Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

19. Abplattung der Erde

urn:nbn:de:hbz:466:1-96939

Name des Ortes	Geographische Breite + nördlich — südlich	Länge von Berlin in Zeit + westlich — östlich	Oestliche Länge von Greenwich in Bogen
Berlin	+ 52° 30′ 16,7″	0h 0m 0,0″	13° 23′ 43,6″
Bonn	+ 50 43 45,0	+ 0 25 11,6	7 5 49,4
Breslau	+ 51 6 56,5	— 0 14 34,0	17 2 13,5
Brüssel	+ 50 51 10,7	+ 0 36 6,2	4 22 10,5
Cap d. g. Hoffn. .	— 33 56 3,2	— 0 20 19,8	18 28 41,1
Christiania	+ 59 54 43,7	+ 0 10 41,1	10 43 27,0
Edinburgh	+ 55 57 23,2	+ 1 6 18,0	356 49 14,2
Genf	+ 46 11 58,8	+ 0 28 58,2	6 9 11,4
Göttingen	+ 51 31 47,9	+ 0 13 48,5	9 56 36,0
Greenwich	+ 51 28 38,1	+ 0 53 34,9	0 0 0,0
Hamburg	+ 53 33 7,0	+ 0 13 41,1	9 58 27,0
Kiel	+ 54 20 28,6	+ 0 12 59,2	10 8 56,1
Königsberg . . .	+ 54 42 50,6	— 0 28 24,2	20 29 46,5
Kopenhagen . . .	+ 55 41 12,9	+ 0 3 16,0	12 34 43,8
Leiden	+ 52 9 20,2	+ 0 35 38,6	4 29 5,2
Leipzig	+ 51 20 6,3	+ 0 4 0,9	12 23 30,3
Madrid	+ 40 24 29,7	+ 1 8 20,0	356 18 44,2
Mailand	+ 45 27 59,4	+ 0 16 48,9	9 11 29,6
Melbourne	— 37 49 53,1	— 8 46 19,3	144 58 32,5
München	+ 48 8 45,5	+ 0 7 8,8	11 36 31,8
Paris	+ 48 50 11,2	+ 0 44 13,9	2 20 15,4
Pulkowa	+ 59 46 18,7	— 1 7 43,7	30 19 39,8
Rio de Janeiro . .	— 22 54 23,7	+ 3 46 16,3	316 49 38,8
Rom	+ 41 53 53,6	+ 0 3 39,4	12 28 53,2
Santiago (Chile) .	— 33 26 42,0	+ 5 36 21,2	289 18 25,5
Stockholm	+ 59 20 34,0	— 0 18 39,1	18 3 29,7
Strassburg	+ 48 35 0,2	+ 0 22 30,2	7 46 9,9
Washington . . .	+ 38 53 38,9	+ 6 1 47,0	282 56 58,6
Wien	+ 48 13 55,4	— 0 11 46,6	16 20 22,4
Zürich	+ 47 22 40,0	+ 0 19 22,5	8 33 6,0

19 **Abplattung der Erde.** Wenn die Erde eine vollständige Kugel wäre, so müsste die Entfernung zweier auf demselben Meridian liegender Punkte, von denen der eine genau 1° nördlicher liegt als der andere, für alle Theile des Meridians genau dieselbe sein; der Bogen vom Aequa-

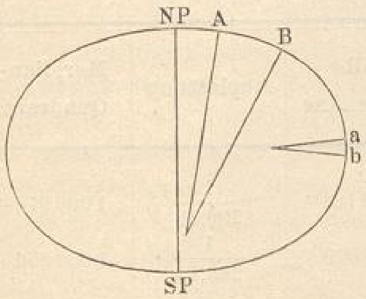
tor bis zu 1^0 nördlicher Breite müsste also genau so lang sein, wie der Bogen vom 89sten Breitengrade bis zum Pol.

Dies ist nun in der That nicht der Fall. Genaue Gradmessungen, welche in verschiedenen Gegenden der Erde vorgenommen wurden, haben gezeigt, dass die Länge eines Breitengrades mit der Entfernung vom Aequator zunimmt, wie man aus folgender Tabelle ersieht.

Namen des Landes	Mittlere Breite	Länge eines Breitengrades
Peru	1° 31′	56728,5 Toisen
Indien	12 32	56795,9 „
Frankreich	46 8	57024,6 „
England	52 2	57066,1 „
Lappland	66 20	57438,0 „

Untersuchen wir zunächst, was aus diesen Zahlen folgt. Bei zwei Kreisen von verschiedener Grösse ist offenbar die lineare Grösse eines Grades der Peripherie verschieden, und zwar bei dem grösseren Kreise grösser als bei dem kleineren im Verhältniss der Halbmesser. Da nun auf der Erde die lineare Grösse eines Grades des Meridians in der Nähe der Pole grösser ist, als in der Nähe des Aequators, so entspricht ein Stück des Meridians in der Nähe des Poles (AB, Fig. 42) einem grösseren Kreise, als ein dieselbe Anzahl von Graden enthaltendes Stück ab in der Nähe des Aequators. Es folgt daraus, dass die Meridiane in der Nähe des Aequators stärker gekrümmt sein müssen als an den Polen.

Fig 42.



Das Wesentlichste der geodätischen Operationen, durch welche dergleichen Gradmessungen ausgeführt werden, soll im nächsten Paragraphen besprochen werden.

Newton hatte die Abplattung der Erde aus theoretischen Gründen abgeleitet; allein es fehlte an genauen Gradmessungen, welche Newton's Behauptungen hätten bestätigen können, bis die französische Akademie der Wissenschaften gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts eine wissenschaftliche Expedition nach Peru und eine andere nach Lappland veranlasste, um daselbst genaue Gradmessungen anzustellen. Die Gradmessung in Peru wurde von Bouguer und Condamine, die in Lappland von Maupertuis, Clairaut und Outhier ausgeführt.

Die Resultate dieser Messungen setzten die Abplattung der Erde ausser Zweifel.

Als gegen Ende des vorigen Jahrhunderts der Nationalconvent in Frankreich ein neues Maass- und Gewichtssystem einführen wollte, entschied man sich dahin, dass die neue Längeneinheit in einem einfachen Verhältnisse zur Länge eines Erdmeridians stehen sollte, und verordnete deshalb, dass eine neue möglichst genaue Gradmessung ausgeführt werden sollte, mit welcher Delambre und Méchain beauftragt wurden. Sie führten die Messung des Meridianbogens von Dünkirchen bis Barcelona aus. Später ist auf demselben Meridian noch der Bogen von Barcelona bis Formentera (durch Biot und Arago) und von Dünkirchen bis Greenwich gemessen worden. Auch diese Messungen haben gezeigt, dass in der That die Länge eines Breitengrades nach Norden hin zunimmt. Zwischen Formentera und Montjouy ist die Länge eines Breitengrades 56955,4 Toisen, zwischen Dünkirchen und Greenwich ist sie 57097,6 Toisen.

Nachdem Delambre und Méchain ihre Messung beendigt hatten, wurde eine Commission von Gelehrten ernannt, um auf dieselbe das neue Maasssystem zu gründen. Die Commission combinirte diese in Frankreich ausgeführte Gradmessung mit den früher in Peru und Lappland erhaltenen Resultaten und folgerte daraus, dass der Erdmeridian eine Ellipse sei, deren Abplattung[1] $1/_{292}$ betrüge und deren vierter Theil (der Bogen vom Aequator bis zum Pol) 5130074 Toisen lang sei. Der zehnmillionste Theil des Erdmeridianquadranten wurde als Einheit des Längenmaasses angenommen und Meter genannt.

Das Meter wurde also zu 0,5130074 Toisen oder zu 3 Fuss 11,296 Linien Pariser Maass festgesetzt.

Folgendes sind die Resultate der von verschiedenen neueren Berechnern gefundenen Werthe für die Dimensionen der Erde:

	Halbe grosse Axe	Halbe kleine Axe	Abplattung	Meridian-Quadrant
Airy 1830	6 377 491^{m}	6 356 184^{m}	$\frac{1}{299,33}$	1 000 976^{m}
Bessel 1841	6 377 397	6 356 079	$\frac{1}{299,15}$	1 000 856
Schubert 1861	6 378 547	6 356 011	$\frac{1}{283,03}$	1 001 708
Fischer 1868	6 378 338	6 356 230	$\frac{1}{288,50}$	1 001 714
Clarke 1880	6 378 249	6 356 513	$\frac{1}{293,47}$	1 001 869

[1]) Bezeichnet a die grosse Axe der Ellipse, b die kleine, so ist die Abplattung $= \frac{a-b}{a}$.

Nach der neuesten Berechnung würde also das Meter, dessen Länge zu 443,296 Pariser Linien festgesetzt ist, um 0,001869 m, oder nahezu um 2 mm zu kurz sein; man hat aber mit Recht davon abgesehen, eine Aenderung der Länge des Meters anzunehmen, zumal da es zweifelhaft geworden ist, ob die Erde ein ganz regelmässiges Rotationsellipsoid ist, und alle Meridianquadranten von gleicher Länge sind.

Um sich eine deutliche Vorstellung von der Abplattung der Erde zu machen, denke man sich ein Umdrehungellipsoid, dessen Aequatorealdurchmesser 1 m beträgt; es würde dann der Polardurchmesser, also die Umdrehungsaxe, ungefähr um 3 mm kürzer sein müssen, wenn dieser Körper dem Erdellipsoid ähnlich sein sollte. Man begreift wohl, dass eine solche Abplattung dem blossen Auge ganz unmerklich ist und dass genaue Messungen nöthig sind, um sie nachzuweisen.

Bedenkt man, dass der Gipfel des höchsten Berges der Erde, des Gaurisankar, nur 8840 m über der Meeresfläche liegt und dass der Chimborazo nur 6530 m hoch ist, so sieht man leicht, dass die Erhebungen der mächtigsten Gebirge kaum in Betracht kommen können im Vergleich zu den Dimensionen der Erde. Auf einem Erdglobus von 1 m Durchmesser würden die Gebirgszüge des Himalaya in Asien und der Andes von Südamerika noch nicht die Höhe von 1 mm erreichen, wenn das richtige Grössenverhältniss eingehalten werden sollte.

Gradmessungen. Um die Dimensionen der Erdkugel zu erfahren, 20
muss man die Länge eines Breitengrades ermitteln, d. h. man muss bestimmen, wie gross der nach irgend einem Längenmaass gemessene Abstand zweier Orte desselben Meridians ist, von welchem der eine um einen Grad nördlicher liegt als der andere.

Eine solche Länge lässt sich nun nicht unmittelbar messen, und deshalb muss hier dasselbe Verfahren befolgt werden, welches überhaupt zur Vermessung grösserer Länderstrecken in Anwendung gebracht wird. Man denkt sich nämlich eine Reihe ausgezeichneter Punkte (Bergspitzen, Thürme u. s. w.) durch Visirlinien verbunden und so das ganze Land mit einem Dreiecksnetz bedeckt. Wenn man nun von diesem ganzen Dreiecksnetz nur die Länge einer einzigen Linie, der Basis, ausserdem aber die sämmtlichen Winkel der einzelnen Dreiecke gemessen hat, so kann man die Länge sämmtlicher Dreiecksseiten, also auch den Längenabstand irgend zweier Punkte dieses Dreiecksnetzes berechnen.

So ist z. B. Fig. 43 (a. f. S.) das Bild eines von Maupertuis in Lappland gemessenen Dreiecksnetzes, dessen nördlichster Punkt O die Spitze eines Berges Kittis, der südlichste T aber der Kirchthurm von Torneå am nördlichen Ende des Bottnischen Meerbusens ist.

Die Basis bB dieses Dreiecksnetzes wurde auf dem Eise des Torneåflusses gemessen und gleich 7407 Toisen gefunden. An diese Basis lehnte sich eine Reihe von Dreiecken an, in welchen sämmtliche Winkel, aber keine weitere Seite mehr gemessen wurde. Man fand