

Benzenberg

Versuche über die
Umdrehung d. Erde.

M. u. A. 216

Düsseldorf
1845.

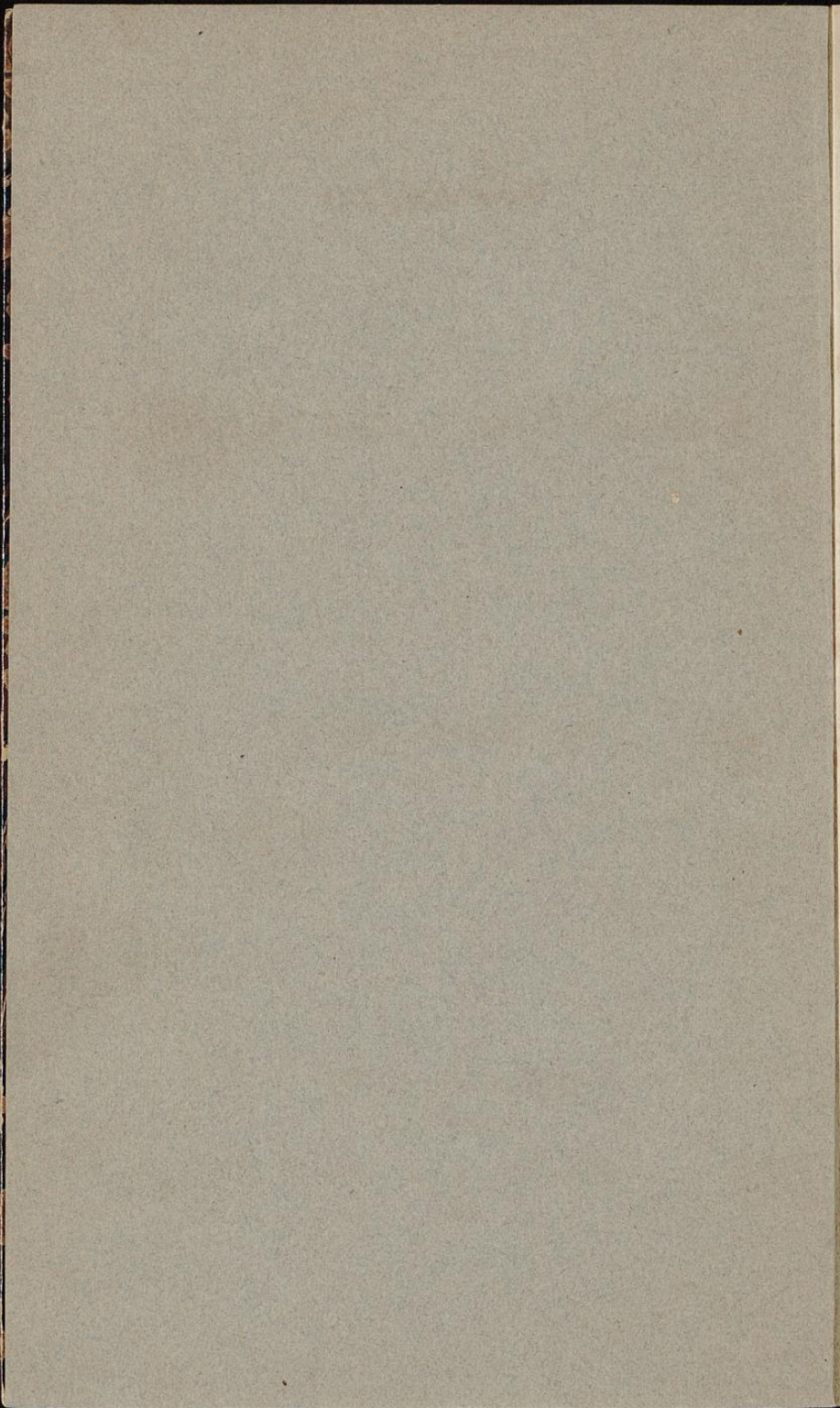
M. u. A. 216

ULB Düsseldorf



+4078 069 01

431



Versuche

über die

Umdrehung der Erde.

Aufs Neue berechnet

von

Dr. Benzenberg.

Düsseldorf,

in der Bötticher'schen Buchhandlung.

1845.

Vorrede

über die

Einrichtung der

M. n. A. 216.
Z.
M



Dr. Benzenberg.

Düsseldorf

in der Böttcher'schen Buchhandlung

1845.

An

D^{R.} GAUSS

in

Göttingen.

An

D. GAUSS

in

Göttingen

Einleitung.

1.

Sechstausend Jahre hatten die Menschen geglaubt, dass die Erde stille stehe, als Copernikus kam, und lehrte, dass sie sich bewege.

Diese Lehre war so unerhört, dass man ihr Anfangs gar nicht widersprach.

Als der Scharfsinn Galiläis, und die vielen Entdeckungen, die so schnell der Erfindung des Fernrohrs folgten, sich für diese neue Lehre erklärten, da sah man, dass sie nicht ein blosses Philosophem sei, und die katholische Kirche that sie in den Bann.

Copernikus griff einen Irrthum an, der das Zeugniß der Sinne für sich hatte, und stellte eine Wahrheit auf, die es gegen sich hatte.

Das Einzige, was Copernikus diesem Irrthum entgegen stellen konnte, war das Zeugniß der Vernunft, ein Zeugniß, das nur dem Ohre weniger Menschen vernehmbar ist.

In der Vorrede zu seinem unsterblichen Werke führt Copernikus die Stellen an, die er bei den Alten gefunden habe, um den Gang der Himmelskörper zu erklären, und theilt diese mit, nämlich eine von Cicero, und die andere von Plutarch; und obschon diese gar nichts erklären, so waren sie ihm doch die Veranlassung nachzudenken über die Phaenomene und die Bewegung unter den Gestirnen.

Diesen Gedanken trug er 36 Jahre mit sich herum, und nachdem er ihn völlig bei sich ausgebildet hatte, gab er ihn der Welt in seinem unsterblichen Werke „de revolutionibus orbium coelestium.“

2.

Diese Stelle von Archimedes in seinem Arenario hat Coperuikus wohl nicht gekannt, worin Archimedes erzählt: Aristarch von Samos habe gesagt: „dass die Sterne sich bewegen, und dass die Sonne unbewegt bleibe; dass die Erde in einem Zirkel um die Sonne laufe, und dass die Sphäre, welche die Sterne führte, auch um die Sonne ginge. Diese Sphäre sei aber von solcher Grösse, dass der Kreis der Erde sich zu ihr verhalte, wie der Mittelpunkt eines Kreises zu seiner Oberfläche.“

Aristarch lebte 280 Jahre vor Christi Geburt, und war auf der Insel Samos geboren, dem Mutterlande der Pythagoräischen Secte.

Die Athenienser, abergläubisch wie die späteren Römer, glaubten, dass diese Meinung gegen die Religion sei, weil die Erde dadurch den Ehrenplatz im Universo verlöre.

Cleanthus, ein Schüler des Zeno, klagte den Aristarchus an, dass er den Dienst der Göttin Vesta verachte, weil er sie aus dem Mittelpunkte der Erde stosse.

Diese Anklage vor der Atheniensischen Inquisition giebt man als Ursache an, warum man damals das copernikanische System so geheim gehalten, dass es wieder verloren ging.

Aber das Gebiet von Athen war klein, und im übrigen Griechenland, in Kleinasien und Italien, wo damals eben so viel Cultur war, als in Athen, war keine Göttin Vesta und keine atheniensische Inquisition.

3.

Man muss bei Beantwortung der Frage, ob die Alten die copernikanische Weltordnung kannten, vorzüglich drei wesentlich verschiedene Momente dieses Systems unterscheiden.

Das erste ist: „die tägliche Bewegung von Abend nach Morgen.

Heraclit und Eephantas wussten schon, dass die Erscheinungen dieselben wären, nämlich „die Erde möchte sich von Abend nach Morgen, oder der Himmel von Morgen nach Abend drehen.

Die Erfahrung, dass wenn man in einem Schiffe am Ufer vorbeifährt, das Ufer dann sich zu bewegen scheint, und nicht das Schiff, war allgemein bekannt, da diese Erscheinung selbst die Aufmerksamkeit des rohen Menschen auf sich zieht.

Ihre Anwendung auf den Auf- und Untergang der Gestirne war nicht schwierig. Sie liess sich ohne alle astronomischen Kenntnisse machen.

Das zweite ist: die jährliche Bewegung um die Sonne. Von dieser wusste schon Aristarch von Samos, dass die Erscheinungen eben so wären, wie wir sie beobachten, wenn die Erde in einem schiefen Cirkel um die Sonne geht, und sich dabei täglich um ihre Achse dreht.

Auch hierzu gebrauchte man weiter keine astronomischen Kenntnisse, als die vom jährlichen Hinauf- und Hinabsteigen der Sonne in ihrer Bahn.

Dieses und das pythagoräische Philosophem, dass die Sonne in der Mitte stände, weil das Feuer edler wäre, als die Erde, und desswegen auch den vornehmsten Platz haben müsste, führte Aristarch, der nicht ohne Kenntnisse, und zugleich ein guter Kopf war, — denn sonst hätten ihn die

unwissenden atheniensischen Priester nicht verfolgt, — sehr natürlich zu diesem System, das ihm vorzüglich Ehre machte, da er schon eine Ursache angab, warum die Bewegung der Erde auf ihrer Bahn keine scheinbare Bewegung an den Fixsternen mache.

Das dritte ist: „die Bewegung der Planeten, ihr Rückwärtsgehen und ihr Stillstehen.

Dieser Theil des Systems, unstreitig der wichtigste und schwierigste von Allen, war den Alten völlig unbekannt.

Diesen Umstand entwickelte Copernikus zuerst unter allen Sterblichen, und dieser war es, der seinem System in einem Zeitalter Ansehen und Dauer gab, wo noch alle anderen Beweise für die Wahrheit desselben fehlten.

Aber dieser Theil setzte eine Reihe astronomischer Beobachtungen voraus (um die mittleren Umlaufzeiten und Gegenseine zu finden), die den Griechen gänzlich mangelten.

Zu den Zeiten des Aristarch fehlten sie so sehr, dass man noch gar nicht zu wissen schien, was man eigentlich beim Laufe der Planeten erklären müsse, und erst, als Plato den Astronomen die Frage that: wie sie das Stillstehen und das Rückwärtsgehen erklärten? da kam Eudoxus auf die auf einander fortgehenden Kreise, in denen sich die Planeten bewegen sollten.

4.

Als Copernikus lehrte, dass die Erde sich nach Osten bewege, und nicht der Himmel nach Westen, da sagten diejenigen, welche das Gegentheil glaubten, nämlich das Stillstehen der Erde, dass ein von der Spitze eines Thurmes herabfallender Körper am Fusse des Thurmes niederfallen werde, und nicht 20 oder 30 Fuss westlich. Coper-

nikus lehrte, dass dieser fallende Körper die nach Osten gerichtete Bewegung der Thurmspitze nicht verliere, sondern dass er natürlich in Folge dieses Umstandes am Fusse des Thurmes aufschlagen werde.

Gassendi stellte darauf im Hafen von Marseille Versuche auf schnellsegelnden Schiffen an, und er fand, dass während der Bewegung des Schiffes von 20 Fuss in 1 Secunde der vom Maste fallende Stein doch am Fuss des Mastes niederfiel.

Der berühmte Galiläi war auch der Meinung, dass sich keine Versuche anstellen liessen, die die Umdrehung der Erde erklärten. Er starb den 8. Januar 1642. In demselben Jahre wurde Newton geboren.

5.

Im Jahre 1679 that Newton zuerst den Vorschlag, durch Versuche die Umdrehung der Erde entweder zu bestätigen oder zu widerlegen.

Aber man müsse nicht die Abweichung nach Westen, sondern die nach Osten beobachten.

Wenn man auf dem Aequator einen Thurm von 300 Fuss Höhe hat, so ist, wenn sich die Erde bewegt, die Spitze des Thurmes weiter von der Erde entfernt, als der Fuss desselben. Wenn also sich die Erde dreht, so fällt die Kugel nicht am Fusse desselben vorbei, sondern sie fällt ein wenig nach Osten, welches bei einer Höhe von 300 Fuss etwa 10 Linien betragen wird.

„Denn die Kugel behält ihre anfängliche Geschwindigkeit, um die Achse, auch wenn sie durch den Fall eine neue Geschwindigkeit erhält.“

Bewegt sich aber die Erde nicht, so fällt sie senkrecht am Thurme nieder.

Dr. Hook zeigte den 14. Februar 1680 einen Versuch vor, den er mit einer Kugel bei 27 Fuss Fallhöhe angestellt hatte. Diese Fallhöhe war durchaus zu klein, um so wichtige Versuche zu gründen, und später kommt in den Denkschriften der Londoner Societät nichts vor, woraus man den Versuchen des Dr. Hook ansehen könnte, ob sie wahr oder unwahr wären.

Diese Versuche waren äusserst delicat, und keiner von den berühmten Astronomen oder Physikern in England hatte den Muth, sie anzustellen, eben des leichteren Misslingens wegen.

6.

Nach 112 Jahren, nämlich 1792, unternahm es Guglielmini, ein junger Geometer in Bologna, diese Versuche auf dem Thurme degli Asinelli, berühmt durch die Versuche von Riccioli, anzustellen. Die Höhe des Thurmes war 241 Fuss.

Er gab 1792 eine Schrift heraus, worin er dieses erzählte. Er fand, dass die Abweichung nach Osten 7,4 Linien war, und nach Süden 5 Linien.

Dies war ein Irrthum, denn die Abweichung nach Süden findet gar nicht statt. Wahrscheinlich hatte er sich im Lothpunkte betrogen. Der Thurm degli Asinelli in Bologna schwankte sehr, zumal für so feine Versuche, und den Lothpunkt erhielt er ein halbes Jahr später, nachdem er die Versuche angestellt hatte; da erst wurde es ruhig.

Aber dieser Lothpunkt wich um 5 par. Linien nach Süden ab, und die Erfahrungen waren daher unbrauchbar.

7.

Ich war im Jahre 1802 in Hamburg und stellte dort die Versuche über die Umdrehung der Erde auf dem St. Michaelisthurm an, bei 235 par. Fuss Fallhöhe.

Sie gaben 4 Linien nach Osten, und 1,5 Linien nach Süden. Aber auch diese 1,5 Lin. stimmen nicht mit der Theorie überein, wie Dr. Gauss zeigt, obschon ich jeden Tag das Loth aufgehängt hatte.

Dr. Olbers schrieb: „er glaube, dass eine ungleiche Temperatur der Luft, die im Thurme herrsche, etwas dazu beitragen könne, denn der Thurm hat an der Erde 17 par. Fuss dicke Mauern, und zwar an der Südseite ebenso wie an der Nordseite. Man könnte also der Luft an der Südseite eine höhere Temperatur zuschreiben, als der an der Nordseite.“

Im Herbste 1803 besuchte ich die Kohlenbergwerke in der Grafschaft Mark, und fand auf der alten Rosskunst zu Schlebusch eine Tiefe von 262 p. Fuss. Diese Tiefe hielt ich für geeignet, um die Versuche über die Umdrehung der Erde zu wiederholen.

Ich sprach hierüber mit meinem Freunde Caspar Harkorten, der mir alle Bequemlichkeiten versprach, welche diese schwierigen Versuche erleichtern könnten. Ich liess demzufolge durch den Uhrmacher Schmitz in Solingen eine neue Fallmaschine machen, und hing die Kugel bis auf eine viertel Linie in ihr auf.

Herr Keimer in Wald drehte und polirte die Kugeln, die 17 Loth wogen; Ein gewalztes Pferdehaar diente zur Aufhängung.

Acht und zwanzig Versuche stellte ich hier mit ihnen an, und fand, dass die Abweichung nach Osten

5,06 par. Linien betrug.

Nach der Theorie sollte es sein 4,64 par. Linien.

Unterschied zwischen der Theorie

und den Versuchen also . . 0,41 par. Linien.

Die Abweichung nach Süden war aber aufgehoben, denn die Abweichung nach Norden betrug 105 und die nach

Süden nur 103 pariser Linien. Der kleine Unterschied von 2 Linien macht auf 28 Versuche 0,07 par. Linien.

Copernikus hatte also Recht, dass sich die Erde bewege. Diese 0,4 Linien, welche die Versuche zu gross gaben, rühren von den Fehlern der Versuche her, die bei der Fallhöhe von 262 Fuss nichts sagen.

Im Jahre 1815 war ich in Paris und besuchte den Kanzler La Place. Bei den Versuchen über die Umdrehung der Erde, sagte er, dass er die Wahrscheinlichkeit der Schlebuscher Beobachtungen berechnet und gefunden hätte, dass man 8000 gegen 1 wetten könne, dass die Erde sich drehe.

8.

Herr Prof. Reich machte nun im Jahre 1831 die Fallversuche über die Umdrehung der Erde in dem Dreibrüderschachte zu Freiberg auf Neue bekannt, und liess eine Schrift drucken, welche hiess: „Versuche über die Umdrehung der Erde, angestellt in Freiberg, 1832“ nachdem der Oberberghauptmann von Herder diese Versuche befördert hatte.

Die Fallhöhe auf dem Dreibrüderschachte ist 488 par. Fuss, also beinahe das Doppelte von jener auf der alten Rosskunst bei Schlebusch.

Hundert und sechs Versuche wurden angestellt, theils mit, theils ohne Pferdehaar durch einen Ring, worauf die, im kochenden Wasser durchwärmte Kugel gelegt wurde, bis sie endlich, nachdem sie erkaltet war, durchfiel.

Die Erfahrung gab 12,17 par. Lin. nach Osten.

Die Theorie „ 10,32

Unterschied + 1,85.

Die Beobachtung gab die Abw. nach Süden 0,46.

Die Theorie 0,00.

Unterschied + 0,46.

Ich war im Jahre 1833 in Bremen und besuchte den Dr. Olbers.

Wir sprachen gleich von der Umdrehung der Erde, denn die Freiburger Versuche waren erst eben erschienen.

„Ich denke, sagte Olbers, dass es nun hiemit genug ist, „denn die Freiburger Versuche in dem Dreibrüderschachte „bestätigen die Ihrigen in Schlebusch.

9.

Diese Versuche hatten also bewiesen „dass die Erde sich um ihre Axe drehe.“

Herr von Littrow führt in seinen „Wunder des Himmels, 1837“ meine Versuche an, allein nicht die in Freiberg von Reich, wahrscheinlich, weil er sie nicht kannte. Auch Mädler, in seiner 1841 erschienenen populären Astronomie führt Seite 51 meine Versuche in Hamburg und Schlebusch an, aber nicht die Freiburger.

In den Geographien müsten die Versuche, wo von der Umdrehung der Erde die Rede ist, angeführt werden. In Fabris Handbuch der neuesten Geographie, Halle 1805 ist dies mit meinen Versuchen geschehen. Auch in „Sterns Himmelskunde, Karlsruhe 1844“ sind sowohl meine, als auch die Freiburger Versuche angeführt, und es ist ein Holzschnitt dabei, der sehr nett ist.

Es schien mir daher nothwendig, noch einmal diese Versuche zu berechnen, und besonders deswegen, weil, wenn die Versuche auf dem Aequator angestellt würden, man ein ganz anderes Ergebniss erhält, als wie auf dem 51. Grad der Breite. Denn, wenn die Versuche in Freiberg 12 p. Linien östliche Abweichung geben, so würde man, wenn man dieselben Versuche bei der nämlichen

Falhöhe von 488 p. Fuss am Aequator anstellte, für diese Abweichung nach Osten 19 Linien finden.

Ich habe die Berechnung von Jeder mit Logarithmen angeführt, damit ein Jeder sie nachrechnen kann, und wenn ein Fehler darin ist, so muss man die Güte haben, mir diesen Fehler anzuzeigen.

Ich habe im 7. Abschnitt meiner „Versuche über die Umdrehung der Erde, Dortmund 1804“ alles das erzählt, was auf die Theorie sich bezieht.

Nämlich :

1. Fundamentalgleichungen für die Bewegung schwerer Körper auf der rotirenden Erde, von Dr. Gauss in Braunschweig.
2. Schreiben des Dr. Olbers in Bremen über die Abweichung fallender Körper vom Lothe, wegen der Rotation der Erde.
3. Auszug aus einem Briefe des Prof. Guglielmini über denselben Gegenstand. Bologna den 23. März 1803.
4. Memoire sur le mouvement d'un corps, qui tombe d'une grande hauteur : par le C. La Place. Aus dem Bulletin des sciences, Pairial an 11. de la république.

Die Berechnung ist nach der Olberschen Formel geführt.

10.

Also war durch diese, von Newton angeführten Versuche die Umdrehung der Erde erwiesen.

Was nun die Bewegung der Erde auf ihrer Bahn betrifft, so hat Struve und Bessel gezeigt, dass die Paralaxen der Fixsterne, wenn gleich durchgehends sehr klein, in gewissen Fällen dennoch aber für die Beobach-

tung merklich werden, aber auch nur bei Anwendung der vorzüglichsten Instrumente, wie solche in München gefertigt werden.

Struve hat an dem Dorpater Refractor von 9 Zoll Oeffnung, der 9000 Gulden kostete, in den Jahren 1837 und 1838 die Parallaxe von α Lyrae ermittelt, und diese aus 96 Beobachtungen = $0'',2613$ gefunden. Dies führt auf eine Entfernung des Sterns von 789400 Sonnenweiten, deren jede gleich 21 Millionen Meilen ist, oder 16 Bill. Meilen, und auf eine Zeit des Lichtes von 12 Jahren und 1 Monat.

Bessel benutzte zu den Beobachtungen über die Parallaxe von 61 Cygni den Königsberger Heliometer von 6 Zoll Oeffnung, der 12500 Gulden kostete, und fand nach seinen Untersuchungen, die im Jahre 1834 begannen, dann aber durch andere Arbeiten bis zum Jahre 1837 unterbrochen, und endlich 1838 beendet wurden, die Parallaxe von 61 Cygni gleich $0'',3186$. Hiernach wäre die Entfernung dieses Sterns von unserem System gleich 592200 Sonnenweiten oder 12 Bill. Meilen, welche Strecke das Licht in 9 Jahren und 3 Monaten durchläuft.

Man sehe hierüber einen Brief des H. Geh. Rath Bessel, vom 26. Oct. 1838 an mich geschrieben, und der in dem Werke „über Sternschnuppen, Hamburg 1839“ abgedruckt ist.

Um sich eine Vorstellung zu machen, was es heisst, die Parallaxe eines Fixsterns zu bestimmen, so erinnere man sich an Folgendes:

1. Das Licht kommt von der Sonne zur Erde in Zeit von 8 Minuten.
2. Das Licht kommt von der Sonne bis zum Uranus in $2\frac{1}{2}$ Stunden.

3. Der Comet von 1811 hat bei einer 3065 jährigen Umlaufszeit eine Sonnenferne von 8700 Mill. Meilen, bis zu welcher das Licht in 4 Tagen und 16 Stunden gelangt. Alles dieses gehört zu unserem Sonnensystem, und 61 Cygni steht so weit entfernt, dass das Licht von ihm zur Sonne erst in 10 Jahren ankommt.

Ich habe diese Schrift meinem Freunde dem Dr. Gauss in Göttingen zugeeignet.

Alle diejenigen, die in den Jahren 1803 und 1804 sich lebhaft für diese Versuche interessirten, sind jetzt todt.

Prof. Brandes starb im Mai 1834, und Dr. Olbers am 2. März 1840. Guglielmini ist auch schon todt; Ich habe einen Brief von ihm, der von Bologna den 23. März 1803 datirt. Prof. Reimarus und Prof. Ebeling sind schon lange todt. Ich habe diese Versuche vom Jahre 1804 ihnen zugeeignet. Ebenso der geh. Medicinalrath Blumenbach in Göttingen, bei dem ich 1798 Naturgeschichte hörte, und endlich ist mein Freund Caspar Harkort in Harkorten in der Grafschaft Mark, der mich bei den Versuchen im Jahre 1804 so freundlich unterstützte, ebenfalls schon todt. La Lande ist todt, La Place ist todt und Herr v. Zach ist todt, nur Gauss lebt noch, von welchem die erste Berechnung über den Fall der Körper geführt wurde, dass sie nämlich nur nach Osten abwichen, und nicht nach Süden. Wenigstens ist die Abweichung nach Süden so unmerklich, dass Herr von Littrow gezeigt hat, sie sei bei 10000 Fuss Fallhöhe nur 0,88 p. Linien gross.

Benzenberg.

Berechnung der Versuche in Hamburg
 im Jahre 1802 bei 235 Fuss Fallhöhe, und der
 Versuche in Schlebusch im Jahr 1804 bei 262 par.
 Fuss Fallhöhe, und der Versuche in Freiberg im
 Jahre 1831 bei 488 par. Fuss Fallhöhe.

1.

Folgende Tafel enthält die Fallhöhe bis zu 26645 par. Fuss, und
 zwar im Leeren oder bis zu 42 Sec. Fallzeit.

Secunde.	Fall der Körper in Sec. par. Fall.	Flal in 1 Sec. für 51 ⁰ 25' Fallhöhe par. Fuss.	Senkrechter Fall = gt^2 par. Fuss.
1	1 × 15,105	15,105	15,105
2	3 × 15,105	45,315	60,420
3	5 × 15,105	75,525	135,945
4	7 × 15,105	105,735	241,680
5	9 × 15,105	155,945	377,620
6	11 × 15,105	166,155	543,780
7	13 × 15,105	196,365	740,140
8	15 × 15,105	226,575	966,720
9	17 × 15,105	256,785	1223,505
10	19 × 15,105	286,995	1500,105
11	21 × 15,105	317,205	1827,705
12	23 × 15,105	347,415	2175,120
13	25 × 15,105	377,625	2552,745
14	27 × 15,105	407,835	2960,580
15	29 × 15,105	438,045	3389,625
16	31 × 15,105	468,255	3866,880
17	33 × 15,105	498,465	4365,345
18	35 × 15,105	528,675	4894,020
19	37 × 15,105	558,885	5452,900
20	39 × 15,105	589,095	6042,000
21	41 × 15,105	619,305	6661,305
22	43 × 15,105	649,515	7310,820
23	45 × 15,105	679,725	7990,545
24	47 × 15,105	709,935	8700,480
25	49 × 15,105	740,145	9440,625

Secunde.	Fall der Körper in Sec. par. Fuss.	Fall in 1 Sec. für 510 25' Fallhöhe par. Fuss.	Senkrechter Fall = gt^2 par. Fuss.
26	51 × 15,105	770,355	10210,980
27	53 × 15,105	800,565	11011,545
28	55 × 15,105	830,775	11842,320
29	57 × 15,105	860,985	12703,305
30	59 × 15,105	891,195	13594,500
31	61 × 15,105	921,405	14515,905
32	63 × 15,105	951,615	15467,520
33	65 × 15,105	981,825	16449,345
34	67 × 15,105	1012,035	17461,380
35	69 × 15,105	1042,245	18503,625
36	71 × 15,105	1072,455	19576,080
37	73 × 15,105	1102,665	20678,745
38	75 × 15,105	1132,875	21811,620
39	77 × 15,105	1163,085	22974,705
40	79 × 15,105	1193,295	24168,000
41	81 × 15,105	1223,505	25391,505
42	83 × 15,105	1253,715	26645,220.

Alle diese Fallzeiten gelten nur für den leeren Raum. Wenn die Versuche im luftgefüllten Raume angestellt werden, so beträgt der Unterschied von 262 Fuss = 5,7 Tertian in Zeit.

Denn der Unterschied zwischen dem luftleeren und dem luftgefüllten Raume, beträgt ungeheuer viel, z. B. ein Meteorstein, der bei 10 Meilen Höhe mit 30,000 Fuss Geschwindigkeit in 1 Sec. bei der Erde ankommt, hat, wenn er zur Erde herabfällt, nur noch 800 Fuss Geschwindigkeit in 1 Sec.

2.

Die Pendellänge.

Ein Körper fällt um so schneller, je stärker die anziehende Kraft ist, z. B. an der Erde fällt der Körper in 1 Sec. durch 15,1 par. Fuss, und auf dem Mars fällt er 6,3 par. Fuss in 1 Sec. Zeit.

Aber auch selbst auf der Erde ist die anziehende Kraft sehr verschieden, und zwar in Hinsicht der Breite. Unter dem Aequator ist die Pendellänge für 1 Sec. = 439,20 par. Linien, und auf dem 51. Grad der Breite ist es = 440,65 par. Linien.

Folgende Tafel enthält nach Dr. Gauss die Pendellänge für die ganze Erde:

Breite.	Pendellänge.	Breite.	Pendellänge.	Breite.	Pendellänge.
0	439,20				
1	20	31	439,84	61	441,04
2	20	32	87	62	07
3	21	33	91	63	11
4	22	34	95	64	14
5	22	35	99	65	17
6	439,23	36	440,03	66	441,20
7	24	37	07	67	23
8	25	38	11	68	26
9	26	39	15	69	29
10	27	40	19	70	32
11	439,29	41	440,23	71	441,35
12	30	42	27	72	37
13	32	43	32	73	40
14	34	44	36	74	42
15	36	45	40	75	44
16	439,38	46	440,44	76	441,46
17	40	47	48	77	48
18	43	48	53	78	50
19	45	49	57	79	51
20	48	50	61	80	53
21	439,51	51	440,65	81	441,54
22	54	52	69	82	55
23	57	53	73	83	56
24	60	54	77	84	57
25	63	55	81	85	58
26	429,66	56	440,85	86	441,59
27	69	57	89	87	59
28	73	58	93	88	60
29	76	59	96	89	60
30	80	60	441,00	90	60

Das Galiläische Gesetz ist durch meine Versuche im Jahre 1802 bestätigt worden, und zwar auf dem Michaelisthürme. Nämlich, dass sich die Längen der Secundenpendel verhalten, wie die Quadrate der Schwingungszeiten.

Der Raum, durch welchen der schwere Körper fällt, verhält sich zur Länge des Secundenpendels, wie das halbe Quadrat des Umkreises, zum Quadrate des Durchmessers, das heisst, wie 4,9348022 . . . : 1 oder = 1 : 0,2026423.

Man findet daher die Länge des Secundenpendels, wenn man den Fallraum in 1 Sec. durch 0,2026423 multiplicirt. Und umgekehrt giebt die Länge des Secundenpendels mit 4,9348022 multiplicirt den Fallraum in der Sec.

Huygens (Horolog. oscill. P. IV. prop. 25) giebt aus Versuchen die Länge des Secundenpendels so an, dass auf seinen dritten Theil 881 Sechstel der par. Linie kommen. Die ganze Länge beträgt also 440,5 Lin. oder 3' 0'' 8''' 5, welches in Decimaltheilen 3,059027 par. Fuss beträgt. Diese Zahl giebt, mit 4,9348022 multiplicirt, den Fallraum der Körper in der ersten Sec. = 15,09568 par. Fuss.

3.

Die Fallzeit im Jahre 1803 in Hamburg
von 235 Fuss und 53° 36' Polhöhe.

Seite 382 „Meiner Versuche über die Umdrehung der Erde, Dortmund 1804“ hat Dr. Olbers Folgendes berechnet nach der Formel

$$x = \left\{ \frac{4\pi a \cos. \psi}{\tau} \right\} - \left\{ \frac{2\pi(a + \delta) \cos. \psi}{3\tau} \right\} = \left\{ \frac{4\pi \cos. \psi t}{3\tau} (a - \frac{1}{2} \delta) \right\}$$

wo ψ die Breite, t die Fallzeit, $(a - \frac{1}{2} \delta)$ die corrigirte Fallhöhe bedeutet.

Quelle: Olbers 1803

$$\begin{array}{rcl}
 a = 235' & gt^2 = 241',696 & \delta = 241,696. \\
 \psi = + 53^\circ 36' & & \quad \quad \quad - 235 \\
 t = 4'' & & \quad \quad \quad \hline
 g = 15',106 & a - \frac{1}{2} \delta = 235 & \quad \quad \quad 6,696. \\
 t = 86164'',1 & \quad \quad \quad - 3,348 & \\
 & \hline
 & 231,652 = (231,652 \times 144) \text{ Lin.}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \log. (a - \frac{1}{2} \delta) = & 2,364836 & \log. \tau = 4,935326 \\
 \log. 144 = & 2,158362 & \log. 3 = 0,477121 \\
 \log. t = & 0,602060 & \hline
 \log. 4 \pi = & 1,099212 & \quad \quad \quad 5,412447 \\
 \log. \cos. \psi = & 9,773361 & \\
 & \hline
 & 5,997831 & \\
 - \log. 3 \tau = & 5,412447 & \\
 & \hline
 & 0,585384 = 3,84943 \text{ par. Lin. nach Osten.}
 \end{array}$$

Also waren es 3,849 Lin. Abweich. nach Osten = $3''',8494$

Die Beobachtung gab dieselbe = $3''',9970$

Unterschied = $0''',1476$

Nach Süden gaben sie 1,5 Linien.

Dr. Olbers fand Seite 382 = 3,8495 par. Linien.

4.

Berechnung der Versuche im Jahre 1803 bei
einer Höhe von 235 Fuss
und $53^\circ 33'$ Polhöhe.

Seite 383. Wenn man die Werthe der Grössen, die hier in Rechnung kommen, völlig scharf nimmt, so nähert sich die Theorie noch um etwas weniger der Erfahrung.

Die Polhöhe des Michaelisturmes ist wahrscheinlich sehr nahe $53^\circ 33' = \psi$.

Die Pendellänge für Hamburg ist im ersten Abschnitt = $440''',75$ angegeben.

Hieraus wäre nach Gehler die Länge des Secundenpendels im Leeren $440''',85$. Aus dieser findet man nach Huygens den Fall in der ersten Secunde = $15',108$ par. Fuss = g, für den leeren Raum.

Nimmt man den Widerstand der Luft so an, wie er auf 240 Fuss beobachtet wurde (S. IV. Abschn.), so ist die Fallzeit für 235 Fuss = $4'' 1''' = 4'',017 = t$ und $g^1 t^2 = 243',787$, oder der Raum, den die Kugel im Leeren in der Zeit t zurückgelegt haben würde.

δ ist der Unterschied zwischen dem leeren und dem erfüllten Raume, welchen die Kugel in der Zeit t durchläuft = $(243',787 - 235') = 8',787$ also $(a - \frac{1}{2} \delta) = 230',607$.

Dann ist nach Olbers Formel:

log. $(a - \frac{1}{2} \delta)$	= 2,362872	log. τ	= 4,935326
log. 144	2,158362	log. 3	= 0,477121
log. t	0,603902		
log. 4π	1,099212	5,412447	
log. $\cos. \psi (53^\circ 33')$	9,773875	- 10	
5,998223			
log. 3 τ		= 0,412447	
0,585776			
= $3''',852$		Ergebniss der Theorie.	
3''',997		,, „ Beobachtung.	

Unterschied = $0''',145$.

Ich fand gleich 3,853 par. Linien Abw. nach Osten.

Nach Süden gaben die Versuche 1,5 par. Linien an, und waren deshalb fehlerhaft, weil nach Olbers Meinung wahrscheinlich der Thurm die Ursache sei, der unten an der Erde 17 par. Fuss dicke Mauern hat.

Die Hundertheile und Tausendtheile der Linien haben keinen Werth, sie stehen nur der Ehre der Rechnung wegen da.

5.

Versuche zu Schlebusch in der Grafschaft Mark
im Jahre 1804 bei 262 Fuss Fallhöhe
auf der Breite $51^\circ 25'$ von Benzenberg. Seite 410 der
Versuche über die Umdrehung der Erde.

Nach Müllers Charte von der Grafschaft Mark ist die Polhöhe von Schlebusch = $51^\circ 25'$. Da es nur $6'$ südli-

cher liegt, als die Londoner Sternwarte, so kann man die Pendellänge von dieser = $440''',65$ auch für die von Schlebusch nehmen. (Nach Dr. Gauss Formel würde sie $440''',666$ sein).

Die Pendellänge im Leeren wäre also ungefähr = $440',75$ par. Linien, und der Fallraum für die erste Sec. = $15,105$ p. Fuss. Die genaue Fallhöhe der Kugeln war 262 p. Fuss.

Durch diese fällt demnach ein Körper im Leeren $4'',1646$ = $4'' 9''',87$ Zeit.

Nach den Versuchen im Michaelisthurm würde er im luftgefüllten Raume $4'' 15''',5$ gebrauchen, um durch 262 p. Fuss zu fallen. Also Unterschied zwischen beiden = $5''',7$.

In dieser Zeit geht er mit der Geschwindigkeit von $1,88$ Fuss in der Tertie durch $10,716$ par. Fuss = δ .

Die Abweichung nach Olbers Formel $\frac{4\pi \cos. \psi t (a - \frac{1}{2}\delta)}{3\tau}$ ist nun so:

log. 4π	= 1,099212	log. const. = log. 3τ	= 5,412447
log. t	= 0,619573		
log. cos. ψ	= 9,794942		
log. $(a - \frac{1}{2}\delta)$	= 2,409327		
log. 144	= 2,158862		
	= 6,081416		
— log. 3τ	= 5,412447		
	= 0,668969		

= $4,666$ par. Linien bei 262 Fuss nach der Theorie.
 $5,1$ „ „ nach der Beobachtung.
 $0,5$ Unterschied.

Ich fand $5,05$ par. Linien nach Osten.

Die Versuche gaben gar keine Abweichung, weder nach Norden, noch nach Süden, und waren daher fehlerfrei. Denn aus 28 Versuchen war die mittlere Abweichung = $0,07$ par. Linien.

6.

Die Versuche von Reich in Freiberg im Jahre 1831 bei einer Fallhöhe von 158,5407 Meter, und bei der Polhöhe von $50^{\circ} 53' 23''$.

Seite 47: Nach Olbers Formel $x = \frac{4\pi \cos. \psi t (a - \frac{1}{2}\delta)}{3\tau}$ findet man folgende östl. Abweichung:

$$a = 158,5407 \text{ Meter. } gt^2 = 4,90439 \frac{360,59^2}{3600} = 177,1372 \text{ met.}$$

$$\delta = a' - a = 177,1372 - 158,5407 \text{ met.} = 18,5965 \text{ met. } \tau = 86164''$$

$$\log. 4\pi = 1,099212 \quad \log. 3 = 0,4771213$$

$$\log. t = 2,557014 \quad \log. 60 = 1,7781513$$

$$\log. \cos. \psi = 9,799902 \quad \log. 86164 = 4,9353259$$

$$\log. 149242,5 \text{ millim.} = 5,173891 \quad \underline{7,1906085}$$

$$\underline{8,630019}$$

$$\underline{7,190608}$$

$$1,439411$$

$$= 27,505 \text{ Millimeter nach der Theorie.}$$

$$\underline{28,396} \quad \text{,,} \quad \text{nach der Erfahrung.}$$

Unterschied = 0,891 Millimeter.

Die südliche Abweichung ist nach der Beobachtung = 4,374 millim.

7.

Ein anderes Mittel aus den Freiburger Versuchen im Jahre 1831.

In den Versuchen über die Umdrehung der Erde in Freiberg hat Herr Prof. Reich Seite 45 folgendes Mittel genommen. Für die östliche Abweichung.

Versuchsreihe.	N.	X.	P.	F.	f.
		Millimeter.		Millimeter.	
23. 24. 25. August	22	+27,130	0,00350162	8,06	37,80
27. August	12	27,324	0,00116555	13,97	48,39
29. August	12	16,345	0,00226764	10,02	34,69
1. September	18	46,342	0,00353716	8,02	34,02
6. „	21	29,029	0,00648120	5,92	27,15
7. „	21	10,698	0,00181397	11,20	51,32
Hauptresultat	106	+28,282	0,031124	2,703	

Allein hierbei ist übersehen, dass zu Zeiten 12, und zu Zeiten 22 Versuche in einer Reihe waren

Ich finde bei diesen Versuchen in Freiberg die östliche Abweichung gleich 26,144 Millim. und die südliche gleich 6,972 millim.

Wenn man nämlich die 6 Reihen so ordnet, dass sie 6 Ergebnisse bilden, so hat man Folgendes: Die Ergebnisse sind so geordnet, dass in der ersten Reihe die Nummern 1. 7. 13. 19. u. s. w., und in der zweiten die Nummern 2. 8. 14. 20. u. s. w. enthalten sind.

Denn hat man Abweichung nach

	Süden.	Norden.	Osten.	Westen in	Millimetern.
1. Reihe	421,55	837,75	820,14	255,05	
2. "	608,10	332,70	656,33	499,95	
3. "	469,50	332,30	567,49	312,73	
4. "	535,30	469,05	691,64	173,96	
5. "	325,90	455,60	431,53	117,80	
6. "	553,20	375,15	832,45	180,96	

Hieraus findet man:

Süd-Nord.		Ost-West.	
	Millimeter		Millimeter
$\frac{421,55 - 837,75}{18 \text{ Versuche}}$	$= +23,122$	$\frac{820,14 - 255,05}{18}$	$+ = 31,393$
$\frac{608,10 - 332,70}{18}$	$= +15,300$	$\frac{656,33 - 499,95}{18}$	$= + 8,687$
$\frac{496,50 - 332,30}{18}$	$= + 7,622$	$\frac{567,49 - 312,73}{18}$	$= +14,153$
$\frac{535,30 - 469,05}{18}$	$= + 3,686$	$\frac{691,14 - 173,96}{18}$	$= +28,760$
$\frac{325,90 - 455,60}{17}$	$= - 7,629$	$\frac{431,53 - 117,80}{17}$	$= +18,454$
$\frac{553,20 - 375,15}{17}$	$= +10,473$	$\frac{832,45 - 180,96}{17}$	$= +31,323$

Also das Mittel für Süd-Nord.

$$= 37,081 - 30,751$$

$$= + \frac{6,330}{6} = 1,055 \text{ Mill. nach Süden.}$$

Mittel für Ost-West.

$$= \frac{139,760}{6} = 23,295 \text{ Millim. nach Osten.}$$

Demnach: 27,512 Millim. Abw. n. Osten n. d. Theorie.
 23,295 " " " " Erfahrung.
 Unterschied 4,217 Millim.

Die Abweichung nach Süden giebt die Theorie gleich Null, der Unterschied mit der Erfahrung ist also 1,055 M.

Also ein Bischen weniger noch weicht die Theorie von der Erfahrung ab, denn die südliche Abweichung ist nach Reich = 4,374 Millim. und nach der Theorie = 0.

8.

Die Freiburger Versuche in par. Linien
 ausgedrückt.

1 Meter = 443,296 Linien, oder 0,32484 par. Fuss.

Demnach sind 158,5407 Meter = 488,0678 par. Fuss.

$$gt^2 = 15,0978 \cdot 36'',11768 = 545,3178 \text{ Fuss.}$$

488,0578 "

Unterschied 57,2600 Fuss.

$\frac{1}{2} = 28,6300 "$

$$\log. 4 \pi = 1,099212$$

$$\log. 6'',0098 = 0,778216$$

$$\log. \cos. \psi = 9,799902$$

$$\log. (a - \frac{1}{2} \delta) = 2,662217$$

$$\log. 144 = 2,158362$$

$$6,497909$$

$$\log. 3 \tau = 5,412447$$

$$1,085462$$

$$= 12,1753 \text{ par. Linien.}$$

Die Theorie gab 12,17 par. Linien nach Osten.

Die Erfahrung 10,32 " "

Unterschied 1,85 par. Linien nach Osten.

Die Theorie gab 0,00 par. Linien nach Süden.

Die Erfahrung 0,46 " "

Unterschied 0,46 par. Linien nach Süden.

Seite 46 sagt Herr Professor Reich Folgendes:

„Was die Letztere betrifft, so übersteigt ihre Grösse den wahrscheinlichen Fehler nicht genug, um sie ausser allen Zweifel zu setzen, man sieht sich aber genöthigt, Benezers Worte (a. a. O.) p. 359) zu wiederholen: sonderbar bleibt doch immer diese Tendenz der Fehler nach Süden.“

Die Sache hängt nun so zusammen.

Die Hamburger Versuche, die ich im Michaelisthurm im Jahre 1802 und 1803 machte, gab ich in Verlag bei Gebrüder Mallinkrodt in Dortmund, und sie druckten daran bis Seite 403.

Ich besuchte damals meinen Freund Caspar Harkotten auf Harkotten, in der Grafschaft Mark, und wir sprachen davon, dass Thürme eine ungleiche Temperatur hätten, besonders der Michaelisthurm in Hamburg, der an der Erde 17 Fuss dicke Mauern hat. Ich führte zugleich einen Brief an, den ich von Dr. Olbers erhielt, worin er mir schrieb, dass die Abweichung nach Süden vielleicht in der Temperatur im Thurm ihren Grund habe. Denn bei so dicken Thurmmauern an der Südseite würden sie von der Sonne mehr erwärmt, als die an der Nordseite, und wären vielleicht immer wärmer wie diese.

Dieser Brief von Olbers ist abgedruckt Seite 404 in den „Versuchen über die Umdrehung der Erde.“

Mein Freund Caspar Harkotten sagte mir, dass eine Stunde von da zu Schlebusch ein Kohlenschacht sei, der ungefähr 300 Fuss Tiefe habe, und jetzt verlassen wäre, vielleicht ginge es, um diese Versuche da fortzusetzen.

Ich ging hin, fand den Kohlenschacht sehr bequem, und ging darauf nach dem Oberbergamte zu Wetter und bat um die Erlaubniss diesen Kohlenschacht zu benutzen.

Das Oberbergamt bewilligte mir dieses mit Vergnügen, und so kamen dann die Versuche zu Stande in Schlebusch die ich im Werke selbst erzählt habe. Allein dieses dauerte ein Jahr lang, weil es im Frühjahr sehr feucht in der Erde war, und erst im Herbst 1804 kamen die Versuche zu Stande, wie ich dieses in der Vorrede angeführt habe.

Mein Buch hat also gewissermassen zwei Theile. Zuerst den Theil vom Jahre 1803, und dann zweitens den Theil vom Jahre 1804. Beim ersten Theile kannte ich noch nicht die Versuche von Schlebusch, sondern bloss die von Hamburg, die eine Abweichung gaben von 1,5 Linien nach Süden, und hier ist es auch was ich S. 359 gesagt habe.

Als aber die Versuche zu Schlebusch im Jahre 1804 gezeigt hatten, dass die Kugeln weder nach Norden noch nach Süden abwichen, sondern bloss nach Osten, so war es entschieden, dass die Versuche in Hamburg, die 1,5 Lin. nach Süden Abweichung gaben, unrichtig seien, und wahrscheinlich deswegen, weil, wie Dr. Olbers sagte, eine Temperatur im Thurme stattfinden könnte, die an der Südseite etwas hoch sei gegen die an der Nordseite, weil unten im Thurme 17 par. Fuss dicke Mauern waren.

9.

Wenn die Versuche in Schlebusch bei 488 Fuss Fallhöhe angestellt wären, wie gross würde bei der Breite von $51^{\circ} 25'$ die östliche Abweichung sein?

$$\text{Man hat } \frac{4\pi \cos. 51^{\circ} 25' \cdot 6'',0009 \cdot 460',06}{3\pi}$$

$$\begin{aligned} \text{gt}^2 &= 15',105 \cdot 36'',018 = 544',0518 \\ &\quad - 488',0578 \\ \delta &= \frac{55,9940 \text{ Fuss}}{2) \quad 27,997} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 t = 8'',5884 \quad t^2 = 73'',761 \quad gt^2 = 1110',302 \text{ Fuss} \\
 \log. 4\pi = 1,099212 \quad - 1000 \\
 \log. t = 0,933913 \quad \delta = 110,320 \text{ Fuss} \\
 \log. 144 = 2,158362 \quad \frac{1}{2}\delta = 55,151 \text{ ,,} \\
 \log. (a - \frac{1}{2}\delta) = 2,975291 \quad a = 1000 \text{ Fuss} \\
 \hline
 \quad \quad \quad 7,166778 \quad \frac{1}{2}\delta = 55,151 \\
 \quad \quad \quad 5,412447 \quad \hline
 \quad \quad \quad 1,754331 \quad 944,698 \text{ Fuss.}
 \end{array}$$

= 56,798 par. Linien Abweichung nach Osten.

13.

Wie gross ist die Abweichung am Aequator bei 10000 Fuss Fallhöhe, ohne Berücksichtigung des Widerstandes der Luft?

$$\begin{array}{r}
 4\pi \cos. 0^\circ. 27'',159 \cdot 9448',487 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 3\tau \\
 \quad \quad \quad gt^2 = 15',0527 \times 737,61 = 11103',026 \\
 \log. 4\pi = 1,099212 \quad - 10000 \\
 \log. t = 1,433913 \quad = \delta = 1103,026 \\
 \log. 146 = 2,158362 \quad \frac{1}{2}\delta = 551,518 \\
 \log. (a - \frac{1}{2}\delta) = 3,975362 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 8,666849 \quad a = 10000 \\
 - \log. \text{const.} \quad 5,412447 = \log. 3\tau \quad \frac{1}{2}\delta = 551,513 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 3,254402 \quad 9448,487 \\
 = 1796,39 \text{ par. Linien} = 12 \text{ Fuss } 5 \text{ Zoll } 8,39 \text{ Linien.}
 \end{array}$$

Herr von Littrow hat S. 41 der „Wunder des Himmels“ angegeben, dass die östliche Abweichung bei 10000 Fuss gleich 7 Fuss 5 Zoll 8 Linien sei. Aber er hat hier nur die Polhöhe von Schlebusch gemeint von $51^\circ 25'$ und nicht den Aequator.

Bei einer Höhe von 10000 Fuss setzt Littrow die südliche Abweichung gleich 0,88 par. Linien.

14.

Wie gross ist die östliche Abweichung am Aequator bei der Höhe des Chimborasso zu 22100 Fuss angenommen?

$$\frac{4\pi \cos. 0^\circ. 40'',381 \cdot 20877', 35}{3\tau}$$

$$t = 40'',381 \cdot g^{\text{t}^2} = 24545,3 \text{ Fuss} \\ - 22100 \\ \delta = 2445,3 \text{ Fuss} \\ \frac{1}{2} \delta = 1222,65 \text{ Fuss} \\ a = 22100 \text{ Fuss} \\ \frac{1}{2} \delta = 1222,65$$

log. 4π	= 1,099212	
log. t	= 1,606177	
log. $(a - \frac{1}{2}\delta)$	= 4,319674	
log. 144	= 2,158362	
	9,183425	
log. const.	5,412447	= log. 3τ
	= 5901,72	par. Linien = 40 Fuss 11 Zoll 9,72 Linien nach Osten.

15.

Wie gross ist die östliche Abweichung bei der zu 26342 Fuss angenommenen Höhe des Davalagiri, am Aequator und im Leeren?

$$\frac{4\pi \cos. 0^\circ. 44'',091 \cdot 24972'}{3\tau}$$

$$t = 44'',091 \cdot g^{\text{t}^2} = 15',0527 \times 44'',091^2 = 29263 \\ - 26342 \\ \delta = 2921 \\ \frac{1}{2} \delta = 1460,5 \\ a = 26342 \\ - \frac{1}{2} \delta = 1460,5 \\ 24972$$

log. 4π	= 1,099212	
log. 144	= 2,158362	
log. t	= 1,644348	
log. $(a - \frac{1}{2}\delta)$	= 4,397453	
	9,299375	
	5,412447	
	3,886928	
	= 7707,7	par. Linien = 53 Fuss 6 Zoll 3,7 Linien nach Osten.

Also ist die östliche Abweichung gleich 53 Fuss 6 Zoll 4 Linien.

16.

Wie gross ist die östliche Abweichung bei der Höhe des Montblanc auf 45° Breite, gleich 14793 par. Fuss und im Leeren?

$$\frac{4\pi \cos. 45^\circ. 33'',041 \cdot 13951',7}{3\tau}$$

3 τ

$$\begin{array}{r}
 t = 33'',041. \quad gt^2 = 16475',7 \\
 \log. 4\pi \quad = 1,099212 \quad \quad \quad - 14793 \\
 \log. t \quad = 1,519052 \quad \quad \quad \delta = 1682,7 \\
 \log. 144 \quad = 2,158362 \quad \quad \quad \frac{1}{2} \delta = 841,3 \text{ Fuss} \\
 \log. \cos. 45^\circ = 9,856934 \quad \quad \quad a = 14793 \\
 \log. (a - \frac{1}{2} \delta) = 4,144627 \quad \quad \quad - \frac{1}{2} \delta = 841,3 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 8,778217 \quad \quad \quad \quad \quad 13951,7 \text{ Fuss.} \\
 - \log. \text{const.} = 5,412447 \\
 \hline
 \quad \quad \quad = 3,365770
 \end{array}$$

= 2321,5 par. Linien = 16 Fuss 1 Zoll 5,5 Linien.

17.

Von §. 11 bis §. 16 ist keine Rücksicht auf den Widerstand der Luft genommen, und zwar bei folgenden Beispielen:

1. Beim Brunnen auf Königstein bei Dresden von 600 Fuss Tiefe.
2. Bei der Höhe von 1000 Fuss.
3. Bei der Höhe des Aetna von 10,000 Fuss.
4. Bei der Höhe des Chimborasso von 22,100 Fuss.
5. Bei der Höhe des Davalagiri von 26,342 Fuss.
6. Bei der Höhe des Montblanc von 14,793 Fuss.

Der Unterschied ist indessen nur gering, wie man aus dem Folgenden ersehen wird, wo das Beispiel von 488 Fuss noch einmal berechnet ist, und zwar ohne Berücksichtigung des Luftdruckes auf der Breite $50^\circ 53' 23''$.

$$4\pi \cos. 50^\circ 53' 23'' = 5'',6848 \cdot 488',0578$$

3τ

$$\begin{array}{r}
 \log. 4\pi \quad = 1,099212 \\
 \log. t \quad = 0,754712 \\
 \log. a \quad = 2,688471 \\
 \log. \cos. \psi = 9,799902 \\
 \log. 144 \quad = 2,158362 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 6,500659 \\
 \log. \text{const.} = 5,412447 = \log. 3\tau
 \end{array}$$

1,088212

= $12'',2522$ par. Lin. im Leeren

12,0531 im luftgefüllten Raume. §. 10.

Unterschied = $0'',1991$ par. Linien.

Der Unterschied bei 600 Fuss ist höchstens 0,3 par. Linien in der Abweichung nach Osten. Freilich wird man bei 1000, 10,000 bis 26,000 Fuss Fallhöhe grössere Unterschiede finden, wenn sie nach der Theorie und nach den Erfahrungen vom luftgefüllten Raume berechnet werden.

Aber dieses zu wissen ist unnöthig, da man doch am Aequator keine Fallhöhen über 600 Fuss berechnen wird.

Bei einer Höhe von 321 par. Fuss war im Michaelisthurm in Hamburg die berechnete Zeit des Falles = 4 Sec. 43,46 Tertien, und die beobachtete war 4 Sec. und 48,30 Tertien, also der Unterschied 4,84 Tertien.

Huttons Versuche stimmen auch beim Widerstande der Luft nicht mit den Versuchen im Thurm bei 321 p. Fuss Höhe überein, und vermuthlich deswegen nicht, weil die Kugel, wenn sie durch 321 Fuss fällt, vor sich verdickte Luft hat, hinter sich aber einen luftleeren Raum.

Man sehe Seite 530 „In den Versuchen über die Umdrehung der Erde. Dortmund 1804.“

18.

Die Olbersche Formel ist ganz einfach, und man reicht bei derselben mit der gewöhnlichen Multiplication und Division aus, wenn das Beispiel für den Aequator gilt.

Herr J. Schmidt hat Folgendes berechnet, und zwar zweimal.

In Nr. 12 hatten wir die östliche Abweichung am Aequator bei 1000 Fuss Fallhöhe durch logarithmische Rechnung gleich 56,79 par. Linien gefunden, und hier durch gewöhnliche Regel von den Dreien erhält man dasselbe: nämlich:

Unterschied = 56,79 par. Linien

$$\frac{4 \times 3,14159 \dots \times 8,5884 \times 944,698 \times 144}{3 = 86164,1} = 56,79 \text{ p. Lin.}$$

Und zwar π die Ludolphsche Zahl	3,14159 ...		× 4
$\frac{4}{4} \pi$			12.566 ...
t die Fallhöhe in Sec.			× 8,588
			107,9168 ...
(a — $\frac{1}{2} \delta$) verbesserte Fallhöhe			× 944,698 ...
			101948,785 ...
144 Verwandlung in Linien			× 144
			14680625,04 ...

Dividirt durch $3 \times 86164,1$ giebt 56,79 par. Linien.

Die mit Logarithmen geführte Rechnung giebt 56,79 p. Linien. Die Berechnung mit Logarithmen ist eigentlich ein Multiplicationsexempel, wobei man die Logarithmen der Zahlen, die multiplicirt werden sollen, addirt. Man sehe Seite 65 meiner „Rechenkunst und Geometrie für die Geometer des Herzogthums Berg.“ Düsseldorf bei Schreiner. 1811. Die Logarithmen oder Verhältnisszahlen waren den Alten sehr bekannt.

19.

31 Versuche in Hamburg 1802 von 235 par. Fuss Höhe.

Von den 31 Kugeln, die ich im Jahr 1802 im Michaelisthurm zu Hamburg von 235 p. Fuss hatte fallen lassen, waren:

- 21 nach Osten.
- 2 neutral.
- 16 nach Süden.
- 11 nach Norden.
- 4 neutral.

Sie schlugen so auf, wie die Figur in der Steintafel von 1802 zeigt, und folgende waren die Ergebnisse:

Bei 235 Fuss Fallhöhe.

			Nord.	Süd.	Ost.	West.
1802.	Julius.	23	1	5	—	5
		—	2	—	5	8,5
		—	3	—	—	—
		—	4	1	—	—
		—	5	—	3	21,5
		—	6	—	—	6
	August.	14	7	—	—	16
		—	8	—	2,8	1,8
		—	9	6,8	—	5,2
	August.	11	10	—	1,7	—
		—	11	2,2	—	12
		—	12	—	0,8	—
		—	13	2	—	1
		17	14	4	—	8
		—	15	8	—	7
		—	16	—	9	1,5
	October.	14	17	5,7	—	0,5
		—	18	—	17	12
		15	19	—	10,5	17,3
		—	20	—	2	7
		—	21	—	8	0,8
		—	22	—	2	17,5
		—	23	0,2	—	14,7
		—	24	—	16,7	0,2
	October.	23	25	—	—	—
		—	26	—	5	8
		—	27	—	5,6	—
	October.	26	28	1	—	6
		—	29	—	5	13,5
		—	30	10,5	—	1,8
		—	31	—	0,5	1,7
	Summa		46,4	92,6	174,5	50,5

Süden = 92,6

Osten = 174,5

Norden = 46,4

Westen = 50,5

46,2

124,0

Die mittlere Abweichung ist sonach nach Osten 4 par. Linien, und nach Süden 1,5 par. Linien.

20.

28 Versuche in Schlebusch in der Grafschaft
Mark 1804 bei 262 par. Fuss Fallhöhe.

Wenn man 2 Reihen von den 28 Versuchen nimmt, deren jede 14 Versuche enthält, so hat man Folgendes, wobei die 1, 3 und 5. Versuche in der ersten Reihe sind, und die 2, 4 und 6. in der zweiten Reihe.

Erste Reihe in par. Linien.

1804.	October.	M.	Nord.	Süd.	Ost.	West.
	7	1	11,5	—	—	3
	—	3	5	—	3	—
	8	5	1,5	—	20	—
	—	7	—	9	11,5	—
	—	9	—	15	2	—
	—	11	—	5	12	—
	—	13	3,5	—	13,5	—
	9	15	13	—	9	—
	—	17	8	—	—	—
	—	19	—	13	—	—
	—	21	—	8,5	—	21
	10	23	—	15	—	4
	—	25	—	7	—	10
	—	27	—	6	10	—
	Summe.		42,5	78,5	96	19

Zweite Reihe in qar. Linien.

	7	2	14,5	—	12	—
	8	4	4	—	13	—
	—	6	—	2	—	2
	—	8	—	0,5	—	4
	—	10	8	—	2	—
	—	12	13,5	—	7	—
	—	14	—	0,5	11	—
	9	16	—	4	—	8
	—	18	10	—	10	—
	—	20	—	11	7,5	—
	—	22	—	0,5	11	—
	10	24	—	6	—	9
	—	26	8	—	8,5	—
	—	28	4,5	—	5,5	—
	Summe.		62,5	24,5	87,5	23,0

$$\begin{array}{r} 78,5 - 42,5 \\ 14 \end{array} = 2,5 \text{ p. Lin.} \quad \begin{array}{r} 5,5 + 4,6 \\ 2 \end{array} = 5,05 \text{ par. Lin.} \\ \begin{array}{r} 96 - 19 \\ 14 \end{array} = 5,5 \quad \text{nach der Theorie } \frac{4,64}{\text{ "}} \\ \text{ " } \quad \text{Unterschied} + 0,41 \text{ n. Osten} \\ \begin{array}{r} 62,5 - 24,5 \\ 14 \end{array} = 2,7 \quad \text{nach Norden:} \\ \begin{array}{r} 2,7 - 2,5 \\ 2 \end{array} = 0,1 \text{ par. Lin.} \\ \begin{array}{r} 87,5 - 23 \\ 14 \end{array} = 4,6 \quad \text{ "}$$

21.

Versuche in Freiberg im Jahr 1831
bei 488 par. Fuss Fallhöhe.

Seite 45 der Versuche in Freiberg ist der Umstand übersehen, dass man einmal 12 Versuche, und das andere mal 22 Versuche hat, und dieses ist wenigstens nach meiner Meinung unrichtig.

Wenn man daher die 6 Reihen so ordnet, dass sie 6 Ergebnisse bilden, und jede von 18 Versuchen, so hat man Folgendes.

Die Reihen sind so geordnet, dass sie in der ersten, 7. 13. 19. Ordnung u. s. w. stehen, und in der zweiten Reihe die Versuche 2. 6. 8. 14. 20 u. s. w.

Erste Reihe von 18 Versuchen. Millim.

Datum.	Nö.	Süden.	Norden.	Osten.	Westen.
August 23	1	—	61, 8	38, 7	—
— 25	7	—	102, 8	179, 0	—
— 13	—	84,15	—	—	77,05
— 19	—	85, 0	—	—	12,85
— 27	3	—	129, 3	11,55	—
— 9	—	3,85	—	16,65	—
— 29	3	41,55	—	—	80,15
— 9	—	—	129,65	60,95	—
Septbr. 1	3	—	2, 6	56, 6	—
— 1	9	—	16,55	146, 6	—
— 1	15	—	8, 3	67,85	—
— 6	3	—	71, 7	96,05	—
— 9	—	13, 2	—	4, 6	—
— 15	—	—	1, 7	—	57,95
— 21	—	—	34, 9	—	7,15
— 7	6	—	147,55	47,19	—
— 12	—	193, 8	—	94, 4	—
— 18	—	—	130, 9	—	19, 9
		421,55	837,75	820,14	255,05

Zweite Reihe von 18 Versuchen. Millim.

Datum.	N.	Süden.	Norden.	Osten.	Westen.	
August	24	2	6, 3	—	49, 3	—
	25	8	—	56,95	37, 7	—
	—	14	19,65	—	60, 3	—
	—	20	—	51, 9	52, 7	—
	27	4	—	97,55	—	65,35
	—	10	65,15	—	—	105,85
Septbr.	29	4	—	6, 2	—	58, 6
	—	10	65, 5	—	—	61,85
	1	4	62,85	—	72,65	—
	1	10	27, 7	—	46,10	—
	1	16	—	22, 9	—	38, 7
	6	4	47, 4	—	—	6, 3
	—	10	62, 1	—	62, 5	—
	—	16	26, 5	—	58,15	—
	7	1	—	97, 2	41,09	—
	—	7	3, 0	—	127,19	—
—	13	117,95	—	48,65	—	
—	19	104, 0	—	—	163, 3	
		608,10	332,70	656,33	499,95	

Dritte Reihe von 18 Versuchen. Millim.

August	24	3	—	5,05	—	37,15
	25	9	—	123, 1	—	18,75
	—	15	79,85	—	—	9,52
	—	21	123, 0	—	—	4, 5
	27	5	15, 6	—	—	14, 4
	—	11	11,85	—	—	41,15
Septbr.	29	5	97,55	—	66, 8	—
	—	11	26,45	—	41, 6	—
	1	5	—	31,05	—	45,45
	1	11	13, 8	—	92, 9	—
	1	17	19, 6	—	85, 8	—
	6	5	14, 9	—	45, 4	—
	—	11	—	11,85	69,15	—
	—	17	—	4, 8	61, 4	—
	7	2	66, 9	—	—	141,81
	—	8	—	8, 9	68,24	—
—	14	—	114,65	32, 8	—	
—	20	—	31, 9	3, 8	—	
		469,50	332,30	567,49	312,73	

Vierte Reihe von 18 Versuchen. Millim.

Datum.	№	Süden.	Norden.	Osten.	Westen.
August	24	4	62, 8	—	60,75
	25	10	—	12,45	36,95
	—	16	18, 5	—	63, 7
	—	22	—	109,95	19,55
	27	6	184,35	—	75, 8
	—	12	11, 7	—	90, 0
Septbr.	29	6	—	79, 8	29, 3
	—	12	110,55	—	79,05
	1	6	—	0,75	3,75
	1	12	33,15	—	60,15
	1	18	18, 9	—	37,35
	6	6	—	99, 4	57,85
	—	12	35,75	—	42, 5
	—	18	—	2, 9	6, 0
	7	3	—	39, 6	—
	—	9	25, 5	—	99,64
	—	15	34, 2	—	—
	—	21	—	151, 2	27, 0
		535,30	496,05	691,64	173,96

Fünfte Reihe von 17 Versuchen. Millim.

August	24	5	6,65	—	48, 1	—
	25	11	21, 3	—	69,45	—
	—	17	—	26, 5	—	6, 6
	27	1	—	11,65	—	9,75
	—	7	141,1	—	88, 1	—
29	1	—	86, 0	17,55	—	
Septbr.	—	7	33, 0	—	24,95	—
	1	1	44,55	—	—	43,15
	1	7	70,05	—	22, 8	—
	1	13	1,15	—	33, 9	—
	6	1	—	86,85	—	23, 9
	—	7	—	20,45	30,15	—
	—	13	—	38, 3	—	34, 4
	—	19	—	27,85	12, 8	—
	7	4	—	27, 2	10,79	—
	—	10	—	130, 8	57,94	—
	—	16	8, 1	—	15, 0	—
			325,95	455,60	431,53	117,80

Sechste Reihe von 17 Versuchen. Millim.

Datum.	N ^o .	Süden.	Norden.	Osten.	Westen.
August	24	6	83, 6	—	40,75
	25	12	11, 6	—	5,55
	—	18	95, 2	—	74,95
	27	2	—	7, 3	6, 5
	—	8	88, 8	—	119,15
	29	2	—	128, 7	49, 0
	—	8	39,45	—	30, 9
Septbr.	1	2	—	30,65	90, 9
	1	8	72,55	—	49,75
	1	14	—	26,65	94,35
	6	2	—	34, 9	46,55
	—	8	18, 9	—	95, 0
	—	14	—	20,25	32,95
	—	20	25, 2	—	55, 0
	7	5	—	104,75	—
	—	11	117, 9	—	29, 6
	—	17	—	21,95	57,85
			553,20	375,15	832,45
					180,96

Endergebniss.

Abweichung

	nach Süden.	Norden.	Osten.	Westen.
	Millimeter.	Millimeter.	Millimeter.	Millimeter.
1. Reihe	421,55	837,75	820,14	255,05
2. „	608,10	332,70	656,33	499,95
3. „	469,50	332,30	567,49	312,73
4. „	535,30	469,05	691,64	173,96
5. „	325,90	455,60	431,53	117,80
6. „	553,20	375,15	832,45	180,96

Hieraus findet man:

1. für die Abweichung nach Norden u. Süden.

Süd-Nord.

$$\frac{421,55 - 837,75}{18 \text{ Versuche}} = +23,122 \text{ Millimeter}$$

$$\frac{608,10 - 332,70}{18} = +15,300$$

$$\frac{496,50 - 332,30}{18} = +7,622$$

$$\frac{535,30 - 469,05}{18} = +3,686$$

$$\frac{325,90 - 455,60}{17} = -7,629$$

$$\frac{553,20 - 375,15}{17} = +10,473$$

2. für die Abweichung nach Osten u. Westen.

Ost-West.

$$\frac{820,14 - 255,05}{18} = +31,393 \text{ Millimeter}$$

$$\frac{656,33 - 499,95}{18} = +8,687$$

$$\frac{567,49 - 312,73}{18} = +14,153$$

$$\frac{691,14 - 173,96}{18} = +28,760$$

$$\frac{431,53 - 117,80}{17} = +18,454$$

$$\frac{832,45 - 180,96}{17} = +38,323$$

Mittel

für Nord-Süd.

$$37,081 - 30,751 = 6,330.$$

für Ost-West.

$$+139,770.$$

Dieses durch 6 gleich der Anzahl der Reihen dividirt, giebt die folgenden Abweichungen:

$$\frac{6,330}{6} = 1,055 \text{ Millim. nach Süden.}$$

$$\frac{139,770}{6} = 23,295 \text{ Millim. nach Osten.}$$

Mittel, mit der Theorie verglichen.

Die Theorie giebt für die östliche Abweichung = 27,5 Millim.

Die Erfahrung giebt „ „ = 23,3

Unterschied = 4,2

Die Theorie giebt für die südliche Abweichung = 0,00

Die Erfahrung giebt „ „ = 1,055

Unterschied = 1,055

Das Mittel in par. Linien ausgedrückt.

Die Theorie giebt für die östliche Abweichung	par. Linien	= 12,17
Die Erfahrung giebt	„ „	= 10,32
	Unterschied	= 1,85
Die Theorie giebt für die südliche Abweichung		= 0,00
Die Erfahrung giebt	„ „	= 0,46
	Unterschied	= 0,46

Meine Versuche in Hamburg und Schlebusch von 235 und 262 par. Fuss Fallhöhe haben eine Fehlergränze von ungefähr 2 Zoll, und die Freiburger Versuche bei 488 par. Fuss Fallhöhe haben eine Fehlergränze von 6 Zoll. Sie müssten $3\frac{3}{4}$ Zoll haben.

Dieses kommt vielleicht daher, dass in Freiberg die Kugeln durch den Ring ein wenig ungleicher fielen, als wenn sie von einem Pferdehaare wären losgelassen worden, und daher rührt wahrscheinlich die Fehlergränze von 6 Zoll.

Uebersicht.

Man hat also :

1. Versuche in Hamburg in St. Michael bei 235 p. Fuss Fallhöhe und der Polhöhe von $53^{\circ} 33'$.

Die Abweichung nach Osten war 4 Linien, und nach der Theorie 3,85 Lin.

Die Abweichung nach Süden war 1,5 Linien, nach der Theorie sollte sie sein gleich Null.

2. Bei den Versuchen zu Schlebusch in der Grafschaft Mark, 10 Stunden vom Rheine war die Fallhöhe 262 p. Fuss, und die Polhöhe $51^{\circ} 25'$.

Die Versuche gaben 5,05 p. Linien, und die Theorie giebt 4,64 p. Linien, also der Unterschied war 0,41 par. Linien.

Was nun die Abweichung nach Süden betrifft, so war sie nach Norden 0,7 par. Linien, welches Fehler der Versuche sind, also die nach Süden war aufgehoben.

3. Die Versuche in Freiberg in Sachsen bei der Fallhöhe von 488 par. Fuss, und der Polhöhe von $50^{\circ} 53'$.

Die Theorie gab für die östliche Abweichung 12,17 par. Lin. und die Erfahrung gab 10,32 par. Lin., so dass der Unterschied 1,85 par. Lin. betrug.

Die südliche Abweichung sollte nach der Theorie $= 0$ sein. Die Beobachtung gab sie indessen $= 0,46$ par. Linien.

4. Wenn die Versuche zu Freiberg auf dem Aequator wiederholt würden, so hätten sie bei 488 par. Fuss Fallhöhe 19 p. Lin. Abweichung nach Osten angegeben.
5. Der Brunnen zu Königstein bei Dresden, welcher 600 p. Fuss tief ist, giebt 26 p. Lin. östliche Abweichung, wenn man die Rechnung für den Aequator führt.
6. Die Höhe von 1000 p. Fuss auf dem Aequator wird die östliche Abweichung 56 par. Lin. gross angegeben.
7. Die Höhe des Aetna von ungefähr 10,000 par. Fuss, giebt für den Aequator berechnet, die östliche Abweichung 12 Fuss 5 Zoll.
8. Die Höhe des Chimborasso nach Humboldt 22100 p. Fuss, für den Aequator berechnet, giebt die östliche Abweichung 40 Fuss 11 Zoll.
9. Die Höhe des Davalagiri im Himalaya-Gebirge, zu 26342 p. Fuss angenommen, giebt die östliche Abweichung für den Aequator berechnet 53 Fuss 6 Zoll.
10. Die Höhe des Montblanc auf 45^o Breite auf 14,793 Fuss, giebt die östliche Abweichung 16 Fuss 1 Zoll.
11. Bei der Höhe von 488 p. Fuss beträgt der Unterschied zwischen den östlichen Abweichungen beim leeren und luftgefüllten Raume nur 0,20 par. Linien nach der Theorie.
12. Die Olbersche Formel lässt sich für Beispiele am Aequator mit der gewöhnlichen Regula von den Dreien lösen.
13. Die Versuche zu Hamburg, dargestellt auf der ersten Tafel, die 4 Linien nach Osten, und 1,5 Linien nach Süden abweichen.
14. Die Versuche zu Schlebusch, dargestellt auf der ersten Tafel, geben 5,05 Linien nach Osten, und 0,7 Linien nach Norden.

15. Die Versuche zu Freiberg auf der zweiten Tafel, geben die östliche Abweichung 10,32 p. Lin. und die südliche gleich 0,46 p. Linien.
16. Ich war im Jahre 1815 bei La Place und er sagte mir, dass er die Versuche zu Schlebusch mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung untersucht, und gefunden habe, dass man 8000 gegen 1 wetten könne, dass die Erde sich drehe, und zwar aus diesen Versuchen. —

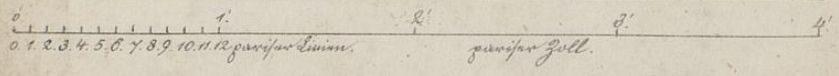
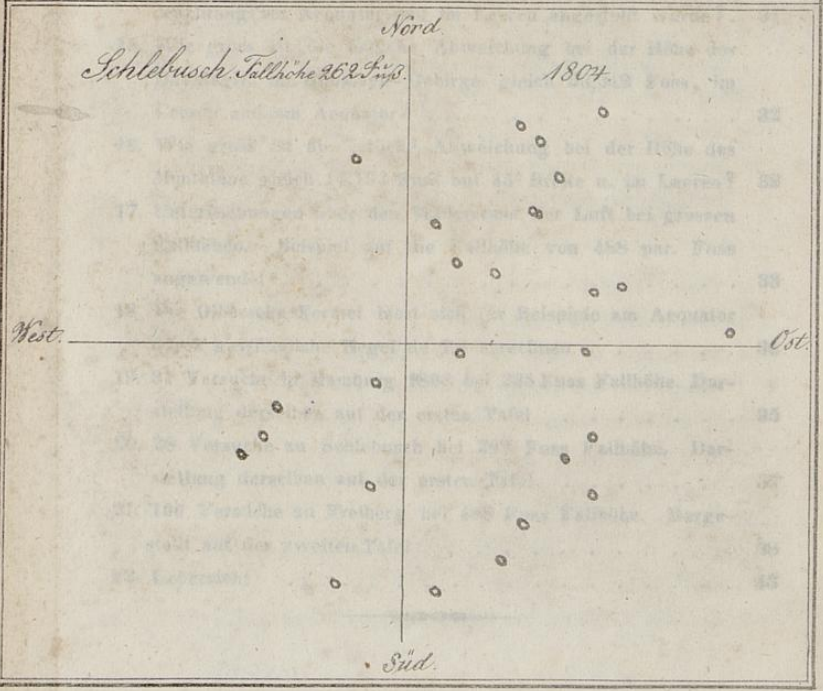
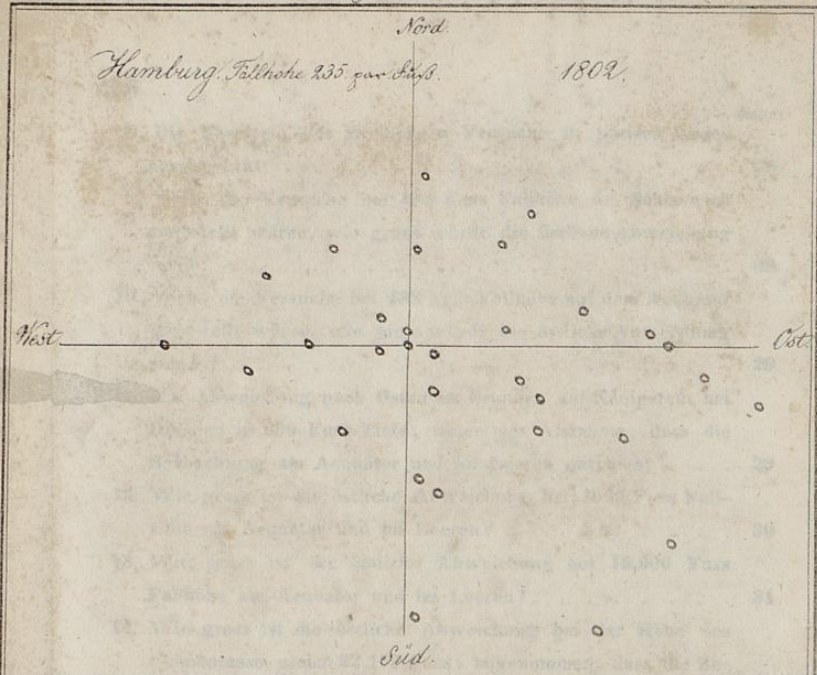


Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Einleitung, Copernikus	5
2. Aristarch von Samos	6
3. Copernikus nimmt drei Bewegungen an:	
a. Die Bewegung der Erde von Abend nach Morgen	7
b. Die jährliche Bewegung um die Sonne	7
c. Bewegung der Planeten, das Rückwärtsgehen und das Stillstehen	8
4. Fall der Körper von grossen Höhen	8
5. Newtons Vorschlag im Jahre 1679 zu Versuchen über die Umdrehung der Erde	9
6. Guglielmis Versuche im Jahre 1792 in Bologna auf dem Thurme degli Asinelli	10
7. Meine Versuche in Hamburg im Jahre 1802, und in Schle- busch in der Grafschaft Mark im Jahre 1804	10
8. Professor Reichs Versuche in Freiberg im Jahre 1831 in dem Dreibrüderschachte bei 488 par. Fuss	12
9. Aus diesen Versuchen folgt die Umdrehung der Erde um ihre Axe	13
10. Struve's und Bessels Untersuchungen und Bestimmungen der Parallaxe der Fixsterne 1837—38	14
—————	
1. Tabelle über die Fallhöhe von der 1. bis zur 42. Sec.	17
2. Tabelle über die Pendellänge	19
3. Die Fallzeit aus den Versuchen in Hamburg im Jahre 1803 nach Olbers bei 235 Fuss Fallhöhe, und 53° 36' Breite.	20
4. Meine Berechnung derselben Versuche unter der Annahme der Polhöhe von 53° 33'	21
5. Versuche zu Schlebusch in der Grafschaft Mark 1804 bei 262 Fuss und Breite 51° 25'	22
6. Versuche von Reich in Freiberg 1831 bei 488 Fuss Fall- höhe und Breite 50° 53'	24
7. Ein anderes Mittel aus den Freiburger Versuchen	24

	Seite
8. Die Resultate der Freiburger Versuche in pariser Linien ausgedrückt	26
9. Wenn die Versuche bei 488 Fuss Fallhöhe bei Schlebusch angestellt wären, wie gross würde die östliche Abweichung sein?	28
10. Wenn die Versuche bei 488 Fuss Fallhöhe auf dem Aequator angestellt wären, wie gross würde die östliche Abweichung sein?	29
11. Die Abweichung nach Osten im Brunnen auf Königstein bei Dresden in 600 Fuss Tiefe, unter der Annahme, dass die Beobachtung am Aequator und im Leeren geschieht	29
12. Wie gross ist die östliche Abweichung bei 1000 Fuss Fallhöhe am Aequator und im Leeren?	30
13. Wie gross ist die östliche Abweichung bei 10,000 Fuss Fallhöhe am Aequator und im Leeren?	31
14. Wie gross ist die östliche Abweichung bei der Höhe des Chimborasso gleich 22,100 Fuss; angenommen, dass die Beobachtung am Aequator und im Leeren angestellt würde?	31
15. Wie gross ist die östliche Abweichung bei der Höhe des Davalagiri im Himalaya-Gebirge gleich 26,342 Fuss, im Leeren und am Aequator?	32
16. Wie gross ist die östliche Abweichung bei der Höhe des Montblanc gleich 14,793 Fuss auf 45° Breite u. im Leeren?	32
17. Untersuchungen über den Widerstand der Luft bei grossen Fallhöhen. Beispiel auf die Fallhöhe von 488 par. Fuss angewendet	33
18. Die Olbersche Formel lässt sich für Beispiele am Aequator durch gewöhnliche Regel de Tri berechnen	34
19. 31 Versuche in Hamburg 1803 bei 235 Fuss Fallhöhe. Darstellung derselben auf der ersten Tafel	35
20. 28 Versuche zu Schlebusch bei 262 Fuss Fallhöhe. Darstellung derselben auf der ersten Tafel.	37
21. 106 Versuche zu Freiberg bei 488 Fuss Fallhöhe. Dargestellt auf der zweiten Tafel	38
22. Uebersicht	43





Freyberg. Fallhöhe von 488 zur Süß.

1831.

Nord.

West.

Ost.

Süd.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



H

West

Se

West

0 1 2 3 4 5 6 7

104

605

129



Inches 1 2 3 4 5 6 7 8
Centimetres 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

TIFFEN® Color Control Patches

© The Tiffen Company, 2007

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

