Landesbibliothek Oldenburg

Digitalisierung von Drucken

Untersuchungen über die Geographie des Neuen Continents

Gegründet auf die astronomischen Beobachtungen und barometrischen Messungen Alexander's von Humboldt und anderen Reisenden

A. von Humboldt und Aimé Bonpland's Reise - Astronomischer Theil

Oltmanns, Jabbo

Paris, 1810

Landesbibliothek Oldenburg

Shelf Mark: GE II 5 A 50: 2

II. Bestimmung der Länge von Quito, nach den Beobachtungen, welche die französischen und spanischen Astronomen in den Jahren 1736 bis 1740 auf dem Schauplatz der Äquatorial-Gradmessung angestellt ...

urn:nbn:de:gbv:45:1-1395823

Visual Library

sicht zu nehmen. Sie beweist indessen auch, *dafs die Länge weit westlicher sey*, als man sie bisher angenommen hat.

Die Distanzen sind hier sehr klein. Durch *Delambre's* Formel, welche den Cosinus der wahren Entfernung angiebt, liefsen sie sich ohne grofse trigonometrische Tafeln nicht scharf genug berechnen. Ich habe sie daher nach der folgenden reducirt.

$$\sin.^2 \tfrac{1}{2} D' = \sin.^2 \tfrac{1}{2} (A - B) + \frac{\cos. A . \cos. B .}{\sin. a . \sin. b .} \sin. \tfrac{1}{2} (D + a - b) \sin. \tfrac{1}{2} (D + b - a),$$

worin A und B die wahren Höhen vom Planeten und Monde; a und b die scheinbaren, D die beobachtete, und D' die wahre Distanz bezeichnet. Sie läfst sich leicht aus *Dunthorn's* Formel herleiten, wenn man nur die Differenz der Cosinusse in zwey Factoren zerlegt, und dann bedenkt, dafs $\cos. x = 1 - 2 \sin.^2 \frac{1}{2} x$ ist.

Ich halte mich aber an das Resultat, welches mir die von Herrn *von Humboldt* beobachteten Monds-Abstände, und die beyden Immersionen gegeben haben, und setze *die Länge von Quito* aus diesen $5^{St}\ 24'\ 22''$ *westlich von Paris.*

II. *Bestimmung der Länge von Quito nach den Beobachtungen, welche die französischen und spanischen Astronomen in den Jahren* 1736 *bis* 1740 *auf dem Schauplatz der Äquatorial-Gradmessung angestellt haben.*

« Comme nous avons fait (so eröffnet *Bouguer* den VI. §. des dritten Abschnitts seiner Gestalt der Erde) différentes observations à Quito, et que c'est outre cela comme la méridienne de cette ville que nous avons tracé par nos triangles, il est à propos d'en déterminer l'exacte situation. J'ai reconnu par des éclipses de lune, et par des immersions et émer-

sions des satellites de Jupiter, que Quito est vers l'occident par rapport à Paris de 5^h 21′ ou de 80° 15′. » Ohne sich aber in ein weiteres Detail einzulassen, und was man aus der Art, wie er diesen Paragraphen über die Lage von Quito anfängt, gar nicht muthmaßen sollte, sagt er gleich darauf: « mais ce qu'il s'agit ici principalement de savoir, c'est la situation par rapport à nos triangles. »

Zu eben der Zeit, wo *Bouguer* diesen dictatorischen Ausspruch über den Meridian von *Quito* that, ließ *la Condamine* am Collegium der Jesuiten die Resultate der merkwürdigen peruanischen Grademessung, und zugleich die Länge dieser Stadt zu 81° 22′, *in Marmor graben*. Neun Jahre später setzte *d'Anville* auf der Charte, die er nach *la Condamines* Messung und Conjecturen entwarf, 80° 30′. *Ulloa* berechnete aus einer Monds-Finsterniß und einigen von ihm beobachteten Jupiters-Trabanten-Verfinsterungen, die Länge von Quito zu 80° 40′¼; auf seinem Plane von Quito macht er sie gar 81° 45′.

Bey diesen schwankenden Resultaten, die gleichwohl von denen ausgemittelt worden waren, welche selbst an der Grademessung Theil genommen hatten, scheint man bis auf diese Stunde doch der *Bouguerschen* Bestimmung den Vorzug gegeben zu haben. Der Glaube an sie war so fest, daß man die, von den französischen Academikern astronomisch bestimmten Punkte als einen Prüfstein annahm, wenn von geographischen Verbesseruugen die Rede war. Das Vertrauen, das man den Arbeiten der peruvischen Grademessung schenkte, war ohnstreitig gerecht, und jede Änderung, die wir daran vornehmen wollen, muß durch die bündigsten Gründe als richtig dargethan werden. Die Mühe, die ich auf die Reduction der uns überlieferten alten Beobachtungen verwandt habe, wird, wie ich mir schmeichle, ein sprechender Beweis für die Achtung seyn, welche ich für jene verdienstvollen Männer hege.

Doch nichts hienieden trägt das Gepräge unabänderlicher Gewifsheit. Der Freyherr *von Zach* bewiefs, dafs die *liesganigsche* Messung zur Bestimmung der Figur der Erde unbrauchbar sey. *Swanberg* berichtigte die nordische Grademessung, *von Beck Calkoen* diejenige des *Snellius*; auch die *Cassinische* Arbeit in Deutschland ist nicht unangefochten geblieben.

Nach siebenzig Jahren wage ich es, *von neueren Beobachtungen unterstützt*, den Meridian der peruanischen Grademessung zu verdrängen. Die Sache betrifft einen Raum von funfzig Bogenminuten, und dürfte um so eher von Wichtigkeit seyn, da in unsern Zeiten auch die Gestalt der Parallele zur Sprache kommt. Ich darf mir daher schmeicheln, dafs man die Weitläuftigkeit meiner Darstellung zur Begründung der aus Herrn *von Humboldt's* Beobachtungen berechneten Länge, nicht nur verzeihlich, sondern vielmehr nothwendig finden werde.

Die beyden Verfinsterungen des ersten Jupiters-Satelliten hatten indessen Herrn *von Humboldt* in Quito schon an der Richtigkeit der geographischen Lage dieser Stadt Zweiffel erweckt. Die Umstände, welche bey den zwey Beobachtungen obwalteten, die Nähe des Jupiters nämlich bey der Opposition[1], waren freylich *von der* Art, dafs sie ihnen einiges von ihrer Güte benehmen konnten; gleichwohl war nicht einzusehen, wie mit einem Dollondschen Fernrohr von fünfundneunzigmaliger Vergröfserung *so viel* zu fehlen sey. Die Beyspiele zu Havana, im Januar 1801, wo Jupiter doch auch sehr nahe an der Opposition war, da Herr *von Humboldt* mit *Galiano* und dem Brigadier *Montes* innerhalb wenigen Secunden übereinstimmend, den Eintritt, sechs Tage vom Gegenschein, beobachtete, schienen die Meinung für die

[1] Die Opposition des Jupiters und des Mondes fiel am 19. Febanar 1802.

Vergröfserung der Länge in Schutz zu nehmen, wenn sie gleich nicht alle Zweiffel hoben. Jede Nacht (sagt das Original), wenn der Nautical-Almanac eine Verfinsterung verkündete, wurde defswegen zur gehörigen Zeit durchwacht, und gewifs wurde keine einzige durch Unachtsamkeit versäumt. Oft wenn der schönste Anschein zu einer glücklichen Beobachtung war, umzog sich der Himmel bald darauf mit Wolken, und bewährte die Unbeständigkeit des dortigen Clima's.

Der bekannte spanische Geograph *la Cruz* war meines Wissens der erste, der *Quito* 25′ westlicher setzte, als man bishero annahm. Da er jedoch im mindesten nicht anführte, was ihn zu dieser Änderung bewogen hatte; so konnte man die Neuerung eher für einen Fehler, als für eine Verbesserung seiner grofsen Charte von Südamerica ansehen, und wirklich hat man ihn defswegen, sowohl in Spanien als auch in Deutschland, getadelt. Das Deposito hydrografico di Madrid nimmt die Länge von Quito auf den vortrefflichen Charten des, um die Geographie von America so sehr verdienten *Malaspina*, noch immer 5^{h} 22′ 46″ von Paris an.

Doctor *Caldas*, von dem ich mehrere astronomische Beobachtungen mitgetheilt habe, scheint das Schwierige und Ungewisse in Quito's Länge auch gefühlt zu haben; wenigstens äufsert er sich nicht undeutlich darüber in seinem Manuscripte, und räumt *la Condamine's* Annahme 81° 22′ den Vorzug ein. Doch, wie mich dünkt, aus keinem andern Grunde, als weil er vermuthete, dafs das, was man der Nachwelt durch den Meissel überliefert, doch wohl vorher erwogen worden seyn müsse.

So hat denn vielleicht niemand die wahre Länge des Schauplatzes der peruanischen Grademessung mit Sicherheit gekannt. Ich sage, *mit Sicherheit*; denn ich

kenne das Schwierige der geographischen Längenbestimmungen zu gut, als dafs ich nicht wissen sollte, was es auf sich hat, die geographische Lage eines Orts auf einige Secunden zu bestimmen. Der Überblick der Beobachtungen, und die Sorgfalt die ich, auf Herrn *von Humboldt's* besondere Empfehlung, auf die Länge von Quito verwandt habe, lassen mich indessen glauben, dafs sie der Wahrheit nahe sey.

Nach dieser historischen Darstellung werde ich nun den Gang meiner Untersuchung vor Augen legen.

A. *Bestimmung der Länge aus beobachteten Jupiters-Trabanten.*

Ulloa's Sammlung astronomischer Beobachtungen, die seiner Voyage à l'Amérique méridionale beygefügt ist, dürfte nicht in jedermann's Händen seyn; aus diesem Grunde und um nachschlagen zu ersparen, setze ich zuvörderst die Original-Beobachtungen hierher. Im Jahre 1736 stellten *Ulloa* und *Godin*, zu *Quito*, mit einem achtzehnfufsigen Fernrohr folgende Beobachtungen der Jupiters-Trabanten-Occultationen an.

Epoche.		Wahre Zeit.	Umstände.
1. Jul.	Im. 3. Sat.	$14^U\ 42'\ 42''$	Bey etwas dunkeler Luft.
8.	Im. 1.	$10^U\ 4'\ 41''\frac{1}{2}$	Heiterer Himmel.
15.	Im. 1.	$11^U\ 56'\ 28''$	Sehr bezogene Luft.
24.	Im. 2.	$8^U\ 19'\ 24''$	Etwas dunkele Luft.
18. Ag.	Em. 2.	$14^U\ 16'\ 47''$	Werden keine Umstände angegb.
zu Ca-	17. Spt. Em. 1.	$7^U\ 37'\ 19''\frac{1}{2}$	Sehr heitere Luft.
jambe	19. Spt. Em. 3.	$6^U\ 33'\ 54''$	Dunkele Luft.

Gleichzeitige, an andern Orten angestellte Beobachtungen habe ich nicht auffinden können. Ich war daher genöthigt, sie mit *Delambre's* Tafeln zu vergleichen. Einige Beobachtungen, die ohngefähr in den Zeitraum fielen, worin *Ulloa* die seinigen angestellt hatte, dienten mir dazu, die Übereinstim-

mung der Tafeln mit dem Himmel zu entdecken. Auch *Ulloa* hatte keine correspondirende erhalten können. Nach einer damals sehr üblichen Methode, wo man die Zwischenzeit nicht weit von einander entfernter Ein- oder Austritte nach den Tafeln berechnete, und so durch Anbringung dieses Resultats sich eine gleichzeitige verschaffte, erhielt er folgende Resultate für die Länge von Quito:

Aus der Immersion vom 8. Julius .	5 St 21′ 35″ und 5 St 20′ 51″
Immersion vom 24. Julius	5 St 22′ 34″
Emersion vom 18. August .	5 St 24′ 34″
Emersion vom 17. Septbr. .	5 St 23′ 53″ (auf Paris reducirt).

Delambre's Tafeln gaben mir die Länge folgendermafsen:

α. Aus Beobachtungen des ersten Trabanten.

1736.	Wahre Zeit zu Quito.	Wahre Zeit zu Paris.	Länge von Quito.
Julius 8. Immers. I. Trabanten	16U 4′41 ″½	15U 27′ 52″	5 St 23′ 10″½
Julius 18. zu *Cajambe* Em. I. *	7U 37′19 ″½	12U 59′ 20″½	5 St 23′ 30″½

* Das Resultat dieser Beobachtung ist um 1′ 30″ vermehrt, und dadurch auf Quito reducirt worden.

β. Aus Beobachtungen des zweyten Trabanten.

Julius 24. Imm. II. Trabanten	12U 10′ 30″½	17U 33′ 20″½	5 St 22′ 50″
August 18. Em. II. Trabanten	12U 16′ 47″	17U 39′ 55″½	5 St 23′ 8″½

γ. Aus Beobachtungen des dritten Trabanten.

Julius 1. Imm. III. Trabanten	12U 42′ 42″	18U 8′ 20″	5 St 25′ 38″

Zweymal glaubte ich die Leseart verbessern zu müssen; einmal bey der Beobachtung vom 1. Julius, wo die Stunde 12 statt 14, ein anderes mal bey der vom 18. August, wo sie gleichfalls 12 seyn mufste. Beym *Ulloa* finden sich noch andere Fehler. So mufs zum Beyspiel der Mittags-Unterschied zwischen *Quito* und *Yaruqui* 1′ 30″ statt 1′ 3″ seyn. *Ulloa* verwechselt aber den Längen-Unterschied zwischen *Ca-*

Landesbibliothek Oldenburg

jambe und *Quito*, mit dem zwischen *Quito* und *Yaruqui*. Ersterer ist sowohl nach *Bouguer's* als auch nach *la Condamine's* Charte $1'\ 30''$, letzterer $50''$ östlich in Beziehung auf Quito.

Um nun die Abweichung der Delambreschen Tafeln von den Beobachtungen zu erforschen, berechnete ich alle, in den Monathen Julius, August und September des Jahres 1736 beobachtete Ein- und Austritte der Jupiters-Trabanten, soviel ich deren auffinden konnte, und erhielt auf diesem Wege folgende Resultate.

Die Beobachtungen sind grösstentheils aus der Sammlung[1] der zu Pekin angestellten entlehnt.

Erster Trabant.	Beobachtete wahre Zeit der Beobachtung auf Paris reducirt.	Berechnete	Abweichung der Tafeln.	Länge des Fernrohrs dessen sich der Beobachter bediente.
1736. Immers.				
3. Julius. Pekin	$8^U\ 3'\ 51''$	$8^U\ 3'\ 23''$	$-\ 28''$	nicht bemerkt.
12. Julius. Pekin	$4^U\ 25'\ 56''$	$4^U\ 24'\ 21''\frac{1}{2}$	$-\ 94''\frac{1}{2}$	13 Fuss.
Emersionen.				
9. August. Paris	$14^U\ 17'\ 26''$	$14^U\ 16'\ 27''\frac{1}{2}$	$-\ 58''\frac{1}{2}$	16 Fuss.
11. August. Paris	$8^U\ 45'\ 50''$	$8^U\ 44'\ 53''\frac{1}{2}$	$-\ 56''\frac{1}{2}$	16 Fuss.
20. August. Pekin	$5^U\ 11'\ 21''$	$5^U\ 10'\ 28''$	$-\ 53''$	13 Fuss.
29. August. Pekin	$1^U\ 36'\ 56''$	$1^U\ 36'\ 23''$	$-\ 33''$	nicht bemerkt.
21. Septb. Pekin	$2^U\ 0'\ 3''$	$1^U\ 58'\ 14''\frac{1}{2}$	$-\ 108''\frac{1}{2}$	nicht bemerkt.
28. Septb. Pekin	$3^U\ 56'\ 43''$	$3^U\ 56'\ 1''$	$-\ 42''$	9 Fuss.
7. Octbr. Pekin	$0^U\ 22'\ 51''$	$0^U\ 23'\ 7''$	$+\ 16''$	20 Fuss.
14. Octbr. Pekin	$2^U\ 20'\ 41''$	$2^U\ 20'\ 28''$	$-\ 23''$	8 Fuss.
Zweyter Trabant.				
9. Spt. Em. Pekin	$1^U\ 38'\ 1''$	$1^U\ 37'\ 43''$	$-\ 18''$	14 Fuss.
5. Spt. Em. Pekin	$12^U\ 17'\ 42''$	$12^U\ 17'\ 48''$	$+\ 6''$	16 Fuss.

Für den dritten Trabanten habe ich keine Beobachtungen gefunden, die auch nur erträglich nahe beym 1. Julius wären, und in der Sammlung der Pekiner Beobachtungen findet sich nur eine einzige Fin-

[1] Observationes astronomicæ a patribus soc. Jesu. Pekini Sinarum factæ. Vindob. 1768.

sternifs vom dritten Trabanten im Jahre 1736, die noch dazu in der Mitte des November-Monaths angestellt worden ist. Der mittlere Fehler für den ersten Trabanten ist $= 47''\frac{1}{2}$, für den zweyten Trabanten ist er nur $= 6''$.

Nach gehöriger Verbesserung der vorher gefundenen Resultate, durch die berechneten mittleren Abweichungen von $= 47''\frac{1}{2}$ und $6''$, stehen die Längen-Unterschiede nun folgendermafsen:

Aus Beobachtungen des ersten Trabanten 5 St 24′ 8″
zweyten Trabanten 5 St 23′ 5″
dritten Trabanten 5 St 25′ 38″

Wollte man die Beobachtungen hingegen durch die ihnen zunächst liegenden verbessern; so würde die Länge von Quito aus denen vom ersten Trabanten auf $5^{St}\ 24'\ 28''\frac{1}{2}$ anwachsen.

Bey Reduction der Pekiner Beobachtungen auf den Meridian von Paris, habe ich die Länge des Collegiums der portugiesischen Jesuiten, wo Pater *Kögler* die seinigen anstellte, $7^{St}\ 36'\ 9''$ angenommen. Sie gründet sich auf *Triesnecker's* neueste Untersuchungen über die Länge dieser Sternwarte[1]. Es ist mir nicht unbekannt, dafs *Pingré* sie auf $7^{St}\ 36'\ 23''$ erhöht wissen wollte[2]: eben so weifs ich auch, dafs *Roumowsky* sie wiederum $38''$ kleiner annimmt. Allein *Triesnecker's* Autorität ist, zumal da seine Bestimmung sich auf, von ihm berechnete Stern-Bedeckungen gründet, in geographischen Orts-Bestimmungen zu allgemein anerkannt, als dafs ich ihr nicht den Vorzug hätte geben sollen. Hierzu kommt noch, dafs *Pingré* aus *Kögler's* Beobachtungen der Jupiters-Trabanten-Verfinsterungen ganz dieselbe Länge von $7^{St}\ 36'\ 9''$ findet, und zwar aus achtzig Immersionen und eben so vielen Emersionen. *Gaubil's* Beobachtungen, jedoch in geringerer

[1] Ephemerides astron. Vindobonenses anni 1806.
[2] Mémoires de l'académie de Paris pour 1764.

Anzahl, gaben ihm 7^{St} 36′ 32″, und es scheint, als wenn er dieses Resultat für sicherer halte; wenigstens sagt er, dafs *Gaubil* mit gröfserer Genauigkeit, als sein Ordensbruder *Ignatius Kögler* beobachtet habe.

Da meine so eben ausgemittelten Abweichungen der *Delambreschen* Tafeln sich auf *Kögler's* Beobachtungen stützen; so wird es nöthig seyn, den Verdacht, den *Pingré* bey dieser Gelegenheit gegen *Kögler* nicht undeutlich äufsert, etwas näher zu beleuchten. « En étudiant (sagt er auf der 270. Seite der Mémoires de l'académie des sciences pour l'année 1764) toutes les circonstances des observations du P. Kögler, je me suis aperçu qu'il régloit ordinairement sa pendule domestique sur des observations du passage du soleil et de plusieurs étoiles au méridien. Nous n'avons pas ces observotions; peut-être se regloit-il sur des tables défectueuses d'étoiles; peut-être son instrument n'étoit-il pas bien placé dans le plan du méridien; peut-être n'étoit-il pas bien vertical; ce qu'il y a de certain, c'est que dans les observations d'étoiles derrière le disque de la lune, il y a très-souvent des différences de trente à quarante secondes et même plus fortes, entre les déterminations du P. Gaubil et celles du P. Kögler. Il y a même lieu de douter, si dans ces premiers temps le Père Kögler avoit une pendule à secondes; ses observations sont toutes en minutes, ou quelquefois en demi-tiers ou quart de minutes seulement. Enfin le P. Kögler se servoit indistinctement de lunettes de huit, dix, treize, quatorze et dix-huit pieds, au lieu que le P. Gaubil en employoit constamment une de quatorze pieds. »

Wie kräftig alle diese von *Pingré* hergezählten Gründe, um gegen die *Köglerischen* Beobachtungen Verdacht zu erregen, in der That seyn mögen, wird auch dem Unbefangensten einleuchtend seyn. Denn dafs *Kögler* seine Uhr nach Durchgängen der Sterne

durch den Mittagskreis berichtigte, das pflegen bis auf diese Stunde noch die gröfsten Astronomen zu thun; dafs zwischen seinen und *Gaubil's* Beobachtungen bisweilen Unterschiede von 30″ bis 40″ herrschen, zeigt nun freylich an, dafs einer von beyden sich versehen habe; es wäre aber zu wünschen, *Pingré* hätte durch fernere Rechnung entschieden, wer von beyden den Fehler begangen habe. Wer nur etwas im astronomischen Calcul gethan hat, wird bereits Gelegenheit gehabt haben, zu bemerken, dafs Disharmonie in den Resultaten eben so oft in unrichtigen Zeit-Reductionen, als in den Beobachtungen selbst zu suchen sey, und dafs einige wenige Abweichungen zwischen zwey Beobachtern noch bey weitem keinen hinreichenden Grund abgeben, vieljährige Früchte astronomischen Fleifses für unbrauchbar zu erklären. Wenn übrigens, was ich nicht weifs, jene Differenzen bey Ein- oder Austritten am hellen Monds-Rande oder bey andern ungünstigen Umständen Statt gefunden haben; so dürfte der Fall nicht unter die unerhörten gerechnet werden müssen. Die übrigen Einwürfe beweisen blofs die Möglichkeit einer Unsicherheit, und von dieser Art ist, wie wir wissen, gegen jede unserer Beobachtungen ein Zweiffel aufzuwerfen. *Kögler's* Pendeluhr war freylich, wie *P. Hallerstein* in der Vorrede zu seiner Sammlung Pekinischer Beobachtungen sagt, nur ein *mediocre opus*, setzt aber gleich hinzu: « Pendulum exigebat ad triangulum filare ferreum, amplum, exacte in meridiano constitutum; atque ut erat visu admodum acuto, satis tute et accurate organorum defectum diligentia compensante ».

Pingré's Behauptung, dafs *Kögler* seine Beobachtungen in ganzen oder in Viertelminuten angegeben, wird durch Pater *Hallerstein's* Bemerkung sehr eingeschränkt, nach welcher *Kögler in den ersten Jahren* selten einzelne, sondern nur die

Zehner von Secunden angemerkt hat[1]. Sie dürfte desto weniger auf die, von mir berechneten Beobachtungen angewendet werden können, da sie in die letzte Hälfte des Zeitraums fallen, wo sie in *Pekin* angestellt wurden. Der wichtigste Vorwurf, den man *Köglers'* Beobachtungen machen könnte, möchte der Gebrauch so sehr verschiedener Sehrohre seyn, und ich hätte bey Bestimmung der Abweichung der Tafeln darauf Rücksicht nehmen sollen; allein *Pingré's* Bemerkung auf der 269. Seite der Mémoires de l'acad. des sciences etc., dafs *Kögler* oft mit einem Fernrohre von acht Fufs die Emersionen weit früher, so wie die Immersionen später gesehen, als *Cassini* und *Maraldi*, dem er doch an einem andern Orte Luchsaugen giebt, (Mém. de l'acad. des sciences pour 1764, p. 341), sie mit Fernrohren von vierzehn, sechzehn bis achtzehn Fufs beobachtet hatten, liefsen mich glauben, dafs man eine Verbesserung *nicht mit Sicherheit* anbringen könne, um so mehr noch, da *Hallerstein* des *Köglers Gesichtsschärfe ausdrücklich rühmt.*

Das Mittel aus den Beobachtungen der drey Jupiters-Trabanten ist also nach der, von mir angebrachten Verbesserung, $5^{St}\ 24'\ 17''$ von Paris.

Dafs ich auf die zwey bey dunkelm Himmel angestellten Beobachtungen keine Rücksicht genommen habe, wird mir keinen Tadel zuziehen. Die Immersion des ersten Satelliten vom 15. Julius gab übrigens $5^{St}\ 24'\ 24''$, die Emersion des dritten Satelliten vom 19. September $5^{St}\ 21'\ 23''\frac{1}{2}$; ohne Verbesserung mit den Tafeln verglichen. *Ulloa* beobachtete zu *Quito*, in Gesellschaft der französischen Academiker, vier Monds-Finsternisse[2]. Er verglich eine einzige davon mit den correspondirenden, von

[1] Hallersteinii observationes Pekini factæ, p. 332.

[2] Voyage à l'Amérique méridionale. Observations astronomiques, livre III. chap. II.

le Monnier und *de Fouchy* angestellten, und fand daraus die Länge von *Quito* $5^{St}\ 22'\ 5''$, wenn wir nämlich den Meridian, wo die Finsternifs beobachtet worden ist, $50''$ östlich von Quito annehmen. *Ulloa* fand zu den drey übrigen keine gleichzeitigen.

Ich habe seitdem in den Denkschriften der Pariser Academie, und in der Sammlung von *le Monnier's* Beobachtungen, zu den vier von *Ulloa* beobachteten Monds-Finsternissen correspondirende aufgefunden, und sie mit einander verglichen. Überdem habe ich nach unsern neuesten Sonnen- und Monds-Tafeln die Phasen der Monds-Finsternisse für den Meridian von Paris berechnet.

Diese Mühe könnte freylich überflüfsig scheinen; allein der Umstand, dafs ich bisweilen Beobachtungen anonymer Astronomen benutzen mufste, machten sie vielmehr *nothwendig*. Zudem gab mir die Rechnung ein Mittel an die Hand, den Werth der alten Beobachtungen einigermafsen prüfen zu können. Die Überzeugung von der grofsen Vollkommenheit unserer Sonnen- und Monds-Tafeln, und die Kenntnifs der Mängel, welche den Beobachtungen der Monds-Finsternisse durchgängig anzukleben pflegen, zwingen mir das Geständnifs ab, dafs mir die, auf diesem Wege erhaltenen Resultate grofses Zutrauen zu verdienen scheinen. In einem Falle, wie der gegenwärtige ist, wünschte ich gerne jeden Zweiffel gehoben zu sehen, den man nicht ganz mit Unrecht gegen manche Beobachtung hätte aufwerfen können.

B. *Bestimmung der Länge aus den beobachteten Monds-Finsternissen.*

Am 19. September 1736 beobachtete *Ulloa*:

Den Anfang der Monds-Finsternifs um $7^U\ 47'\ 19''$, die totale Immersion um $8^U\ 51'\ 32''$, die Emersion um $10^U\ 38'\ 24''$ wahrer Zeit zu *Yaruqui* $50''$ östlich von *Quito*.

In mittlerer Zeit ausgedrückt, stehen die Beobachtungen nun so:

Anfang . .	$7^U\ 40'\ 28''$
Immersion .	$8^U\ 44'\ 50''$
Emersion .	$10^U\ 31'\ 41''\frac{1}{2}$

Für den 19. September $15^U\ 0'\ 0''$ mittlerer Pariser Zeit berechnete ich zuvörderst folgende Elemente:

Länge der Sonne nach *von Zach* $5^Z\ 27°\ 21'\ 21'',6$, nach *Delambre* $5^Z\ 27°\ 21'\ 23'',9$, Zeitgleichung $-\ 6'\ 42'',8$. Stündliche Bewegung der Sonne in der Länge $2'\ 26'',96$, Halbmesser der Sonne $15'\ 58'',55$.

Länge des Mondes nach *Bürg* und *von Zach* $11^Z\ 27°\ 21'\ 23'',5$, Breite $0'\ 5'',9$ südlich; nach *Triesnecker* $11^Z\ 27°\ 21'\ 11'',1$, Breite $0'\ 7'',7$ südlich; nach dem *Bur. des long.* $11^Z\ 27°\ 21'\ 19'',4$.

Die Äquatorial-Parallaxe des Mondes nach *Bürg* $53'\ 58'',7$, Monds-Halbmesser $14'\ 43'',94$; nach *Triesnecker* $53'\ 59'',2$, Monds-Halbmesser $14'\ 44'',08$.

Stündliche Bewegung des Mondes in der Länge $29'\ 31'',7$, für die folgende Stunde $+\ 0'',08$. Stündliche Zunahme der südlichen Monds-Breite $2'\ 44'',3$.

Hieraus ergab sich:

Die Opposition nach *Bürg* und *von Zach* $14^U\ 59'\ 55'',8$ mittlerer Zeit nach *Triesnecker* und *von Zach* $15^U\ 0'\ 23'',3$.

Die Monds Breite ist nach *Bürg* $5'',9$ südlich, nach Triesnecker $8'',9$ südlich, zur Zeit der Opposition.

Dann ist ferner:

Die Neigung der Monds-Bahn gegen die Ecliptic $5°\ 46'\ 28''$, stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne in der Bahn $27'\ 13'',0$.

Das Mittel der Finsternifs nach *Bürg* und *von Zach* $14^U\ 59'\ 54'',5$, nach *von Zach* und *Triesnecker* aber $15^U\ 0'\ 21'',3$.

Nachdem ich meine Rechnung auf diese Stücke gebauthatte, erhielt ich mit der Mayerschen Bestimmung des Erdschattens, wobey die Correction $= \frac{1}{60}$ (Äquatorial-Parallaxe des Mondes $+$ Parallaxe der Sonne), folgende mittlere Zeiten der Phasen für den Meridian von Paris.

	Nach *Bürg*.	Nach *Triesnecker*
Anfang	$13^U\ 1'\ 20'',8$	$13^U\ 1'\ 46''$
Immersion	$14^U\ 6'\ 18'',0$	$14^U\ 6'\ 44''\frac{1}{2}$
Emersion	$15^U\ 53'\ 31'',0$	$15^U\ 53'\ 58''\frac{1}{2}$

Landesbibliothek Oldenburg

Auf gleiche Art wurden dann die Elemente der Herren *Delambre*, *Burkhard*, *von Zach*, *Bürg* und *Triesnecker* mit einander verglichen. Das Resultat dieser verschiedenen Combinationen war folgendes:

Elemente	Anfang.	Immersion.	Emersion.
Nach *Delambre* und *Bürg.* .	13U 1′ 26″,0	14U 6′ 23″,2	15U 53′ 36″,0
Delambre und *Triesnecker*	13U 1′ 51″,2	14U 6′ 49″,4	15U 54′ 3″,4
Delambre und *Burkhardt* .	13U 1′ 35″,0	14U 6′ 32″,2	15U 53′ 45″,0
von Zach und *Burkhardt* .	13U 1′ 30″,0	14U 6′ 27″,0	15U 53′ 40″,0

Vergleichen wir hiermit nun *Ulloa's* Beobachtungen, so erhalten wir für die geographische Länge der Ebene von *Yaruqui*:

	Nach *von Zach* und *Bürg.*	Nach *Delambre* und *Bürg.*	Nach *Burkhardt* und *Delambre.*
Aus dem Anfange	5 St 20′ 53″	5 St 20′ 58″	5 St 21′ 7″
Eintritte	5 St 21′ 28″	5 St 21′ 33″	5 St 21′ 42″
Austritte	5 St 21′ 50″	5 St 21′ 55″	5 St 22′ 4″
Im Mittel .	5 St 21′ 34″	5 St 21′ 29″	5 St 21′ 38″
Mittags-Unterschied .	+ 50″	+ 50″	+ 50″
Länge von *Quito* .	5 St 22′ 24″	5 St 22′ 19″	5 St 22′ 28″

	Nach *Burkhardt* und *von Zach.*	Nach *von Zach* und *Triesnecker.*	Nach *Triesnecker* und *Delambre.*
Aus dem Anfange	5 St 21′ 2″	5 St 21′ 18″	5 St 21′ 23″
Eintritte	5 St 21′ 37″	5 St 21′ 54″	5 St 21′ 59″
Austritte	5 St 21′ 50″	5 St 22′ 17″	5 St 22′ 22″
Im Mittel .	5 St 21′ 33″	5 St 21′ 50″	5 St 21′ 55″
Mittags-Unterschied .	+ 50″	+ 50″	+ 50″
Länge von *Quito* .	5 St 22′ 23″	5 St 22′ 40″	5 St 22′ 45″

Das Mittel aus diesen Mittelzahlen ist $5^{St}\ 22'\ 30''$.

Die Monds-Finsterniſs vom 8. September 1737 wurde gemeinschaftlich von den Academikern beobachtet. Der Anfang wird als zweiffelhaft angegeben; *Ulloa* sah das Ende aber um $11^{U}\ 30'\ 51''\frac{1}{2}$, *Bouguer*

Landesbibliothek Oldenburg

um $11^U\ 30'\ 35''$, *Godin* um $11^U\ 30'\ 47''$. Letzterer beobachtete überdem noch vor und nach der gröfsten Verfinsterung vier Phasen, aus welchen er die Zeit der gröfsten Verdunkelung $10^U\ 12'\ 35''$ fand.

Ich berechnete zuvörderst folgende Stücke:

Für $15^U\ 36'\ 0''$ mittlerer Zeit zu Paris.

Länge der Sonne nach *von Zach* $5_Z\ 16°\ 23'\ 58'',2$, nach *Delambre* $5_Z\ 16°\ 24'\ 1'',5$.

Stündliche Bewegung der Sonne $2'\ 26'',05$, Halbmesser der Sonne $15'\ 55'',6$, Zeitgleichung $-\ 2'\ 50''$.

Wahre Länge des Mondes nach *von Zach* und *Bürg* $11_Z\ 16°\ 21'\ 21'',8$, Breite $40'\ 2'',7$ südlich; nach *Triesnecker's* Tafeln $11_Z\ 16°\ 21'\ 4'',0$, Breite $40'\ 3'',4$s üdlich.

Stündliche Bewegung des Mondes in der Länge $30'\ 33'',0$, für die folgende Stunde $-\ 0'',5$, in der Breite $2'\ 48'',0$ in der folgenden, und $2'\ 48'',26$ in der vorhergehenden Stunde. Der Mond bewegt sich gegen den Südpol.

Die Äquatorial-Parallaxe des Mondes ist nach *Bürg* $54'\ 52'',4$, nach *Triesnecker* $54'\ 52'',9$, der Monds-Halbmesser ist $14'\ 58'',6$ nach *Bürg*, nach *Triesnecker* $0'',1$ kleiner.

Diese Elemente zum Grunde gelegt, erhielt ich:

Die Neigung der Monds-Bahn $5°\ 41'\ 27''$, die stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne in seiner scheinbaren Bahn $28'\ 15'',3$.

Von Zach's Elemente für die Sonne und *Bürg's* für den Mond gaben die Opposition $15^U\ 41'\ 33'',8$, die Monds-Breite $40'\ 18'',4$ südlich, die kürzeste Entfernung der Mittelpunkte $40'\ 6'',5$, das Mittel der Finsternifs $15^U\ 33'\ 4'',5$, den verbesserten Halbmesser des Erdschattens $40'\ 0'',5$, die Dauer der Finsternifs 2 St. $39'\ 44'',5$, und damit das Ende der Finsternifs $16^U\ 52'\ 56'',8$. Alles in mittlerer Zeit zu Paris.

Die Verbindung der *von Zachschen* Elemente mit den von *Triesnecker* entlehnten, gab

Die Opposition $15^U\ 42'\ 11'',8$, die südliche Monds-Breite $40'\ 18'',8$, die kürzeste Distanz der Mittelpunkte $40'\ 6'',9$, das Mittel der Finsternifs $15^U\ 33'\ 41'',5$, die Dauer 2 St. $39'\ 46'',5$, das Ende also um $16^U\ 53'\ 34'',8$.

Wir erhalten, aus sechs Combinationen, die Länge von *Quito*

Nach den Elementen der Herren	*von Zach* und *Bürg.*	*Delambre* und *Bürg.*	*Burkhardt* und *von Zach.*
Zeit des Endes zu *Paris* . .	$16^U\ 52'\ 57''$	$16^U\ 53'\ 4''$	$16^U\ 53'\ 6''$
zu *Quito* . .	$11^U\ 27'\ 53''\frac{1}{2}$	$11^U\ 27'\ 53''\frac{1}{2}$	$11^U\ 27'\ 53''\frac{1}{2}$
Länge .	5 St $25'\ 3''\frac{1}{2}$	5 St $25'\ 10''\frac{1}{2}$	5 St $25'\ 12''\frac{1}{2}$

Nach den Elementen der Herren	*Burkhardt* und *Delambre.*	*Triesnecker* und *von Zach.*	*Triesnecker* und *Delambre.*
Zeit des Endes zu *Paris* . .	$16^U\ 53'\ 13''$	$16^U\ 53'\ 35''$	$16^U\ 53'\ 42''$
zu *Quito* . .	$11^U\ 27'\ 53''\frac{1}{2}$	$11^U\ 27'\ 53''\frac{1}{2}$	$11^U\ 27'\ 53''\frac{1}{2}$
Länge .	$5\ St\ 25'\ 19''\frac{1}{2}$	$5\ St\ 25'\ 41''\frac{1}{2}$	$5\ St\ 25'\ 48''\frac{1}{2}$

Im Mittel $5^{St}\ 25'\ 23''$.

Godin fand die Gröfse von 5 Zoll $9'\ 12''$ um $9^U\ 51'\ 12''$ und $10^U\ 34'\ 31''$
von 5 Zoll $29'\ 0''$ um $9^U\ 58'\ 33''$ und $10^U\ 26'\ 5''$

Das Mittel aus der ersten Phase ist $10^U\ 12'\ 51''\frac{1}{2}$
aus der zweyten Phase $10^U\ 12'\ 19''$

also $10^U\ 12'\ 35''\frac{1}{2}$ wahrer Zeit
oder $10^U\ 9'\ 45''\frac{1}{2}$ mittlerer Zeit.

Nach angestellter Vergleichung mit den berechneten Zeiten fand ich folgende Resultate:

	Länge.
Mit den Elementen von *Bürg* und *von Zach* . .	$5\ St\ 23'\ 19''$
Bürg und *Delambre* . .	$5\ St\ 23'\ 26''$
Burkhardt und *von Zach* .	$5\ St\ 23'\ 28''$
Burkhardt und *Delambre*.	$5\ St\ 23'\ 35''$
Triesnecker und *von Zach*	$5\ St\ 23'\ 56''\frac{1}{2}$
Triesnecker und *Delambre*	$5\ St\ 24'\ 3''\frac{1}{2}$
Im Mittel	$5\ St\ 23'\ 38''$

Aus der Vergleichung des Endes und dieser beyden Phasen würde $5^{St}\ 24'\ 30''\frac{1}{2}$ für die Länge von *Quito* folgen.

Die Phasen sind aber nur $14'$ bis $22'$ vor und nach der Zeit der gröfsten Verdunkelung genommen worden, wo sich die Gröfse der Finsternifs nur sehr langsam änderte. Hierzu kommt noch, dafs *Godin* uns eben keinen vortheilhaften Begriff von der Güte seines Micrometers giebt, wenn er sagt, dafs er ihn wenig habe gebrauchen können; eine Äufserung, die in der That *noch dadurch* einen hohen Grad von Wahrheit erhält, dafs *Godin* die Gröfse der Finsternifs um $9^U\ 58'\ 33''$ und $10^U\ 26'\ 5''$ eben so beträchtlich fand, als sie um $10^U\ 12'\ 4''$ war, wo sie

doch ihr Maximum erreicht hatte. Nach meiner Rechnung sollte der Mond 5 Zoll 59′,6 am nördlichen Theil verfinstert werden. Bey diesen Umständen halte ich die, von drey Astronomen gemachte Beobachtung des Endes für sicherer.

Monds-Finsterniſs am 24. Januar 1739.

Ulloa beobachtete am 24. Januar das Ende um $7^U\ 13'\ 30''\frac{1}{2}$. Der Schatten war sehr gut begränzt, und vom Halbschatten deutlich zu unterscheiden.

Für $11^U\ 22'\ 0''$ mittlerer Pariser Zeit berechnete ich zuvörderst folgende Stücke aus den neuesten Sonnen- und Monds-Tafeln, und zwar:

Länge der Sonne nach *von Zach* $10^Z\ 4^o\ 38'\ 14'',9$
nach *Delambre* $10^Z\ 4^o\ 38'\ 17'',1$
Halbmesser der Sonne $16'\ 16'',1$, stündliche Bewegung $2'\ 32'',4$, Zeitgleichung $+\ 12'\ 46'',8$.
Länge des Mondes nach *Bürg* und *von Zach* $4^Z\ 4^o\ 41'\ 16'',5$, südliche Breite $36'\ 12'',3$,
nach *Burkhardt* $4^Z\ 4^o\ 41'\ 12'',4$,
nach *Triesnecker* $4^Z\ 4^o\ 41'\ 11'',5$, südliche Breite $36'\ 11'',5$.
Die Äquatorial-Parallaxe nach *Bürg* $55'\ 11'',0$, nach *Triesnecker* $55'\ 11'',5$, Monds-Halbmesser nach *Bürg* $15'\ 3'',7$, nach *Triesnecker* $15'\ 3'',8$. Stündliche Bewegung des Mondes in der Länge $30'\ 21'',8$, in der folgenden Stunde $+\ 0'',5$. Stündliche Veränderung der Breite $2'\ 47'',4$ gegen den Nordpol.

Die trigonometrische Rechnung gab ferner:

	Nach *Bürg* und *von Zach*.	Nach *von Zach* und *Triesnecker*.
Neigung der scheinbaren Mondsbahn	$5^o\ 43'\ 34''\frac{1}{2}$	. . . . .
Stündliche Bewegung des Mondes von der Sonne	$27'\ 57'',8$	. . . . .
Südliche Monds-Breite	$36'\ 30'',5$	$36'\ 29'',2$
Kürzester Abstand	$36'\ 19'',5$	$36'\ 18'',3$
Opposition des Mondes u. der Sonne	$11^U\ 15'\ 28'',6$	$11^U\ 15'\ 39'',4$

Die Zeit der gröfsten Verdunkelung ist nach *Bürg* um $11^U\ 23'\ 15'',2$, die Dauer der Finsterniſs 2 St 57′ 30″, nach *Triesnecker* ist erstere um $11^U\ 23'\ 25'',7$, und letztere würde 2 St. $57'\ 37''\frac{1}{2}$ austragen.

Hieraus folgt

Das Ende der Finsterniſs nach *Bürg* $6^U\ 51'\ 59''\frac{1}{2}$, nach *Triesnecker* aber $6^U\ 52'\ 14$.

Landesbibliothek Oldenburg

Für die Länge von *Quito* erhalten wir demnach folgende Resultate:

Nach den Elementen der Herren	*von Zach* und *Bürg.*	*Delambre* und *Bürg.*	*Burkhardt* und *von Zach.*
Ende zu *Paris* n. d. Taf. ber.	$0^U\ 51'\ 59''\frac{1}{2}$	$0^U\ 52'\ 4''\frac{1}{2}$	$0^U\ 52'\ 8''\frac{1}{2}$
zu *Quito* beobachtet	$7^U\ 26'\ 18'',2$	$7^U\ 26'\ 18'',2$	$7^U\ 26'\ 18'',2$
Länge von *Quito* .	$5\,St\ 25'\ 41''\frac{1}{2}$	$5\,St\ 25'\ 46''$	$5\,St\ 25'\ 50''\frac{1}{2}$

Nach den Elementen der Herren	*Burkhardt* und *Delambre.*	*Triesnecker* und *von Zach.*	*Triesnecker* und *Delambre.*
Ende zu *Paris* n. d. Taf. ber.	$0^U\ 52'\ 13''\frac{1}{2}$	$0^U\ 52'\ 14''\frac{1}{2}$	$0^U\ 52'\ 19''\frac{1}{2}$
zu *Quito* beobachtet	$7^U\ 26'\ 18'',2$	$7^U\ 26'\ 18'',2$	$7^U\ 26'\ 18'',2$
Länge von *Quito* .	$5\,St\ 25'\ 55''$	$5\,St\ 25'\ 56''\frac{1}{2}$	$5\,St\ 26'\ 1''$

Im Mittel $5^{St}\ 25'\ 51''\frac{2}{3}$.

Ulloa beobachtete zu *Quito* das Ende der Monds-Finsterniſs vom 13. Januar 1740 um $7^U\ 7'\ 24''$ wahrer Zeit. Der Erdschatten war gut begränzt.

Ich fand für den 13. Januar $10^U\ 40'\ 0''$ mittlerer Zeit zu Paris

Die wahre Länge der Sonne $9\,Z\ 23^o\ 10'\ 8'',7$ nach *von Zach*, nach *Delambre* $9^Z\ 23^o\ 10'\ 10'',4$, Halbmesser der Sonne $16'\ 17'',3$, Zeitgleichung $+\ 9'\ 16'',5$, Bewegung $2'\ 32'',7$.

Die Länge des Mondes nach *von Zach* und *Bürg* $3^Z\ 23^o\ 9'\ 3'',1$, nördliche Breite $0'\ 21'',8$; nach *Triesnecker* $3^Z\ 23^o\ 8'\ 46'',9$, nördliche Breite $0'\ 25'',7$; nach *Burkhardt* $3^Z\ 23^o\ 8'\ 59'',0$.

Die Äquatorial-Parallaxe ist nach *Bürg* $54'\ 1'',3$, Monds-Halbmesser $14'\ 44'',65$. *Triesnecker's* Tafeln gaben die erstere zu $54'\ 1'',8$, letzteren zu $14'\ 44''.8$ an. Die Monds-Bewegung in der Länge beträgt $29'\ 35'',6$, für die folgende Stunde $— 0'',2$, die Monds-Breite nimmt in einer Stunde $2'\ 44'',7$ gegen den Nordpol zu.

Landesbibliothek Oldenburg

Hieraus folgt nun ferner:

	Nach von Zach und Bürg.	Nach von Zach und Triesnecker.
Zeit der Opposition	$10^U\ 42'\ 25'',4$	$10^U\ 43'\ 1'',6$
Nördliche Monds-Breite zu dieser Zeit	$28'',5$	$33'',9$
Neigung der Monds Bahn	$5^o\ 47'\ 41''\frac{1}{2}$	. . . . .
Mittel der Finsternifs	$10^U\ 42'\ 19''$	$10^U\ 42'\ 54''$
Kürzester Abstand der Mittelpunkte.	$28'',4$	$33'',7$
Halbe Dauer der Finsternifs . . .	$1\ St\ 58'\ 7'',5$	$1\ St\ 58'\ 8'',9$
Also das Ende	$0^U\ 40'\ 26'',5$	$0^U\ 41'\ 3''$

Nach sechsmaliger Combination der Beobachtungen erhielt ich nachstehende Resultate für die Länge von *Quito*.

Nach den Elementen der Herren	Bürg und von Zach.	Delambre und Bürg.	Burkhardt und von Zach.
Ende zu *Paris* n. d. Taf. ber.	$0^U\ 40'\ 26''\frac{1}{2}$	$0^U\ 40'\ 30''\frac{1}{2}$	$0^U\ 40'\ 35''\frac{1}{2}$
zu *Quito* beobachtet	$7^U\ 16'\ 42''\frac{1}{2}$	$7^U\ 16'\ 42''\frac{1}{2}$	$7^U\ 16'\ 42''\frac{1}{2}$
Länge von *Quito*	$5\ St\ 23'\ 44''$	$5\ St\ 23'\ 48''$	$5\ St\ 23'\ 53''$

Nach den Elementen der Herren	Burkhardt und Delambre.	Triesnecker und von Zach.	Triesnecker und Delambre.
Ende zu *Paris* n. d. Taf. ber.	$0^U\ 40'\ 39''\frac{1}{2}$	$0^U\ 41'\ 3''$	$0^U\ 41'\ 7''$
zu *Quito* beobachtet	$7^U\ 16'\ 42''\frac{1}{2}$	$7^U\ 16'\ 42''\frac{1}{2}$	$7^U\ 16'\ 42''\frac{1}{2}$
Länge von *Quita*	$5\ St\ 23'\ 57''$	$5\ St\ 24'\ 20''\frac{1}{2}$	$5\ St\ 24'\ 24''\frac{1}{2}$

Im Mittel $5^{St}\ 24'\ 1''$.

So haben wir demnach gefunden:

Aus der Monds-Finnsternifs vom 19. September 1736	$5\ St\ 22'\ 30''$
vom 8. September 1737	$5\ St\ 24'\ 30''\frac{1}{2}$
vom 24. Januar 1739 . .	$5\ St\ 25'\ 51''\frac{1}{2}$
vom 13. Januar 1740 . .	$5\ St\ 24'\ 1''$
Im Mittel	$5\ St\ 24'\ 13''\frac{1}{4}$

Mit Ausschlufs der beyden von *Godin*, am 8. September 1737, gemessenen Phasen $5^{St}\ 24'\ 26''\frac{1}{2}$.

Bey den mitgetheilten Berechnungen ist auf die abgeplattete Gestalt der Erde keine Rücksicht ge-

Landesbibliothek Oldenburg

nommen, und dann ist auch der Halbmesser des Erdschattens, als, während der Finsternifs beständig, betrachtet worden. Wenn gleich die defsfalls nothwendigen Verbesserungen unbedeutend sind; so habe ich doch geglaubt, sie in der Folge noch anbringen zu müssen.

Es kam hierbey blofs darauf an, die geographische Breite desjenigen Punktes der Erde zu bestimmen, von dessen Schatten der Monds-Rand beym Ein- oder Austritt getroffen wird. Ich entwarf zu dem Ende, nach bekannten Regeln, die vorerwähnten vier Monds-Finsternisse. Wenn dann der Winkel der Ecliptik mit dem Meridian $= \alpha$, der Winkel, den die kürzeste Entfernung mit der, aus dem Mittelpunkte der Projection zum Mittelpunkte des Mondes gezogenen Linie bildet $= A$, die Declination der Sonne $= \delta$, die Neigung der Mondsbahn gegen die Ecliptik $= i$ gesetzt wird; so hat man den cosin. Polar-Distanz des Orts $t =$ cos. $\delta \times$ cosinus arcus projectionis γt. Wie übrigens der *Bogen* γt aus i, A und α bestimmt wird, mag man am leichtesten aus der Projection der Monds-Finsternifs beurtheilen können. Auf diesem Wege fand ich folgende Resultate.

1) *Für die Monds-Finsternifs vom* 19. *September* 1736. Der Winkel $\alpha = 66^\circ\ 34'$ westlich, $\delta = 1^\circ\ 3'$ nördlich, $i = 5^\circ\ 46''\frac{1}{2}$ $A =$ Zero. Hieraus folgt für den Anfang: $\gamma t = 72^\circ\ 20'\frac{1}{2}$, cos. $\delta \times$ cos. $\gamma t =$ cos. Polar-Distanz des Berührungs-Punktes $t = 72^\circ\ 21'$, also die nördliche Breite von $t = 17^\circ\ 39'$. Eben so ist die südliche Breite des Berührungs-Punktes für das Ende $17^\circ\ 39'$. Die Verbesserung des Erdschattens ist in der Hypothese der Abplattung von $\frac{1}{334} = -1'',1$. Die Monds-Parallaxe nimmt in der folgenden Stunde um $0'',2$ ab. Die halbe Dauer der ganzen Finsternifs ist zwey Stunden, die der totalen Immersion beynahe eine Stunde. Es ist demnach

die Verbesserung des Erdschattens für den Anfang	$-0'',7$
für den Eintritt	$-0'',9$
für den Austritt	$-1'',3$

Landesbibliothek Oldenburg

Die Correction der Zeit des Anfangs	+ 1″,5
des Eintritts	+ 2″,0
des Austritts	− 3′,9
Verbesserung des Längen-Unterschiedes der aus dieser Beobachtung berechnet wurde	− 0″,4

2) *Bey der Finsterniſs vom* 8. *September* 1737 war $\alpha = 67^{\circ}\ 8'$ gegen Westen, $\delta = 5^{\circ}\ 22'\frac{1}{2}$ nördlich A 42° 7′, hieraus folgte die südliche Breite des Berechnungs-Punktes $t = 64^{\circ}\ 32'$, folglich die Verbesserung der Monds-Parallaxe 8″,0. Die halbe Dauer ist $1\frac{1}{3}$ Stunde, innerhalb welcher Zeit die Parallaxe um 1″,1 kleiner wird. Der Halbmesser des Schattens muſs also um 9″;1 verringert werden, und es ist von der berechneten Zeit des Endes, mithin auch von dem Resultat der Länge, 19″,2 abzuziehen.

3) *Am* 24. *Januar* 1739 war, zur Zeit der Beobachtung, $\alpha = 76^{\circ}\ 8'\frac{1}{2}$ gegen Osten $\delta = 19^{\circ}\ 8'$, Breite von t 35° 38′ südlich. Verbesserung der Monds-Parallaxe − 3″,3. Stündliche Zunahme der Parallaxe + 0″,7. Verbesserung des Erdschattens 2″,2, der Zeit des Endes und auch des Längen-Resultats − 4″,3.

4) *Den* 13. *Januar* 1740 war $\alpha = 80^{\circ}\ 19'$ gegen Osten $\delta = 21^{\circ}\ 28'$ südlich. Breite von t 14° 40′$\frac{1}{2}$ südlich. Correction der Parallaxe − 0″,6, des Erdschattens 1″,1. des Längen-Resultats − 2″,4.

Es ist demnach die Länge von *Quito*:

Aus der Monds-Finsterniſs vom 19. September 1736	5 St 22′ 29″$\frac{1}{2}$
vom 8. September 1737 .	5 St 24′ 21″
vom 24. Januar 1739 . .	5 St 25′ 47″$\frac{1}{2}$
vom 13. Januar 1740 . .	5 St 23′ 58″$\frac{1}{2}$
Im Mittel	5 St 24′ 9″

Ohne die beyden Phasen vom 8. September 1737 wäre die Länge 5St 24′ 20″.

Le Gentil hat in den Mém. de l'acad. etc. pour 1755 die Gröfse des Erdschattens bey Monds-Finsternissen untersucht, und eine Tafel für die Verbesserung desselben wegen der Atmosphäre gegeben. Ich

habe seine Arbeit für die Bestimmung der Länge von *Quito* benutzt, und die Phasen der Finsternifs darnach berechnet. Ich fand zuvörderst folgende Verbesserung des *wahren* Erdschattens:

Bey der Monds-Finsternifs vom 19. September 1736	+ 40″
vom 8. September 1737 .	+ 1′ 40″
vom 24. Januar 1739 . . .	+ 45″
vom 13. Januar 1740 . . .	+ 40″

und dann für die erste Finsternifs:

die Verbesserung der Zeiten des Anfangs	+ 31″
des Eintritts	+ 31″
des Austritts	— 31″, also des Längen-Unterschiedes + 10″⅓.

für die zweyte Finsternifs:

die Correction des Endes und also auch der Länge + 2′ 18″⅓.

für die dritte Finsternifs:

die Verbesserung der Länge — 29″⅓.

für die letzte Finsternifs:

die Correction der Länge — 31″⅓.

Wir haben demnach für die Länge von *Quito*

aus der Monds-Finsternifs vom 19. September 1736	5 St 23′ 40″⅓
vom 8. September 1737 .	5 St 25′ 40″
vom 24. Januar 1739 . .	5 St 25′ 22″⅓
vom 13. Januar 1740 . .	5 St 23′ 29″⅔
Im Mittel	5 St 24′ 18″

und mit Ausschlufs der zwey mehr erwähnten Phasen

aus der Beobachtung vom 19. September 1736	5 St 22′ 40″
vom 8. September 1737 .	5 St 27′ 41″⅔
vom 24. Januar 1739 . .	5 St 25′ 22″
vom 13. Januar 1740 . .	5 St 23′ 30″
Im Mittel	5 St 24′ 48″½

Die Übereinstimmung dieser Resultate scheint der *Mayerschen* Bestimmung des Erdschattens den Vorzug eben nicht streitig zu machen.

Übersicht der aus Vergleichung mit den Tafeln erhaltenen Resultate.

Die von *Ulloa* beobachteten Verfinsterungen der Jupiters-Satelliten gaben die Länge von *Quito*	5 St 24′ 17″
Die Monds-Finsternisse gaben nach *Mayer's* Bestimmung des Erdschattens	5 St 24′ 9″
Dieselben nach *le Gentil's* Bestimmung	5 St 24′ 18″
Im Mittel	5 St 24′ 15″

Wenn man die, mir unsicher scheinenden mikrometrischen Messungen vom 8. September 1737 ausschliefsen will; so haben wir für die Länge:

Aus Jupiters-Trabanten-Finsternissen	5 St 24′ 17″
Monds-Finsternissen nach *Mayer*	5 St 24′ 20″
nach *le Gentil*	5 St 24′ 48″½
Im Mittel	5 St 24′ 29″

C. *Vergleichung der von Ulloa angestellten Beobachtungen mit andern correspondirenden Beobachtungen.*

Ulloa konnte im Jahre 1752, was mich freylich etwas befremdet, nur eine einzige gleichzeitige Beobachtung auffinden; es ist die der Monds-Finsternifs vom 19. September 1736, welche, wie schon zu Anfange erinnert worden ist, die Länge $5^{St}\ 22'\ 10''$ gab, wenn *Yaruqui* 20″ östlich von *Quito* liegt.

Ich habe mich seit der Zeit bemüht, alle vier von *Ulloa* beobachtete Monds-Finsternisse mit verschiedenen, auf europäischen Sternwarten gleichzeitig angestellten, vergleichen zu können. Das, was ich gefunden habe, will ich hier vor Augen stellen.

1) Beobachtung der Monds-Finsternifs vom 19. September 1736.

Es wurde beobachtet:

Wahre Zeit.	Zu *Yaruqui* von *Ulloa*.	Zu *Paris* in *Thury* von *Cassini*.	Länge von *Yaruqui*.	Zu *Paris* von *de Fouchy*.	Länge von *Yaruqui*.
Schatten am Galiläus	7U 51′ 4″	. . . . .	. . . . .	1U 11′ 38″	5 St 20′ 34
am Kepler . .	7U 56′ 49″	. . . . .	. . . . .	1U 20′ 6″	23′ 17
am Aristarch .	7U 58′ 29″	. . . . .	. . . . .	1U 21′ 11″	22′ 42
am Tycho . .	8U 11′ 39″	1U 37′ 21″	5 St 25′ 42″	. . . . .	. . . .
am Mare Crisium	8U 43′ 28″	. . . . .	. . . . .	2U 4′ 35″	21′ 7
M. Crisium ganz	8U 47′ 37″	. . . . .	. . . . .	2U 8′ 27″	20′ 50
Immers. d. Mond.	8U 51′ 32″	2U 13′ 16″	5 St 21′ 44″	2U 11′ 15″	19′ 43
Emers. d. Mond.	10U 38′ 24″	3U 59′ 0″	5 St 20′ 36″	3U 58′ 44″	20′ 29
		Im Mittel	5 St 22′ 33″		5 St 21′ 22
		Paris östlich von *Thury*	+ 6″		
		Yaruqui örtlich von *Quito*	+ 50″		+ 50
		Länge von *Quito*	5 St 23′ 29″		5 St 22′ 12

Wahre Zeit.	*Ulloa* zu *Yaruqui*.	*Lemonnier* zu *Paris*.	Länge von *Yaruqui*.	*Maraldi* zu *Guingamp*.	Länge von *Yaruqui*.
Anfang	7U 47′ 19″	1U 8′ 17″	5 St 21′ 27″	. . . . .	. . . .
Schatt. am M. Hum-	7U 55′ 39″	. . . . .	. . . . .	0U 55′ 0″	4 St 59′ 21
am Aristarch . .	7U 58′ 29″	. . . . .	. . . . .	0U 57′ 16″	4 St 58′ 47
am Landsberg . .	8U 2′ 15″	. . . . .	. . . . .	1U 4′ 7″	5 St 1′ 57
am Tycho . . .	8U 11′ 39″	. . . . .	. . . . .	1U 12′ 40″	5 St 1′ 1
Mitte d. M. Nectaris	8U 34′ 24″	. . . . .	. . . . .	1U 35′ 30″	5 St 1′ 6
Ende desselben .	8U 35′ 48″	. . . . .	. . . . .	1U 37′ 0″	5 St 1′ 12
Immers. des Mondes	8U 51′ 32″	2U 12′ 46″	5 St 21′ 14″	. . . . .	. . . .
Emers. des Mondes	10U 38′ 20″	4U 0′ 34″	5 St 22′ 10″	3U 38′ 20″	4 St 59′ 56
		Im Mittel	5 St 21′ 27″		5 St 0′ 28
				Guingamp von *Paris*	+ 22′ 0″
				Quito von *Yaruqui*	+ 50″
				Länge von *Quito*	5 St 23′ 18
				Aus *le Monnier's* Beobachtung	22′ 17″
				Cassini in *Thury*	23′ 29″
				de Fouchy zu *Paris*	22′ 10″
				Länge von *Quito*	5 St 22′ 48

2) Beobachtung der Monds-Finsternifs vom 8. September 1737.

In den *le Monnierschen* Beobachtungen für das Jahr 1737, S. 9, kömmt eine correspondirende vor, die zu *Toulouse* angestellt worden ist. Hieraus war

das Mittel der Finst. zu *Toulouse* um 15U 32′ 0″
zu *Quito* um 12U 13′ 13″½ nach *Godin's* Messung
Quito 5 St 18′ 46″½ von *Toulouse* oder
5 St 22′ 21″½ von *Paris*.

Landesbibliothek Oldenburg

Das Ende zu *Toulouse* um $16^U\ 49'\ 44''$
zu *Quito* um $11^U\ 30'\ 43''$, also von *Toulouse* $5\ St\ 19'\ 1''$,
von *Paris* $5\ St\ 22'\ 39''$.

Garipui beobachtete wahrscheinlich in *Toulouse*. Die Dauer der Finsternifs sollte nach den Tafeln $2^{St}\ 39'\ 46''$ seyn, statt dafs sie nach der Beobachtung von *Toulouse* nur $2^{St}\ 32'\ 19''$ ist. Da nun die Tafeln gewifs nicht sieben und eine halbe Minuten in der Dauer fehlen können; so ist zu vermuthen, dafs zu *Toulouse* der Anfang entweder viel *zu spät*, oder das Ende viel *zu früh* beobachtet worden sey. Ich glaube daher, von dieser Beobachtung um so weniger Gebrauch machen zu dürfen, da *Godin* und *Bouguer* die Dauer doch noch $2^{St}\ 35'\ 39''$ bis $2^{St}\ 33'\ 37''$ fanden, wenn sie gleich beyde den Anfang der Finsternifs als zweiffelhaft bezeichnen, welchen sie daher der Wahrscheinlichkeit nach *zu spät* gesehen haben.

3) Monds-Finsternifs vom 24. Januar 1739.

Manfredi beobachtete zu *Bologna* das Ende um $13^U\ 15'\ 18''$
Ulloa zu *Quito* . . . . . $7^U\ 13'\ 30''\frac{1}{2}$
Also *Quito* von *Bologna* $6\ St\ 1'\ 47''\frac{1}{2}$
von *Paris* $5\ St\ 25'\ 46''\frac{1}{2}$

Guilminet sah das Ende zu *Montpellier* um $12^U\ 43'\ 11''$
Ulloa zu *Quito* . . . . . $7^U\ 13'\ 30''\frac{1}{2}$
Also *Quito* von *Montpellier* $5\ St\ 29'\ 40''$
von *Paris* $5\ St\ 23'\ 30''\frac{1}{2}$.

Im Mittel ist also die Länge von *Quito* $5^{St}\ 24'\ 38''\frac{1}{2}$.

In *Paris* war zur Zeit der Finsternifs der Himmel mit Wolken überzogen. Um $12^U\ 38'\ 50''$ kam der Mond jedoch zum Vorschein, und man zweiffelte in diesem Augenblick daran, *ob die Finsternifs ganz geendigt sey* (s. Mém. de l'acad. etc.). Hieraus würde die Länge von *Quito* $5^{St}\ 25'\ 19''\frac{1}{2}$ folgen.

Die Dauer war nach *Manfredi's* Beobachtung $2^{St}\ 56'\ 26''$, nach *Guilminet's* $2^{St}\ 56'\ 45''$, nach den Tafeln $2^{St}\ 57'\ 30''$.

Landesbibliothek Oldenburg

Cassini macht uns übrigens von *Guilminet's* astronomischem Apparat einen vortheilhaften Begriff (Mémoires de l'acad. p. 1739), und *Manfredi* ist als Astronom bekannt.

Le Monnier giebt noch eine Beobachtung dieser Finsterniſs an, nach welcher das Ende zu *Paris* um $12^U\ 37'\ 22''\frac{1}{2}$ folgt. *Quito* würde hiernach $5^{St}\ 23'\ 52''$ von *Paris* entfernt seyn.

Das Mittel aus diesen vier Vergleichungen ist $5^{St}\ 24'\ 37''$.

4) Monds-Finsterniſs vom 13. Januar 1740.

La Caille beobachtete auf dem *Mont S. Victoire*.

Beym Austritte.	*La Caille* auf dem *M. S. Victoire.*	*Ulloa* zu *Quito.*	Länge von *Quito.*
Der Schatten verläſst den Menelaus	$0^U\ 20'\ 5''$	$6^U\ 42'\ 44''$	5 St 37′ 21″
Mare Nectaris.	$5^U\ 33'\ 32''$	$6^U\ 55'\ 58''$	37′ 34″
Mare Crisium	$0^U\ 38'\ 37''$	$7^U\ 1'\ 53''$	36′ 44″
Ende der Finsterniſs. .	$0^U\ 43'\ 56''$	$7^U\ 7'\ 24''$	36′ 32″
		Im Mittel	5 St 37′ 3″

Nach *von Zach's* neuesten astronomischen Bestimmungen (Monathliche Correspondenz 1806 Februar-Stück, S. 138) ist der *Mont S. Victoire* 12′ 58″,6 östlich, folglich *Quito* $5^{St}\ 24'\ 4''\frac{1}{2}$ westlich von *Paris*.

Le Monnier giebt noch zwey Beobachtungen an, wovon die eine zu *Marseille*, die andere zu *Lyon*, beyde aber *von Ungenannten*, angestellt wurden. Er setzt das Mittel für Paris um $11^U\ 31'\ 30''$, und sagt dann, dafs die Dauer zu *Marseille* $3^{St}\ 56'\frac{1}{4}$, zu *Lyon* aber $3^{St}\ 57'\frac{3}{4}$ gewesen sey. Aus der ersten berechnete ich die Länge von *Quito* $5^{St}\ 22'\ 13''\frac{1}{2}$, aus der zweyten aber $5^{St}\ 22'\ 58''\frac{1}{2}$. Allein es wird wohl niemand Anstand nehmen, *la Caille's* Beobachtung den Vorzug zu geben, zumal wenn dieser Astronom die zu-

verläfsigeren Austritte der Monds-Flecken beobachtet hat.

Die Beobachtungen sind aus den Pariser Mémoiren entlehnt.

Die Resultate unter einen Gesichtspunkt gestellt, ist die Länge von *Quito*:

Aus der Beob. der Monds-Finsternifs vom 19. Septb. 1736	5 St 22′ 48″½
vom 24. Januar 1739	5 St 24′ 37″
vom 13. Januar 1740	5 St 24′ 4″½
Im Mittel	5 St 23′ 50″

Die Vergleichung mit den Tafeln gab aus Jupiters-Trabanten- und Monds-Finsternissen $5^{St}\ 24'\ 29''$.

Das Mittel des, auf diesem dreyfachen Wege gefundenen Längen-Unterschiedes ist $5^{St}\ 24'\ 9''\frac{1}{2}$, und nur $12''\frac{1}{2}$ von der aus Herrn *von Humboldt's* Beobachtungen berechneten verschieden. Sie würden ganz zusammenfallen, wenn man die von Anonymen angestellten Beobachtungen ausschliefsen will.

So ist denn von *Bouguer* der Meridian der Äquatorial-Grademessung höchst wahrscheinlich *um mehr als funfzig Bogenminuten unrichtig angegeben worden*, und seine eigene Beobachtungen beweisen die Richtigkeit dieser Beschuldigung. Ich hätte freylich gewünscht, die grofse Anzahl der Beobachtungen, die *Bouguer*, wie er doch in seiner Fig. de la terre etc. versichert, in *Quito* angestellt haben will, berechnen zu können; allein ich habe, aller angewandten Mühe ohngeachtet, nicht die geringste Nachricht davon erhalten [1]. Die Versicherung des Freyherrn *von Zach* (Allgem. geogr. Ephem. III. B. S. 95), der auf D. *Olber's* Veranlassung vielleicht am ersten gegen die Länge von *Quito* Zweiffel erhob, dafs nämlich seine Nachforschungen wegen *Bouguer's* Beobachtungen

[1] Herr *Arago* und ich haben hier jetzt neue Untersuchungen nach *Bouguer's* Original-Beobachtungen, aber ebenfalls vergebens, angestellt.

Landesbibliothek Oldenburg

fruchtlos gewesen seyen; erweckten mir die angenehme Hoffnung, dafs meine Untersuchung der Länge aus älteren Beobachtungen nicht ganz ein Bruchstück seyn dürfte; denn die Kenntnifs der wahren geographischen Länge der Grademessungen ist jetzt um so wichtiger, da nach der Theorie eines grofsen Geometer's auch die Parallel-Kreise auf der Erde elliptisch seyn können.

III. *Versicherungs-Rechnungen für die Länge von Quito.*

La Condamine, in seinem Journal du voyage p. 31, und *Ulloa*, in seinem Voyage à l'Amérique tome II, livre III, chap. 7, sagen, dafs sie *Guayaquil* mit dem *Chimboraço* und diesen wiederum mit *Quito* verbunden haben. Die Charte, welche *d'Anville* nach *la Condamine's* Operationen entwarf, giebt den Meridian-Abstand zwischen *Quito* und *Guayaquil* 1° 22′ oder 5′ 28″ in Zeit. Nun fand ich aus der Beobachtung des Mercur-Durchgangs durch die Sonnenscheibe

die Länge von *Callao* aus der innern Berührung	5 St 18′ 12″,4	
aus der äufsern Berührung	18′ 22″,2	
Im Mittel	5 St 18′ 17″,3	
Längen-Unterschied zwischen *Guayaquil* und *Callao* nach dem Chronometer	+ 10′ 51″	
Also Länge von *Guayaquil*	5 St 29′ 8″,3	von *Paris*.
Nach *la Condamine*, *Guayaquil* westl. von *Quito*	5′ 28″	
Quito westlich von *Paris*	5 St 23′ 40″,3.	

La Cruz setzt, auf seiner Charte von Südamerica, *Guayaquil* gar nur 54′ von *Quito*, und damit letztere Stadt 5St 25′ 32″ westlich von *Paris*.

Malaspina's Manuscripte setzten *Guayaquil* 73° 39′ = 4St 54′ 36″ von *Cadix* oder 5St 29′ 6″ von *Paris*, und hiermit *Quito* nach *la Condamine* 5St 23′ 38″, nach *Olmedilla* 5St 25′ 30″. *Callao* ist nach *Malaspina* 10′ 38″ in Zeit östlicher als *Guayaquil*.

Landesbibliothek Oldenburg