

Ueber
die Genauigkeit
der
älteren Methoden.

Die Geschichte
der
Methoden

I.

*Ueber die Genauigkeit der älteren Methoden
geographische Längen zu bestimmen.*

Neben einer neuen Methode geographische Längen zu bestimmen stehen einige Bemerkungen über die Schärfe der ältern Methoden wohl nicht an der unrechten Stelle. —

Jede Methode hat in Vergleichung mit andern eigene Vortheile und eigene Nachtheile, und oft ist, wegen der Umstände, unter allen nur eine einzige anwendbar. — Eine Methode auf Unkosten der andern zu erheben, würde daher eine Einseitigkeit verrathen, welche der Wissenschaft fremd ist. — Eine auf Beobachtungen gegründete Schätzung der Genauigkeit, deren eine jede fähig ist, und die Leichtigkeit, mit der sie kann angewendet werden, ist auf jeden Fall mehr werth, als jenes.

Wir hatten Hoffnung, die Genauigkeit, welche Sternschnuppen bey geographischen Längenbestimmungen geben, unter sehr günstigen Umständen praktisch zu prüfen. — Diese Hoffnung

verschwand, und daher erscheint die vorhergehende Abhandlung, die schon vor 2 Jahren größtentheils vollendet war, ohne jene Belege der Erfahrung. — Späterhin hatten wir noch einmal Gelegenheit, diese Methode bey Längenbestimmungen anzuwenden. Aber an beyden Orten war die Zeitbestimmung nichts weniger als scharf, und die unschuldige Methode hätte die Fehler der Uhr tragen müssen. Und diese konnten, da kein Mittagsfernrohr da war, auf 5 bis 6 Z. Sekunden gehen, wenn, wie es oft der Fall ist, die trüben Tage keine correspondirende Sonnenhöhen erlauben und die heiteren Nächte zum Beobachten der Sternschnuppen sehr günstig sind. — Bey einer solchen Ungewißheit der Uhr ist es nicht möglich, den Fehler der Längenunterschiede bis auf *eine einzige* Sekunde einzuschränken. Ausser diesen Bemerkungen über die älteren Methoden enthalten diese Nachträge noch einige andere, welche mit den Sternschnuppen und der Bestimmung der geographischen Längen in einer näheren oder entfernteren Verbindung stehen. — Den Beschluß machen einige Briefe über diese Materie von *Lichtenberg*, *Olbers*, *Brandes* und *Horner*, welche vielleicht einiges enthalten, welches mit den Sternschnuppen weiter keinen Zusammenhang hat, als den des Papiers. Man wird dieses entschuldigen, wenn man weiß, daß die erste Bestimmung dieser Blätter war, als Manuscript für Freunde gedruckt zu werden. — Daß sie ins größere Publikum ka-

men, war damals nicht vorauszusehen, als der Verfasser sie für das Kleinere seiner Bekannten schrieb. — Von diesem war er gewifs, dafs es manches entschuldigen würde, welches vielleicht das Größere der Messe nicht thut.

—

*Ueber die Schärfe, welche Jupiters Trabanten-
Verfinsterungen für geographische Längen-
bestimmungen geben.*

—

Wangentin gab in den A. I. B. von 1779; und 80. Listen über die Fehler der Rechnung, die er bey den Jupiters Trab. Verfinst. gefunden hatte; welche in den Jahren 1775. und 1776. auf verschiedenen Sternwarten waren angestellt worden. Er hatte diese Beobachtungen untereinander und mit den Tafeln verglichen. — Ich hebe hier einige aus, welche der Ritter als gut angab, und wo also keine ungünstige Umstände die Fehler vermehrten.

I. Trab.

1776.

A u s t r i t t e.

Jan.	19	Fehler d. Rechn.	+	0',46"	<i>Stokk.</i>	gut.
—	26	—	—	+ 0,52	—	gut.
—	28	—	—	+ 0,42	—	gut.
Febr.	2	—	—	+ 0,48	—	gut.
März	21	—	—	+ 0,46	—	gut.

1776.		Eintritte.	
Oct. 26	Fehler d. Rechn.	+	0,5 <i>Petersb.</i> gut.
— 28	—	+	0,18 — gut.
Nov. 4	—	÷	0,24 <i>Pisa</i> gut.
— —	—	+	0,13 <i>Stokh.</i> gut.
— 18	—	÷	0,8 <i>Paris</i> gut.
Dec. 6	—	+	0,6 <i>Stokh.</i> gut.
— 29	—	÷	0,13 <i>Pisa</i> gut.

1775.		II. Trab.	
März 16	Austritt	— —	+ 1,19 <i>Stokh.</i> gut.
Juli 18	Eintritt	— —	÷ 0,50 — gut.
Aug. 19	—	— —	÷ 1,25 — gut.
1776.			
März 16	Austritt	— —	+ 1,39 — gut.
Oct. 15	Eintritt	— —	÷ 0,44 — gut.

Beym dritten Trab. gehen die Fehler der Rechnung bis auf 2 Z. Min. und drüber, und beym vierten von 3 bis 9 Minuten.

Die Verfinsterungen der Jupiters Monde sind abhängig

- 1) von der Elongation des Planeten,
- 2) von der Schwächung seines Lichts in unserer Atmosphäre,
- 3) von der Gesichtsstärke der Beobachter und der Stärke der Fernröhre.

Herr *Schulze* gab im A. I. B. 1780. eine Tafel, worin die Verfinsterungen verglichen waren, welche mit zwei verschiedenen Fernröhren waren

beobachtet worden. Er gebrauchte die Sinusse der Abstände des Jup. von seinen Quadraturen zu Abcissen und zu Ordinaten den gefundenen Unterschied der Sehröhre. Hiedurch erhielt er eine krumme Linie, die bis auf Kleinigkeiten (wegen der Veränd. der Atmosph.) regulär war. Er fand hieraus, daß man diese krumme Linie leicht durch $d = 8'' + 23'' \sin. \lambda$ vorstellen könnte, wobey d der gesuchte Unterschied der Sehröhre und λ die Entfernung des Jupiters von seiner Quadratur vorstellt. —

Herr *Schulze* gab nachher bey seinen Beobachtungen den Stand des Thermometers und Barometers an, und fand, daß die Unterschiede der Beobachtungen oft über eine Minute gingen, da man doch gemeiniglich die Tafeln bis auf $\frac{1}{2}$ Minute richtig hält.

Herr O. A. *Schröter* bemerkt, daß bey vollständigen Beobachtungen der Jupiterstrabanten (wo man vom Iten und Ilten eben viel Aus- und Eintritte nimmt) doch noch Verschiedenheiten obwalten können, wenn auch Instrumente und Beobachter die nämlichen sind. Denn 1. kann die Atmosphäre bey den Eintritten ganz anders beschaffen seyn, als bey den Austritten, die oft zu einer ganz andern Jahrszeit vorkommen. 2. Hat oft die Verschiedenheit der körperlichen Disposition des Beobachters auf die Schärfe der Beobachtung Einfluß; und 3. hat oft ein und derselbe Trabant nach dem verschiedenen Wechsel seiner Rotation keine

gleiche Lichtstärke; so, daß man den ersten äusserst schwachen Lichtblick bey dem Austritt im Verhältniß des beobachteten Eintritts viel früher oder später gewahr wird und das Mittel aus beyden bald mehr bald weniger abweicht.

Der Unterschied des früheren und späteren Erscheinens eines Trabanten, der auf der verschiedenen Stärke der Instrumente beruht, kann auf 30 Sek. und mehr gehen, wie es bey *Schröter* und *Olbres* am 28ten Oktober 1796. bey dem Austritt des zweiten der Fall war. Am 24ten Oktober ging der Unterschied bey dem Eintritt auf 40 Sek. bey *Schröter* und *Hardwig*, wobey ersterer am 13füßigen Reflek. mit 136maligen Vergr. und letzterer am 7füßigen mit 110facher Vergr. beobachtete. — Am 28ten Aug. war der Unterschied bey dem Eintritt des I. Trab. 50 Sek. bey einem Unterschied der Vergrößerung von 45 und 160, und am 16ten Sep. 1797. bey dem Eintritt desselben Trabanten 27 Sek. bey 60 und 110facher Vergrößerung. (A. I. B. 1801. S. 197). Bey den Trabanten Verf. die *Triesnecker* und *Bürg* in den Jahren 94, 95, 96 in *Wien* mit einem 3½ füßigen Dolland und einem 7 füßigen achromatischen Fernrohr anstellten, ging der Unterschied bey den Eintritten des I. Trab. bis auf 41, und bey den Austritten bis auf 65 Sek. und bey dem Ilten bey den Eintritten bis auf 11 und bey den Austritten bis auf 27 Sek.

Wie ungünstig das Verhältniß sey, welches geog. Längenbestimmungen und die Verfinsterun-

gen der Jupiters - Trabanten zu einander haben, beweist niemand besser, als — Beyspiele. — Hier sind einige.

Der Ritter *Wangentin* bestimmte die Meridiandifferenz zwischen *Greenwich* und *Paris* aus Trab, Verf. die im Jahre 1776. waren beobachtet worden zu

	-	-	
			9',35"

Beobachtungen von *Cassini* und *Maskelyne* in den Jahren 1779., 80. und 85. geben 9,17 und dioptrisch verbessert

	-		9,19
--	---	--	------

Dieselben aus 15 Eintritten und 6 Austritten 9,31 dioptrisch verbessert

	-		9,30
--	---	--	------

Messier und *Maskelyne* aus 18 Eintritten 9',22" diop. verb.

	-		9,23
--	---	--	------

Dieselben von 1775. bis 1786. aus 22 Austritten und 18 Eintritten diop. verb.

	-		9,20
--	---	--	------

Mittel 9,25

größte Differenz 16 Sek.

Fehler - - - 6 Sek.

Längenunterschied zwischen *Alexandrien* und *Paris*, aus 4 Austritten von Jupiters-Trabanten beobachtet von *De Chazelles*. Berechnet von *La Caille* zu

	-		1 St. 51',21"
--	---	--	---------------

Nach *Nouet* aus den Finst. des I.

Trab. 1798. Jul. 12 zu

	-		1 St. 50,58
--	---	--	-------------

— Aug. 20 zu

	-		1 - 49,48
--	---	--	-----------

(Beyde mit *De Lambrets* Tafeln verglichen). 27ten Aug. verglichen mit *Cäsaris* Beobachtung in Mailand

	-		1 - 49,58
--	---	--	-----------

27ten Aug. verglichen mit Messiers Beobachtung in Paris - 1 - 50,12
 Mittel 1 St. 49',49"
 größte Differenz 1',33"

Die Beobachtungen des II. und III.

Trab. gaben die Länge nach den Tafeln zu - - 1 St. 51',12" an.
 (A. C. E. Jul. 1799).

Längenunterschied zwischen Paris und Aubenas aus 7 Jupiters Trab. Verf. beobachtet von Flaugergues, berechnet von Zach in A. I. B. 1799. S. 188.

Die 1te Beobachtung gab 8',10" Meridiandiff.

2te	—	— 8,3	—
3te	—	— 8,1	—
4te	—	— 8,4	—
5te	—	— 8,11	—
6te	—	— 8,14	—
7te	—	— 7,58	—

Mittel 8,3.

größte Differenz 16 Z. Sek.

Längenunterschied zwischen Lilienthal und Paris beobachtet von Harding mit einem 7 f. Teleskop und berechnet nach den De Lambretschen Tafeln (A. I. B. 1801. S. 200).

Eintritt d. IV. Trab. 9. Aug. 1796. zu	28',16",3
Austritt	— — — 23,59,2
Eintritt des I. Trab. 28ten Aug.	- 26,56,5
Austritt des III. Trab. 17ten Sep.	- 23,35,4
Austritt des II. Trab. 19ten Sep.	- 26,27,4

Eintritt des III. Trab. 24ten Okt.	-	29,51,2
Austritt	— — —	26, 3,7
Austritt des II. Trab. 28 Oktob.	-	25,42,6
		<hr/>
		Mittel 26,10,2

Die *Ernestinischen* Tafeln geben 26,12.

Fehler 2 Sek.

größte Differenz 4'56" in Z.

Man sieht aus den *Lilienthaler* Beobachtungen, daß bey den Ein- und Austritten des nämlichen Trabanten in der nämlichen Nacht, wo Auge und Fernrohr dasselbe ist, die Fehler sich doch nicht gegen einander aufheben. Das Mittel aus den Beobachtungen vom 9ten Aug. wäre um 20 Sek. zu klein, und das aus den Beobachtungen vom 24ten Oktob. um mehr als 1 Minute zu groß. Auch sieht man hieraus, daß das zufällige Zutreffen des Mittels aus einer Reihe Beobachtungen nichts für die Güte der Beobachtungen beweist. Hier beträgt der Fehler nur 2 Sek. Als *Ferrer* *Veracruz* und *Havanna* am 8ten Aug. 1795. aus Jupiters Trab. Einerh. bestimmte, so wich diese Bestimmung auch um keine 2 Sek. von der *Chronometrischen* Bestimmung ab. Ich werde vielleicht an einem anderen Orte noch Gelegenheit finden, etwas über den Zufall zu sagen, der oft eine so große Uebereinstimmung in die astronomischen Beobachtungen bringt.

Herr von *Zach* hat im IIIten Sup. Bande zu den A. I. B. eine Reihe von Beobachtungen der

Trab. Verf., welche auf der *Krakauer* Sternwarte waren angestellt worden, berechnet und mit den Beobachtungen von 12 anderen Sternwarten verglichen. Die Beobachtungen sind von Hr. Professor *Sniadeki* mit einem $3\frac{1}{2}$ füssigen achromatischen Dolland und 92maliger Vergrößerung in den Jahren 1792. bis 95 gemacht worden. —

Herr von *Zach* hat die Resultate dieser Rechnung in folgende Tafel gebracht, welche zugleich die Fehler der Bestimmung und die Anzahl der Beobachtungen angibt. Die wahre Länge von *Krakau* ist nach drei Sternbedeckungen und einer Sonnenfinsterniß 1 St. $10', 23''$. Das Maximum und Minimum dieser vier Bestimmungen liegen 3 Sek. von einander.

O r t e.	Fehler der Bestimmung.	Anzahl der Beobachtungen.
1. <i>Wien</i> - -	— 32"	23
2. <i>Ofen</i> - -	+ 6	13
3. <i>Berlin</i> - -	— 28	5
4. <i>Paris</i> - -	— 35	3
5. <i>Montauban</i> -	+ 70	1
6. <i>Marseille</i> -	+ 1	1
7. <i>Viviers</i> - -	+ 31	2
8. <i>Aubenas</i> - -	— 137	1
9. <i>Breslau</i> - -	+ 25	4
10. <i>Rom</i> - -	— 50	2
11. <i>Prag</i> - -	+ 65	2
12. <i>Crennsmünster</i>	+ 69	1

»Hiebey ist die Summe der positiven Fehler + 217" der negativen — 282", demnach be-

trägt der Ueberschuß bey 58 Beobachtungen durch 4 Jahre hindurch auf 12 Sternwarten angestellt, noch immer 1 Min. 6 Sek.«

Dieses alles beweist, daß nach dem jetzigen Zustande der Astronomie die Jupiters Trab. Verfr. gerade die unsichersten Mittel sind, um geographische Längen zu bestimmen, wie sehr auch Köpfe, wie *Galiläi*, *Wangentin* und *De Lambret*, sich um ihre Theorie und ihre Tafeln haben verdient gemacht. Und da man keine Hoffnung hat, die Anomalien, welche von der verschiedenen Elongation des Jupiters, von dem verschiedenen Zustande der Atmosphäre, von dem verschiedenen Lichte der Trabanten, von der verschiedenen Stärke des Fernrohrs und von der verschiedenen Disposition und Sehkraft des Beobachters abhängen, — — auf eine Gleichung zu bringen, welche der Feinheit der Beobachtungen für geographische Längenbestimmungen entspricht, so ist auch in Zukunft von den Jupiterstrabanten wenig für scharfe geographische Längenbestimmung zu erwarten.

* * *

Für die verschiedene Stärke der Fernröhre hat man Gleichungen, aber man hat keine für die verschiedene Güte der Augen, und doch kann diese einen größeren Einfluß auf die Beobachtungen haben, als jene. — Man hat lange nicht geglaubt, daß man die Jupiterstrabanten mit bloßen

Augen sehen könne, und es ist gewiß, daß es für die wenigsten möglich ist. Aber es gibt solche Augen, die sie sehen können, — und wird nun die Anomalie, die daraus entsteht, wenn diese mit schwachen Augen zusammenkommen, nicht größer werden, als die Anomalien, welche die gewöhnliche Verschiedenheit der Fernröhre macht? —

Ich hatte Gelegenheit, die Sehkraft von etlichen zwanzig Personen auf die Jupiterstrabanten zu beobachten, und obschon die meisten von diesen vortreffliche Augen hatten, so waren unter ihnen doch nur zwei, die sie mit hinlänglicher Genauigkeit sahen. Nämlich H. v. W. und G. v. A. beyde in einem Alter von 13 bis 14 Jahren und beyde auf dem Lande erzogen. — Ich halte diese Bemerkung nicht für überflüssig. — Die Beobachtungen gehen vom 21ten April bis zum 26ten Mai 1801. Jupiters heliozentrische Länge war damals 5 Z. 7 Grad. Seine Entfernung von der Erde am 21ten April 110 und am 26ten Mai ungefähr 121 Millionen Meilen. Wenn Jupiter in Opposition und in der Sonnennähe ist, so ist er nur 82 Millionen Meilen von der Erde entfernt. — Die Umstände, unter denen die Trabanten beobachtet wurden, waren also bey weitem noch nicht die günstigsten.

Da diese Beobachtungen von mehr als einer Seite wichtig sind, und da man nicht immer Gelegenheit hat, sie anzustellen, so will ich sie hiehin setzen und mit einigen Anmerkungen begleiten.

Ueber die Sichtbarkeit der Jupiterstrabanten mit
bloßen Augen. —

1801. 9 Uhr Abends gesehen		Astronomisches Jahrbuch.	
April 21	. . . O . G	. . . .^o .	4 1 2 3 richtig.
	. . . O . H	. . . .^o .	4 1 2 3 richtig.
22	. . . O . G	. . . .^o .	4 2 1 3 richtig.
	. . . O . H	. . . .^o .	4 2 1 3 richtig.
23	. . . O . G	. . . .^o .	4 1 2 entschieden richtig alle 3 gesch.
	. . . O . H	. . . .^o .	4 1 2 entschieden richtig alle 3 gesch.
24	. . . O . . G	. . . .^o .	3 1 2 4 richtig.
	. . . O . . H	. . . .^o .	3 1 2 4 richtig.
25	. . . O . G	. . . .^o .	3 2 4 richtig.
	. . . O . H	. . . .^o .	3 2 4 richtig.
26	. . . . O . . G	. . . .^o .	} Beyde alle 4 umgekehrt ge- sehen Es scheint hier ein Druckfehler im A. I. B. zu seyn.
	. . . . O . . H	. . . .^o .	
27	O H	o	1 3 2 4 entschieden richtig alle 4 gesch.
	O G	o	1 3 2 4 entschieden richtig alle 4 gesch.
28	O . . . G	. . . .^o .	1 3 4 unrichtig.
	. . . O . H	. . . .^o .	1 3 4 unrichtig.
29	. . . O . G	. . . .^o .	2 1 3 4 unrichtig.
	. . . O . . H	. . . .^o .	2 1 3 4 entschieden richtig alle 4 gesch.

gesehen 9 Uhr		Astronomisches Jahrbuch.	
Mai			
4	. O . . G	4	$\overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot}$ richtig.
22	. O . . G	4	$\overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot}$ richtig.
	. O . . H	4	$\overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot} \overset{\cdot}{\cdot}$ richtig.
26	. . O . G		. o . . unrichtig.
	. . O . H		. o . . unrichtig.

Jupiter kam jetzt so tief in die Abenddämmerung, daß die Beobachtungen geschlossen werden mußten. Unter diesen 21 Beobachtungen, (wenn man die vom 26ten April wegläßt) waren 16 richtig und 5 unrichtig. Unter den ersteren waren 5, wo *alle* sichtbare Jupiterstrabanten in der Ordnung gesehen wurden, in welcher sie standen, wo also kein Zweifel mehr über die Möglichkeit übrig blieb. Die Dämmerung und die immer zunehmende Entfernung der Erde vom Jupiter erschwerte die letzten Beobachtungen sehr.

Aus diesen Beob. scheint folgendes zu folgen:

- 1) Daß die Jupiterstrabanten mit bloßen Augen zu sehen sind,
- 2) Daß unser Auge einen Gegenstand sieht, der 2 Sek. im Durchmesser hat, wenn dieser von der Sonne erleuchtet wird und das Auge selber im Dunkeln ist.
- 3) Daß die Trabanten so schwach und das Ueberfließen der Lichtstrahlen des Planeten so stark ist, daß selbst die besten Augen zu Zeiten können getäuscht werden.

G. und H machten im Mai 1801. darüber folgende Versuche :

Den 2 Mai Mitt. um 2 U. Entf. d. \odot v. d. \odot	= 31°
— 5 — — — 1 Uhr — — —	= 28
— 10 — erst H. dann D. d. G.	} Erleuch. 1 Zoll. Größe 52 Se.
— 12 — erst H. d. D. d. G. Entfernung	= 20°
— 13 — belegter Himmel. Den 14ten war sie nicht mehr zu finden.	

Was die Beobachtungen erschwerte, war: daß sie im völlig *unbekannten* Himmel aufgesucht werden mußte. — Täuschung ist bey so schwachem Lichte leicht möglich, aber — sie wurde jedesmal ins Fernrohr gebracht. — Den 14ten hätten sie sie auch vielleicht noch gefunden, wenn sie genau die Stelle gewußt hätten, wo sie mußte gesucht werden. Aber es ist unglaublich schwer, einen so schwach erleuchteten Gegenstand so nahe bey der Sonne im *unbestimmten* Himmel aufzufinden.

An den letzten Tagen der Beobachtung war die Sichel da, wo sie am breitesten war, nur 4 Sek. Ihre Chorde war 52 Sek. — Hieraus folgt, daß man einen von der Sonne erleuchteten Körper bey Tage sehen kann, wenn sein Durchmesser 4 Sek. ist. Ich darf nicht vergessen hier anzuführen, daß diese Beobachtungen im Schatten hinter einer bretternen Wand angestellt wur-

den. — Wenn das Auge den Sonnenstrahlen ausgesetzt war, so war es nicht möglich, sie zu sehen. — Dieses kam wohl theils daher, weil dann die Oeffnung der Pupille kleiner wurde; — theils, weil dann das starke Licht des leuchtenden Körpers es verhinderte, daß das Schwächere des Erleuchteten auf der Netzhaut nicht konnte empfunden werden.

Diese Beobachtungen bestätigen die von Dr. *Jurin*, der einen Silberdrath von $\frac{1}{3 \frac{1}{8} \frac{1}{5}}$ Zoll Dicke auf weißem Papiere unter einem Gesichtswinkel von $3 \frac{1}{2}$ Sek. und einem seidenen Faden unter einem von $2 \frac{1}{2}$ Sek. noch sehen konnte. — Ueberhaupt sieht man Striche auf grössere Weite als Punkte von gleichen Durchmessern, weil jene mehr Nervenfasern auf der Netzhaut berühren. Die Sichel der Venus konnte man bey 4 Sek. Durchmesser bey Tage sehen, aber sicher keine Scheibe von dem nämlichen Durchmesser. — Man hätte sie vielleicht eben so gut gesehen, wenn sie doppelt so lang und nur halb so breit gewesen wäre; — oder wo hat dieses seine Gränze? —

Das Ueberfliessen des Lichts vom Jupiter hindert das Sehen seiner Trabanten eben so sehr als ihre eigene Kleinheit. — Ich glaube, daß es eine Eigenschaft vorzüglich guter Augen ist, daß das Licht nur wenig in ihnen überfließt; oder, mit anderen Worten, daß die Nervenenden auf der Netzhaut nicht zu reizbar und vielleicht — nicht zu dick sind. —

Nach *Hook*, *Meyer* und *Schmith* ist der kleinste Sehwinkel 34 bis 40 Sek. Zwey Sterne, die so weit von einander stehen, sehen wir wegen des Zusammenfließen des Lichts nur wie *Einen*. — Ich glaube, daß man aus den angeführten Beobachtungen der Jupitersmonde beweisen könnte, daß es Fälle gibt, wo dieser Winkel kleiner ist. — *Schmith* und *Gehler* nehmen hiernach die GröÙe einer Nervenspitze auf der Netzhaut zu $\frac{1}{8000}$ eines Zolls an. Diese würde dann kleiner werden. Hängt das Ueberfließen des Lichts nicht allein von der Reizbarkeit, sondern auch von der Feinheit der Nerventäden ab, und fließt es um so weniger über, je feiner diese sind? — Haben die Weiber feinere Nervenfäden als die Männer, und fließt in ihrem Auge das Licht weniger über als in dieser ihren? — Fast alle Erfahrungen sprechen für ihre gröÙere Gesichtsschärfe. — Dieses könnte zu einer eigenen Gleichung für die dioptrischen Verbesserungen der Jupiterstrabantenverfinsterungen führen. So viel ich weiß würden dieses die ersten Formeln in der Astronomie seyn, bey denen ein Geschlechtsunterschied wäre. —

2.

Mondfinsternisse:

Wegen der nicht scharfen Gränze des Erdschattens verlieren diese Bestimmungen an Schärfe

und an Zuverlässigkeit. Aber sie gewähren den Vortheil, daß der Erdschatten schnell fortrückt und daß man aus sehr vielen Bestimmungen das Mittel nehmen kann; obschon da, wo Maximum und Minimum so sehr von einander entfernt liegen, das Mittel auch sehr an seiner Sicherheit verliert. — Beobachtungen beweisen dieses am besten.

Längenunterschied zwischen *Gotha* (Schloß *Friedenstein*) und *Prag* aus der Mondfinsterniß von 28ten April 1790. (A. I. B. 1794.) beobachtet vom Herzoge und von Herren von *Zach*.

Anfang <i>Seren</i>	15',48"	<i>Plato</i>	—	14',27"
von <i>Zach</i>	— 15,8	<i>Tycho Ser.</i>	—	14,22
<i>Kepler Ser.</i>	— 14,15	<i>Zach</i>	—	14,22
von <i>Zach</i>	— 14,1	<i>Dionisius</i>	—	14,24
<i>Copernikus Ser.</i>	15,6	<i>Ende</i>	—	14,41
von <i>Zach</i>	— 14,51			

Größte Differenz 1',47" in Z.

Mittel 14',18"

Nach den *Ernest.* Tafeln 14,50

Fehler — 32"

Mondfinsterniß vom 2ten Oktober. Die gänzliche

Verdunkelung — — — 13'51"

Austritt aus dieser Verd. — 15':35

Mittel 14,41

Fehler — 7 Sek.

Die Beobachtung ist von Herrn *Strnadt* und von Hr. von *Zach* angestellt, und ihre große Abweichung unter sich rührt wohl von der Unsicher-

heit der beyden Phasen her, die zum Vergleich genommen sind. Das Mittel stimmt zufällig gut; dieses ist das Merkwürdigste bey dieser Beobachtung, und man sieht daraus, daß man aus dem guten Stimmen des Mittels nichts für die Güte der Beobachtung folgern kann. Die Sicherheit des Mittels hängt bloß von der Enge der Grenze des Maximums und Minimums und von der Vielheit der Beobachtungen ab.

Meridiendifferenz zwischen *Barcellona* und *Aubenas* aus der Mondfinsterniß von 14ten Febr. 1794. beobachtet von *Mechain* und *Honore Flaugergues*, berechnet von Zach in A. I. B. 1799.

Eilf Eintritte von Flecken gaben im Mittel $8',43''$

ihre größte Differenz war — 2,33

Eben so viele Austritte gaben im Mittel 8,48

ihre größte Differenz war — 1,35

Mittagsunterschied zwischen Stift *Töpel* und *Gotha* aus der Mondfinsterniß vom 20 Okt. 1790.

Aus *Tycho* Anfang $8',24''$

Mittel 8,10

Ende 8,14

Totale Inners. 8,0

Tycho Austritt 8,2

Ende d. Finst. 8,13

größte Diff. 24 Z. Sek.*

Mittel $8',10'',5$.

Meridiendifferenz zwischen *Gotha* und *Dresden* aus den Mondfinsternissen vom 28ten April und 22ten Oktober 1790.

Vierzehn Eintritte gaben im Mittel	11',49',9
Ihre größte Differenz war	- 1,32
Zwölf Austritte gaben im Mittel	- 11,51,5
Ihre größte Differenz war	- 1,9
Das Mittel aus Ein- und Austritten	11,50,7
Die <i>Ernestinischen</i> Tafeln geben	- 11,58

Folgl. Fehler d. Best. 7",3 in Z.

Mittagsunterschied zwischen *Göttingen* und *Gotha* aus der Mondfinsterniß vom 22ten Oktob. beobachtet von *Seyffert* und *Zach*.

Zwölf Eintritte gaben im Mittel	- 3',25",5
Größte Differenz	- 0,34
Elf Austritte gaben im Mittel	- 3,27,3
Größte Differenz	- 0,53
Das Mittel aus Ein- und Austritten	3,25,4
Nach den <i>Ernestinischen</i> Tafeln	- 3,8

Folgl. Fehler d. Best. 17,4 in Z.

Längenunterschied zwischen *Lilienthal* und *Paris* aus der Mondfinsterniß vom 22ten Oktob. 1790. beobachtet von *Schröter* und *Mechain*, berechnet im A. I. B. 1795. Die angegebene Mitte der Flecken wurde theils geschätzt theils aus den Beobachtungen des ersten u. letzten Randes hergeleitet.

Acht Eintritte gaben im Mittel	- 26',29",7
Größte Differenz	- 0,27
Sechs Austritte gaben im Mittel	- 25,58,9
Größte Differenz	- 1,25

F

Mittel von Ein- und Austritten	13	26,14,3
Die <i>Ernestinischen</i> Tafeln geben		26,12
		Fehler 2 Zeit Sek.

Meridiandifferenz zwischen *Lilienthal* u. *Berlin*.

Neun Eintritte geben im Mittel	-	17', 22", 5
Ihre größte Differenz ist	-	1,13
Sechs Austritte geben im Mittel	-	17,45,3
Ihre größte Differenz ist	-	1,5
Mittel aus Ein- und Austritten	-	17,33,9
Die <i>Ernestinischen</i> Tafeln geben	-	17,50
		Fehler d. Best. 16" in Z.

Meridiandifferenz zwischen *Berlin* und *Paris*:

Eilf Eintritte geben im Mittel	-	43', 56", 9
Ihre größte Differenz	-	1,52
Fünf Austritte geben im Mittel	-	43', 48"
Ihre größte Differenz	-	0,45
Mittel aus Ein- und Austritten	-	43', 52", 4
Nach den <i>Ernestinischen</i> Tafeln	-	44,2
		Fehler d. Best. 9", 8 in Z.

Mittagsunterschied zwischen *Gotha* und *Lilienthal*.

Sieben Eintritte geben im Mittel	-	7', 21", 1
Ihre größte Differenz ist	-	1,8
Eilf Austritte geben im Mittel	-	7,23,5
Größe Differenz	-	1,5
Mittel aus Ein- und Austritten	-	7,22,3
Nach den <i>Ernestinischen</i> Tafeln	-	7,17
		Fehler d. Best. 5', 3 in Z.

Mittagsunterschied zwischen *Paris* und *Gotha*.(Schloß *Friedenstein*.)

Neun Eintritte geben im Mittel	-	33',54",3
Ihre größte Differenz ist	-	1,24
Sechs Austritte geben im Mittel	-	33,25,8
Ihre größte Differenz	-	0,27
Mittel aus Ein- und Austritten	=	33,40
Die <i>Ernestinischen</i> Tafeln geben	-	33,29

Fehler d. Best. 11" in Z.

Längenunterschied zwischen *Berlin* u. *Gotha*.

Acht Eintritte geben im Mittel	-	10',1",5
Ihre größte Differenz	— —	2,3'
Fünf Austritte geben	— —	10,16,2
Ihre größte Differenz	— —	0,39
Mittel aus Ein- und Austritten	=	10,8",8
Die <i>Ernestinischen</i> Tafeln geben	=	10,33.

Fehler 25" in Z.

Wenn man die Resultate dieser Mondfinsterniß untereinander combinirt, so findet man eine auffallende Uebereinstimmung.

Geht man von *Gotha* über *Lilienthal* und *Berlin* nach *Paris*, so findet man $+ 7',22",3 - 17',33",9 + 43',52" = 33',40",4$. Direkte aber $33',40$ Differ. $= 0",4$. Geht man von *Lilienthal* über *Berlin* und *Gotha* nach *Paris*, so findet

man — $17',33'',9 + 10',88'' + 33',40'' = 26',14''9$. Direkte aber $26',14''$. Differ. $0',9''$.

Geht man von *Gotha* über *Prag*, *Dresden*, *Gotha*, *Berlin* und *Lilienthal* nach *Paris*, und suplirt *Dresden* und *Prag* aus den Ernestinischen Tafeln, so findet man — $14',40'' + 2',52'' + 11',50'' - 10',88'' + 17',13'',9 + 26',14'' = 33',42'',7$. Direkt aber $33',40''$. Differ. $2'',7$. — Diese große Uebereinstimmung ist um so merkwürdiger, da die Beobachtungen doch zum Theil um 10 bis 20 Sek. von den Ernestinischen Tafeln abweichen. Dergleichen Fälle kommen öfter in der Astronomie vor, und in diesen gehört vielleicht zuletzt die Erklärung mehr für das Forum des Philosophen als für das des Astronomen.

Wir nennen dasjenige, von dem wir keinen Grund einsehen, Zufall, und das, was wir nicht begreifen, Wunder, obschon wir wissen, daß beyde Worte in der Welt des Menschen völlig ohne Sinn sind. Man fühlt das Schwankende dieser Begriffe nie stärker, als wenn die Rede von dem Glücksspielen ist.

Wenn es erlaubt wäre, die Größe des Genies mit Größen aus dem Raume zu vergleichen, und man sich einen Kopf denken dürfte, zu dessen intensiver Größe sich der Kopf eines *Newtons* verhielt wie ein Sandkorn zum Durchmesser der

Erdbahn, so würden freylich für einen solchen Kopf weder Zufall noch Wunder existiren. So ein Genie stellte das vielleicht dar, was Herr von *Leibniz* von der Gottheit versicherte; — daß sie nämlich aus dem Zustande einer einzigen Monade die gegenwärtigen, vergangenen und zukünftigen Zustände aller übrigen Monaden herleiten könne; — und er fände aus jeder gegebenen Erfahrung einen Eingang ins System des großen Ganzen der Dinge. — Die Unwahrheit des Sprichworts: *Etwas kann theoretisch richtig seyn und doch praktisch nicht anwendbar*; diese bewies er vielleicht — praktisch. Er nähme bey dem Mondlaufe vermuthlich ein paarhundert Gleichungen mit in Rechnung, und doppelt so viel bey der Anlage einer Schleuse. Gehörte er zur kritischen Schule, so würde er — vermuthlich — doch ein System aufstellen, und dieses würde — vermuthlich — wie jedes andere aus Kette und Einschlag bestehen, indem er zu ersterem die nothwendigen Gesetze der Menschennatur nähme und zu letzteren das Bewußtseyn dieser nothwendigen Gesetze. Weniger könnte er sich wahrlich nicht geben lassen, und er zerkaute doch vielleicht noch ein Paar Federn, ehe er herausgebracht hätte, ob diese Nacht *Serenissimus* in *Peking* gut geschlafen und der Vierfürst auf dem Monde gut verdaut habe. — Aber gehen müßte es, das ist natürlich, so lange in der Welt des Menschen noch alles in der Zeit und nach dem Gesetze der Causalität geschieht;

aber eben so natürlich ist es, daß wir das, was für uns Schildbürger jetzt unbegreiflich ist, für absolut unbegreiflich halten. Und doch wissen wir noch nicht einmal, was ein Kopf alles thun würde, der das Doppelte von *Newton* seinem wäre, und ob nicht sein Wirken sich zu dem von *Newton* verhielt, nicht wie 2, sondern wie 10 zu 1. In welcher Progression dasjenige wächst, was ein Kopf hervorbringt, indes seine Geisteskraft in einer arithmetischen Reihe zunimmt, das ist noch nicht bekannt; und gesetzt es wüchse in einer geometrischen Reihe, von der der Exponent, wie bey unseren Logarithmen, zehn wäre, so würde man zugeben, daß ein solcher Kopf allerdings etwas thun könne, wegen dessen wir ihn auslachen, oder verbrennen, oder vergöttern würden. Denn das Zeitalter würde der Sitte der Uebrigen nicht untreu werden wollen, die es mit den vorzüglichen Köpfen immer so zu halten pflegten. —

3:

Die Durchgänge der unteren Planeten.

Triesneker glaubt, daß bey Merkurdurchgängen sich ein geübter Beobachter bey der inneren Berührung kaum um 5 Sekunden irren

dürfte, und er hält Längenbestimmungen, die auf Merkurdurchgängen beruhen, für halb so genau, als die, welche sich auf Sonnenfinsternisse gründen. In *Greenwich* wichen vier geübte Beobachter bey dem letzten Durchgange um 6 bis 7 Sek. voneinander ab. (M. C. II. B. S. 215).

Aus dem Vorübergange vom 7ten May 1799. berechnete er in den A. G. E. Jul. 1799. folgende Längenunterschiede zwischen *Paris*,

	Differ.		Differ.
<i>Friedenstein</i> 33' 32''	} + 3	<i>Bremen</i> 25,55	} + 4
n. d. <i>Ernest. Taf.</i> 33,29		<i>Ernest. Taf.</i> 25,51	
<i>Seeberg</i> - 33,36	} + 1	<i>Göttingen</i> 30,29	} + 8
<i>Ernest. Tafeln</i> 33,35		<i>Ernest. Taf.</i> 30,21	
<i>Amsterdam</i> - 9,40	} - 18	<i>Dresden</i> - 45,35	} + 8
<i>Ernest. Tafeln</i> 9,58		<i>Ernest. Taf.</i> 45,27	
<i>Utrecht</i> - 11', 12''	} + 14	<i>Madrid</i> 24,6	} - 3
<i>Ernest. Tafeln</i> 10,58		<i>Ernest. Taf.</i> 24,9	
<i>Kremsmünster</i> 47,29	} + 18	<i>Berlin</i> 44,9	} + 11.
<i>Ernest. Tafeln</i> 47,11		<i>Ernest. Taf.</i> 43,58	
<i>Lilienthal</i> - 26,10	} - 2		
<i>Ernest. Tafeln</i> 26,12			

Diese Angaben sind das Mittel aus zwey Vergleichungspunkten (*Wien* und *Ofen*) und zum Theil aus dreyen (*Wien*, *Ofen* und *Gotha*) A. G. E. IV. B. S. 454. Bey der Berechnung wurden die innren Berührungen zum Grunde gelegt.

Herr *Wurm* hat in A. G. E. Sept. 1799. diesen Durchgang aufs Neue berechnet, und Längen gefunden, die größtentheils um ein Paar Sek. kleiner sind, als die von *Triesneker*. — Er bemerkte dabey, daß wegen der langsamen scheinbaren Bewegung des Merkurs die äußeren Berührungen leicht um mehrere Sekunden fehlerhaft können

beobachtet werden. — Bey diesem Durchgänge des Merkurs war seine Bewegung achtmal geringer, als die des Mondes bey einer Sonnenfinsterniß. Ehe der Mittelpunkt des Merkurs sich auf der Sonnenscheibe um eine Raumsekunde verrückte, waren 115 Zeitsekunden verflossen. — Bey *Bremen* wichen Ein- und Austritt 10 Sek., bey *Hamburg* 9, bey *Bauzen* 8 und bey *Dresden* 6 Sek. von einander ab.

Merkurdurchgänge durch die Sonne sind noch ziemlich häufig (ungefähr 10 in einem Jahrh.) und daher zu geogr. Längenbestimmungen anwendbarer, als die der Venus, deren sich in einem halben Jahrtausend kaum 9 ereigenen.

4.

Monddistanzen gemessen mit Hadleyschen Sextanten.

Tafel über die Fehler beym Messen der Mond-
distanzen, beobachtet von Hr. v. Zach, berechnet *Nieuwland*. (A. I. B. für 1799).

am 29. April 1788.	— Fehler	0',3''	5. Nov.	Fehler	3,5
— 10. Sept. 1792.	—	0,17	6. —	—	0,8
— 12. — —	—	0,25	7. —	—	0,20
— 22. — —	—	0,46	— —	—	1,15
— 6. Oct. —	—	0,37	8. —	—	0,43
— 3. Nov. —	—	1,39	20. —	—	0,38
— — —	—	1,58	6. Decbr.	—	0,33
— 4. — —	—	0,42	7. —	—	0,24
— — —	—	1,49	— —	—	1,2
— 5. — —	—	1,31			

Bey der Bestimmung dieser Längen haben die Fehler der Mondstafeln ihren ganzen Einfluß, da die in dem Nautikal-Almanac vorherberechneten wahren Abstände zur Berechnung sind gebraucht worden.

Als Ferrer die Länge von *Vera Cruz* in den Jahren von 1789., 91. und 92. mit 30 Mond-
distanzen bestimmte, so wichen die größte und
kleinste $1',35''$ in Zeit von einander ab. — Die
Bestimmung geschah aber mit einem Spiegelkreise,
dessen Fernrohr nur fünfmal vergrößerte, wo er
also erst von 18 zu 18 Z. Sek. eine Veränderung
des Winkels sehen konnte, wenn er um 9 R. Sek.
größer oder kleiner wurde. Der *Nonius* gab ein-
zelne Minuten an. Wenn er bis auf 15 Sek.
schätzte, so konnte im Maximo seine Zeitangabe
bis auf 30 Sek. unrichtig seyn; fielen bey zwey
Beobachtungen die Fehler der Theilung und des
Fernrohrs an eine Seite, so konnten sie, wenn
man den Collimationsfehler = 0 setzt, um $1',36''$
von einander abweichen. (A. G. E. Nov. 1798.)

Längenunterschiede zwischen *Alexandrien*
und *Paris* bestimmt von *Quenot*. Bey der acht-
zigmaligen Bestimmung lagen im Ganzen 480 ein-
zelne Abstände zum Grunde.

Der erste Mondesmonat gab f. d. Länge 1 St. $50',18''$

— zweyte — — — — 1 — $50,45$

— dritte — — — — 1 — $50,36$

Differenz = 27 S.

Das Mitt. aller östlichen Abstände war 1 St. 49', 18"
 größte Differenz 2', 4"
 Das Mittel aller westl. Abstände war 1 St. 51', 40"
 größte Differenz 2', 25" —

Der Unterschied der Beobachtungen desselben Tages ist selten eine Minute. (A. G. E. Jul. 1799.)

Um die Länge von *Hamburg* zu bestimmen beobachtete Direktor *Reinke* mit einem Sextanten von 15 Zoll 5 Mondabstände und berechnete daraus die Länge im Mittel zu $27^{\circ}, 51'$, wobey die größte Abweichung $0^{\circ}, 22'$ war. Mit einem zwölfzölligen Sextanten von *G. Adams* beobachtete er drey Abstände des Mondes von der Sonne, diese gaben $27^{\circ}, 49'$ größte Differenz $0^{\circ}, 14'$. (A. G. E. III. B. S. 573).

* * *

Canonikus *David* bestimmte die Länge von *Schlukenau* an der nördlichen Gränze von *Böhmen* im Jahr 1795. aus 70 Mondabständen, aus denen er, da die Länge schon durch eine Mondbedeckung bekannt war, die 15 besten herausuchte zu $14^{\circ}, 51', 6''$ östl. von *Seeberg*, welche dann, sehr natürlich, nur wenig ($\frac{1}{2}$ Sek.) von der wahren Länge abweichen konnten. — Wenn man das Mittel aus allen 70 Abständen nahm, so war dieses 5 bis 6 Sek. fehlerhaft. — Die Distanzen wurden mit einem 7zölligen Sextanten gemessen, dessen Nonius bis auf 30 Sek. theilte. Ging die Schätzung bis auf $7\frac{1}{2}$ Sek., so konnten zwey

Beobachtungen schon wegen der Gränze der Schärfe auf der Theilung 30 Z. Sek. von einander entfernt liegen, ohne das man den Beobachter der Nachlässigkeit beschuldigen dürfte. — Hatte das Fernrohr nicht die gehörige Stärke und war der Collimationsfehler nicht gleich Null, so konnte die Differenz natürlich noch gröfser werden. — Man sieht aus folgender Tafel, das die Differenzen wirklich auf 25 bis 30 Raum Sek. (also 50 bis 60 Z. Sek.) gingen.

3. Sept.	5. Sept.	6. Sept.
Fehler d. Beobacht.	Fehler d. Beobacht.	Fehler d. Beobacht.
— 7'',7	+ 1''	— 5''
— 9	+ 3	— 2
— 15	+ 8,6	— 4
— 12	+ 1	— 7
— 12	+ 2,2	— 9
— 11	+ 0,8	— 8,6
— 2,4	+ 0,4	— 4
+ 2	— 0,4	— 12
— 4,4	— 2	— 7
— 3,2	+ 10	— 1
— 12	+ 8	— 5
— 0,7	— 14	— 6
+ 5	— 5	— 4,5
+ 1	+ 3	— 2
— 3	— 8	— 3,8
+ 0,5	+ 1	— 3
— 5	+ 3,7	— 4
— 1	— 1	— 9
— 2	+ 2	— 6
— 2	+ 11	— 6,6
— 4	+ 10	— 4,5
— 17	+ 3	— 14
— 8	+ 13	
<hr/>		<hr/>
Fehl. d. Mitt. — 6.	+ 1	Fehl. d. Mitt. — 6.
	— 4	
	<hr/>	
	Fehler des Mittels + 2.	

Fehl. d. Mittels aus allen drey Reihen = 3 in R. od. 6 Sek. in Z.

Die Mitglieder vom *Bürau* der Meereslänge in *Paris*, denen Herr von *Zach* diese Beobachtungen mittheilte, hielten ihre Uebereinstimmung für Zufall. Aber hierin irrten sie sich. Denn dafs alle 70 Beobachtungen nicht über 30 R. Sek. von einander abwichen, das hatte seinen Grund in der Güte des Instruments und in der Genauigkeit des Beobachters. Und dafs das Mittel aus den 15 ausgesuchten Beobachtungen nur $\frac{1}{2}$ Sek. von der Längenbestimmung der Sternbedeckung abwich, das hatte seinen Grund in der Methode, welche *Canonicus David* hiebey anwandte. Er berechnete nämlich aus der bekannten Länge von *Schlukenau*, welche er am 7ten Sept. aus der Bedeckung des Sterns γ . in Π . erhielt, die Fehler der Mondtafeln und die der Beobachtungen. Aus den besten Beobachtungen nahm er nun das Mittel, welches bis auf $\frac{1}{2}$ Sek. stimmte. Wäre aber die als bekannt vorausgesetzte Länge um einige Sek. gröfser oder kleiner gewesen, so würden wieder ganz andere Beobachtungen, als die genauesten seyn ausgewählt und aus diesen das Mittel seyn genommen worden. Auf jeden Fall konnte sich, da eine grofse Menge von Beobachtungen gegeben war, das Mittel nicht weit von der vorausgesetzten Länge entfernen. Aber bey dieser Methode nähert man sich, so viel ich einsehe, nicht der wahren Länge, sondern nur der hypothetisch vorausgesetzten; den Fall ausgenommen, wo die hypothetische Länge zugleich die wahre ist, wo man

dann aber natürlich diese nicht erst zu suchen braucht.

Bey der Bestimmung des krulicher Marienbergs, wobey Canonikus *David* die nämliche Methode angewandte, erhielt er aus 19 Abständen, die er aus 80 gemessenen und berechneten aussuchte, bis auf die Sek. das nämliche, was ihm die Bedeck. v. 33 X den 20. Aug. und von 3 d 8 den 25ten Aug. im Mittel gaben. — Und dieses wieder aus den nämlichen Gründen.

Duc la Chapelle bestimmte den Mittagsunterschied zwischen *Montauban* und *Paris* am 21ten Aug. 1798. durch die gerade Aufsteigung des Mondes und $\phi \neq$ zu $3', 55'', 3$. Nach den Cassinischen Dreyecken ist dieser Unterschied $3', 57''$ Differenz = $1'', 7$ in Z.

Seine Methode war diese: Er ließ in einem Fernrohre, welches ein Fadenez hatte, erst den Mond und dann den Stern culminiren; dann gab ihm der Zeitunterschied (ausgedrückt in der Rotation der Erde) den Winkel der Mondstanz. War er nun bey der geraden Aufsteigung des Mondes und des Sterns bis auf $0'', 2$ sicher, so gab dieses die Mondstanz bis auf 6 Sek. in Bogen, also die Länge bis auf 12 Zeit Sek. sicher. — So groß die Vorzüge dieser Methode sind, da sie vom halben Durchmesser des Mondes, Fehler der Tafeln, Parallaxe u. s. w. frey ist, so können doch zwei Beobachtungen 24 Sek. von einander abweichen, ohne daß man weder dem Beobachter noch dem Instrumente einen Fehler zur Last legen darf.

Dafs man aus einer großen Reihe von Distanzmessungen seine Länge bis auf 5 Sek. finden könne, das ist wohl keinem Zweifel unterworfen, wenn der Fehler der Mondtafeln bekannt und die Instrumente und der Beobachter von vorzüglicher Güte sind. — Die Schärfe dieser Beobachtungen ließe sich vielleicht noch weiter treiben, wenn man die Gränze ihrer Schärfe vom Limbus aufs Fernrohr brächte, wenn man den Index auf einen Theilstrich des Randes scharf einschneiden und dann ruhig im stark vergrößerenden Fernrohre die Appulse des Monds an den Stern beobachtete. — Aeußerst zarte Theilstriche, ein beträchtlicher Radius, starke Mikroskope auf der Alhiade und Ramsdensche Theilungsmaschine würden vermuthlich alle Fehler der Winkelmessung nahe auf Null bringen, wenn es nicht so schwierig wäre, den Collimationsfehler bis auf einige Sekunden einzuschränken. Vielleicht wäre es auch bey der Bestimmung von diesem vortheilhaft, die Gränze der Schärfe vom Rande aufs Fernrohr zu übertragen, indem man den Index auf einen Theilstrich einschneiden ließe und entweder vorher berechnete Azimuthe der Sonne beobachtete oder ein Paar terrestrische Signale zu Hülfe nehme, denen man sich willkührlich so lange nähern könnte, bis sich die Bilder deckten, wo dann hernach der Winkel trigonometrisch berechnet würde.

Edw. Troughton verfertigt jetzt Spiegelsexanten von 18 Zoll Radius, welche von Sekunde

zu Sekunde getheilt sind, deren Fernrohr 70mal vergrößert, 20 Zoll lang ist und $1\frac{5}{10}$ Zoll Oeffnung hat. — Diese auf Mondstrecken angewandt, würden im Fernrohre das Fortrücken des Mondes von $\frac{3}{4}$ zu $\frac{3}{4}$ Sek. zeigen und den Winkel von 2 zu 2 Z. Sek. messen. Die Fehler des Instruments gleich Null gesetzt, würde für die größte Differenz zweier Beobachtungen $5\frac{1}{2}$ Z. Sek. geben *). So ein Instrument, dessen Fernrohr einen Sucher hat, und das auf einem parallaktischen Statief aufgestellt ist, läßt wenig mehr für die Schärfe des Mondstreckenmessens übrig, und diese künstlichen Sternbedeckungen würden sich fast durch nichts anders von den natürlichen unterscheiden, als durch eine größere Mannigfaltigkeit und Leichtigkeit der Beobachtung **).

*) Die *ungleichförmige* Erwärmung hat bey solchen äußerst delikaten Instrumenten, in Hinsicht der Ausdehnung des Messings, einen sehr unangenehmen Einfluß. — Das Glas dehnt sich um die Hälfte weniger aus, als das Messing; aber, — man kann wohl Meßstangen davon gießen, nur — keine Sextanten. Bey der *gleichförmigen* wird Radius und Limbus nach demselben Verhältniß ausgedehnt.

**) Mit einem Instrumente, welches auf diese Weise aufgestellt ist, beobachtet sich sehr angenehm. Wir hatten die Winkelmesser, mit denen wir im Anfange unserer Beobachtungen die Entfernung der Sternschnuppen von den Sternen maßen auf eine ähnliche Weise aufgestellt. Das Statief hat drey Bewegungen. Die erste ist der Weltaxe parallel, und man kann durch sie im aufgeschraubten Sextanten Mond und Stern sehr leicht im Felde des Fernrohres erhalten, wenn man sie einmal hat. — Aufser dieser parallaktischen hat das Statief die gewöhnliche Höhenbewegung, mit welcher man das Fernrohr auf die Abweichung des

Die Schärfe, welche jetzt die Bestimmungen durch Mondstrecken haben, läßt sich leicht bestimmen, wenn man bedenkt, daß die Fehler der neuesten Mondtafeln größtentheils unter 10 und nie über 20 Sek. sind, daß es ferner bey dem jetzigen starken Verkehr im astronomischen Gemeinwesen und bey dem Fleiß der Beobachter gar nicht schwierig ist, Mondbeobachtungen zu erhalten, aus denen man die kleinen Fehler der Mondtafeln und sehr oft auch die noch kleineren des Sternkatalogs verbessern kann, — und daß endlich *Troughton* zwölfzöllige Kreise verfertigt, wobey Sternstrecken mit fünf verschiedenen Kreisen gemessen, im Maximo nur 4",8 vom Mittel abwichen. — Bey Mondstrecken auf diese Weise gemessen, würde das Maximum und Minimum nur 18 Z. Sek. voneinander abweichen können.

* * *

Sterns stellt; und außer dieser hat es noch eine dritte, deren Axe mit der Axe des Fernrohrs parallel ist und auf der Höhenbewegung senkrecht steht. — Ist der Stern im Felde des Fernrohrs, so sucht man mit der dritten Bewegung den Mond im Spiegel dazu und da die Axe dieser Bewegung der Axe des Fernrohrs parallel ist, so verläßt bey der stärksten Bewegung des Sextanten der Stern das Feld des Fernrohrs nicht. Ist der Mond und Stern nun zusammen im Felde, und steht der Index der Alhiade auf einem Theilstriche des Limbus, so werden durch die parallaktische Bewegung beyde im Felde erhalten, und die Berührung des Mondes und des Sterns wird in dem stark vergrößernden Fernrohre mit der nehmlichen Ruhe abgewartet, mit der man Sternbedeckungen zu beobachten pflegt.

Aus der Genauigkeit mit der Polhöhen mit Hadleyschen Sextanten gemessen werden, läßt sich auf die Genauigkeit, mit der sie Winkel messen, und auf die, mit welcher sie Längenbestimmungen machen, schliessen, wenn man vorher den Fehler abzieht, der aus der unrichtigen Stellung des künstlichen Horizonts kommen kann. Dieser beträgt nach *Zach* und *Späth* höchstens 5 Sek.

Beispiele hiezu liefert die Polhöhe von *Bremen*, welche mit vortreflichen Sextanten von sehr geübten Beobachtern bestimmt worden. (M. C. Februar 1801.)

Senator <i>Gildemeister</i> bestimmte sie den 6ten May 1799:			
aus 9 Beobacht. zu $53^{\circ} 4' 44''$	größte Differenz v. Mittel		18
9. Jun. 15 Beob. zu	52	- - - - -	12
11. - 10 - -	54	- - - - -	9
14. Sept. v. <i>Zach</i> aus 10 Beob. auf <i>Obers</i> Sternw. zu $47''$	g. D.		15
15. - - - - -	- - - - -		45 -- 13
16. - aus 10 Beob. - - - - -	- - - - -		32 -- 19
22. - - 8 - - - - -	- - - - -		32 -- 11
16. von Ende 7 - - - - -	- - - - -		37 -- 12

Diese Beobachtungen stellte von Ende mit dem Oelhorizonte an, wobey also der Fehler des Horizonts wegfiel. Wäre eine ähnliche Genauigkeit bey Mondstanzmessungen gewesen, so hätte man in den Längen, die daraus hergeleitet worden wären, Abweichungen von 20 bis 30 Sek. gefunden. Dieses sind die nämlichen Gränzen der Fehler, welche Canonikus *David* in seinen Distanzmessungen findet.

Chronometer.

Die Chronometrie ist durch *Harrison, Mudge, Emmerly, Arnold, Le Roi, Berthaud* und andern zu einer solchen Vollkommenheit gebracht worden, daß sich, bey nicht allzugroßen Entfernungen keine Methode angeben läßt, welche die Längendifferenzen *schneller, schärfer* und *bequemer* angeben könnte, als die Chronometer.

Nur auf sehr große Entfernungen und bey sehr schlechten Wegen sind ihre Bestimmungen nicht mehr so sicher, da ihre Fehler sich anhäufen und bey schlechten Wegen ein einziger Schlag des Wagens oder ein stolpernder Tritt des Pferdes schon verursachen kann, daß der Chronometer mit freyem Stofswerke schlägt, einige Secunden vorspringt, und so die ganze Längenbestimmung auf einmal vereitelt. — So schlug des Herzogs von Gotha Chronometer einmal bey einem schnellen Sprung aus der Reisechaise, und der von *Zachische den von Textor* bey den preussischen Ortsbestimmungen gebrauchte, schlug, obschon er in einem Wagen mit englischen Stahlfedern transportirt wurde. *) Sogar Leute, die einen heftigen

*) Man trägt bey der Reise im Wagen den Chronometer entweder in der Westentasche oder hält ihn, um ihn vor jeder heftigen Bewegung zu sichern, in den Händen. Bey-

Gang haben, dürfen daher keine tragen, und *Mudge*, der große Verbesserer der Chronometrie, trug selber nie einen Chronometer.

Man hat in neueren Zeiten Bestimmungen durch Chronometer, die bis auf eine einzige Sekunde stimmen, obschon der Chronometer eine Reise von mehreren hundert Meilen machte. Die Namen und die Umstände lassen keinen Zweifel an der Richtigkeit dieser Bestimmungen entstehen. Doch war dieses wohl mehr ein glückliches Ungefähr als mechanische Nothwendigkeit, und niemand wird dafür stehen wollen, daß der nämliche Chronometer das Nämliche noch einmal leisten werde.

Man sieht dieses, wenn man die Journale vergleicht, welche mit aller Sorgfalt an guten Passage-Instrumenten über den Gang der Chronometer sind geführt worden. Und der Rezensent von *Can. Davids* Abhandlung über die geogr. Lage des Marienbergs hat Recht, wenn er behauptet: (A. G. E. III. B. S. 599.) »Daß die vortrefflichsten Chronometer immer menschliche Kunstwerke bleiben, die allerley innern und äußeren Unfällen ausgesetzt sind, und daß man immer zu dem unveränderlichen Laufe des Himmels seine

de Orte sind nicht diejenigen, wo bey einem Schlage die Bewegung des Wagens ihr Minimum hat; die wenigste Bewegung würde der Chronometer haben, wenn er in einer Compasaußhängung im Boden des Kutscherkastens zwischen gesponnenen Pferdehaaren seinen Platz fände.

»Zuflucht werde nehmen müssen, wenn man in der
»Astronomie einen sicheren Schritt gehen wolle.«

Graf von *Brühl* hat mehrere Register über den Gang verschiedener Chronometer bekannt gemacht. Eins davon findet sich in A. I. B. für 1792., welches im Jahr 1788. in den Monaten Februar, März, April und May ist geführt worden.

Wenn man dieses vergleicht, so findet sich der mittlere Gang des Chronometers im Februar täglich $+ 3'',43$, im März $+ 2'',93$, im April $+ 2'',78$, im May $+ 2'',24$ Sek.

Wenn der Beobachter also bey Bestimmung entfernter Meridiendifferenzen den Gang des Chronometers vom Februar zum Grunde gelegt hätte, so würde er nach 4 Wochen (am 26. März) jede Meridiendifferenz um 12 Sekunden und nach acht Wochen um 44 Sekunden zu groß angegeben haben.

Wenn man annimmt, daß der Beobachter am Ende des Aprils seine Reise geendigt und den Gang seines Chronometers aufs neue untersucht habe, so würde ihm der May und der Februar $2'',835$ mittlere Voreilung gegeben haben. Legte er diese zum Grunde, so würde er am Ende des März seine Meridiendifferenzen um 6 Sek. zu klein und am Ende des April um 6 Sek. zu groß angegeben haben. — Bey der Voraussetzung, daß die Voreilung gleichförmig abgenommen habe, hätte sich der Beobachter eben so sehr geirrt, denn im März nahm sie $0,50$ Sek. ab und im April nur

0,15. Der erste und der letzte Monat gaben für die mittlere Abnahme der Voreilung für den April $0'',39$, aber der Chronometer ging nur mit einer Abnahme von $0'',15$. Dieser Unterschied von $0'',24$ in der mittleren Abnahme der Bewegung; würde in 30 Tagen einen Fehler von $7'',2$ in jeder Meridiandifferenz gegeben haben.

S. 175 des nämlichen Jahrbuchs findet man das Tagebuch über den Gang eines Chronometers in den Monaten December, Januar, Februar und März in den Jahren 1788. und 89. Aus diesem ergibt sich, daß der mittlere Gang des Chronometers im December $+ 0'',359$, im Januar $+ 0'',407$, im Februar $+ 0'',485$, im März $+ 0'',691$ war. Legte der Beobachter den Gang der Uhr vom December zum Grunde, so würde er am Ende des Januars seine Länge um $1'',8$, am Ende des Februars um $9'',1$ und am Ende des März um $16'',9$ zu klein angegeben haben.

Combinirte er aber den Gang seines Chronometers von den Monaten December und März; so erhielt er für den mittleren Gang $+ 0'',52$. Dann gab er seine Längen am Ende des Januars um $3'',4$ zu groß und am Ende des Februars um 1 Sek. zu klein an. Vorausgesetzt nämlich: daß der Chronometer auf der Reise den nämlichen Gang hielt, den er auch zu Haus hatte. — Die Beschleunigung der Voreilung war nicht gleichförmig. Sie war im ersten Monate $0'',046$, im folgenden $0'',078$ und im letzten $0'',206$.

Das Journal über den Gang eines Chronometers von *Armand*, welches Justizrath *Bugge* im A. I. B. 1793. mittheilt, liefert folgende Resultate: Der Chronometer wurde 51 Tage lang mit Sternkulminationen verglichen. Legte man den Gang der ersten 11 Tage bey geographischen Längenbestimmungen zum Grunde, so gab er nach 40 Tagen jede Längendifferenz nur 12 Sek. zu klein an. Combinirte man den Gang der 8 ersten und 9 letzten Tage, so erhielt man tägliche Voreilung 0",7. Legte man diese zum Grunde, so würde der Chronometer nach 32 Tagen (am 11. Januar) jede Meridiandifferenz um 19 Sek. zu klein angegeben haben. — Doch ist dieses Journal eigentlich zu kurz, um über den Gang des Chronometers entscheiden zu können.

Nun noch ein Paar Beyspiele:

Längenunterschied zwischen *Oxford* und *Greenwich* bestimmt von *Zach* durch den Müdgischen *Time Keeper* zu - - - 5',25"
 durch des Herz. v. *Gotha* Chron. v. *Emmery* 5,26

Differ. 1 S.

Längenunterschied zwischen *Paris* u. *Greenwich* nach Graf *Brühls* Chronometer 9',19",45
 nach *Arnolds* Seeuhr - - - 9,19,0
 nach *Sarons* Chronometer - - - 9,19,75

Differ. 0,3 Sek.

Des Grafen *Brühl* Chronometer war schon seit mehrern Monaten auf Reisen. *Arnold* u. *Sarons* Chronometer nur einige Tage. (A. I. B. 1794. S. 206).

Meridiandifferenz nach Graf *Brühls* Chronometer zwischen *Mannheim* u. *Paris* = $24', 30'', 27$

Nach des Herz. v. *Gotha* Chronom. $24, 30, 50$

Differ. $0'', 23$

Ernest. Tafeln = $24, 34, 00$

Diese Bestimmungen wurden mit Londoner Zeit gemacht.

Des Grafen Chronometer war 7 Monate und des Herzogs Chronometer 6 Monate von *London* entfernt.

Mittagsunterschied zwischen *Reinhardtsbrun* und *Gotha* bestimmt mit verschiedenen Chronometern

zu $37'', 8$

— $39, 6$

— $38, 3$

— $37, 4$

— $38, 4$

— $38, 3$

Differ. $2'', 2$

Diese an sich zwar unbeträchtlichen Unterschiede haben ihren Grund wohl mehr in der nicht völlig scharfen Zeitbestimmung, als im Chronometer, da der Beobachter sich wegen der geringen Entfernung kaum eine Stunde auf den Gang des Chronometers zu verlassen brauchte, in der er gewiss keine Anomalien von 2 Sek. beging. — Man

sieht aus diesen Mittagsunterschieden, wie schwierig es ist, bey solchen delicaten Beobachtungen seine Zeit so genau zu bestimmen, daß ihre Irrthümer kleiner werden, als die Fehler der Bestimmung der Meridiandifferenz.

Zum Schluß Herr von *Zachs* Urtheil über die Chronometer: (M. C. März 1801.)

»Es ist noch kein tragbarer Zeitmesser erfunden worden und wird wahrscheinlich auch nie erfunden werden, in dessen Gange nicht kleine Schwankungen statt finden sollten. — Nur das weniger oder mehr, das sich compensirende oder anhäuende dieser kleinen unvermeidlichen Anomalien, macht den größeren oder kleineren Werth dieser unvergleichlichen Kunstwerke aus —

»Das Maximum solcher Anomalien kann bey dem besten *Emmeryschen* und *Arnolddischen* Chronometer ohne alle äußere Veranlassung auf 2 bis 3 Sek. gehen.

»So groß habe ich sie oft gefunden, und die verschiedenen bekanntgemachten Register von solchen Uhren beweisen dieses ebenfalls.«

So urtheilte Herr von *Zach*, obschon er selber mit seinem *Emmeryschen* Chronometer erst vor einigen Wochen die Länge von *Lilienthal* mit *Seeberg Seeberger* Zeit und Länge zu $26', 14'', 3$ bestimmt hatte. Eine Bestimmung, die von der wahren nur um $0'', 3$ abweicht. (M. C. Junius 1801.)

N a c h s c h r i f t.

Diese Bogen waren schon abgedruckt, als ich das Journal über den Gang eines Chronometers von den Jahren 1784. und 1785. erhielt, welches Graf *Brühl* im 3ten Bande von *Canzlers* Quartalschrift bekannt gemacht hat.

Dieses Journal ist unter allen denen, die über Chronometer sind geführt worden, bey weitem das vollständigste und genaueste; man kann daher aus diesem am sichersten über den Gang der Chronometer urtheilen. — Der Chronometer war mit freiem Stofswerke von *Thomas Mudge*, gearbeitet von *Josiah Emmerly*. Sein Gang wurde 15 Monate lang an einem Passageinstrument von *Ramsden* mit Sonnen- und Sterndurchgängen verglichen.

Die Uhr ging äußerst gleichförmig, und sie war so genau reguliert, daß ihr täglicher Gang die ganze Zeit über nie über 3" \pm oder — war. — Im ersten Vierteljahr beträgt die Veränderung ihres täglichen Ganges in zwey Tagen nie 1 Sek. Im zweyten nie 2 Sek. Im dritten nie über 1,4 Sek. Im fünften nie über 1,6 Sek. Es ist noch nicht entschieden, ob diese kleinen Anomalien im täglichen Gange ganz auf Rechnung der Uhr kommen. Einen Theil davon trägt vielleicht die Beobachtung, und einen anderen Theil die Sonnentafeln, in denen noch Fehler sind, die in 24 Stunden mehr betragen, wie die Fehler der Uhr. — Man

sieht aus den Tagebüchern des Grafen, daß die Zeit eines Sterns oft von der Sonne um mehr wie 1 Sek. abweicht.

Diese Beobachtungen des täglichen Ganges beweisen die vorzügliche Güte des Chronometers. Aber der beste Chronometer bleibt immer eine sehr zusammengesetzte Maschine, die periodische Anomalien hat, deren Gesetze weder der Künstler noch der Beobachter kennt. Beyde können zufrieden seyn, wenn diese Anomalien kurze Perioden haben und ihren Zyklus bald vollenden. — Wäre der Chronometer so daurend wie die Weltmaschine, so ließen sich durch Beobachtungen einer langen Reihe von Jahren diese Gesetze empirisch bestimmen und die Chronometrie wäre vollendet. — Aber ein Chronometer ändert durch das Verdunsten des Oels und das Abreiben seiner Theile, ohne Aufhören seinen Gang, und über 2 Jahre befolgen seine Anomalien ganz andere Gesetze wie heute.

Da der Chronometer immer nach anderen und wieder anderen Gesetzen geht, so ist das, was wir seinen *mittleren Gang* nennen, nicht sein eigentlicher mittlerer Gang, sondern etwas, was diesem in kurzen Zeitabschnitten nahe kommt. — Die Größe dieser Zeitabschnitte bestimmte das Bedürfnis. — Da die Schiffe gewöhnlich nicht über 3 Monate See halten und sie $\frac{1}{3}$ Grad bequem übersehen, so wurde hiedurch die Dauer und die Genauigkeit bestimmt. — Hierüber war man ei-

nig, — aber man war es weniger über die Länge der Zeit, die man zum Grunde legen müste, um den mittleren Gang zu erhalten. Einige Astronomen glaubten, daß hiezu der Gang von einem Monate hinlänglich sey, — andere glaubten, daß der Gang von mehreren Monaten eine größere Genauigkeit gäbe, weil, nach *Lambert*, das Mittel immer um so sicherer wäre, desto größer die Menge der Beobachtungen ist. —

Dieser Satz von *Lambert* ist völlig allgemein, und man kann sich durch ihn der Wahrheit so sehr nähern, als man nur will, so lange nämlich keine constanten Größen immer auf die nämliche Seite fallen. Aber auf die Fälle, wo etwas *gar keinem Gesetze* folgt, ist er nicht anwendbar, und man kann, wenn man ihn anwendet, durch eine größere Menge Beobachtungen, statt sich der Wahrheit zu nähern, sich von ihr entfernen.

Ich glaube, daß wegen der kleinen Anomalien der Uhr, die ihren Zyklus in einer kurzen Zeit vollenden, und wegen der unvermeidlichen Fehler der Beobachtung, es gut ist, wenn man das Mittel aus dem Gange mehrerer Monate nimmt, — aber man wird dadurch nicht *sicher*; daß man sich der Wahrheit genähert habe. — Das einzige Allgemeine, was sich hierüber bestimmen läßt, beruht darauf, daß in den nächst aufeinander folgenden Zeiten der Gang am ähnlichsten ist, und immer unähnlicher wird, je weiter sich die Zeiten von einander entfernen. — Der

Beobachter wird also wahrscheinlich der Wahrheit am nächsten kommen, wenn er rückwärts eben so lange Zeiten zur Bestimmung des mittleren Ganges annimmt, als er vorwärts bestimmen will. Z. B. der letzten 8 Wochen, wenn er über 2 Monate seine Länge bestimmen will. Dieses Verfahren gründet sich darauf, daß es wahrscheinlich ist, daß eine Menge kleiner Anomalien in denselben Zeiten denselben Zyklus vollenden; da sie dann auf den berechneten Gang den nämlichen Einfluß haben, wie auf den beobachteten, so hören sie auf Fehler zu seyn. — Aber man ist hiedurch auch nicht sicher, daß man der Wahrheit näher gekommen ist, denn es kann eine Anomalie da seyn, die nicht allein größer ist, wie alle andere, sondern auch zugleich einen größeren Zyklus hat. Diese hat dann einen *anderen* Einfluß auf den beobachteten, einen *anderen* auf den berechneten Gang. — Da die Größe des Zyklus völlig unbekannt ist, so kann es vortheilhaft seyn, große Zeitabschnitte zur Bestimmung des mittleren Ganges zu nehmen, weil man dann Hoffnung hat, die Hälfte des Zyklus in den beobachteten und die andere Hälfte in den berechneten Gang zu bekommen. Aber es kann eben so vortheilhaft seyn, kleine Zeitabschnitte zu gebrauchen, — denn wann der Zyklus sehr groß ist, so gilt das nämliche von ihm, was von großen Kreisen gilt, — kleine Stücke aus ihnen kann man als gerade Linien betrachten.

Kein freies Stofswerk kann völlig frey seyn, und das von *Mudge* ist es unter 100 Sek. nur 96. Die $\frac{1}{4}$ Sekunden, in denen es mit der Uhr in Verbindung steht, ist es all' den kleinen Anomalien unterworfen, welche die Schneckenfeder und selbst das sorgfältigst-gearbeitete Räderwerk machen. Bey der ungleichen Rechnung von Zahn und Getriebe greifen erst nach gewissen Perioden die nämlichen Zähne auf die nämlichen Stäbe. Da das Gehwerk aus mehreren Getrieben zusammengesetzt ist, da zugleich die Theile sich abschleifen, das Oel verdunstet und die Temperaturen sich ändern, so entsteht hieraus eine solche Menge kleiner Anomalien, die so durcheinander geflochten sind, daß die kühnste Analyse sich nicht durchführen könnte, — auch auf den Fall, wenn es möglich wäre eine große Reihe *völlig scharfer* Beobachtungen zu erhalten. — Jede einzelne dieser Anomalien beträgt vielleicht nur $\frac{1}{200000}$ einer Sekunde und liegt völlig jenseits der Schärfe unserer Sinne. Aber sie können sich häufen, und dann kennen wir ihre Summe nicht, weil wir die Einzelnen nicht kennen, aus denen sie zusammengesetzt ist.

Dieses sind die Ursachen, warum die Chronometer nie eine gewisse Gränze in der Genauigkeit überschreiten können. Der Chronometer befolgt unabänderliche Gesetze, — aber da wir sie nicht kennen, so ist sein Gang für uns gesetzlos, denn nur *das erkannte Gesetz ist eins*. Wären

unsere Sinne und unser Scharfsinn millionenmal schärfer, so bin ich überzeugt, daß wir mit dem nämlichen Chronometer, mit dem wir jetzt unsere Länge kaum bis auf $\frac{1}{3}$ Grad nach 3 Monaten bestimmen können, — wir sie dann bis auf 3 Sek. wissen würden.

Man übersieht den Gang eines Chronometers nie besser, als wenn man ihn verzeichnet. Ich habe dieses auf Taf. III. für den *Brühlschen* Chronometer nach den Angaben gethan, die der Graf davon bekannt gemacht hat. — Dieses Journal geht bis zum 11ten März 1785. Die späteren Beobachtungen des Grafen sind mir nicht bekannt geworden. — Diese umfassen einen Zeitraum von 440 Tagen. Die Resultate sind folgende:

Gang des Graf Brühlschen Chronometer.

1783.	Laufen- de Tage.	Gang d. Uhr.	1784.	Laufen- de Tage.	Gang d. Uhr.
Dec. 27.	0	0"	Jul. 31.	217	- 47",1
84 J. 28.	32	+ 28,0	Aug. 16.	233	- 60,1
Feb. 25.	60	+ 45,1	Okt. 15.	293	- 65,8
März 27.	91	+ 49,0	Nov. 13.	323	- 61,6
Ap. 27.	122	+ 35,7	Dec. 14.	353	- 54,2
Mai 27.	152	+ 9,8	85 Jan. 10	380	- 48,7
Jun. 27.	183	- 27,5	Feb. 11.	412	- 47,8
			März 11.	440	- 47,9

Man sieht gleich, daß man auf dieser Linie nur gewisse Stücke von gewisser Größe zu wählen braucht, um jeden gegebenen Gang zu erhalten.

Dr. Masklyne nimmt bey den Uhren, die ihm zur Prüfung von der Commission der Meeres-

länge übergeben werden, den Gang von einem Monate für *den Gang* an, der sich dem wahren Mittleren am meisten nähert. — Graf von *Brühl* und Herr von *Zach* nehmen hierzu den Gang von 5 oder 6 Monaten.

Folgende Tafeln enthalten einige von den vielen Verbindungen, die hiedurch möglich werden.

Die Ite Tafel enthält die Fehler der Uhr, nach dem Gange des ersten, mittelsten und letzten Monats. Im ersten Monate ging sie in 30 Tagen $\pm 26'$, 26 folgl. täglicher Gang $\pm 0'',875$. — Im 8ten Monat — $7'',5$ tägl. Gang — $0'',25$. — Im letzten Monate in 30 Tagen — $0'',1$ täglicher Gang $0''003$.

Fehler der Uhr.

I.	1784.	Laufende Tage.	Nach d. 1ten M.	Nach d. 8ten M.	Nach d. 15ten M.
	Jan. 28.	32	0''	+ 36''	+ 28''
	Feb. 25.	60	— 7	+ 60	+ 45
	März 27.	91	— 30	+ 72	+ 49
	Ap. 27.	122	— 71	+ 66	+ 36
	Mai 27.	152	— 133	+ 48	+ 10
	Jun. 27.	183	— 188	+ 18	— 28
	Jul. 31.	217	— 236	+ 7	— 47
	Aug. 16.	233	— 263	— 2	— 60
	Okt. 15.	293	— 321	+ 7	— 66
	Nov. 13.	323	— 343	+ 18	— 62
	Dec. 14.	353	— 368	+ 32	— 54
	Jan. 10.	380	— 379	+ 46	— 49
	Feb. 11.	412	— 407	+ 55	— 48
	März 11.	440	— 430	+ 62	— 48

Man sieht aus dieser Tafel, daß der Fehler der Uhr in den 3 ersten Monaten nie bis auf 80 Sek. ging, daß sie folglich die Länge nie bis auf $\frac{1}{2}$ Grad unrichtig angab.

Die beyden folgenden Tafeln enthalten die Fehler der Uhr, wenn man das erste und zweite, — und das zweite und dritte Vierteljahr für den mittleren Gang nimmt. Im ersten und zweiten Vierteljahr war der Gang in 183 Tagen (vom 27. Dec. bis 28. Jun.) — 27", 5, folgl. täglicher Gang — 0", 15. — Im zweiten und dritten Vierteljahr war der Gang in 147 Tagen (v. 27. März bis 16. Aug.) — 109 Sek. folgl. täglicher Gang — 0", 741.

II. 1tes u. 2tes V. Jahr. III. 2tes u. 3tes V. Jahr.

1784.	Laufen- de Tage.	Fehler d. Uhr.	1784.	Laufen- de Tage.	Fehler d. Uhr.
Jun. 28.	0	0	Jan. 28.	32	+ 51"
Jul. 31.	33	— 15	Feb. 25.	60	+ 89
Aug. 16.	49	— 26	März 27.	91	+ 116
Okt. 15.	109	— 22	Okt. 15.	60	+ 28
Nov. 13.	138	— 13	Nov. 13.	89	+ 66
Dec. 14.	169	— 2	Dec. 14.	120	+ 87
Jan. 10.	196	+ 8	Jan. 10.	147	+ 119
Feb. 11.	228	+ 14	Feb. 11.	179	+ 144
März 11.	256	+ 18	März 11.	207	+ 165

Nach Taf. II. gab die Uhr die Länge nach 3 Monaten bis auf $\frac{1}{8}$ Grad genau. Nach Taf. III. ging der Fehler am 27. März bis auf $\frac{1}{2}$ Grad. Die Anomalie der Temperatur hatte hier ihren ganzen Einfluß, da von ihrem fünfmonatlichen Gange in den heißen Monaten auf ihren Gang in den entfernten kalten geschlossen wurde. Der Beobach-

ter kann dieses leicht vermeiden, und er ist sicher, daß er weniger irrt, wenn er bey der Bestimmung des mittleren Ganges entweder gleich mittlere Temperaturen wählt oder Beobachtungen aus warmen und kalten Monaten mit einander verbindet.

Die folgenden beyden Tafeln enthalten die Fehler der Uhr, wenn man das dritte und vierte — und das vierte und fünfte Vierteljahr zur Bestimmung des mittleren Ganges nimmt. — Die IV. Taf. hat zum tägl. Gange — $0'',042$. Die Uhr ging in 170 Tagen (vom 28. Jun. bis 14. Dec.) — $7'',10$. — Die V. Taf. hat zum tägl. Gange + $0'',122$. Die Uhr ging in 147 Tagen (vom 15. Okt. 1784. bis 11 März 1785.) + $18''$.

IV. 3tes u. 4tes V. Jahr.

V. 4tes u. 5tes V. Jahr.

1784.	Laufen- de Tage.	Fehler d. Uhr.	1784.	Laufen- de Tage.	Fehler d. Uhr.
Jan. 28.	32	+ 27''	Jan. 28.	32	+ 24''
Feb. 25.	60	+ 42	Feb. 25.	60	+ 38
März 27.	91	+ 45	März 27.	91	+ 38
Ap. 27.	122	+ 31	Ap. 27.	122	+ 21
Mai 27.	152	+ 4	Mai 27.	152	- 9
Jun. 27.	183	- 36	Jun. 27.	183	- 50
Jan. 10.	27	+ 5	Jul. 31.	217	- 75
Feb. 11.	52	- 1	Aug. 16.	233	- 88
März 11.	80	- 3			

In diesen beyden Tafeln macht der Fehler der Uhr in den ersten 3 Monaten nie $\frac{1}{2}$ Grad Fehler in der Bestimmung der Länge. —

Theilt man die ganze Zeit der Beobachtung in zwey Theile und berechnet aus einem den Gang für den andern, so erhält man folgende Feh-

ler der Uhr: — (In Taf. VI. liegt der Gang der ersten Hälfte vom 27. Dec. 1783. bis 31. Jul. 1784. zum Grunde.) In diesen 217 Tagen ging die Uhr — $47''$,₁ folgl. tägl. Gang — $0''$,₂₁₆. — In Taf. VII. ist der tägliche Gang — $0''$,₀₀₃₅, da sie in 224 Tagen, vom 31. Jul. bis 11. März, — $0''$,₇₉ ging.

VI. Erste Hälfte. VII. Zweite Hälfte.

1784.	Laufen- de Tage.	Fehler d. Uhr.	1784.	Laufen- de Tage.	Fehler d. Uhr.
Jul. 31.	0	0''	Jan. 28.	32	+ 28''
Aug. 16.	16	— 10	Feb. 25.	60	+ 45
Okt. 15.	76	— 2	März 27.	91	+ 49
Nov. 13.	105	+ 9	Ap. 27.	122	+ 36
Dec. 14.	136	+ 23	Mai 27.	152	+ 10
Jan. 10.	164	+ 34	Jun. 27.	183	— 27
Feb. 11.	196	+ 42	Jul. 31.	217	— 46
März 11.	224	+ 48			

In diesen beyden Tafeln geht der Fehler nie über 49 Sek., folglich der der Länge nie bis auf $\frac{1}{4}$ Grad. Man sieht zugleich aus Taf. VI., daß eine grössere Menge Beobachtungen nicht immer einen richtigeren Gang geben. — Hier liegen 217 Tage zum Grunde, und der berechnete Gang weicht zum Theil mehr von dem Beobachteten ab, wie in Taf. II., wo nur aus 183 Tagen das Mittel genommen wurde. Am Ende des Dec. ist der auf Taf. VI. $10''$ und in der Mitte des März $30''$ fehlerhafter.

Legt man endlich den Gang der Uhr von der ganzen Periode zum Grunde, so erhält man für den täglichen Gang — $0''$,₁₁, da sie vom 27.

Dec. 1783. bis 11. März 1785., also in 440 Tagen 47,9 Sek. zurückblieb.

VIII.

1784.	Laufen- de Tage.	Fehler d. Uhr.	1784.	Laufen- de Tage.	Fehler d. Uhr.
Jan. 28.	32	+ 32	Jul. 31.	217	— 23
Feb. 25.	60	+ 52	Aug. 16.	233	— 34
März 27.	90	+ 59	Okt. 15.	293	— 34
Ap. 27.	122	+ 49	Nov. 13.	323	— 26
Mai 27.	152	+ 27	Dec. 14.	353	— 15
Jun. 27.	183	— 8	Jan. 10.	380	— 7
			Feb. 11.	412	— 3
			März 11.	440	— 0

Der größte Irrthum des Chronometers war hiernach nur 59 Sek. Dieses würde in der Meereslänge noch keinen Irrthum von $\frac{1}{4}$ Grad gemacht haben, welches auf dem Aequator nur $3\frac{3}{4}$ deutsche Meilen sind.

Aus diesem allem folgt: — daß die Chronometer die Meereslänge auf den gewöhnlichen Seereisen mit einer hinlänglichen Sicherheit geben, — daß sie zwar nicht so sicher sind, wie die Mondstrecken, — daß sie aber vor diesen wieder den Vortheil haben, daß wenn der Beobachter die Zeit seines Schiffs weiß, er auch zugleich seine Länge kennt, welches bey dem Neumonde und bey bedeckten Nächten durch die Distanzen nicht möglich ist. — Ein Schiffer, der beyde Methoden mit einander verbindet, weiß seine Länge immer mit völliger Sicherheit, sobald er nur die Zeit seines Schiffs kennt.

Bey geogr. Bestimmungen der verschiedenen Orte eines Landes leistet der Chronometer, sowohl

was Schnelligkeit und Genauigkeit betrifft, mehr als jede andere Methode, und ich zweifle, daß es möglich ist, noch eine andere Methode zu erfinden, die mehr leistet, wie die der übertragenen Zeit. — Hat der Beobachter den täglichen und stündlichen Gang des Chronometers einige Monate lang in verschiedenen Temperaturen beobachtet und linearisch verzeichnet, so wird er bald über die Güte des Chronometers und über die Genauigkeit urtheilen können, die er ihm in 10, 15 bis 20 Tagen geben wird. Beobachtet und verzeichnet er bey seiner Zurückkunft wieder mit der nämlichen Sorgfalt den Gang des Chronometers, so kann er nach vier Wochen den fehlenden Theil in der Linie des Ganges mit einer solchen Sicherheit auszeichnen, daß er seiner Längen bis auf 5 Sek. sicher ist. — Oft kann der Fehler der Zeitbestimmung ohne Mittagsfernrohr größer seyn, wie der des Chronometers.

Das Hauptgesetz vom Gange der Chronometer kennen wir, und dieses zu wissen ist in den meisten Fällen für die Länge zur See und auf dem Lande hinlänglich, und hierauf beruht die Brauchbarkeit der Chronometer. Will man ihren Gebrauch auch auf solche Fälle ausdehnen, die eine Kenntniß der Gesetze ihrer Anomalien voraussetzen, so fodert man etwas Unmögliches. — Es ist fast das nämliche, als wenn man eine Flurkarte mit Mondstanzungen aufnehmen wollte. —