

Man hat z. B. zu Freiburg die Höhe des Procyon ( $\alpha$  canis minoris), dessen Declination  $5^{\circ} 38'$  ist, zur Zeit seiner Culmination gleich  $47^{\circ} 38'$  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  $48^{\circ}$ .

**19 Bestimmung der geographischen Länge.** Nach der obigen 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 Stunden die Culmination eines und desselben Sternes an dem einen Orte später eintritt als am anderen. Diese in Stunden ausgedrückte Zeitdifferenz hat man nur mit 15 zu multipliciren, um den gesuchten Längenunterschied in Graden ausgedrückt zu erhalten.

Diese 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 nach der Culmination eines und desselben Sternes 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 andern 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. Dies Verfahren giebt sehr genaue Resultate und ist mit Erfolg in den vereinigten Staaten von Nordamerika in Anwendung gebracht worden.

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 andern Ende der Telegraphenlinie als ein einfaches Knacken von nicht meßbarer Dauer gehört. Bezeichnen wir mit  $t_1$  die Berliner Zeit für den Moment eines

solchen Signals, mit  $t$ , 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):

$$D = t_b - t_f = 18' 51,89'',$$

und das Mittel aus allen Frankfurter Signalen

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

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.

Solche Signale sind aber nicht mehr anwendbar, wenn die beiden Orte zu weit von einander entfernt und durch Meere getrennt sind. — Statt der irdischen Signale muß man alsdann himmlische anwenden, d. h. man beobachtet den Moment, in welchem gewisse Erscheinungen am Himmel, die wir später noch besprechen werden, wie Sternbedeckungen, Verfinsternung 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 der wichtigsten 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 stattfinden, und zwar müßte der Stern für Berlin um 13<sup>h</sup> 16,4' am östlichen Mondrande eintreten. Lorey beobachtete den Eintritt dieses Sternes zu Frankfurt a. M. an demselben Tage um 12<sup>h</sup> 56,2'; demnach betrüge der Längenunterschied zwischen Berlin und Frankfurt 20' 12". An diesem Resultate 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 andern mit hinnimmt. Diese Methode wird vorzugsweise zur Längenbestimmung auf der See angewendet. Diese Chronometer werden für den Meridian irgend einer bedeutenden Sternwarte, z. B. den von Greenwich, regulirt, sie

geben also für jeden Augenblick die Greenwicher Zeit an; man hat also nur die Zeit des Ortes, an welchem man sich befindet, mit der des Chronometers zu vergleichen, um daraus die Längendifferenz abzuleiten.

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 Pulkawa bei Petersburg und der von Greenwich mit Hülfe von 68 vorzüglichen Chronometern bestimmt.

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

Die folgende Tabelle enthält die Länge und Breite einiger Hauptsternwarten.

Namen des Ortes.	Geographische Breite.		Länge von Berlin in Zeit.		Östliche Länge von Ferro in Bogen.
	+ nördlich. — südlich.		+ westlich. — östlich.		
Berlin . . . . .	+ 52° 30'	16,7"	+ 0 <sup>h</sup> 0' 0"		31° 3' 30,0"
Bonn . . . . .	+ 50 44	9,1	+ 0 25 8,5		24 46 22,5
Greenwich . . . .	+ 51 28	38,2	+ 0 53 35,5		17 39 37,5
Kasau . . . . .	+ 55 47	23,0	— 2 22 57,0		66 47 45,0
Königsberg . . . .	+ 54 42	50,4	— 0 28 25,0		38 9 45,0
Madras . . . . .	+ 13 4	9,2	— 4 27 28,3		97 55 34,5
München . . . . .	+ 48 8	45,0	+ 0 7 9,0		29 16 15,0
Paramatta . . . .	— 33 48	49,8	— 9 10 30,8		168 41 12,0
Pulkawa . . . . .	+ 59 46	18,6	— 1 7 43,0		47 59 15,0
Vorgeb. d. g. Hoff.	— 33 56	3,0	— 0 20 19,5		36 8 22,5
Washington . . .	+ 38 53	32,8	+ 6 1 40,1		300 38 28,5
Wien . . . . .	+ 48 12	35,5	— 0 11 56,4		34 2 36,0

20

**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 Aequator bis zu 1° nördlicher Breite müßte also genau so lang sein wie der Bogen vom 89ten Breitegrade bis zum Pol.