



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik**

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

18. Bestimmung der geographischen Länge

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

Himmelsäquator mit der Ebene des Horizontes macht. Dieser Winkel ist aber gleich der Zenithdistanz des Himmelspols und ergänzt also die Polhöhe (also auch die geographische Breite) zu  $90^\circ$ .

Bezeichnen wir mit  $d$  die Declination, mit  $h$  die beobachtete Culminationshöhe eines Sternes, so macht also der Himmelsäquator mit dem Horizont des Beobachtungsortes einen Winkel

$$p = h \mp d,$$

wo das obere Zeichen bei nördlicher Declination zu setzen ist. Die geographische Breite  $b$  des Ortes ist aber  $90^\circ - p$ , also

$$b = 90^\circ - h \pm d.$$

Man hat z. B. zu Freiburg die Höhe des Procyon ( $\alpha$  Canis minoris), dessen nördliche Declination  $5^\circ 30'$  ist, zur Zeit seiner Culmination gleich  $47^\circ 30'$  gefunden und daraus ergibt sich  $42^\circ$  als Werth des Winkels, welchen der Himmelsäquator mit dem Horizont von Freiburg macht, die geographische Breite von Freiburg ist also  $48^\circ$ .

**Bestimmung der geographischen Länge.** Nach der obigen 18 Definition wird die geographische Länge eines Ortes durch den Winkel gemessen, welchen der Meridian desselben mit demjenigen Meridian macht, den man zum Nullpunkte der geographischen Länge gewählt hat.

Um den Unterschied der geographischen Länge zweier Orte zu ermitteln, muss man bestimmen, um wie viel die Culmination eines und desselben Sternes an dem einen Orte später eintritt als am anderen. Diese Zeitdifferenz hat man nur mit 15 zu multipliciren, um den gesuchten Längenunterschied in Bogenmaass ausgedrückt zu erhalten.

Die Zeitdifferenz erhält man aber durch die Vergleichung zweier Uhren, von denen die eine nach der Zeit des ersten, die andere nach der Zeit des zweiten Ortes regulirt ist. Eine solche Vergleichung kann man aber nach verschiedenen Methoden ausführen.

Sind die beiden Orte, deren Längenunterschied man ermitteln will, nicht gar zu weit von einander entfernt, so wählt man zwischen beiden Stationen einen Punkt, etwa eine Bergspitze, einen Thurm u. s. w., welcher von beiden Orten aus zugleich gesehen werden kann, auf welchem dann ein vorher verabredetes Signal, etwa durch Anzünden einer kleinen Menge Pulver, gegeben wird. Die Beobachter an den beiden Stationen, welche den Gang ihrer Uhren durch astronomische Beobachtungen regulirt haben, notiren die Zeit, in welcher sie das Signal wahrnehmen, und aus der Vergleichung der notirten Zeitmomente ergibt sich dann der verlangte Zeit- und Längenunterschied.

Wenn die beiden Orte durch einen elektrischen Telegraphen mit einander verbunden sind, so kann man sich desselben zur Bestimmung der Längenunterschiede bedienen, da die Geschwindigkeit des galvanischen Stromes so gross ist, dass man die Fortpflanzung des Signals von der einen Station zur anderen als momentan betrachten darf. Der Beobachter der einen Station notirt sich die Uhrzeit, in welcher er

das elektrische Signal absendet, der andere beobachtet die Uhrzeit, in welcher er es wahrnimmt. Die Differenz dieser Uhrzeiten giebt den Längenunterschied.

Nach dieser Methode wurden auch am 13. und am 29. August 1852 Morgens zwischen 6 und 7 Uhr Versuche zur Bestimmung des Längenunterschiedes von Frankfurt a. M. und Berlin gemacht. Das Signal bestand in einem einfachen Drucke auf den Schlüssel des Telegraphen und wurde an dem anderen Ende der Telegraphenlinie als ein einfaches Knacken von nicht messbarer Dauer gehört. Bezeichnen wir mit  $t_b$  die Berliner Zeit für den Moment eines solchen Signals, mit  $t_f$  die gleichzeitige Frankfurter Zeit, so ergab sich für den fraglichen Längenunterschied beider Orte im Durchschnitt aus allen zu Berlin gegebenen Signalen (Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. für 1852 und 1853):

$$D = t_b - t_f = 18^m 51,89^s$$

und das Mittel aus allen Frankfurter Signalen

$$D' = t_b - t_f = 18^m 51,77^s.$$

Wenn eine messbare Zeit  $c$  zwischen der Abgabe und der Ankunft eines Signals verstriche, so hätte man, wenn sich  $t_b$  und  $t_f$  auf die Momente der Zeichengebung beziehen, die Differenz der Uhrzeiten des Abgangs und der Ankunft für die Berliner Signale

$$D = t_b - (t_f + c)$$

und für die Frankfurter Signale

$$D' = (t_b - c) - t_f.$$

Es müsste also die Differenz  $D'$  für die Frankfurter Signale grösser sein als die entsprechende Differenz  $D$  für die Berliner Signale. Da dies nun nicht der Fall ist, so liefern diese Versuche zugleich den Beweis, dass die Zeit, in welcher sich der galvanische Strom von Berlin nach Frankfurt fortpflanzt, in der That verschwindend klein ist.

Die beschriebene Methode ist natürlich nur dann anwendbar, wenn die beiden Orte durch einen Telegraphendraht verbunden sind. Ist dies nicht der Fall, so muss man statt der irdischen Signale himmlische anwenden, d. h. man beobachtet den Moment, in welchem gewisse Erscheinungen am Himmel, die wir später noch besprechen werden, wie Sternbedeckungen, Verfinsterung von Jupiterstrabanten u. s. w., eintreten. Den Zeitpunkt, in welchem diese Erscheinungen an irgend einer der Hauptsternwarten eintreten müssen, erfährt man aus den astronomischen Jahrbüchern, welche von den Astronomen einiger Observatorien herausgegeben werden und welche die für einige Jahre schon vorausberechneten Momente dieser Erscheinungen enthalten.

So enthält z. B. das Berliner astronomische Jahrbuch für 1853 die Angabe, dass am 20. Mai dieses Jahres eine Bedeckung des Sternes  $\alpha$  Virginis durch den Mond stattfinde, und zwar müsste der Stern für Berlin um  $13^h 16,4^m$  am östlichen Mondrande eintreten. Lorey beobachtete den Eintritt dieses Sternes zu Frankfurt a. M. an demselben

Tage um  $12^h 56,2^m$ ; demnach betrüge der Längenunterschied zwischen Berlin und Frankfurt  $20^m 12^s$ . An dieses Resultat sind aber noch Correctionen anzubringen, welche hier nicht besprochen werden können.

Am einfachsten ergeben sich die Längendifferenzen durch Anwendung guter, gleichförmig gehender Chronometer, welche man von dem einen Orte an den anderen mit hinhinimt. Diese Methode wird vorzugsweise zur Längenbestimmung auf der See angewendet. Vor Antritt der Reise, oder beim Anlaufen einer Station, deren geographische Länge bekannt ist, wird ermittelt, um wie viel das Chronometer gegen die mittlere Zeit irgend eines Normalortes, z. B. der Greenwicher Sternwarte, unrichtig zeigt, und wie viel es täglich gegen mittlere Zeit gewinnt oder verliert. Dadurch kommt man in den Stand, für längere Zeit nachher den Fehler des Chronometers gegen Greenwicher mittlere Zeit zu kennen. Vergleicht man nun die durch Gestirnsbeobachtungen gefundene mittlere Zeit des Ortes, an dem man sich befindet, mit derjenigen Greenwicher Zeit, welche gleichzeitig nach dem Chronometer stattfindet, so entspricht die gefundene Differenz der Längendifferenz des Ortes von Greenwich.

Eine nach dieser Methode gemachte Längenbestimmung wird natürlich um so genauer ausfallen, je regelmässiger und genauer der Gang der Uhr ist. Wo es auf sehr grosse Genauigkeit ankommt, wendet man gleichzeitig mehrere Chronometer an und nimmt das Mittel aus allen einzelnen Bestimmungen; so wurde im Jahre 1824 die Länge von Altona, Helgoland und Bremen in Beziehung auf die Sternwarte von Greenwich durch 35 Chronometer, mit welchen man sechsmal die Reise über das Meer machte, und im Jahre 1843 wurde in gleicher Weise der Längenunterschied der Sternwarte von Pulkowa bei Petersburg und der von Greenwich mit Hilfe von 68 vorzüglichen Chronometern bestimmt.

Wie man die Zeit des Beobachtungsortes selbst ermittelt, werden wir später sehen.

Die umstehende Tabelle enthält die Länge und Breite einiger Sternwarten.

Name des Ortes	Geographische Breite	Länge von Berlin in Zeit	Oestliche Länge von Greenwich in Bogen
	+ nördlich — südlich	+ westlich — östlich	
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-