung seines Wohnortes über dem Weltmeer.

Die Quecksilberwaage steht über dem mittelländischen Meere zu Venedig 28,18 paris. Zoll bei 10° R. Wenn man aber weiſs, wie hoch das Quecksilber in der Quecksilberwaage an unserem Wohnort steht, z. B. in Düsseldorf, so hat man die Aufgabe gelöst. Das Düsseldorfer Werft ist 100 Fuſs bei 10° R. über dem Weltmeer, und die Quecksilberwaage steht 28,06 Zoll. Aber es ist nicht ganz leicht, die Quecksilberwaage an einem Ort zu bestimmen, der nicht in der Nähe eines Flusses liegt. Gewöhnlich dauert diese Bestimmung 1 bis 2 Jahre, und dann sind noch die möglichen Fehler auf 20 Fuſs.

So hat z. B. Ramond die Höhe von Clermont bestimmt, welches 80 Stunden südlich von Paris liegt. Im Jahre 1807 gaben ihm 356 Tage 334,4 Meter; im Jahre 1808 gaben ihm 366 Tage 341,9 Meter, wonach also 7,5 Meter Unterschied war. Gewöhnlich nimmt man 8 bis 10 Jahre, und dann ist man auch freilich bis auf 5 Fuſs genau. Denn die veränderlichen Fehler heben sich nach und nach auf. Auch an der See ist man ebenfalls nicht genauer, oder man muſs mitten im festen Lande an der See beobachten, wie z. B. in Venedig.

Endlich muſs man darauf sehen, daſs in der Quecksilberwaage oben gar keine Luft ist.

Herr Mechanikus Mauch macht Quecksilberwaagen, worin oben keine Luft ist, und sie schlagen an, wenn man sie auch nur wenig neigt.

Wichtiger noch ist die Schwere des Quecksilbers.

Biot und Arago haben gefunden, dafs das Quecksilber 13,59 bis 13,60 schwer ist, das des Wassers gleich 1 gesetzt. Das wäre also 0,02 Zoll auf 28 Zoll oder 18 Fufs.

Aber höchstens kann es ein ganz Millimeter betragen. Im Jahre 1810 verglich ich bei meiner Reise in die Schweitz von Frankfurt bis nach Chur in Graubünden 20 verschiedene Quecksilberwaagen mit meinem Reise-Barometer, und ich fand höchstens 2, 3 bis 4 hundert Theile eines Zolls Abweichung.

7.

Messungen der Berghöhen mit einer Quecksilberwaage und dreien Beobachtungen.

(Des Königstuhls bei Heidelberg.)

Die Messung mit der Quecksilberwaage ist die gewöhnliche auf Reise, wo man zuerst unten mifst, dann auf der Höhe mifst, und dann wieder unten, und wobei man keine zweite Quecksilberwaage hat.

Ist dann eine Veränderung im Stande der Quecksilberwaage erfolgt, so berechnet man, wie viel dieses bis zu dem Augenblicke beträgt, wo man die Beobachtungen auf dem Berge machte.

Den 21. July 1810 beobachtete ich Nachmittags halb 4 Uhr die Quecksilberwaage am Neckar zu Heidelberg (unterhalb der Brücke) zu 337,81 Linien bei 14°,4 R.

Um halb sechs Uhr stand sie auf dem Königsstuhl auf 319,66 Linien bei 12° R.

Um halb sieben Uhr, als ich vom Berge herunter kam, stand sie am Neckar auf derselben Stelle auf 338,17 Linien bei 13°,8 R.

Da der Stand der Quecksilberwaage sich in 3 Stunden 0,36 Linien geändert, und der Stand des Wärmemessers um 0,6 Grad, so schlofs ich hieraus, dafs sich jene in einer Stunde 0,12 Linien, und dieser um 0,2 Grad geändert habe.

Ich nahm demnach an, dafs um halb sechs Uhr die Quecksilberwaage am Neckar auf 338,05 Linien gestanden, und der Wärmemesser auf 14 Grad.

Um halb sechs Uhr stand oben auf der Spitze des Berges die Quecksilberwaage 319,56 Linien, und der Wärmemesser auf 12° R.

Die mittlere Temperatur der abgewogenen Luftsäule war demnach 13° R.

Die Höhe des Königsstuhls über dem Neckar ist 1456 Fufs, die über Mannheim 1526 Fufs, und die über der See 1784 Fufs. Mannheim ist über der See 258 Fufs.

8.

Messung des Melischauer in Böhmen.

Den 26. Sept. 1816.

Der Königsstuhl war 3 Stunden vom Neckar d. h. die erste und zweite Beobachtung. Beim Melischauer in Böhmen war die erste und zweite Beobachtung 8 Stunden von einander entfernt. Ich war nämlich mit dem General Grafen von Gneisenau und dem General-Adjutanten des Königs, Obersten von Thiele, der jetzt General-Major ist, von Töplitz nach dem Melischauer geritten, der ungefähr 1900 Fufs über Töplitz lag. Eine Quecksilberwaage, welche ich mir in Frankfurt gekauft hatte, hatte ich mitgenommen.

Den 26. September 1816 stand des Morgens um 9 Uhr die Quecksilberwaage im Gasthause zum Schiff in Töplitz auf $333\frac{3}{4}$ Linien. Die Quecksilberwaage hatte Zoll und 12theilige Linien. Der Wärmemesser stand auf 10 Grad.

Des Mittags um 2 Uhr stand die Quecksilberwaage auf dem Berge auf $309\frac{3}{4}$ Linien.

Des Abends stand die Quecksilberwaage um 5 Uhr auf derselben Stelle auf $332\frac{3}{4}$ Linien. Sie war also eine Linie gesunken. Ich schlofs hieraus, dafs um 2 Uhr, als wir auf dem Berge mafsen, die Quecksilberwaage in Töplitz auf $333\frac{1}{4}$ Linien gestanden habe, und der Wärmemesser auf $17\frac{1}{2}$ Grad. Denn auf dem Berge beobachteten

wir es zu $14\frac{1}{2}$ Grad, und man rechnet, dafs auf jede 600 Fufs Höhe der Wärmemesser um 1 Grad fällt. Der Melischauer ist aber 1900 Fufs höher als Töplitz.

Hiernach stand die Beobachtung also:

Quecksilberwaage oben	$309\frac{3}{4}$ Linie.	Wärmemesser	$14^{0},5$ R.
» » unten	$333\frac{3}{4}$ Linie.	» »	$17^{0},5$ R.
		Mittlere Wärme	16^{0} R.

Die Höhe des Melischauer ist also 1932 Fufs über Töplitz und Töplitz ist 700 Fufs über der See. Also der Melischauer über der See 2632 Fufs.

Die Bauernregel, wie Lichtenberg es nannte, gibt beinahe dasselbe, nämlich:

Für jeden Zoll, um den das Quecksilber in der Quecksilberwaage fällt, beträgt 900 Fufs Steigung, und für jeden Wärmegrad 5 Fufs Zusatz.

Diese Bauernregel gibt 1919 Fufs.

9.

Höhenmessung ohne eine dritte Beobachtung.

(Die Spitze des Rigi über Arth am Zuger-See den 8. Sept. 1810.)

Bei Bergreisen kommt man oft nicht wieder auf dieselbe Stelle zurück, und man kann daher keine dritte Beobachtung zur Controlle machen. Man mufs dann die Beobachtung unten und oben in der Voraussetzung berechnen, dafs während der Zeit, dafs man auf den Berg stieg, der Druck der Atmosphäre sich nicht geändert habe, eine Voraussetzung, deren Genauigkeit sich nicht verbürgen läfst, die aber nichts desto weniger die einzige ist, welche man in so einem Falle machen kann.

Den 7. Sept. 1810 beobachtete ich zu Arth am Zuger See den Stand der Quecksilberwaage zu 325,2 Linien, während der Wärmemesser auf 16 Grad stand.

Ich stieg nun den Rigi hinauf, schlief in dem Wirthshause von Maria zum Schnee, das in einer Höhe von 2800 Fufs über dem See liegt, und stieg den andern

Morgen früh auf Rigi Culm oder die Spitze des Berges, welche noch 1400 Fuſs höher ist als Maria zum Schnee.

Auf der Spitze des Rigi stand die Quecksilberwaage auf 281,1 Linien, der Wärmemesser stand im Schatten auf 14 Grad. Um diese Zeit würde der Wärmemesser am Zuger-See wohl auf 20° gestanden haben. Die mittlere Wärme wäre also 17° gewesen. Also die Höhe des Rigi über dem Zuger See 4200 Fuſs.

An diesem Tage war, so wie an dem vorigen, die Luft sehr ruhig und heiter. Die Quecksilberwaage änderte den ganzen Tag ihren Stand nicht um ein hundertel Zoll, und ich halte deswegen diese Messung für ziemlich genau, obgleich sie ohne eine zweite Beobachtung gemacht worden. Beim Herabgehn von Rigi Culm stieſs ich, indem ich zwischen zweien Felsen durchging, mit der Quecksilberwaage, welche ich auf dem Rücken hängen hatte, an einen Stein. Von dem heftigen Stoſse sprang inwendig die Röhre, und das Quecksilber lief auf die Erde.

Der Rigi ist für Messungen mit der Quecksilberwaage eben so günstig gelegen als der Monte Gregorio, da er nach dem Vierwaldsstädter See (auf Küſsnacht hin) eben so steil abgeschnitten ist, wie dieser, so daſs also beide Quecksilberwaagen bei einem Höhenunterschiede von 4200 Fuſs, doch in horizontaler Richtung nahe beisammen hangen, und vielleicht nur 6 oder 8000 Fuſs von einander entfernt wären. Der Rigi liegt wie eine hohe Insel zwischen dem Vierwaldstätter-, dem Zuger- und dem Lowezer-See und ohne Zusammenhang mit höheren Bergen. Auf seiner Spitze steht ein Kreuz, dessen Höhe sich leicht trigonometrisch bestimmen läſst, die man in den Wiesen von Arth, die an seinem Fuſse liegen, eine Standline von einer viertel Stunde ohne Schwierigkeit messen kann. Von dieser kann man das Arther Thal trianguliren und so zwei Punkte am Zuger-See bestimmen, von denen man ein Dreieck bequem auf das Kreuz auf Rigi Culm legen kann.

In Hinsicht der Leichtigkeit des Beobachtens würde er groſse Vorzüge vor dem Monte Gregorio haben. Vom

Zuger-See steigt man zwei Stunden bis zur Kapelle Maria vom Schnee. Von hier hat man noch eine Stunde bis zur Spitze.

Im Sommer würde es nicht schwierig sein, oben ein Zelt aufzuschlagen, und ganz da zu wohnen, und wenn die Witterung ungünstig wäre, so hätte man auf keinen Fall weit, bis zu den Wirthshäusern der Kapelle. Dabei hätte man beständig die herrliche Aussicht auf die Alpen, auf den Vierwaldstätter-See und auf die ebene Schweiz, in der man von Rigi aus die Städte wie grofse Dörfer liegen sieht. Als ich des Morgens um 9 Uhr nach Rigi-Stafel kam, so lagen alle Alpen, alle Bergspitzen im hellsten Sonnenschein, und man übersah mit einem Blick die schwarzen, schroffen Bergrücken des Glärnisch, des Gotthards, der Schlofsberge, der Jungfrau und unzähliger anderen, deren Namen niemand zu nennen mufste.

Aber herrlicher noch als dieser Anblick war ein blendend weifses Wolken-Meer, welches leicht geflockt alle Thäler überschwemmte, und tief unter mir wie ein weifser See in völliger Ruhe da stand. Die ganze ebene Schweiz von den Alpen bis zum Jura war gleichsam nur ein Schneefeld von blendender Weifse, aus dem die Alpen und der Jura wie hohe Inseln emporstiegen.

Die Sonne stieg immer höher. Gegen 10 Uhr löste sich das weifse Wolken-Meer in lauter Flocken auf, zwischen denen hindurch man die reichbebaute Landschaft wie einen Garten unter den fliegenden Wolken liegen sah.

Gegen Mittag waren alle Wolken aufgelöset, und nun war die Aussicht nach allen Seiten frei. Man übersah die Kantone Aargau, Solothurn, Lucern, Bern, Unterwalden, Schweiz und Zug, das ganze Juragebirge, vierzehn Seen, und eine unzählige Menge Schneeberge, Bergspitzen und schwarze Felsenrücken. In der Ferne lag die reichbebaute Landschaft von Zürich, mit ihren weifsen schimmernden Landhäusern.

11.

Höhenmessung ohne eine zweite Beobachtung, zur Bestimmung der Vegetationsgränze.

(Die Höhe des Kornfeldes im Tawetschen Thale am Vorder-Rhein, den 3. Sept. 1810.)

Bei Bergreisen kommt es öfter vor, dafs man gerne die Höhe eines Punktes über der See wissen möchte. Es fehlt einem aber die zweite Beobachtung von einem Punkte, dessen Höhe über der See schon durch langjährige Beobachtungen festgestellt worden. Wie hat man sich in diesem Falle zu verhalten?

Man mufs alsdann annehmen, dafs an dem Tage sich die Quecksilberwaagen an der See auf ihrem mittlerem Stande von 28,18 Zoll bei 10° befunden, und hiernach seine Rechnung führen. Bei dieser Annahme kann man sich freilich bedeutend irren, indem die Quecksilberwaagen auch um einen halben Zoll höher oder tiefer stehen können, wodurch man dann die Höhe um 400 Fufs zu klein oder zu grofs findet. Allein es ist wieder die einzige Annahme, die man machen kann. Doch kann man sie später noch in etwa berichtigen, wenn man an Orte kommt, wo die Quecksilberwaage täglich beobachtet wird, und man sieht dann im Tagebuch nach, ob die Quecksilberwaage an dem Tage über oder unter ihrem mittleren Stande gewesen, und wie viel?

Genau werden diese Messuugen indefs nie, weil bei den beständigen Veränderungen, die in dem Luftkreise vorgehen, der Druck der Luft an entfernten Orten oft sehr verschieden ist, wo dann die Quecksilberwaagen natürlich einen ganz verschiedenen Stand haben. Die Ursache, welche einen sehr hohen oder einen sehr tiefen Stand der Quecksilberwaagen veranlafst, zieht wie eine Wolke über Europa, und kommt an dem einen Orte oft 24 Stunden früher, als wie an den andern, wie man dieses sieht, wenn man die täglichen Beobachtungen der Londoner, Pariser und Genfer Quecksilberwaagen mit einander vergleicht.

Indeſs gibt es Fälle, wo es eben nicht darauf ankommt, ob man eine Höhe bis ein paar hundert Fuſs genau weiſs, und dann ist diese Methode recht brauchbar. So beobachtete ich den 3. September 1810 des Nachmittags um 3 Uhr die Quecksilberwaage an einem noch grünen Kornfelde zu Chiamunt (im Tawetschen Thale, nicht weit von den Quellen des Rheines) zu 284,40 Linien. Der Wärmemesser stand in dem engen Thale auf 18° R. Das Kornfeld lag etwa 80 Fuſs höher als der Vorderrhein, der sich dort wie ein groſser Bach über Felsenblöcke wegstürzt.

Nimmt man an, daſs die Quecksilberwaagen an der See auf 28,18 Zoll bei etwa 22° Wärme gestanden, so wäre die mittlere Wärme der Luftsäule 20 Grad gewesen. Wahrscheinlich war sie aber nur 18°, da in so einem engen Thale, gerade wie in einem Treibkasten, immer eine örtliche Erwärmung statt findet, wobei die Quecksilberwaage die Wärme der Luft gröſser angibt, als sie auf einer frei liegenden Bergspitze sein würde.

Die Höhe des Kornfeldes über der See war 4612 paris. Fuſs. Als ich später wieder nach Zürich kam, und meine Beobachtungen mit denen verglich, welche dort Herr Feer täglich anstellte, so fand ich, daſs sich damals die Quecksilberwaagen wirklich sehr nahe bei ihrem mittlern Stande befanden.

Bei einer Bestimmung wie diese, welche gemacht wird, um die Grenzen der Vegetation zu finden, kommt es nie auf ein paar hundert Fuſs an. Denn ein anderes Jahr kann ein anderer Reisender ein Kornfeld auf einem Punkte finden, der noch ein paar hundert Fuſs höher liegt. Allein, daſs in einer Höhe von 4600 Fuſs über der See, also tausend Fuſs höher als der Blocksberg in unsern Breiten noch Kornbau getrieben wird, ist immer eine merkwürdige Erscheinung.

Herr von Buch, den ich später in Iverdün traf, und welchem ich meine Beobachtung mittheilte, zeigte mir ähnliche Beobachtungen vom Mont-Cenis. In derselben Höhe hatte er hier ebenfalls noch Kornbau gefunden. Ob-

schon das Korn nur eine einjährige Pflanze ist, welche nicht so sehr wie die Bäume und der Weinstock von der mittleren Temperatur abhängt, so scheint doch für die Alpen eine Höhe von 4600 Fuſs bis 4800 Fuſs über dem Meere die Grenze zu sein, wo noch Kornbau möglich ist. Aber auch hier nur in engen und gegen Süden liegenden Thälern. Auf freien Bergspitzen wird es auf dieser Höhe nicht mehr wachsen. Mehrere Gemüsearten werden noch höher gebaut, besonders die Kohlpflanzen. Allein da sie bloſs Sommerpflanzen sind, die die tiefe Temperatur des Winters nicht empfinden, und da sie zugleich nur in der Nähe der Häuser gebaut werden, wo sie vor dem Nordwinde geschützt sind, so kann man keine bestimmte Grenze mehr für die Höhe angeben, auf der sie nicht mehr wachsen. So wachsen z. B. in dem kleinen Gärtchen, welches der Spitalwärter des Hospitiums auf dem Grimsel hat, noch allerhand Küchenpflanzen, in einer Höhe von 5600 Fuſs über dem Meere. Allein die geschützte Stellung des Hauses, die warme, sonnenhelle Lage des Gärtchens nach Süden und der viele Dünger machen, daſs diese künstlichen Pflanzungen in einer ungleich gröſseren Höhe gedeihen, als sie in ihrem natürlichen Zustande thun würden. Der Blocksberg ist 3600 Fuſs hoch, also noch 2000 Fuſs höher wie der Blocksberg.

Nach Herrn von Buch seinen Beobachtungen geht in der Schweitz unter der Breite von 45½ bis 46½ Grad

der Weinstock bis	2432	Fuſs	über	dem	Meere.
die Nuſsbäume bis	3640	»	»	»	»
die Kirschbäume bis	4164	»	»	»	»
die Buchen bis	4815	»	»	»	»
die Tannen bis	6420	»	»	»	»

Auf diese Weise kann man an den Vegetationsgrenzen der verschiedenen Bäume immer ungefähr sehen, wie hoch man über dem Meere ist.

Für jeden Breite Grad (15 geogr. Meilen) kann man ¾ Grad R. Wärmeabnahme rechnen. Die Zwergbirken gehen in Talwig, an der äuſsersten Spitze von Europa

auf dem 70 Grad der Breite, nur bis auf eine Höhe von 2576 Fuſs über dem Meer, und bleiben hier nur 700 Fuſs von der Grenze des ewigen Schnees.

11.

Höhenmessung auf dem St. Gotthardt zur Bestimmung der Wasserscheide zwischen dem Mittelländischen Meere und der Nordsee.

Den 4. Sept. 1810 stieg ich durch die Felsenthäler des Gotthardts hinauf bis zur Einöde des Hospitiums, ein Haus von Steinen erbaut, mit Steinen gedeckt, einsam in einer unwirthbaren Felsenwüste.

Hier sind die ewigen Seen aus denen die Reuſs, aus denen der Tessin entspringt, hier ist die Scheidung der Gewässer nach Deutschland und nach Italien, nach der Nordsee, und nach dem adriatischen Meere.

Wenn der Schnee schmilzt, oder wenn Gewitter sind, dann laufen die kleinen Seen aus denen die Reuſs und der Tessin entspringen, zusammen, und es ist ungewiſs, ob der Tropfen auf der Wasserscheide nach Deutschland oder Italien flieſst.

Die Quecksilberwaage stand um Mittag im Hospitio auf 264,84 Linien. Der Wärmemesser auf 10°. Nimmt man an, daſs sie an der See auf 338,16 Linien gestanden, und der Wärmemesser auf 20°, so wäre die mittlere Wärme der abgewogenen Luftsäule von der See bis zum Hospitio 15° gewesen.

Die Höhe des Hospitiums findet man zu 6406 par. Fuſs. Den vorigen Tag hatte ich am Oberalpsee, auf dem Wege vom Vorderrhein nach dem Ursern Thale die Quecksilberwaage um 5 Uhr Abends auf 267,36 Linien beobachtet. Die Wärme war 12° R.

Des Abends um 7 Uhr stand die Quecksilberwaage im Ursener Thale in dem Dorfe An der Matt auf 287,04 Linien, und der Wärmemesser auf 14°.

Ich berechnete hieraus die Höhe des Oberalpsees über dem Ursener Thale zu 2045 Fuſs, und die des Hospitiums auf dem Gotthardt zu 2060 Fuſs. Das Ursener Thal ist 4400 Fuſs über der See.

Wenn man also aus dem Ursener Thale nach Graubünden geht, so muſs man bis zum Oberalpsee fast eben so viel steigen, als wenn man über den Gotthardt nach Italien geht.

Obgleich das Ursener Thal 250 Fuſs niedriger liegt, als das Thal zu Chiamunt am Vorderrhein, so ist doch kein Kornbau in ihm. Da es flacher und gröſser ist, so ist es weniger warm, als das schmale und enge Thal von Chiamunt.

Das Ursener Thal ist rund um von Bergen eingeschlossen. Es ist der Boden eines trocken gewordenen Landsees, der durch die Felsenspalte abgelaufen, die die Reuſs sich in den Felsendamm bei der Teufelsbrücke gebrochen hat. Als der See abgelaufen war, und auf seinem Boden die schönen Wiesenmatten entstanden, da zogen die Hirten im Sommer mit ihrem Vieh hierhin. Sie kamen aus dem Tewetschen Thale über den Oberalpsee, und gingen im Winter nach Chiamunt zurück. Endlich bauten sie sich hier an, und die Sennhütten verwandelten sich in Häuser. So entstanden in diesem drei Stunden langen und eine viertel Stunde breiten Thale die drei Dörfer An der Matt, Hospital und Realp.

Im 14. Jahrhundert wurde in die Felsenspalte, wodurch sich die Reuſs herabstürzt, eine Brücke mit Ketten gehangen, und so ein Weg Thalabwärts nach Altdorf gebahnt. Im Jahre 1707 lieſsen die Bewohner des Ursener Thals durch Peter Moritini einen Stollen durch die Felsen des Teufelsberges sprengen, der 200 Fuſs lang und 12 Fuſs breit und hoch ist. Dieses ist das sogenannte Urner Loch, durch welches jetzt die Straſse geht. Die hölzerne Brücke, welche über der stürzenden Reuſs an

Felsen in Ketten hing, wurde nun weggenommen. Diese heifst schon in einer Urkunde von 1370 die Stäubende.

Aus den Messungen mit der Quecksilberwaage sieht man, dafs die Reufs von ihrer Quelle bis ins Ursener Thal, auf einer Strecke von ungefähr zwei Stunden einen Fall von 2000 Fufs hat. Ein Wasserfall ist über dem andern, eine Schaumwelle jagt die andere, und unter beständigem Fallen und Stürzen verfolgt sie ihren Lauf über zertrümmerte Felsen. Im Ursener Thale fliefst sie langsamer, aber so wie sie durch den Rifs im Teufelsberge ist, folgt wieder ein Wasserfall auf den andern, und sie fällt im Schellener Thale, auf einer Strecke von 4 Stunden, noch drittehalb tausend Fufs. Erst bei dem Dorfe Am Stege verliert sie dieses wilde Bachgefälle, und fliefst nun wie ein Flufs an Altdorf vorbei nach dem Vierwaldter See. Vom Gotthardt hat sie bis ins Meer ein Gefälle von 6300 Fufs. In den ersten sieben Stunden ihres Laufs fällt sie 4300 Fufs, also $\frac{2}{3}$ ihres ganzen Falles.

In den folgenden 25 Stunden bis Windisch, wo sie in die Aar fällt, hat sie nur noch 800 Fufs Fall. Und von hier in einer Strecke von 200 Stunden bis zur See mag sie noch 900 Fufs Fall haben.

Vom Hospitio des Gotthardts hat man noch 2 bis 3 Stunden zu steigen, um auf die Felsenhörner Fieudo und Prosa zu kommen, welche 2000 Fufs höher liegen. Der Gotthardt bildet die Mitte der Alpen, und aus seinen in engen Felsenthälern hängenden Gletschern entspringen der Rhein, der Tessin, die Reufs und die Rhone, deren Quellen man aber nicht sieht, da sie als Gletscher-Bäche unter dem Eise hervorkommen. Es ist so, wie Schiller sagt:

Vier Ströme brausen hinab in das Feld,
Ihr Quell der ist ewig verborgen.
Sie fliessen nach allen vier Strassen der Welt,
Nach Abend, Nord, Mittag und Morgen.
Und wie die Mutter sie rauschend geboren,
Fort fliehen sie, und bleiben sich ewig verloren.

12.

Messung mit der Quecksilberwaage vom Münster in Strasburg.

(Den 12. August 1810.)

Ich ging 1810 blofs des Münsters wegen nach Strasburg. Am Thurm hat man 162 Jahre gebaut, und am ganzen Münster 424 Jahre.

Nicht die Höhe ist es, die am Dom in Erstaunen setzt, sondern die Kühnheit, und bei dieser die feine Zierlichkeit. Ich sah ihn vom Rhein kommend, vor der glänzenden Abendröthe stehend, die ihn von unten bis oben durchleuchtete, da alles an ihm durchbrochen ist und fast mehr Luft als Stein. Es ist keine schwere Masse, wie eine egyptische Pyramide, mit weit sich erstreckenden Grundlagen, und dann wie ein Dreieck beilaufend. Er steht schlank, leicht, durchsichtig da, und trotzt doch der Zeit, dem Sturm und dem Regen. Die Steine sind sorgfältig ausgewählt; (es ist ein fein körniger, röthlicher Sandstein, der bei weitem nicht so der Verwitterung ausgesetzt ist, wie der Stein am Dom in Cöln) dann mit Eisen auf einander gegossen, und mit feinem Mörtel gefugt. Man sieht hier eine Zimmerung von Stein, die man sonst nur gewohnt ist in Holz zu sehen.

Das Strasburger Münster ist, wie fast alle gothischen Dome, unvollendet geblieben. Er sollte zwei Thürme haben, aber der eine ist nur bis zur Spitze fertig geworden, der andere aber nur bis zu einer Höhe von 200 Fufs, wo eine grofse Altane zwischen den beiden Thürmen ist, und das Münsterhäuschen steht. Bis hierhin können Alle steigen, auch die welche schwindlicht sind. Man findet hier immer Gesellschaft, die da spatzieren geht und der schönen Aussicht auf die unübersehbaren Ebenen des Elsasses, des Badenschen und der Pfalz geniefsen, die durch nichts beschränkt wird, als nur durch die Vogesen, den Schwarzwald und den Odenwald. Diese Al-

tane ist so allgemein besucht, dafs der Thurmwächter auf ihr eine kleine Wirthschaft angelegt hat.

Von hier führen vier Wendeltreppen 120 Fufs bis aufs leere Gewölbe. Sie sind ganz durchsichtig, und man glaubt immer in freier Luft zu schweben. Wer nur ein wenig schwindlicht ist, kann immerhin bis an das Ende diese Treppe aufs leere Gewölbe steigen. Von hier verwandeln sich diese vier Schneckenstiegen, die senkrecht an den vier Ecken des Münsters heraufläufen, in acht schmale, sonderbar gewundene Treppen, welche die Spitze des Münsters bilden, und denen man bis unter den Knopf steigt. Diese Treppen sind noch achtzig Fufs hoch, und wer hier bis zu Ende steigen will, mufs völlig ohne Schwindel sein. Ich versuchte es, allein die Gefahr war mir doch zu grofs.

Bis auf die Plattforn gibt mir die Messung mit der Quecksilberwaage 209 Fufs; die mit der Schnur gibt mir 208 Fufs.

Bis auf das leere Gewölbe gibt mir die Messung mit der Quecksilberwaage 328,6 Fufs. Die mit der Schnur gibt mir 326 Fufs.

In Hamburg ist das Cabinet auf dem Michaelis-Thurm 333 paris. Fufs. Also ist es hier beinahe eben so hoch wie in Hamburg. Der Rhein bei Strasburg ist 450 Fufs über der See.

Die Höhe des Münsters ist 443 paris. Fufs.

Die Peterskirche in Rom ist 485 par. Fufs.

Die Pyramide des Cheops zu Ghize ist 448 par. Fufs.

Der Michaelis-Thurm in Hamburg ist 402 par. Fufs und 6 Zoll.

Die Höhe von 500 Fufs scheint die Grenze zu sein, die der Mensch in seinen kollosalischen Gebäuden nicht überschreiten kann. Gothische, egyptische und römische Baumeister haben sich ihr genähert. — Alle andern sind hinter ihr zurückgeblieben.

Das alte Münster brannte im Jahr 1007 völlig ab. Es war vom Blitz angezündet worden. Im Jahr 1015 wurden die Fundamente zur neuen Kirche 27 Fufs tief auf einge-

rammten Erlenen Pfälen gelegt, nachdem vorher der Boden mit Lehm und hölzernen Kohlen festgeschlagen worden. In dreizehn Jahren war sie bis unter das Dach vollendet. Darauf wurde der Bau durch schwere Kriegszeiten unterbrochen, bis er 1273 vollendet wurde. Im Jahr 1275 beschlofs Bischof Conrad III. die Thürme mit Schneckenstiegen aufzubauen. Der Werkmeister war Erwin von Steinbach. Nach dessen Tode wurde sein Sohn Johann Werkmeister. Erwin starb 1318, und sein Sohn Johann 1339. Er hatte den Bau der Thürme bis an das Wächterhäuschen gebracht, also bis 200 Fufs hoch. Darauf haben mehre Baumeister daran gebaut, doch scheint der Bau vermuthlich durch Kriegsunruhen wieder lange unterbrocken zu sein. In der Woche Johannis des Täufers im Jahr 1438 ist der eine Thurm mit seinen Schneckenstiegen endlich völlig fertig geworden durch den Baumeister Johann Hülz von Cöln, wo damals die schönste Blüthe der Baukunst war. Ueber der Sakristei-Thüre steht folgende Grabschrift von ihm: „1449 starb der ehr„same und kunstreiche Johann Hülz, Werkmeister die„ses Baues und Vollbringer des hohen Thurms, hier zu „Strasburg, dem Gott Gnade mittheile und die Huld.“

Die meisten Beschädigungen hat der Münster vom Einschlagen des Blitzes erlitten. Ich habe in der Chronik wenigstens ein Dutzend Einschläge angeführt gefunden, wovon einige so starb waren, dafs sie die Krone weggeschlagen hatten, und ein Theil der Kirchendächer verbrannt.

Das runde Fenster was über der Thüre ist, die beide Kirchthürme mit einander verbindet, hat 57 paris. Fufs im Durchmesser. Ist also noch 5 Fufs gröfser wie mein Haus. Auf der Altane stehen die Namen: von Herder und Göthe.

13.

Messung der Grubenzüge.

Die Markscheider nennen das Barometer die Quecksilberwaage, und nivelliren mit ihr die Thäler, in wel-

chen ihre Stollen zu Tage gehen, und oft auch ihre Gruben. Doch geschieht das letztere nur zur Probe, denn die Barometermessungen in Bergwerken können die Genauigkeit nicht geben, welche die sogenannten Grubenzüge geben, theils weil die Höhen immer geringe sind, und theils weil man in der Erde beim Flackern der Bergwerkslampe die Quecksilberwaage nicht so genau ablesen kann, als wenn man zu Tage ist. Hierzu kommt noch, dafs in den Bergwerken die Luft immer in Ruhe ist, weil die kalte Luft zu den Stollen einfällt, dann durch die Strecken zieht, und zu den Schächten endlich wieder heraus. Dieser Wetterwechsel, welcher für den Bergmann so angenehm ist, macht es schwierig, genau den Wärmegrad der abgewogenen Luftsäule zu bestimmen; denn es ist in den Bergwerken, je tiefer man in die Erde kommt, heifser, wie bei Tage. Dieses rührt daher, dafs es in der Erde warm ist, und dafs diese Wärme 140 Fufs für 1° Reaumur zunimmt. Herr von Trebra fand in der Hoffnung Gottes auf 1178 p. Fufs Tiefe 15° Reaumur. Bei Tage war es nur 6°,4 Reaumur. Dafs die Wärme in der Erde zunimmt, ist auch die Ursache von den warmen Quellen.

14.

Messung der Grubenzüge auf dem Harz.

Herr v. Villefofse hat in den Jahren 1804 und 1805 ein grofses Nivellement auf dem Harz mit der Quecksilberwaage gemacht. Die Resultate davon finden sich in Gilberts Annalen der Physik 1808. Er hat bei dieser Gelegenheit auch in den Bergwerken gemessen, und die Höhe mit den Markscheider-Angaben verglichen. Ich will einige seiner Messungen als Beispiel der Genauigkeit anführen, welche sich mit der Quecksilberwaage in Bergwerken erreichen läfst.

1. Den 15. Februar 1805 stand die Quecksilberwaage an der Hängebank der Grube Dorothee zu 25,926 Zoll. Der Wärmemesser stand ÷ 4°,5 R. Zu gleicher Zeit stand die korrespondirende Quecksilberwaage an der Sohle des Georg Stollens zu Grund 27,000 Zoll, und der Wärmemesser ÷ 2°,5 R.

Höhe nach der Quecksilberwaage 966,3 Fuſs.
Nach der Markscheider-Angabe 922,2 Fuſs.

Unterschied + 44,1 F. oder $\frac{1}{21}$.

2. Den 20. Februar 1805 stand die Quecksilberwaage an der Hängebank der Grube obern Thurm Rosenhof 26,263 Zoll. Wärmemesser + 2°5 R. Zu gleicher Zeit stand die Quecksilberwaage im Grunde 27,142 Zoll, der Wärmemesser + 2° R.

Höhe nach der Quecksilberwaage 811,4 Fnſs
Nach der Markscheider-Angabe 793,6 Fuſs

Unterschied + 17,8 F. oder $\frac{1}{44}$.

3) Den 23. April 1805 stand die Quecksilberwaage an der Hängebank des oberrheinischen Weinschachts 26,223 Zoll, Wärmemesser 5°,5 R., die korrespondirende Quecksilberwaage auf der Sohle des tiefen Georg-Stollens in diesem Schachte stand auf 27,000 Zoll, die Wärme war + 10° R.

Höhe nach der Quecksilberwaage 714,5 Fuſs.
Nach der Markscheider-Angabe 699,6 Fuſs.

Unterschied + 14,3 Fuſs od. $\frac{1}{47}$.

4) An demselben Tage stand die Quecksilberwaage im Tiefsten der Grube 27,29 Zoll, als die Wärme + 14° war. Bei 10° stand sie auf der Stollensohle 27,000 Zoll.

Höhe nach der Quecksilberwaage 249,4 Fuſs.
Nach der Markscheider-Angabe 272,4 Fuſs.

Unterschied ÷ 23,0 Fuſs od. $\frac{1}{12}$

5) Vergleicht man den eben angeführten Stand im Tiefsten der Grube mit dem an der Hängebank, so findet man den Höhenunterschied . . 968,0 Fuſs.
nach der Markscheider-Angabe . 972,2 Fuſs.

Unterschied ÷ 4,0 Fuſs od. $\frac{1}{243}$.

6) Den 8. April 1805 stand die Quecksilberwaage an der Hängebank des neuen Gesammtschachtes zu Lauterberg auf 27,022 Zoll bei einer Wärme von + 8° R. Zu gleicher Zeit stand die korrespondirende im Tiefsten der Grube Louise Christiane 27,562 Zoll bei einer Wärme von + 12° R.

Höhe nach der Quecksilberwaage 491,5 Fuſs.
Nach der Markscheider-Angabe 475,0 Fuſs.

Unterschied 16,5 Fuſs od. $\frac{1}{28}$.

Man sieht, daſs die Quecksilberwaagen die Höhe bald zu groſs und bald zu klein angeben, und daſs dieses seinen Grund bloſs in Fehlern der Beobachtung habe, welche wahrscheinlich durch mangelhaftes Ablesen entstanden sind. Auch fand sich, daſs eine von diesen Quecksilberwaagen, als sie mit dem Heberbarometer des physikalischen Cabinets in Göttingen verglichen wurde, 1,8 Linien niedriger stand. Da alle gute Quecksilberwaagen immer bis auf 4 oder 5 zehntel Linien mit einander übereinstimmen, so muſs eine von beiden fehlerhaft gewesen sein. Die des physikalischen Cabinettes in Göttingen war wohl richtig.

Herr von Villefosse hielt die Quecksilberwaagen für Individuen. Dieses ist ein Irrthum. Gute Quecksilberwaagen stehen alle gleich hoch bis auf eine Kleinigkeit, die selten in Betracht kommt, und die fast nie eine halbe Linie beträgt.

Um seine Messungen mit der Quecksilberwaage mit den Markscheider-Angaben übereinstimmend zu machen, nahm er bei der Rechnung an, daſs die Ausdehnung der Luft nicht $\frac{1}{213}$ sei, sondern $\frac{1}{182}$. Die genauere Messungen von Deluc, Trembley, Roy und Schuckburgh wa-

ren damals schon bekannt, und da diese eine grofse Anzahl Beobachtungen gemacht hatten, und zwar auf Höhen bis auf 3000 Fufs, so war es etwas gewagt, auf 6 Beobachtungen eine neue Regel zu gründen, besonders da diese unter sehr ungünstigen Umständen auf Höhen angestellt waren, die noch keine 1000 Fufs betrugen.

15.

Messungen des Herrn von Humboldt.

Herr von Humboldt hat in Mexiko Versuche über die Tiefe der Gruben in Hinsicht des Messens mit der Quecksilberwaage gemacht, und zwar im Jahre 1802.

Folgende sind die Ergebnisse, so wie Herr Ramond sie Seite 16 anführt. Die Quecksilberwaage steht 28,15 Zoll das ganze Jahr hindurch am Ufer der See und unter dem Aequator bei 20° R. Herr von Humboldt hat die Höhe in Meter angegeben.

1) Die Tiefe der Grube in Valenciana bei Goanaxoata, Breite 21°.

Höhe nach der Quecksilberwaage 531,5 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 524,1 Meter.

Unterschied + 7,4 Met. od. $\frac{1}{75}$.

2) Die Tiefe der Grube Rajos bei Goanaxoata, Breite 21°.

Höhe nach der Quecksilberwaage 271,7 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 275,9 Meter.

Unterschied ÷ 4,2 Met. od. $\frac{1}{89}$.

3) Die Tiefe der Grube zu Villalpando, Breite 21°.

Höhe nach der Quecksilberwaage 167,2 Meter.
Die Morkscheider-Angabe . . 173,8 Meter.

Unterschied ÷ 6,6 Met. od. $\frac{1}{25}$.

4) Die Tiefe der Grube Animas bei Goanoxoata, Breite 21°.

Höhe nach der Quecksilberwaage 132,2 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 137,4 Meter.

Unterschied ÷ 5,2 Met. od. $\frac{1}{27}$.

5) Die Tiefe der Grube Moran, Breite 20°.
Höhe nach der Quecksilberwaage 114,3 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 111,1 Meter.

Unterschied + 3,2 Met. od. $\frac{1}{37}$.

6) Die Tiefe der Gruben Ruio, Pichincha, Breite 0°,14 Min.
Höhe nach der Quecksilberwaage 1964,5 Meter.
Die Markscheider-Angabe . . 2016,2 Meter.

Unterschied ÷ 51,7 Met. od. $\frac{1}{39}$.

Herr von Humboldt findet die Fehler, eine in die andere gerechnet, zu $\frac{1}{50}$. Dieses rührt vom Fehler der Beobachtung her. Denn es ist unmöglich bei dem flackernden Grubenlichte so zu lesen, wie man es bei hellem Tage lesen würde. Dann ist aber auch die Höhe, auf der gemessen wird, sehr klein. Gewöhnlich 2 bis 300 Meter. Selten ist eine die 500 Meter hat, und noch seltener eine, die 2016 Meter hat.

16.

Abkürzung der Berechnung der Berghöhen.

Man kann die Berechnung der Berghöhen noch etwas abkürzen, wenn man statt beide Quecksilbersäulen auf die mittlere Temperatur der Luft zu bringen, sie entweder:

1) Auf die Wärme des obern oder
2) Auf die Wärme des untern Quecksilbers zurückführt,

und zwar des Wärmemessers, der an der Quecksilberwaage hängt.

Dieses gibt dieselbe Genauigkeit, und erspart das Schreiben von 14 Ziffern, wie man aus folgenden Zahlen siehet:

Den 17. October 1809 machte Herr D'Aubuisson folgende Beobachtung:

Octob.	Druck der Luft.	Stand der Quecksilberwaage. des Quecks.	der Luft.
1809	27,418 Zoll	15°,9 R.	16°,0 R. unten
17	22,351 Zoll	8°,4 R.	7°,9 R. oben

Mittlere Wärme 12° R.

Zuerst mufs nun die untere Quecksilbersäule auf die Temperatur des obern Quecksilbers gebracht werden, nämlich auf 8°,4 R.

Unten ist die Quecksilbersäule 27,418 Zoll bei 15°,9 R. lang.
Bei 15°,9 R. ÷ 8°,4 R. = 7°,5 R. ÷ 0,047 Zoll.

27,371 Zoll.

Bei 8°,4 R. ist die Quecksilbersäule . . ÷ 22,351 Zoll.

Beide Barometersände von einander abgezogen . 5,020 Zoll.

Diese 5,020 Zoll sind die Quecksilbersäulen, welche 8°4 R. Wärme und einer Luftsäule das Gleichgewicht gehalten hat, die nun keine 8°,4 R. lang, sondern 12° R.

Jetzt fängt nun die Berechnung mit den Schichttafeln an.

Für 22,3 Zoll gibt die Tafel Nr. 2. = 6432 Fufs Steigung.
Für 0,051 . . . . . = ÷ 56 » »
27,351 Zoll. 6376 Fufs.

Für 27,3 Zoll gibt die Tafel Nr. 2. = 1479
Für 0,071 . . . . . = ÷ 64
27,371 Zoll. ÷ 1415 Fufs.

Unverbesserter Unterschied = 4961 Fufs.

Verbesserung wegen der Wärme der Luft nach Taf. 3.

Für 4000 Fufs und 12° R. = 225 Fufs.
900 Fufs . . = 51 Fufs.
60 Fufs . . = 3 Fufs.
4609 und 12° R. . = 279 Fufs.

Für 4960 Fuſs und 12° R.		279 Fuſs.
Tafel 4.	Wegen der Feuchtigkeit der Luft .	14 Fuſs.
Tafel 5.	Die Schwere unterm 45° der Breite	0 Fuſs.
Tafel 6.	Die Veränderung der Schwere in senkrechter Richtung . . .	15 Fuſs.
Tafel 7.	Wegen der Dalton'schen Theorie	÷ 16 Fuſs.
Die Höhenmessung mit der Quecksilberwaage gab		5253 Fuſs.

Man hat bei dieser Rechnung 153 Zahlen zu schreiben; bei der vorigen Rechnung hat man 167 Zahlen; also 14 Zahlen weniger.

17.

Ursache, warum es gleich gilt.

Die Ursache, warum es gleich gilt, ob man die Quecksilbersäulen entweder:

1) auf die obere Wärme am Berge, oder
2) auf die Wärme mitten am Berge, oder
3) auf die Wärme unten am Berge,

zurückführen kann, sieht man am besten aus folgendem Beispiele.

Ich nehme dazu den Monte Gregorio vom 4. October 1809.

Octob. 1809.	Druck d. Luft.	Wärme des Quecks.	Wärme der Luft.
4.	27,612	12°,9 R.	12°,4 unten
	22,395	3°,3 R.	1°,8 oben.

Wird die obere Quecksilbersäule auf die Wärme der untern zurückgeführt, so hat man . . . 22,444 Zoll
und 27,612 »

Länge der Quecksilbersäule bei 12°,9 R. = 5,168 Zoll.

Wird sie auf die mittlere Wärme der Luft zurückgeführt, so hat man . . . . . 22,416 Zoll
und 27,576 Zoll

Länge der Quecksilbersäule bei 7°,1 R. = 5,160 Zoll

Wird die untere auf die Wärme der obern zurückgeführt, welches man ebenfalls kann, so hat man

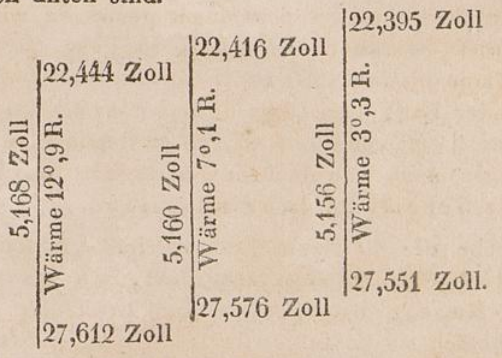
	27,612 Zoll
	— 61 Zoll
Quecksilberwaage unten	27,551 Zoll
Quecksilberwaage oben	22,395 Zoll
Länge der Quecksilbersäule bei 3°,3 =	5,156 Zoll

Man hat nun drei Quecksilbersäulen

von 5,168 Zoll bei 12°,9 R.
von 5,160 Zoll bei 7°,1 R.
und von 5,156 Zoll bei 3°,3 R.

welche zwar ungleich lang sind, weil sie verschiedene Wärmegrade haben, aber vollkommen gleich am Gewichte sind, und die daher alle der abgewogenen Luftsäule das Gleichgewicht halten. Führt man sie auf einen Wärmegrad zurück, z. B. auf 3°,3 R., so werden auch alle 5,156 Zoll lang sein.

Man übersieht dieses am besten in folgender Figur, — wo man sieht, dafs die kürzeste Quecksilbersäule am höchsten in die Schichttafeln hineinreicht, und weil oben die Schichten, die $\frac{1}{100}$ Zoll Quecksilber das Gleichgewicht halten, höher sind, so ist die Höhe einer kleinern Anzahl Schichten eben so grofs als einer gröfsern Anzahl, die mehr nach unten sind.



Bei 12°,9 R. ist die Länge	5,186 Zoll
bei 3°,3 R. » » »	5,156 Zoll

Also Unterschied 0,012 Zoll oder 1,2 Schicht, da jede $\frac{1}{100}$ Zoll ist.

Allein die kürzere Säule fängt in der Schichttafel höher an, nemlich bei . . . . . 27,551 Zoll indefs die längere tiefer anfängt, nämlich bei 27,622 Zoll, und hierdurch wird die Gleichheit wieder hergestellt.

Auch Herr Biot hat es für das bequemste gehalten, die obere Quecksilbersäule auf die Wärme der untern zurückzuführen, und hiernach seine Tafeln eingerichtet.

18.

Messung des Monte Gregorio bei Turin im October 1809.

Wenn man eine einzelne Berghöhe mit der Quecksilberwaage mifst, die 1000 bis 2000 Fufs hoch ist, so geht diese Genauigkeit bis auf 1 pCt. Eine gröfsere Genauigkeit wird schon unmöglich wegen des fehlerhaften Ablesens.

Wenn man aber eine Beobachtung von 5000 Fufs Höhe hat, die um den Mittag mehrmals abgelesen wird, so geht diese Genauigkeit bis auf 300 zu 1.

Wenn aber einen ganzen Monat gemessen wird, und immer auf demselben Punkt, so geht die Genauigkeit am Ende bis auf 1000 zu 1. Dieses war beim Monte Gregorio der Fall, den Herr d'Aubuisson im October 1809 zehnmal gemessen hat, und derer Genauigkeit so grofs ist, dafs sie noch von keinem übertroffen worden, obschon es bereits 20 Jahre her sind.

Ich habe die 10 Beobachtungen im 5. Abschnitte bei der Dalton'schen Theorie angeführt, wo ich von Fehlern der Messung und Fehlern der Rechnung handelte. Auch habe ich sie in folgender Schrift angeführt: Ueber die Dalton'sche Theorie von J. F. Benzenberg. Düsseldorf bei Schaub 1830.

Folgendes ist die Berechnung vom Monte Gregorio.

October 1809	Berechnete Höhe in Fuſs. 1830.	Unterschied in Fuſs.	Unterschied in Theile d. Ganzen.	October 1809	Berechnete Höhe in Fuſs. 1830.	Unterschied in Fuſs.	Unterschied in Theile d. Ganzen.
1	5253,4	÷ 6,1	$\frac{1}{862}$	4	5256,4	÷ 3,1	$\frac{1}{1697}$
7	5258,4	÷ 1,1	$\frac{1}{4781}$	8	5259,4	÷ 0,1	$\frac{1}{52595}$
17	5252,4	÷ 7,1	$\frac{1}{740}$	18	5273,4	+ 13,9	$\frac{1}{378}$
20	5266,4	+ 6,9	$\frac{1}{762}$	25	5249,4	÷ 10,1	$\frac{1}{521}$
30	5272,4	+ 12,9	$\frac{1}{408}$	31	5265,4	+ 5,9	$\frac{1}{891}$

M. = 5260,6 Fuſs. Mittel = 5260,8 Fuſs.

Die fünf ersten Beobachtungen geben . . 5260,6 Fuſs
Die geometrische Messung gibt . . . 5259,5 Fuſs

Unterschied 1,1 Fuſs

Die fünf letzten Beobachtungen geben . . 5260,8 Fuſs
Die geometrische Messung giebt . . . 5259,5 Fuſs

Unterschied 1,3 Fuſs

Der aus den 5 ersten Messungen erhaltene Unterschied ist 1,1 Fuſs, welches $\frac{1}{4781}$ des Ganzen ist.

Der aus den 5 letzten Messungen erhaltene Unterschied ist 1,3 Fuſs, welches $\frac{1}{4045}$ des Ganzen ist.

Die Messung des Monte Gregorio ist bis auf 1000 zu 1 genau. Vielleicht kann man annehmen, daſs sie bis 2000 zu 1 genau ist, da die Ergebnisse sie bis 4000 zu 1 machen.

Diese Messung ist ein Muster von Genauigkeit.

19.

Die Messung des Pic du Midi.

Den 27. Sept. 1803.

Ramond, der vor zwei Jahren gestorben ist, gab 1811 eine Schrift heraus, die folgenden Titel hat: *Mémoires sur la formule barométriques de la mécanique céleste*, und die zu den vorzüglichsten gehört, die geschrieben sind.

Er hat darin vom Pic du Midi über Tarbes sieben Beobachtungen vom Jahr 1803 und 1809. Und vom Pic du Midi über Baréges acht Beobachtungen von den Jahren 1805, 1809 und 1810. Endlich hat er vom Puy de Dôme über Clermont fünf Beobachtungen von den Jahren 1806, 1807 und 1808. Er hat die Resultate angeführt, aber nicht die Beobachtungen. Wahrscheinlich ist er dieses vergessen.

In seinem *exemple de calcul*, das er Seite 234 anführt, hat er den Pic du Midi, den Puy de Dome und den Mont-Perdu. Allein er hat keine Zahlen über die geometrische Messung, und sie sind uns daher unnütz. Blofs vom Pic du Midi gibt er die gemessene Höhe zu 2613,137 Meter, und dieses ist hiernach für Pariser, Rheinl. und Engl. Linien berechnet.

Puissant hat einen *Traité de Géodesie* herausgegeben, welcher 1805 erschienen ist. In diesem handelt er von der Höhenmessung mit der Quecksilberwaage und gibt als Beispiel die Beobachtungen vom 4. vendemiaire, welches die Beobachtung ist vom 27. September 1803. Wir können also diese berechnen. Die welche wir in der Schrift in paris. rheinl. und engl. Linien angeführt haben ist vom 12. Sept. 1803.

Den 27. September 1803 12 Uhr. Breite 43°.

		Wärmemesser an der Quecksilber-waage.	freier Wärme-messer.
Pic du Midi	= 537,203 Mill.	9°,75 Cent.	4° Cent.
Das Cabinet von Hrn. Dangos	= 735,581 Mill.	18°,625 Cent.	19°,125 Cent.

Wenn man diese berechnet, so findet man	2611,8 Meter.
Die trigonometrische Messung gibt . . .	2613,1 Meter.
Unterschied	1,3 Meter

oder sind in paris. Fuſs 8040
trigonometr. Messung . 8044 par. Fuſs.

Unterschied = 4 p. Fuſs oder $\frac{4}{2011}$ des Ganzen.

20.

Berechnung des Montblanc mit der Quecksilberwaage, den 3. August 1787.

Breite 45° 50′.

Die Messung mit der Quecksilberwaage des Herrn von Saussure die er den 3. August 1787 machte, ist die einzige, die wir vom Montblanc haben, und da sie unter den äuſserst günstigen Umständen gemacht worden, daſs es zweifelhaft ist, ob wir in den nächsten Jahren noch eine zweite haben, bei der das Wetter so schön, und die Luft so ruhig war, so will ich sie hierin setzen.

Die Beobachtung von Saussure ist in der De Luc'schen Thermometersprache. Ich will sie in Zoll übersetzen, und in Reaumur'schen Grade des Wärmemessers.

Zu Genf beobachtete Herr von Senebier auf der Sternwarte, welche auf dem Wall liegt, und 81 Fuſs über dem Genfer See ist.

Den 3. August 1787, Mittags um 12 Uhr.

Quecksilberwaage	27,262 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . .	+ 19°2 R.
Wärme der Luft	+ 22°6 R.
Der Feuchtigkeitsmesser stand auf . .	77° in Schatten.

Die Quecksilberwaage des Herrn v. Senebier wurde mit Nr. 1. bezeichnet.

Erste Messung auf dem Montblanc.

Den 3. August 1787, Mittags um 12 Uhr.

Die Quecksilberwaage Nr. 2. stand auf 16,022 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . + 1°2 R.
Wärme der Luft . . . . . ÷ 2°3 R.
Der Feuchtigkeitsmesser stand auf . . 51°

Zweite Messung auf dem Montblanc.

Den 3. August 1787, Mittags um 12 Uhr.

Die Quecksilberwaage Nr. 3. stand auf 16,024 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . + 2°2 R.
Wärme der Luft . . . . . ÷ 2°3 R.

Dritte Messung auf dem Montblanc.

Den 3. August 1787, Nachmittags um 2 Uhr.

Quecksilberwaage auf dem Montblanc bei 10° R. 16,085 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . . . . + 1°5 R.
Wärme der Luft . . . . . ÷ 2°5 R.
Die Quecksilberwaage in Genf stand . . 27,240 Zoll.
Wärme des Quecksilbers . . . . . + 19°2 R.
Wärme der Luft . . . . . + 22°13 R.

Die Beobachtung von Herrn von Saussure ist aus seinen Voyages des Alpes genommen, und die dritte Beobachtung ist theils die Beobachtung und theils die Rechnung mit einander vermischt, und man mufs sie so nehmen, wie er sie gibt.

Die erste Messung gab	13694	p. Fufs über der See,
Die zweite Messung gab	13695	p. Fufs.
Die dritte Messung gab	13655	p. Fufs.
Mittel	13682	p. Fufs.
Messung von Tralles	13639	p. Fufs.
Unterschied	43	p. Fufs.

Da es wahrscheinlich ist, daſs Herr von Saussure beide Quecksilberwaagen um 2 Uhr beobachtet hat, die er aber nur als eine Beobachtung angibt, so hat er noch einmal 13655 Fuſs gehabt, welches nach Tralles 16 p. Fuſs abweicht.

Also 4 Messungen geben . . .	13675 p. Fuſs.
Geometrische Messung von Tralles	13639 p. Fuſs.
Unterschied	36 p. Fuſs

oder $\frac{1}{379}$ des Ganzen.

Die Messung vom Montblanc ist ganz vortrefflich. Es hatte 4 Wochen geregnet, und als es mit dem August gutes Wetter wurde, so war die Luft im Gleichgewicht. Denn Genf ist 18 Stunden vom Montblanc.

21.

Ueber die Genauigkeit der trigonometrischen Messung des Montblanc über dem Genfer See.

Im Jahr 1802 bestimmte Professor Tralles die Höhe des Montblanc über dem Genfer See zu 13639 p. Fuſs. Der Genfer See über dem Weltmeer ist 1150 p. Fuſs, und die Höhe des Neufchateller See's über dem Weltmeer ist 1340 p. Fuſs.

Nach der Messung vom Professor Tralles betrug der Unterschied zwischen beiden Seen 186 Fuſs. Nach Professor Muncke betrug er 190 Fuſs *).

Da Tralles die seinige auf trigonometrisch gemessene Punkte bestimmt hat, und Muncke die seinige auf Höhenmessung mit der Quecksilberwaage, und da zwischen beiden 27 Jahr liegen, so kann man diese Genauigkeit wohl bis auf 4 Fuſs genau halten. Die Wasserhöhe im Neufchateller See wechselt 7 bis 8 Fuſs, und die im Genfer wechselt 5 bis

*) Siehe Gehlers physikalisches Wörterbuch 1829. 5. B. S. 356, wo von Höhenpunkten die Rede ist.

6 Fuſs. Dieses rührt vom Schmelzen des Schnees her. Im Sommer schmilzt er mehr in den Alpen weg, als im Winter, daher ist im Sommer auch der Rheinfall bei Schaafhausen in seinem gröſsten Glanze, wo hingegen im November, wo ich ihn zum zweitenmal sah, der Fall sehr klein war, und nur wenig Wasser hatte.

Man kann also die Messung von Tralles, die 13639 p. Fuſs die Spitze des Montblanc über dem Genfer See gibt, bis 4 Fuſs genau halten.

Pictet seine trigonometrische Messung war 13428 par. Fuſs. Also Fehler 211 p. Fuſs.

Schuckburgh seine trigonometrische Messung war, die er 1790 anstellte, 13542 par. Fuſs. Also Fehler 97 par. Fuſs.

Alle diese Fehler sind nach der trigonometrischen Messung von Professor Tralles bestimmt, die den Montblanc über dem Genfer See zu 13639 Fuſs angab.

Was nun die Saussure'sche Messung mit der Quecksilberwaage betrifft, so berechnete Saussure sie zu 13526 par. Fuſs. Also Fehler 113 par. Fuſs.

Schuckburgh berechnete sie zu 13532 Fuſs. Also Fehler 107 par. Fuſs.

Trembley berechnete sie zu 13423 par. Fuſs. Also Fehler 216 Fuſs.

Lindenau in seinen Tafeln, die er 1809 zu Gotha herausgab, berechnete sie zu 13376 Fuſs. Also Fehler 272 Fuſs.

Nach Professor Kramp, der diese Lehre sehr verworren vorträgt, 14016 par. Fuſs. Also Fehler 377 par. Fuſs.

Von De Luc will ich gar nicht reden, denn dieser hing den Wärmemesser seiner Quecksilberwaage in die Sonne, und nicht in den Schatten, und fand daher seine Warme um 3°,4 R. zu groſs. Seine Normal-Temperatur setzt er 16 ,8 R. und sie muſs eigentlich bei 13°,4 R. stehen. Herr De Luc gab die Höhe des Montblanc zu 13383 par.

Fuſs über dem Genfer See an. Nach Tralles ist sie 13639 Fuſs über dem Genfer See. Also Fehler 256 p. Fuſs. Dieses sind $\frac{1}{53}$ des Ganzen.

Nach Laplace seiner Formel, die er vor 1800 gab und worin er sich ganz an De Luc gehalten hat, (unter andern auch mit dem fehlerhaften Wärmemesser in der Sonne) ist die Spitze des Montblanc über dem Genfer See 13231 par. Fuſs. Tralles die seinige ist 13639 Fuſs. Also 408 Fuſs niedriger, oder $\frac{1}{33}$ des Ganzen.

Also hat Saussure die Höhe des Montblanc um 113 Fuſs fehlerhaft gehabt. Wir haben sie um 36 Fuſs fehlerhaft, oder um 43 Fuſs, wenn nämlich den 3. August um 2 Uhr, das einmal gemessen ist, wovon ich glaube, daſs es zweimal gemessen ist. 36 Fuſs sind $\frac{1}{379}$ des Ganzen. 43 Fuſs sind $\frac{1}{317}$ des Ganzen.

Saussure und Pictet maſsen 1790 den Unterschied zwischen dem Genfer See und dem Neufchateller See, die 5 deutsche Meilen von einander entfernt sind. Sie fanden 206 par. Fuſs. Dieses ist um 20 Fuſs unsicher, wenn man sie mit der geometrischen Messung von Tralles vergleicht, nämlich 186 Fuſs; oder um 16 Fuſs ungewiſs, wenn man sie mit den Höhen vom Genfer See und vom Neufchateller See vergleicht, welche Professor Muncke anführt, 190 par. Fuſs.

22.

Die Höhenmessung des Aetna von Herrn von Saussure.

Herr von Saussure besuchte auf seinen Reisen Sicilien, und auf diesen den Aetna. Wann er da gewesen ist, hat Ramond nicht angegeben, sondern sich bloſs begnügt, seine Reise §. 941 anzugeben. Ich habe aber des Herrn von Saussure seine Reise nicht zur Hand, und kann daher auch nicht sagen, ob der Monat recht war, den man wegen der Feuchtigkeit der Luft anwenden muſs. Ich habe den August angenommen. Ein Berg, der 10270

par. Fuſs hoch ist, ist es wahrscheinlich, daſs er im August oder September gemessen wird.

Folgendes sind die Beobachtungen, welche Ramond S. 238 anführt.

Die Breite ist 38°.

Catane 28 Zoll 1,13 Linien bei 23°1 R. Die Wärme der Luft 23°1 R.

Aetna 18 Zoll 10,94 Linien bei 4°,4 R. Die Wärme der Luft 4°,4 R.

Die Höhe des Aetna ist demnach 10270 paris. Fuſs.

Herr Dangos ist auch auf dem Aetna gewesen, und findet 10266 paris. Fuſs mit der Beobachtung, die er selber gemacht hat.

Herr von Saussure war der erste, der darauf aufmerksam machte, daſs die Wärme im Innern der Erde zunehme. Er that dieses zu Bex in der Schweiz in der dortigen Saline. Er fand dort in einer Tiefe von 233 p. Fuſs 11°,5 R., und in einer Tiefe von 677 Fuſs fand er 13°,9 R. Also Unterschied 2°,4 R.

Dieses war in den neunziger Jahren. Doch hatte de Luc schon in den achtziger Jahren darauf aufmerksam gemacht, daſs er in den tiefsten Gruben am Harz 10 bis 12° R. mehr gefunden habe, als bei Tage, und das auf eine Tiefe von 1023 paris. Fuſs. Doch scheint de Luc keine Anwendung auf die fortgehende Temperatur-Erhöhung in der Tiefe der Erde gemacht zu haben.

Auf dem Aetna hatte Herr von Saussure den Brand des Kraters, und er konnte, wenn er 5 bis 6 Meilen in die Erde stieg, eine Glut haben, die dem Brande des Kraters gleich kam.

23.

Messung des Chimborazo von Herrn von Humboldt.

Am höchsten ist Herr von Humboldt auf dem Chimborazo gestiegen, wo er alle Beobachter hinter sich lieſs.

Am Südmeer beobachtete er den Stand der Quecksilberwaage auf 337,79 Linien, und der Wärmemesser stand bei der Quecksilberwaage auf 25°,3 Centes. und der freie Wärmemesser stand ebenfalls auf 25°,3 Centes.

Auf dem Chimborazo stand am 23. Juni 1802 die Quecksilberwaage auf 167,20 Linien, und der hunderttheilige Wärmemesser stand bei der Quecksilberwaage auf 10°,0 und der freie Wärmemesser stand auf 1°,6 Centes.

Wenn man hiernach die Höhe des Chimborazo berechnet, so findet man, dafs er 18057 paris. Fufs hoch ist.

Die geometrische Messung gab für den Stand des Herrn von Humboldt 18186 paris. Fufs. Also 129 par. Fufs Unterschied oder $\frac{1}{134}$ des Ganzen.

Das ist die gröfste Höhe, die je Menschen erstiegen haben.

Herr von Humboldt mafs eine Standlinien in der Ebene von Tapia von 1702 Meter, und zwei geodätische Operationen gaben ihm die senkrechte Höhe der Spitze des Chimborazo über dem Meere zu 3267 Toisen oder 19602 paris. Fufs.

Bei der Besteigung des Chimborazo hinderte ihn zuletzt eine Spalte, um hinauf zu kommen. Er war von dem Gipfel noch 236 Toisen oder 1416 paris. Fufs. Wenn man diese 1416 par. Fufs von 19602 par. Fufs abzieht, so bleiben noch 18186 par. Fufs oder 5907 Meter für diejenige Höhe, auf welcher ein Mensch gestiegen ist.

24.

Der Luftballon von Gay Lussac in Paris.

Man hat eine lange Zeit geglaubt, dafs Amerika die höchsten Berge hätte, und dafs der Chimborazo von allen der höchste sei. Allein dies ist ein Irrthum gewesen, und Asien hat die höchsten.

Ein reisender Engländer hat den Dhawalageri, Gipfel des Himalaya-Gebirges zu 24166 par. Fufs gemessen. Den

Dschawehir zu 24156 par. Fuſs und den Yamunavatari in Nepaul zu 23919 par. Fuſs. Das sind also noch 6000 Fuſs höher, wie Herr von Humbold auf dem Chimporazo stand.

Aber in diesen Höhen kann wohl kein Mensch mehr leben.

Den 16. September 1804 ging in Paris Gay Lussac mit dem Ballon auf, und beobachtete die gröſste Höhe zu 6967 Meter oder 21045 par. Fuſs.

Die Beobachtung stand auf folgende Weise:

Sept.	Druck der Luft.	Wärme d. Quecks.	Wärme d. Luft	Mittlere Wärme.
1804	Paris . . . 0,76568 Met.	+ 30°8	+ 30°8	10,°6
16	Luftballon 0,32880 Met.	÷ 9°5	÷ 9°5	

25.

Die Höhenmessungen der Heerstraſsen.

Bei der Messung gewöhnlicher Berghöhen ist die Genauigkeit von einem Procent hinlänglich.

Wir hatten dieses bei der Vermessung des Groſsherzogthums Berg, wo auch alle Höhen bis auf ein Procent genau waren.

Will man z. B. die Vegetationsgrenze bestimmen, so ist bei 1000 Fuſs Höhe ein Unterschied von 10 Fuſs nicht bemerkbar. Oder man will die Wasserscheide bestimmen, so ist ein Unterschied von 10 Fuſs auch nicht bemerkbar, ob eine Quelle höher oder tiefer liege, wie eine andere.

Nur beim Wegebau muſs man allerdings mehr haben als die angeführte Genauigkeit. Aber eine Genauigkeit von 300 zu 1 kann genügen.

Beim Wegebau nimmt man zwei Quecksilberwaagen und zwei freie Wärmemesser, welche $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuſs lang sind. Dann gebraucht man noch zwei Stative, woran man die Quecksilberwaagen hängt. Endlich hat man noch zwei Vergröſserungsglä-

ser nöthig, welche auf der Quecksilberwaage unten und oben aufstehen. Sie sind befestigt und mit ihnen kann man den Stand des Quecksilbers sehr scharf ablesen. Sie vergröfsern drei- oder viermal. Weil von ihnen das scharfe Ablesen abhängt, so hat man an jeder Quecksilberwaage zwei Vergröfserungsgläser.

Die beiden Beobachter sind keine Stunde auseinander und die Quecksilberwaagen haben daher gleichen Druck der Atmosphäre. Eine Strecke von hier bis Elberfeld, welches 6 Stunden sind, wird in zwei, oder höchstens drei Tagen gemessen, nämlich von des Morgens zehn bis des Nachmittags um vier Uhr.

Wenn der Tag ruhig ist, so geht das Quecksilbermessen an.

Der erste Punkt wird am Grafenberg gemessen.
Der zweite Punkt eine viertel Stunde weiter.
Der dritte Punkt unten am Gallberg.
Der vierte Punkt auf der Gallberger Höhe u. s. w.

Die beide Beobachter sind ungefähr eine halbe oder ganze Stunde auseinander. Sie beobachten alle fünf Minuten, und setzen dieses eine halbe Stunde fort.

Nachdem sie die Beobachtungen aufgeschrieben haben, geht der eine weiter, allein der andere bleibt stehen.

Nachdem dieser nun eine halbe oder ganze Stunde gegangen ist, schlägt er sein Stativ auf, und beobachtet wieder von fünf zu fünf Minuten.

Die Zeit ist wieder eine halbe Stunde und nun geht der zweite weiter. Und so fahren sie fort, bis sie zu Elberfeld an der Wupper sind, wo sie dann die Höhe von 337 rh. Fufs haben, die die Kunststrafse vom Düsseldorfer Werft bis zu Elberfeld an der Wupperbrücke gestiegen ist.

26.

Messung senkrechter Standlinien mit Hülfe der Quecksilberwaage.

Die grofse Genauigkeit unserer Messungen mit der Quecksilberwaage macht es möglich, dafs man sie zum Messen senkrechter Standlinien gebrauchen kann, wenn nämlich im Gebirge das Messen der horizontalen Standlinien unmöglich ist. Man kann jede Messung mit der Quecksilberwaage bis auf ungefähr $\frac{1}{300}$ der ganzen Höhe als genau annehmen, wenn diese über 2000 Fufs beträgt, und die Umstände nicht ungünstig sind.

Dieses ist eine Genauigkeit, welche bei den wenigsten geometrischen Arbeiten erreicht wird, womit man die Karte von einem gebirgigten Lande aufnimmt, und mit der man immer zufrieden sein kann. Nehmen wir wieder die Figur aus Nro. 2 Tab. 4., so ist *am* die mit der Quecksilberwaage gemessene Höhe des Berges. In *b* ist der Höhenwinkel *a b d* beobachtet, und da man ohne merklichen Fehler annehmen kann, dafs das Dreieck bei *d* rechtwinklich ist, so kann man die horizontale Entfernung *b d* berechnen.

Dieses ist indefs nicht die wahre, sondern sie mufs noch vom Einflufs der Strahlenbrechung und der Krümmung der Erde befreit werden. Da man *b d* kennt, so sieht man in den Nro. 4 und 6 des zweiten Abschnitts über die Dalton'sche Theorie mitgetheilten Tafeln nach, wie viel diese für die gegebenen Entfernungen betragen und verbessert hiermit die Höhe *a d*. Man berechnet dann aufs neue das Dreieck *a b d*, und findet so die wahre Entfernung *b d* welche der Linie *b m* gleich ist, da für so kleine Bogen die Sehnen und Tragenten nicht merklich von einander abweichen.

Beispiel: Die gemessene Höhe des Berges sei = *am* = 1200 Meter und der beobachtete Höhenwinkel *abd*

sei 2°45′, so ist der Tiefenwinkel $bad = 87°15'$. Hieraus findet man die Seite $db = 24982$ Meter, oder die Entfernung vom Berge ungefähr 6 Stunden.

Hierfür gibt die Tafel Nro. 4 des zweiten Abschnitts 49 Meter für die Erhöhung des scheinbaren Horizonts. Nach Nro. 6 ist der Einflufs der Strahlenbrechung $= 49 \times 0{,}16 = 8$ Meter. In dem Dreieck abd ist also $ad = 1200 \div 49 \div 8$ Meter $= 1143$ Meter. Mit dieser verbesserten Seite ad berechnet man die Entfernung von bd aufs neue, vorher aber verbessert man den stumpfen Winkel bei d, der nicht genau 90 Grad ist, wie bei der vorigen Rechnung angenommen worden. Da 10000 Meter 324 Sekunden sind, so beträgt er bei 24982 Meter Entfernung 90° 14′ und der Winkel bei a ist 87°1′. Mit diesem Winkel und mit der Seite von 1143 Meter finden wir $bd = 23791$ Meter, also ungefähr 1200 Meter kleiner. Dieses ändert den Einflufs der Krümmung der Erde um 4 Meter, welches statt 49 nur 45 ist. Da hierdurch die Linie ad um ungefähr $\frac{1}{300}$ ihrer Länge geändert wird, so müfste man die Rechnung zum drittenmale wiederholen. Allein man kann dieses leicht vermeiden, indem man gleich bei der ersten Rechnung nach dem Augenmaafse die Entfernung des Berges schätzt, und nach dieser Schätzung die Verbesserungen, welche die Strahlenbrechung und die Krümmung der Erde erfordern, vorher anbringt. Man wird sich nicht leicht in der Entfernung eines Berges um eine Stunde irren, und die erste Rechnung gibt dann die Entfernung so genau, dafs man die zweite Rechnung als völlig scharf ansehen kann.

Es ist nun noch zu untersuchen übrig, ob man ohne merkliche Fehler die Linie bm so grofs als die Entfernung bd setzen dürfe, welche man berechnet hat.

Wir sehen eben, dafs in unserm Beispiele der Winkel bei $c = 14$ Minuten war. Da das Dreieck cbm gleichschenklich ist, so ist der Winkel bei $b = 89°46'$ und der Winkel $bmd = 89°53'$. Die Seite bd fanden wir zu 23791 Meter, und die Rechnung gibt für die Seite bm

ebenfalls 23791 Meter. Der Unterschied beträgt kaum ein paar zehntel Meter.

Da es selten ist, daſs man auf diese Weise horizontale Entfernungen bestimmt, die gröſser als 6 Stunden sind, so braucht man auf ihn keine Rücksicht zu nehmen.

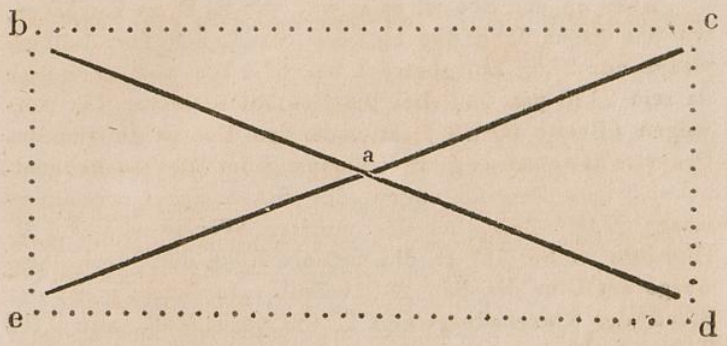
Auſser der horizontalen Entfernung *b d* findet man auch die schiefe *a b*, welche man ebenfalls als eine Standlinie ansehen, und aus ihr wieder neue Entfernungen bestimmen kann. Wie die Rechnung in jedem Falle geführt, lehrt die Ansicht der Figur. Man erhält bei den Messungen im Gebirge immer Pyramiden, so wie die Figur in Nro. 3 des zweiten Abschnitts, und man kann aus ihr immer leicht beurtheilen, welche Linien und Winkel man messen, und welche man berechnen muſs.

27.

Auf diese Weise kann man die Entfernungen aller Orte *b*, *c*, *d*, *e* berechnen, die um den Berg liegen. Diese Entfernungen beziehen sich aber nur auf die Axe des Berges, nicht von der Entfernung vom Mittelpunkt der Erde, und dieses reicht aber noch nicht hin, um sie in eine Charte zu bringen.

Es sei daher in der folgenden Figur, *a* der Mittelpunkt des Berges, *b*, *e*, *d*, *e*, die Orte, die um den Berg herum liegen, so miſst man von der Spitze des Berges die Winkel, die zwischen ihm liegen, z. B. *b a e*, *c a d* und führt dann diese Winkel auf den Horizont zurück.

Da man die Tiefenwinkel schon kennt, so berechnet man nun die 4 Dreiecke, die um den Punkt *a* herumliegen, weil in jedem Dreieck zwei Seiten, und die eingeschlossenen Winkel bekannt sind.



28.

Die Gleichförmigkeit im Stande der Quecksilberwaage an allen Orten der Erde.

Das Luftmeer steht gleich hoch an allen Orten der Erde. Nur kommen kleine Störungen in Betracht, wie z. B. im westlichen Deutschland, an der See. Dort leidet die Quecksilberwaage durch die Seeluft. Die Seeluft ist immer voll Dünste, und da die Dünste leichter sind, als die Luft, so steht die Quecksilberwaage niedriger. Die Wasserdünste betragen gegen das Gewicht der Luft 0,62, das Gewicht der Luft gleich 1 gesetzt.

Aber sehr viele Dünste sind nicht in der Luft. Sie betragen im Inneren des Landes nur auf 10000 Fuſs = 30 Fuſs, nämlich das ganze Jahr. Folgendes ist die Angabe der Monate in Genf, wo es weder trocken noch feucht ist.

Für eine Berghöhe von 10000 Fuſs beträgt diese nach D'Aubuisson:

Im Januar . .	+ 17	Fuſs.	Im July . . .	+ 48	Fuſs.
» Februar . .	18	»	» August . . .	48	»
» März	20	»	» September .	40	»
» April . . .	24	»	» October . .	27	»
» May	35	»	» November . .	24	»
» Juny	41	»	» Dezember . .	18	»

Aber an der See ist es mehr, wie z. B. in Kuxhaven, wo das ganze Jahr der mittlere Stand der Quecksilberwaage nur 27,96 Zoll beträgt bei 6°,4 R., und er müsse da sein 28,18 par. Zoll bei 10° R. Zu Ullersvang in Norwegen (Breite 60°,19′) ist nach den Beobachtungen des Propstes Hertzberg in Ullersvang im Mittel aus achtzehnjährigen Beobachtungen der Stand der Quecksilberwaage 27,987 Zoll, bei der mittlern Wärme von 5°,7 R. Hiernach ist bei 10° R. die mittlere Höhe der Quecksilberwaage am Ufer der See 28,014 Zoll. In Venedig ist der Stand der Quecksilberwaage 28,180 paris. Zoll, also 0,166 Zoll verschieden.

29.

Einflufs des Windstriches.

Der Windstrich hat einen grofsen Einflufs auf die mittlere Höhe der Quecksilberwaage. In Kuxhaven ist die mittlere Höhe noch keine 28 Zoll sondern nur 27,96 Zoll bei 6°,4 R., und dies rührt von den dort herrschenden Westwinden her, die von der See kommen. Der Beobachter ist Herr Deich-Inspector Woltmann.

In Copenhagen ist beim Ostwinde der mittlere Stand des Quecksilbers 2½ Linie höher, als beim Westwinde. Die Copenhagener Sternwarte ist auf der See 28,185 pariser Zoll.

In Paris steht das Quecksilber beim Westwind im Mittel auf	28 Zoll	0,5 Linien.
beim Ostwinde	28 Zoll	1,3 Linien.
Also Unterschied =		0,8 Linien.

Aus Humboldts Beobachtungen folgt, dafs am Aequator die Quecksilberwaage ungefähr 1 Linie tiefer steht, als auf dem 45° der Breite bei 10° R. Wärme. Die Ursache ist, dafs die Quecksilberwaage am Aequator unmittelbar an der See hängt, und nicht wie in Europa und Venedig an der See hängen, aber mitten im festen Lande.

Auch sehe ich keine Ursache, warum die Quecksilberwaagen am Aequator eine Linie höher oder tiefer stehen sollen, wie bei uns; das Einzige, was hierauf Einflufs haben könnte, ist die Abnahme der Schwere in senkrechter Richtuug, aber dieses kann, wie eine leichte Rechnung zeigt, kaum $\frac{1}{1000}$ Zoll betragen.

Am Aequator ist bekanntlich die Schwere an der Oberfläche des Meeres geringer als bei uns, theils wegen des gröfseren Schwunges, theils wegen der gröfseren Entfernung vom Erdmittelpunkte. Man sehe die Tafel, die in Hinsicht der Berichtigung der Schwere in geographischer Breite statt findet Seite 197. Da nach der Tafel auf dem 45° die Pendellänge 440,40 Linien, und auf dem Aequator 439,20 Linien ist, folglich um 1,2 Linien oder $\frac{1}{367}$ kleiner, so ist die Schwere auch um $\frac{1}{367}$ kleiner, und alle Luftschichten werden um so viel höher und leichter, weil sie um so viel weniger werden angezogen, und sich also wegen ihrer Federkraft um so viel mehr ausdehnen können.

Wenn die Umdrehung der Erde 17mal geschwinder wäre, wie jetzt, so dafs unsere Tage statt 24 Stunden nur 1 Stunde 25 Minuten lang wären, so würde die Schwungkraft die Schwere unterm Aequator völlig aufheben, und die Erde würde so abgeplattet sein, dafs der Durchmesser am Aequator doppelt so grofs wäre wie der unter den Polen.

Die gröfsere Verminderung der Schwere durch den Schwung beträgt aber selbst für die Spitze des Chimborazo nur äufserst wenig.

Unter dem 45° mufs man 72000 Fufs hoch steigen, um die Quecksilberwaage 27 Zoll fallend zu machen, wenn der Wärmemesser auf 0° steht.

Unter dem Aequator mufs man 192 Fufs höher steigen, um eben so viel fallend zu machen, also 72192 Fufs.

Setzt man die Schwere an der Oberfläche gleich 1, so ist die mittlere Schwere für eine Luftsäule von

72000 Fufs = 0,996323
72192 Fufs = 0,996314

Also Unterschied = 0,000009.

Dieses mit 27 Zoll multiplicirt, gibt 0,000243 Zoll, und um so viel steht am Aequator die Quecksilberwaage niedriger. Wollte man auf den letzten Zoll noch Rücksicht nehmen, und setzen, dafs man 108000 Fufs weiter steigen müfste, um die Quecksilberwaage auf 1 Zoll fallend zu machen, so müfste man am Aequator 108294 Fufs steigen. Der Unterschied in der mittleren Schwere einer Luftsäule von 108000 und einer andern von 108294 Fufs, die beide 1 Zoll Quecksilber tragen, ist aber so geringe, dafs es den Stand der Quecksilberwaage noch um keinen Milliontheil eines Zolles ändert.

Die gröfsere Höhe, welche die Atmosphäre unterm Aequator wegen der geringern Schwere hat, ändert also den Stand der Quecksilberwaage ungefähr um $\frac{2}{1000}$ einer Linie.

30.

Die Abnahme der mittleren Schwere.

Aber sollte die gröfsere Höhe der Atmosphäre, welche unterm Aequator von der höhern mittlern Temperatur herrührt, den Stand der Quecksilberwaage nicht kleiner machen können, da die mittlere Schwere in einer höhern Atmosphäre immer kleiner ist, als in einer niedern? Auf dem 45° ist die mittlere Temperatur an der See + 10° R. unterm Aequator + 20°. Rechnet man auf 750 Fufs 1° Wärme-Abnahme, so hat man unterm 45°, 7500 Fufs und unterm Aequator 15000 Fufs zu steigen, bis die Temperatur 0° ist.

Nimmt man ferner an, dafs in den Höhen, wo die Temperatur + 10° R. ist, die mittlere Wärme unterm Pol und Aequator dieselbe bleibt, so mufs man 7500 Fufs steigen, bis man dahin kommt, wo der Wärmemesser + 10° zeigt.

Also am Aequator bis auf 22500 Fufs.
Und unterm 45° bis . . 15000 Fufs.

Die Temperatur von 15000 bis 22500 Fuſs soll unterm 45° durchaus ÷ 10° sein.

Auf dem Aequator wäre also die mittlere Temperatur der 2250 Fuſs langen Luftsäule + 5 Grad, und bei uns wäre sie für die ersten 15000 Fuſs 0° und für die letzten 7500 wäre sie ÷ 10°.

Dieses macht eine Verkürzung von 360 Fuſs, und jenes eine Verlängerung von 540 Fuſs, beides zusammen gibt 900 Fuſs.

Man muſs also der gröſsern Wärme wegen am Aequator 900 Fuſs höher steigen, wenn man das Quecksilber will auf 11 Zoll fallend machen als bei uns.

Setzt man wieder die Schwere an der Oberfläche der See = 1 so ist die mittlere Schwere für eine Luftsäule von 22500 Fuſs gleich 0,99886
für eine von (22500 + 900) = 23400 ist sie . 0,99881

Also Unterschied = 0,00005

Multiplicirt man 0,00005 mit 17 Zoll, um so viel die Quecksilberwaage von 28 bis auf 11 Zoll gefallen ist, so erhält man 0,00085 Zoll Unterschied. Also die Erhöhung der Atmosphäre, welche von der gröſseren Wärme unter dem Aequator herrührt, macht daſs die Quecksilberwaagen von ungefähr Tausendtheil eines Zoll dort niedriger stehen, wie bei uns. Dieses ist eine Gröſse, die niemand beobachten kann.

Auf den Stand der Quecksilberwaage am Ufer der See hat also die Veränderung der Schwere keinen Einfluſs, und die mittlere Stände der Quecksilberwaagen werden auf der ganzen Erde in gleichen Höhen gleich hoch sein, das abgerechnet, was örtliche Störungen im mittlern Stande ändern, wie z. B. die Westwinde in Cuxhaven.

Es schien mir nützlich, diese Frage von dem mittlern Stande der Qecksilberwaagen an der See von allen Seiten

zu erörtern, weil diese, besonders beim Höhenmessen, so oft ein Element der Rechnung bildet.

Europa ist von grofsen Meerbusen durchschnitten, und man kann den Stand der Quecksilberwaagen an der See, mitten im festen Lande beobachten, z. B. in Venedig, Petersburg, Stockholm u. s. w. Nicht so ist es mit den amerikanischen Beobachtungen, welche unter dem Aequator nicht wohl können gemacht werden, als an dem offenen Weltmeer. Dort nur haben die Seewinde denselben Einflufs, den sie in Europa haben, d. h. sie sind feucht. Die Wasserdämpfe bilden aber 0,62 vom Gewichte der Luft, und sind daher leichter.

Wenn man dort eine Strecke zum Lande herein nivellirt, und man hängt die Quecksilberwaagen eben so mitten im festen Lande auf, wie die Quecksilberwaagen zu Venedig, so fände man auch denselben Stand der Quecksilberwaagen von 28,18 Zoll bei 10° R.

Wahrscheinlich stehen die Quecksilberwaagen im Innern von Afrika am höchsten, weil sie dort am entferntesten von der See sind, und die Luft am Trockensten ist.

An der Westküste von Europa steht die Quecksilberwaage immer niedriger. Die Ursache ist die dort herrschenden Seewinde z. B. in Kuxhaven 27,96 Zoll bei 6°,4 R.

Dalton beobachtete sie zu Kendal in Lancashire aus fünfjährigen Beobachtungen, die er von 1788 bis 1792 anstellte, auf 28,149 Z. die Höhe der Quecksilberwaage bei 10° R. Wenn man sie mit der Copenhagener vergleicht, so hat man 28,185 ÷ 28,149 par. Zoll = 0,036 par. Zoll. Dieses sind 31 Fufs Luft oder eigentlich Dünste. Denn England ist eine Insel, und die Quecksilberwaage mufs immer niedriger stehen, als auf dem festen Lande.

Am auffallendsten ist aber vom Probste Herzberg der zu Hardanger Fiord bei Bergen in Norwegen auf dem 60°19′ nördlicher Breite beobachtet hat. Er fand von 1798 bis 1806 die Beobachtungen mit der Quecksilberwaage auf 27,987 Zoll, nämlich auf dem Spiegel der See,

wo die mittlere Wärme 5°,7 R. war. Also bei 10° R. 28,014 Zoll.

Herr von Buch, der diese Nachricht mittheilte, sagte, dafs der Maafsstab an der Quecksilberwaage gut gewesen sei.

Hätte Herr von Humboldt 1802 diese Beobachtung von 1806 gekannt, so hätte er, statt dafs er sie in Europa um 1 Linie höher fand wie in Amerika, um eine Linie tiefer gefunden, wie in Hardanger Fiord.

Allein dies thut die Feuchtigkeit. Von 1765 bis 1770 regnete es in Bergen 70,5 Zoll, in Franecker regnete es 28,5 Zoll und an Englands Westküsten in Kendal regnete es 60,5 Zoll. Blofs in Quatalquivir in Amerika regnete es 90 Zoll. Etwas ähnliches wie in Europa in Bergen findet man nicht.

Allein die Menge Regen ist nur auf einen kleinen Raum bei Bergen beschränkt. 3 Meilen davon regnet es schon weit weniger. Aber an den Westküsten von Norwegen regnet es überhaupt mehr als wie in andern Ländern. Der Regen geht strichweise und 10 Meilen von Bergen kann es schon um die Hälfte weniger regnen.

In Copenhagen fand man, dafs es auf der Sternwarte, die 120 Fufs hoch ist, ein Fünftel weniger regnete, als im Garten.*)

*) Im Jahr 1810 traf ich Herrn von Buch zu Iverdun in der Schweiz. Er erzählte mir, dass an der Westküste von Europa alle Quecksilberwaagen so tief ständen z. B. die von Kuxhaven, die eben erst 28 Zoll stände, und die von Bergen, die 28,01 Zoll stände. Er sagte mir, dass die Seewinde viel Feuchtigkeit hätten, und dass deswegen auf den Inseln ein niedriger Stand der Quecksilberwaagen statt fände.

Im Jahr 1811 machte ich dieses in meinen Schweizer Briefen bekannt, die aber leider niemand gelesen hat. Dem Französischen Kaiser gefielen sie nicht, aber aus welchen Gründen ist mir unbekannt. Er verbot sie.

Im Jahr 1813 machte Gilbert in den Annalen einen Aufsatz über die mittlere Barometerhöhe am Ufer der See. Die Schweizer Briefe hatte er nicht gelesen.

31.

Uebersicht über das Höhenmesssen mit der Quecksilberwaage.

Dieses sind alle Verbesserungen, welches die feinste Theorie erfordert.

Die gewöhnliche Darstellung derselben mit den höheren Rechnungen ist zwar nicht verwickelter, aber doch weniger allgemein verständlich, wie es den Menschen angenehm ist, welche sich ein Vergnügen daraus machen, die Höhen der Berge zu messen.

Bei der Schichtmethode kommen keine andere Begriffe vor, als die jedem geläufig sind, weil man sie täglich bei den Rechnungen des gewöhnlichen Lebens anwenden mufs, nämlich: die Begriffe von den vier Spezies und die Regel von Dreien.

Folgendes ist die Uebersicht über der Lehre des Höhenmessens mit der Quecksilberwaage, welches das Buch jetzt schliefst.

1) Die Quecksilberwaage ist eine Waage, auf welcher die Gewichte der Luft gegen das vom Quecksilber abgewogen wird.

Das Gewicht der Luft geht nach dem Mariotte'schen Gesetz. Dieses Gesetz ist noch bei 27 Atmosphären dasselbe. So fanden es Arago und Dulong. Und bis zu 60 Atmosphären ist es eben so beständig, wie es Oersted und Suenson fanden. Von 14 bis 28 Zoll sind erst zwei Atmosphären.

2) Die Luftsäule und die Quecksilbersäule sind in Gedanken in horizontalen Schichten getheilt, die alle gleich schwer sind.

Jede Quecksilber-Schicht ist in $\frac{1}{10}$ Linien eingetheilt. Die Schicht-Tabelle sagt, wie viel Fufs jede Luftschicht hoch ist, die $\frac{1}{10}$ Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält. Sie beruht auf dem Verhältnisse, dafs die Luft bei 0° R. um 10495 mal leichter ist, als Quecksilber, welches am Ufer der See und unterm 45° der Breite abgewogen ist.

3) Das Höhenmessen ist ein Abwiegen, wobei man sieht, wie viel Quecksilberschichten oben auf dem Berge weniger auf der Waage sind, wenn sie einspielt, als am Fufse desselben.

Man weifs nun, dafs eben so viel Luftschichten oben weniger sind, und die Schichttabelle sagt: wie viel diese Luftschichten zusammen ausmachen. Dieses ist die Höhe des gemessenen Berges.

4) Die Schichttafeln sind für den Gefrierpunkt berechnet, weil dieser der bequemste ist, da er der Nullpunkt und der Wärmemesser ist.

Ist bei der Messung die Wärme der Luftsäule, und die Wärme des Quecksilbers auf dem Gefrierpunkte, so geben die Tafeln die Berghöhen, ohne alle Verbesserung.

Ist dieses aber nicht der Fall, so nimmt man aus der untern und obern Wärme der Luftsäule das Mittel, und nimmt an, dafs ihre Länge dieselbe gewesen sei, wenn sie durchaus die mittlere Wärme gehabt hätten.

Die Quecksilbersäulen führt man ebenfalls auf die mittlere Wärme der Tabelle 1 zurück, und so hat man dann der Aufgabe Genüge gethan: Luft und Quecksilber bei gleicher Wärme abzuwiegen.

5) Aber man müfste auch nun für die mittlere Wärme eine neue Schichttafel haben, bei der das Verhältnifs in dem spezifischen Gewichte zwischen Luft und Quecksilber zum Grunde legen, welches bei diesem Wärmegrad statt findet. Denn das für den Nullpunkt zu 1 für 10495 pafst nicht, da beide Körper sich verschieden ausdehnen, und also auch für jeden Wärmegrad ein anderes Verhältnifs in ihrem spezifischen Gewichte haben.

Wie viel dieses für jeden Wärmegrad beträgt, zeigt Tafel 3, in welcher man findet, wie viel man in jeder Berghöhe addiren mufs, wenn man bei der Rechnung die Schichttafel Nr. 2 gebraucht, die für den Eispunkt berechnet ist.

Auf diese Weise ist nun die Aufgabe gelöst: Luft und Quecksilber bei gleicher Wärme gegen einander abzuwiegen und zu berechnen.

6) Hierfür ist die Luft als trocken gedacht worden. Aber die Luft ist nicht trocken, sondern ein wenig feucht. Dieses beträgt zwar nur äufserst wenig, und ist auf 10000 Fufs Höhe, das ganze Jahr nur 30 Fufs.

Die Wasserdämpfe sind leichter. Wenn die Luft 1 ist, so sind die Dämpfe 0,62. Die feuchte Luft ist daher leichter, wie trockene. Im Sommer, wenn die Luft warm ist, ist viel mehr Feuchtigkeit da, wie im Winter, wo es nicht so warm ist. Im Sommer kommen im Juli auf 10000 Fufs 48 Fufs wegen der Feuchtigkeit der Luft; im Winter im Januar kommen auf 10000 Fufs nur 17 Fufs wegen der Feuchtigkeit.

Hierfür ist nun die Tabelle Nr. 4 berechnet, welche für jeden Monat sagt, wie viel Feuchtigkeit die Luft auf 10000 Fufs hat. Diese Tabelle ist um Ein viertel ungewifs, welches auch der Feuchtigkeitsmesser sein mag, den man gebraucht. Indefs da diese Tabelle nur sehr kleine Resultate liefert, so ist sie brauchbar. Beim Monte Gregorio lieferte sie für 5259 Fufs, 13,5 Fufs, und da gilt es gleich, ob sie um 4 Fufs mehr oder weniger hat, nämlich bei einer einzelnen Beobachtung.

Ist aber von einem ganzen Monat die Rede, wie es beim Monte Gregorio der Fall war, so wird der Feuchtigkeitsmesser abgezogen. Dann wird aus 13,5 Fufs $\div$ 3,6 Fufs = 9,9 Fufs und der Einflufs der Feuchtigkeit ist dann auf's Schärfste berechnet.

7) Das Verhältnifs zwischen den spezifischen Gewichten von Luft und Quecksilber von 1 zu 10495, auf dem die Schichttafel beruht, gilt für den 45°.

Da die Luft ein elastischer Körper ist, so hängt das Verhältnifs ihres specifischen Gewichtes, wenn man sie gegen einen unelastischen wie Quecksilber wiegt, von der Stärke der anziehenden Kraft der Erde ab, die an dem Orte ist, wo das Abwiegen geschieht. Wenn beide Kör-

per elastisch oder wenn beide unelastisch sind, so ändert sich das Verhältnifs ihrer spezifischen Gewichte nicht. Wenn unter dem 45° das Verhältnifs der spezifischen Gewichte von Sauerstoffluft und von atmosphärischer Luft, wie 1,1026 zu 1 ist, so ist es dieses auf dem Pol, und auf dem Aequator ebenfalls. Denn beide werden durch vergröfserte Schwere in gleichen Graden zusammengedrückt und dichter, und durch verminderte Schwere dünner und leichter.

Da die Schwere für jeden Breitegrad anders ist, so ist auch dieses Verhältnifs für jeden Breitengrad anders, und man müfste für jeden Grad eine besondere Schichttafel haben, welche nach diesem Verhältnifs berechnet wäre.

Wie viel diese für jeden Grad von der für den 45° abweichen würde, zeigt Tafel 5. Berichtigt man mit dieser die gefundene Berghöhe, so kann man die Schichtafel, die für den 45° berechnet ist, auf der ganzen Erde gebrauchen.

8) Aber die Schwere nimmt auch in senkrechter Richtung ab, und die Schichttafel ist so berechnet, als wenn sie durchaus gleichförmig wäre. Die obern Luftschichten sind daher in der Natur höher, wie sie in der Schichttafel sind.

Zugleich ist oben das Quecksilber leichter als unten, und wie viel zeigt die 6te Tafel, welche die Berichtigung enthält, welche von der gröfsern Höhe der Luftschichten und von der geringeren Schwere des Quecksilbers in den obern Höhen herrührt.

Bringt man auch diese Berichtigung an, so ist der Aufgabe Genüge geschehen: Quecksilber und Luft bei gleicher Wärme und bei gleicher Schwere gegen einander abzuwiegen und zu berechnen.

9) Endlich kommen wir auf die Dalton'sche Theorie.

Dalton nahm an, dafs die 4 Luftarten, die unsere Atmosphäre bilden, völlig unabhängig von einander wären.

und daſs wenn man eine Luftart wegnähme, z. B. den Sauerstoff, die anderen weder dünner noch leichter würden.

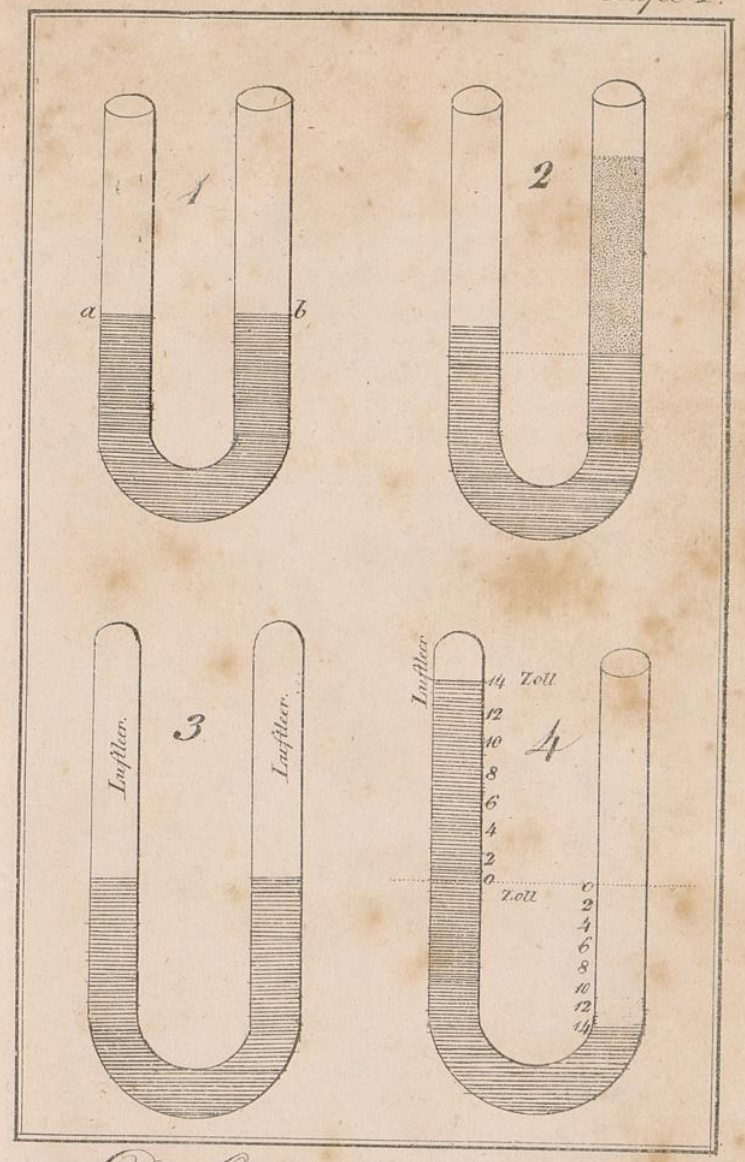
Er that dieses um die Wasserdämpfe zu erklären, die eine ganz eigene Natur haben, und wovon Deluc, Lichtenberg und Volta glaubten, daſs sie gar nicht von der Atmosphäre gedrückt würden.

Ich habe die Dalton'sche Theorie angenommen, und im 5. Abschnitte berechnet, so auch die Gründe angeführt, die mich zu dieser Annahme bestimmten. Sie ist Tafel 7, welche die Aufschrift hat: »Die Dalton'sche Theorie.» Auf 10000 Fuſs ist sie ÷ 18 Fuſs. Aber sie ist verschieden, wie man dieses aus der Tafel siehet, wo jede der 4 Atmosphären berechnet ist.

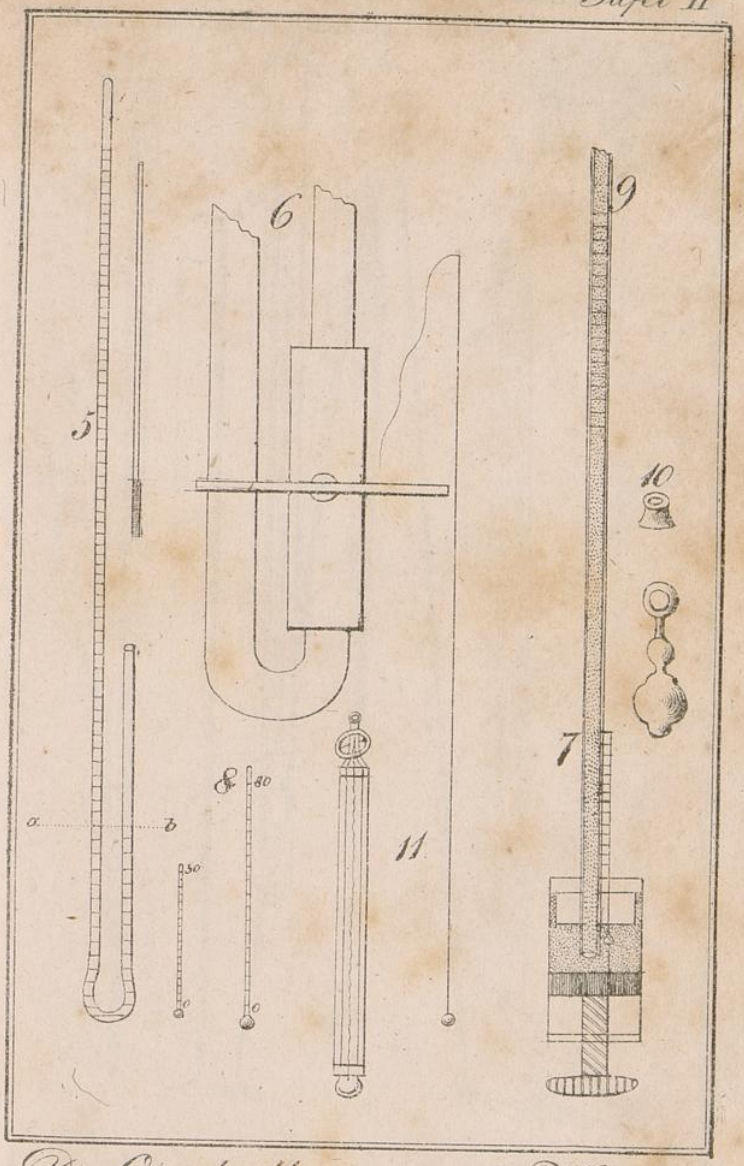
Bei 5000 Fuſs ist sie z. B. ÷ 11,7 Fuſs.

32.

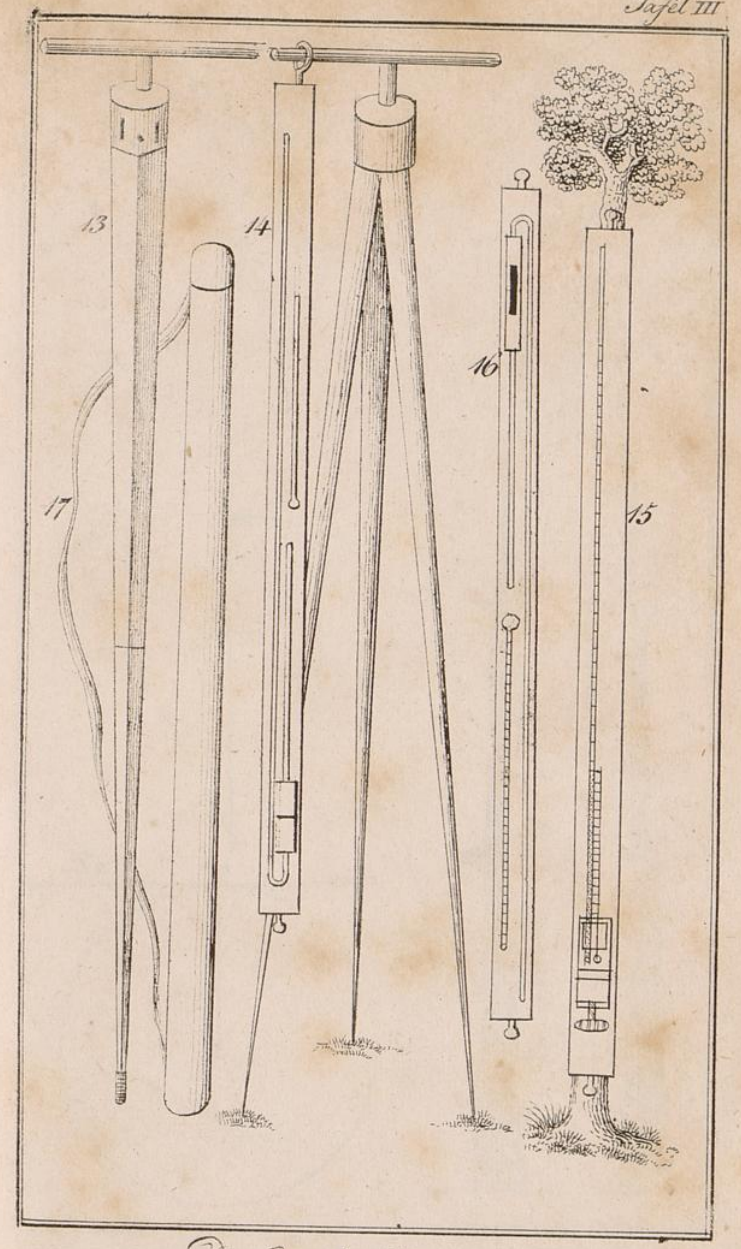
Dieses sind nun alle Verbesserungen, welches die feinste Theorie erfordert.



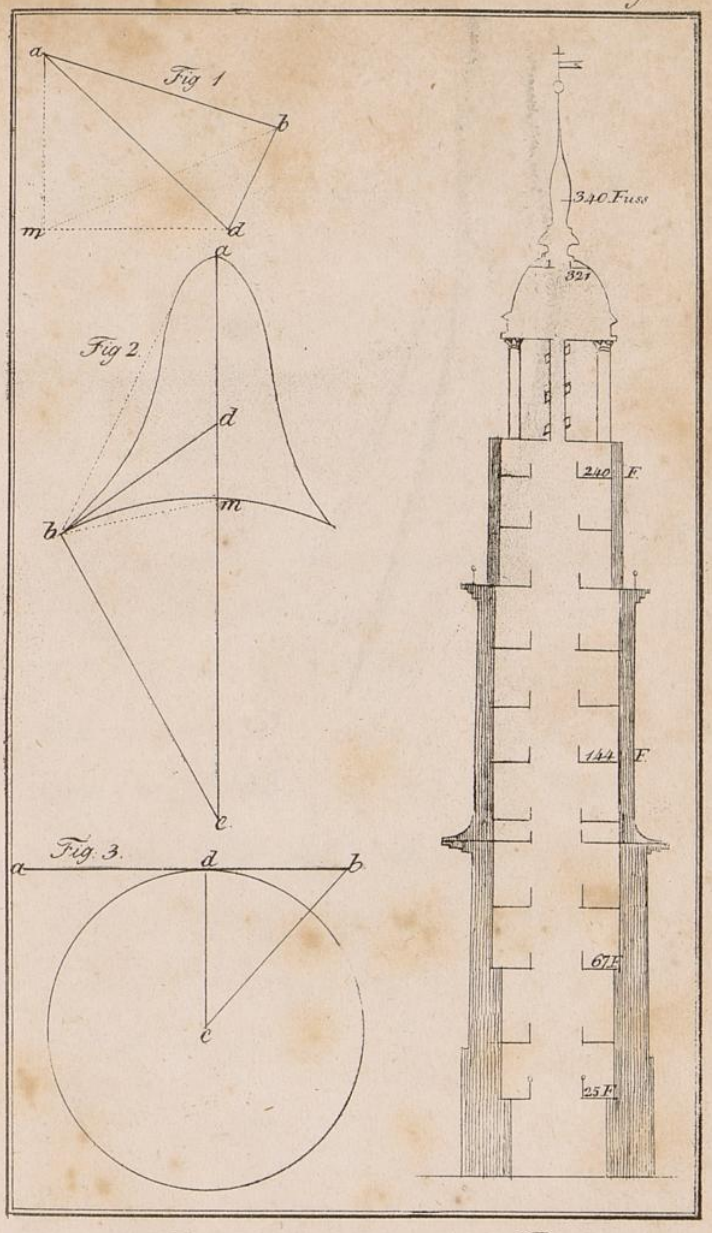
Die Quecksilberwaage.



Die Quecksilberwaage, der Wärmemesser und der Feuchtigkeitsmesser.



Die Quecksilberwaage.



1 Höhenmessung der Berge
2 Durchschnitt vom St. Michael
in Hamburg.

die Bessel'sche Theorie ist mit dem unbewaffneten Auge angebracht und muß also hier stets Minus.

Nach Dr. Gauß hat man folgende Astrosphäre:

Höhe in Fuß	Astrosphäre nach Gauß Theorie	Höhe des Quecksilbers	1 Zoll Quecksilber in Fuß	die Bessel'sche Theorie nach Dr. Gauß.
5000	+ 0,0018	22,83 Zoll	1071	+ 1,9 Fuß
10,000	+ 0,0057	18,16 „	1348	+ 7,6 „
15,000	+ 0,0103	15,17 „	1613	+ 16,6 „
20,000	+ 0,0148	12,37 „	1980	+ 29,3

Bei 5000 Fuß ist es nur 1,9 Fuß, muß also in Rechnung nicht zu berücksichtigen, da man keinen Höhen hat die 5000 Fuß betragen.