

I.

Ueber die Bestimmung der Abplattung aus correspond. Mondbeobachtungen.

Die Idee, um auf diese Weise die Abplattung der Erde zu bestimmen, ist nicht neu. Herr von *Zach* entwickelte sie in einem Memoire über die Chronometer, welches er im Dec. von 1786. in der Akademie der Wissenschaften zu *Marseille* vorlas. Hernach wiederholte er sie im A. I. B. für 1794. S. 202. Er sagt hier unter anderen: »Mein Vorschlag bestehet kürzlich darin, das man mittelst der Zeitmesser ein neues von allen beschwerlichen Messungen und darin einfließenden Theorien befreites Mittel von der Abplattung der Erde finden könne. — Mein Raisonement ist dieses: Ich setze, das man die Longitüde zweener Orte, die sowohl in Länge als Breite eine etwas beträchtliche Differenz haben, vermittelst eines oder mehrerer Chronometer und zu wiederholtenmalen so bestimme, bis sie auf die möglichst erreichbare Genauigkeit gelangt ist. — Ich setze ferner,

dafs man an denselben Orten eine Anzahl genauer Beobachtungen von Bedeckungen gut bestimmter Sterne vom Monde, oder auch mehrere Sonnenfinsternisse, mit möglichster Genauigkeit beobachte, so ist klar, dafs, wenn die astronomischen Beobachtungen berechnet werden, um aus der wahren Zusammenkunft der Sterne oder der Sonne mit dem Monde die Meridiandifferenz zu bestimmen, dieselbe eben so grofs herauskommen müfste, als die, welche die Zeitmesser gegeben haben. — Da aber die astronomischen Berechnungen die Ungewifsheit der Abplattung der Erde involviren, so mufs man unter allen Hypothesen der Axenverhältnisse, diejenige auf eine direkte oder indirekte Methode wählen, die gerade dieselbe Meridiandifferenz gibt, die durch die Zeitmesser gefunden worden. Man sieht schon aus den vorher angeführten Meridiandifferenzen, die von den Mailänder Astronomen nach verschiedenen Hypothesen der Abplattung ist berechnet worden, welchen grofsen Unterschied sie unter sich geben, man vergleiche auch hiemit die Correktionstafel, um diese verschiedenen Hypothesen zu reduziren in der *Conaifs* d. t. p. 1789. S. 334. und man wird finden, dafs ihre Unterschiede beträchtlich genug sind, um daraus auf eine Abplattung schliessen zu können.«

»*Mannheim* und *Paris* haben nach der Cassinischen Parallelmessung Längenunterschied

24',28",2 wenn man die Abplattung $\frac{1}{230}$ aber —
 14,29,8, wenn man die von $\frac{1}{300}$ zum Grunde
 legt. Da nun letztere mit der Chronometrischen
 Messung am besten stimmt, so frage ich, nicht
 um zu entscheiden, sondern blos um meinen obi-
 gen Vorschlag zu beleuchten, welche von beyden
 Abplattungen die vorzüglichere sey? Da ergibt
 sich, daß es die von $\frac{1}{300}$ ist, welches auch Hr.
de la Landes Meinung ist. *)

*) Dieses hat sich durch die letzte Gradmessung in *Frank-
 reich* völlig bestätigt. — Es ist sonderbar, daß bey der
 Berechnung der Sonnenfinsterniß von 1778., welche Hr.
Zach ein Paar Seiten vorher anführt, die chronome-
 trische Bestimmung oft für die Abplattung von $\frac{1}{215}$ und oft
 für die von $\frac{1}{230}$ spricht, da doch beyde noch sehr weit
 von der wahren $\frac{1}{300}$ abliegen.

Nämlich *Mannheim* und *Paris*, Chronometer.

Aus dem Anfange Abpl.	$\frac{1}{215}$ — 24',31'',5	} 24',30''
	$\frac{1}{230}$ — 24,35,1	
Aus dem Ende: Abpl.	$\frac{1}{215}$ — 24,28,5	} 24,30
	$\frac{1}{230}$ — 24,30,1	

Oxford und *Greenwich*.

Aus dem Anfange Abpl.	$\frac{1}{215}$ — 4,58	} 5',2''
	$\frac{1}{230}$ — 4,53,3	
Ende. Abpl.	$\frac{1}{215}$ — 4,58	} 5',2''
	$\frac{1}{230}$ — 4,53,2	

Greenwich und *Paris*.

Abpl.	$\frac{1}{215}$ — 9,16,7	} 9,19,6
	$\frac{1}{230}$ — 9,19,6	

Man sieht hieraus, daß 1) entweder Fehler in der Beob-
 achtung oder in den Tafeln waren, welche einen größ-
 ren Einfluß hatten als die Abplattung; oder 2) daß die
 Chronometer einen Fehler begangen hatten, oder 3) daß
 zwischen diesen Orten wirklich eine größere Abplattung
 zum Grunde liegt, als die allgemein angenommen ist. —
 Ist das letztere, — wie es durch die neuesten Messun-
 gen fast außer allem Zweifel ist, — so gibt dieses eine

* * *

Da auf eine Entfernung, wie von *Malta* bis nach den *Faerojen* oder von *Gibraltar* bis *Copenhagen* die Längenbestimmungen durch Chronometer nicht mehr die Schärfe geben können, welche bey solchen delikaten Bestimmungen nothwendig ist, und da, — weil man sich die Chronometer nicht wie die Briefe mit der Post schicken kann, — jede chronometrische Bestimmung eine eigene Reise erfordert, so ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die Sternschnuppen, die auf 10 oder auf 100 Meilen die nämliche Schärfe geben, hiezu ungleich geschickter sind.

Wenn man annimmt, daß zween Beobachter, etwa in *Gibraltar* und in *Stokholm*, ihre Länge, durch Hülfe eines Mittelorts wie z. B. *Paris*, mit 50 gut beobachteten Sternschnuppen bis zum möglichsten Grad der Genauigkeit bestimmt hätten, und sie hätten das nämliche für die Breite durch den Zenithsektor oder durch den ganzen Kreis gethan, so würde ihre Ungewisheit in der Lage ihrer Beobachtungspunkte nicht über 50 Toisen gehen, ein Fehler, der bey einem Bogen von 25 Grad von keinem merklichen Einfluß seyn kann. —

ganz eigene Ansicht bey den Längenbestimmungen, welche auf Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen beruhen.

Nimmt man an, daß man an beyden Orten seine Breite bis auf $\frac{1}{2}$ Sek. falsch angebe (größer war nie die Ungewißheit der Polhöhen mit ganzen Kreisen bey der letzten französischen Gradmessung) und seinen Längenunterschied durch Sternschnuppen bis auf 3 Sek. in Bogen, so würde dieses einen Irrthum von ungefähr 25 Toisen werden. *) — Nimmt man aber das doppelte an, und setzt, man irre sich um 50 Toisen, so würde dieser Fehler doch nur, da die ganze Standlinie 11 Mill. Toisen beträgt, $\frac{1}{220000}$ Theil des Ganzen seyn. Bey der Cassinischen Gradmessung in *Frankreich* blieb auf jeden Grad 5 Toisen Ungewißheit, also $\frac{1}{700}$ Theil des Ganzen.

Da die Sternschnuppen so sehr häufig sind, so ließe sich in ein Paar Monaten die Größe dieser Standlinie sehr gut bis zu diesem Grade der Genauigkeit bestimmen, und um eine hinlängliche Anzahl corespondirender Sternbedeckungen vom Monde zu erhalten, brauchte man auch nicht gar zu lange Zeit, da der Mond nach *Bode* (A. I. B. 1780.) in 19 Jahren ungefähr 180 Sterne bis zur 5ten Größe bedecken kann. Vorzüglich wenn man diejenigen beobachtete, die vorher angezeigt werden, und die, — die nicht angezeigt werden.

*) Hiebey wird freylich die Abplattung als bekannt vorausgesetzt. Da sie es nicht ist, so findet man beyde, die Größe der Standlinie und die der Abplattung, durch eine Näherungsmethode, bey der sich die Schärfe bis zu jedem gegebenen Grade von Genauigkeit treiben läßt.

Bey diesen Beobachtungen, deren Zweck ist; die Parallaxe der Abplattung für den Mond zu finden, sieht man den Stern als Theilungspunkt an der Himmelskugel an, an welchem der Mond, den man noch nebenher als Kreismikrometer betrachtet, vorübergeht. — Man könnte das nämliche durch unmittelbare Beobachtungen an Mauerquadranten und ganzen Kreisen erhalten, wenn nicht diese Beobachtungen eine Schärfe erforderten, deren diese Instrumente bey weitem noch nicht fähig sind.

Betrachtet man den Mond als Kreismikrometer, so kann dieses eine sehr große Schärfe geben, wenn die Beobachtungsorte nämlich so gewählt sind, daß, wegen der Höhenparallaxe, für den einen Beobachter der Stern sehr nahe am untern Mondrande hergeht und für den anderen sehr nahe am oberen.

Die Sehnen ändern sich gegen den Rand hin sehr schnell, wie man aus folgender Tafel sieht.

In d. mittl. Entf. des Mond. v. d. Erde gebraucht e. Stern, d. 1 Sek. v. Rande durchg. $2', 53''$ in Z. Diffr:

2	—	—	—	4, 5	—	1', 12''
3	—	—	—	5, 0	—	0, 55
4	—	—	—	5, 47	—	0, 47
5	—	—	—	6, 28	—	0, 41
6	—	—	—	7, 4	—	0, 36
7	—	—	—	7, 58	—	0, 34
8	—	—	—	8, 10	—	0, 32
9	—	—	—	8, 40	—	0, 30
10	—	—	—	9, 9	—	0, 29

	Differ.
11 Sek. vom Rande 9,36 in Z.	27
12 — — — 10,2 —	26
13 — — — 10,26 —	24
14 — — — 10,45 —	23
15 — — — 11,7 —	22

Da der Mondrand höckerigt ist, so können locale Beschaffenheiten des Mondes einigen Einfluß auf die Länge der Sehne haben, vorzüglich wenn die Sterne so sehr schief eintreten. — Aber zu gutem Glück hat schon ein ziemlicher Fehler in der beobachteten Sehne nur einen äußerst geringen in der daraus gefolgerten Entfernung vom Mittelpunkte. — Ein Fehler von 2 Z. Sek. in der beobachteten Sehne hat in den 5 ersten Sekunden vom Rande noch nicht $\frac{1}{5}$ R. Sek. Einfluß auf die daraus gefolgerte Höhe. — Es ist hiebey nicht das ungünstige Verhältniß, welches bey Längenbestimmungen statt findet, die auf Sternbedeckungen beruhen, sondern gerade das Umgekehrte.

Die Strahlenbrechung, welche bey den andern Gradmessungen einen so großen Einfluß hat, hat bey diesen fast gar keinen. Denn in einer Höhe von 30 Grad beträgt sie für den Monddurchmesser nur 2 Sek.; und wenn die Tafeln der Strahlenbrechung auch in einem Grade ungewiß wären, in dem sie es nicht sind, so würde diese ihre Ungewißheit bey einer so äußerst kleinen Größe doch von keinem merkbarern Einflusse seyn.

Dann hat noch die genaue Bestimmung des halben Durchmessers des Mondes und die Bestimmung seiner Horizontalparallaxe einigen Einfluß. Doch da diese auf einer Standlinie ist gemessen worden, die dreymal größer als diese ist (vom *Cap* bis *Berlin*) so wird sie hiezu hinlänglich scharf bestimmt seyn. Dafs endlich die Orte des Mondes und des Sterns bey diesen Beobachtungen sehr genau bestimmt werden, ist nothwendig, aber da alle diese Bestimmungen das glückliche Verhältniß haben, dafs vom größeren auf das kleinere geschlossen wird, so würde auch selbst in diesen Gröfsen ein nicht sehr großer Fehler keinen beträchtlichen Einfluß auf die Bestimmung der Abplattung haben.

Ein Fehler von 50 Toisen in der geogr. Bestimmung der Beobachtungspunkte, macht bey einem Zenithabstande des Mondes von 45° nur einen Fehler in der Höhenparallaxe von 0,009 Sek. Dieser unbedeutende Fehler hat keinen merklichen Einfluß auf die Bestimmung der Länge der Sehne und auf die Parallaxe der Abplattung. Jene ändert er nur im Mittel um $\frac{1}{4}$ Zeit Sek. in den 15 ersten R. Sek. vom Rande, und diese nur um 0,009 R. Sek.

Noch ein Vortheil, den die Sternschnuppen vor den Chronometern voraus haben, ist der, dafs die Uhren in A. und B. in der nämliche Stunden miteinander verglichen werden, ohne dafs diese

Vergleichungen durch einen Zeitraum von 3 bis 4 Wochen von einander getrennt sind. Da nun an beyden Orten der Durchgang des nämlichen Sterns in der nämlichen Nacht am Transitinstrumente beobachtet und durch die Sternschnuppen signalisirt wird, so fallen all' die Berechnungen über Fortrückung der Nachtgleichen über Aberration u. s. w. welche bey solchen delicaten Bestimmungen nicht dürfen vernachlässigt werden, hinweg.

* * *

Wenn man die Weitläufigkeit und den Kostenaufwand und die so sehr verschiedenen Resultate *) der verschiedenen Gradmessungen sieht, so wünscht man, dafs man eine Methode in Anwen-

*) Der in <i>England</i> gemessene Grad von Osten nach Westen gab	$\frac{1}{136}$
Die Grade in <i>Peru</i> , <i>Paris</i> und <i>Lapland</i> geben (nach dem A. I. B. 1788.)	$\frac{1}{173}$
Die in <i>Lapland</i> und in <i>Peru</i> gibt	$\frac{1}{216}$
Nach <i>Newton</i> , <i>Maclaurin</i> und <i>Clairaut</i> ist sie, wenn die Erde eine gleichartige Flüssigkeit wäre	$\frac{1}{236}$
Nach <i>La Condamine</i> gibt der alte in <i>Frankreich</i> und in <i>Peru</i> gemessene Grad	$\frac{1}{304}$
<i>Boscovich</i> fand, wenn er die verschiedenen Grade nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit änderte und miteinander verband	$\frac{1}{311}$
<i>La Place</i> nahm (1791) die Abplattung an zu	$\frac{1}{321}$
<i>La Lande</i> zu	$\frac{1}{331}$
<i>Triesneker</i> berechnete sie in den <i>Ephem. Vindob.</i> 1791. aus 22 Sonnenfinsternissen zu	$\frac{1}{339}$
Die neueste französische Messung gibt, wenn man eine berührende Elipse durch den gemessenen Bogen beschreibt	$\frac{1}{356}$
Vergleicht man sie aber mit dem Grade in <i>Peru</i> , dann gibt sie	$\frac{1}{334}$

dung bringen möge; welche wegen ihrer leichteren und schnelleren Anwendung vorzüglich dazu geeignet scheint, um eins der wichtigsten Probleme nicht allein im Großen zu entscheiden, sondern auch die Localverschiedenheiten einzelner Länder entdecken zu helfen.

Ich habe hier nur im allgemeinen die günstigsten Fälle angezeigt, unter denen die Abplattung durch Mondsbeobachtungen könne bestimmt werden. — Jede gut beobachtete Sternbedeckung kann mehr oder weniger zur Auflösung dieses Problems dienen. — Es ist vielleicht nicht nöthig, daß in beyden Orten der Mond genau zu derselben Zeit beobachtet werde, da wir seine Bewegung wohl genau genug kennen, um sie auf kurze Zwischenzeiten berechnen und die nicht gleichzeitigen Beobachtungen aufeinander reduciren zu können. —

