

Benz.

1290



**Nicht ausleihbar**

**ULB Düsseldorf**



+4021 804 01





**GESCHICHTE**  
DER  
**ASTRONOMIE.**

VON  
**Dr. G. A. JAHN.**

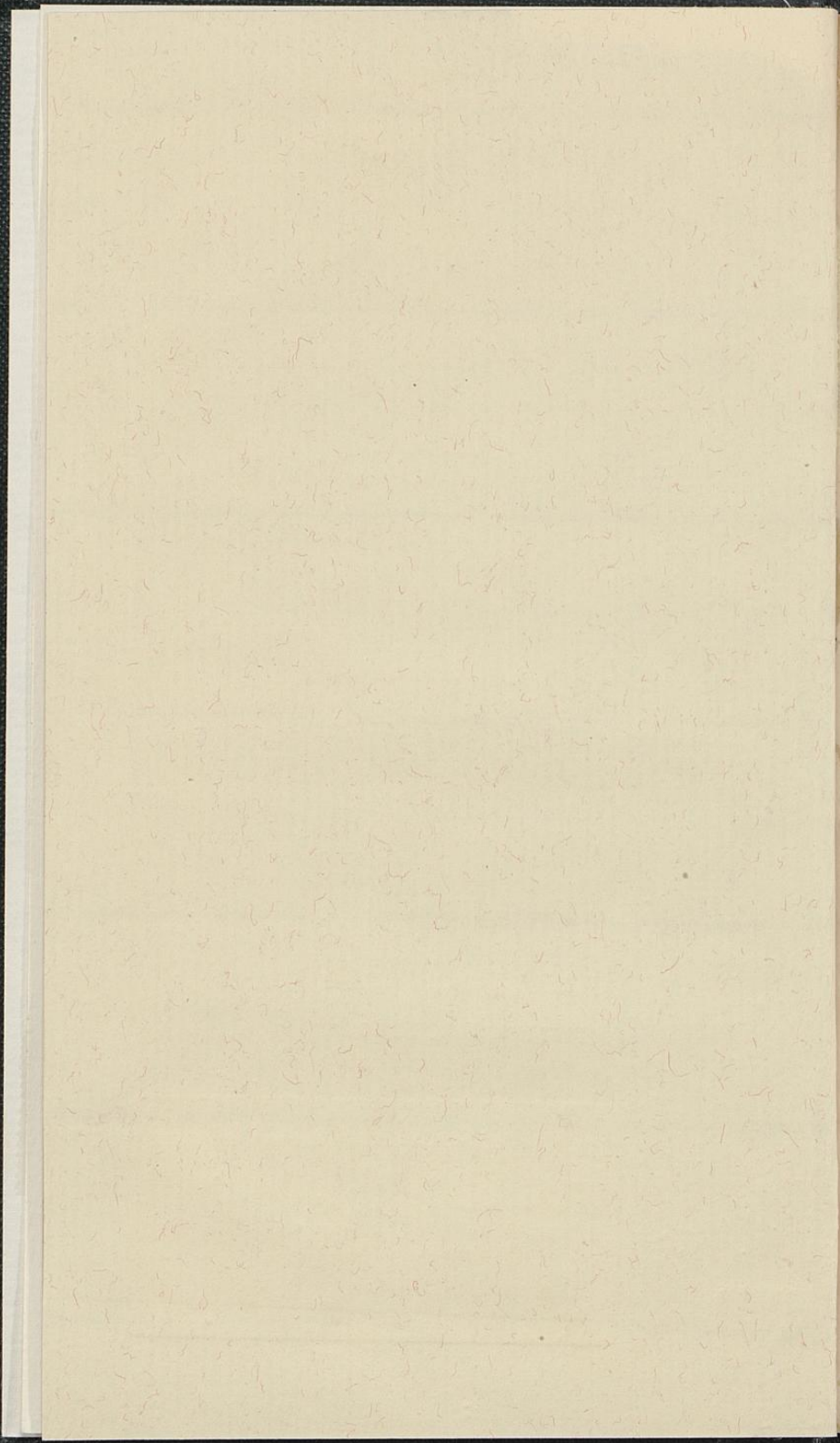
80/9477  
ERSTER BAND.

LEIPZIG, 1844.  
*Verlag von Heinrich Hunger.*

Aufgeschnittene oder beschädigte Exemplare werden nicht zurück-  
genommen.



**Benz.**  
**1290**



1290

**GESCHICHTE**

DER

**ASTRONOMIE**

VOM

**ANFANGE DES NEUNZEHNEN JAHRHUNDERTS**

**BIS ZU ENDE DES JAHRES 1842,**

VON

**G. A. JAHN**

DR. PHILOS., LEHRER DER MATHEMATIK UND ASTRONOMIE,  
VERFASSER DER PRACTISCHEN ASTRONOMIE, DER  
POPULÄREN STERNKUNDE, U. S. W.

---

**ERSTER BAND.**

---

**LEIPZIG, 1844.**  
*Verlag von Heinrich Hunger.*

GESCHICHTE

Benz, 1290  
2 1/2

ASTRONOMIE

ATLAS DES ZEICHNENDES JAHRES 1891

DES JAHRES 1891



VERLAG VON KUNST UND WISSENSCHAFT  
DÜSSELDORF

40 M 804 01

HEFTIG, 1891

Verlag von Kunst und Wissenschaft





## VORWORT.

Eine Geschichte der Astronomie des 19. Jahrhunderts in die Literatur dieser Wissenschaft eintreten zu sehen, wird als eine, vielleicht schon oft als nothwendig gewünschte, Erscheinung betrachtet werden können. Denn nicht nur fehlt bis jetzt eine, in deutscher Sprache abgefasste, geschichtliche Darstellung der Fortschritte, die in den Jahren 1801 bis 1842 in der Sternkunde gemacht wurden, in möglichst vollständigem Zusammenhange, sondern es ist auch lebhaft zu bedauern, dass der als Astronom und Staatsmann gleich ausgezeichnete Freiherr v. Lindena u seinen classischen „Versuch einer geschichtlichen Darstellung der Fortschritte der Sternkunde im verflossenen Decennio“ (v. Zach, *Monatl. Corr.* XXIII, S. 5 u. f.) und seine treffliche „Eingleitung“ zu der, von ihm mit Bohnenberger gemeinschaftlich herausgegebenen, Zeitschrift für Astronomie seitdem nicht fortgesetzt und auf die folgenden Decennien ausgedehnt hat. Wie höchst wünschenswerth aber dies gewesen sein würde, braucht wohl nicht erst umständlich nachgewiesen zu werden, da man weiss, dass seit der Zeit, als die Ceres, der erste der vier neuen Planeten entdeckt worden war, die theoretische und praktische Astronomie fast in allen ihren Theilen sich mit bewundernswürdig schnellen Schritten einer, im vorigen Jahrhundert nie geahnten, Vollendung nach und nach genähert haben.

Um so grösser und schwieriger ist daher auch die Aufgabe, das was die Astronomie betreffend seit den letzten 40 Jahren geschah, nicht bloß in geschichtlichem Zusammenhange voll-

ständig, sondern auch auf eine anziehende und belehrende Weise darzustellen. Ich habe mich eifrigst bemühet, hinsichtlich der Vollständigkeit und des geschichtlichen Zusammenhanges mässigen Erwartungen und Ansprüchen möglichst zu genügen, was ich vorzüglich dadurch zu erreichen suchte, dass ich, eigene Urtheile, Reflexionen und poetische Schilderungen vermeidend, die einzelnen Hauptmaterien, von einander getrennt, so bearbeitet habe, dass man das Ganze, wenn auch nicht als Geschichte in eigentlich strengem Sinne, doch wenigstens als ein möglichst vollständiges, brauchbares Repertorium ansehen und benutzen könne. Darum hoffe ich auch, dass das vorliegende Werk in Bezug auf die mitgetheilten Quellenangaben einer günstigen Beurtheilung sich vielleicht erfreuen dürfte. Dass übrigens die Arbeiten deutscher Astronomen fast immer vorzugsweise von mir berücksichtigt und dargestellt worden sind, wird wohl nicht als Einseitigkeit eines in deutscher Sprache abgefassten historischen Werkes betrachtet werden, da es ja, bis auf einige Ausnahmen, deutsche Geometer, deutsche Astronomen und deutsche Künstler sind, welche die Sternkunde auf diejenige Stufe der Vollendung, auf welcher man sie jetzt erblickt, gebracht haben!

Schliesslich spreche ich noch die Bitte aus, vorliegende Geschichte der Astronomie mit wohlwollender Nachsicht aufzunehmen.

Leipzig, den 1. November 1843.

**Der Verfasser.**

**GESCHICHTE**  
DER  
**ASTRONOMIE.**

*Erster Band.*

Wichtig, weshalb auch die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte  
Anrede, welche sich auf die in der Vorrede erwähnte

## GESCHICHTE

Die Geschichte der deutschen Sprache ist ein  
ausgezeichnetes Beispiel für die  
Anwendung der historischen Grammatik  
auf die deutsche Sprache. Die  
Anwendung der historischen Grammatik  
auf die deutsche Sprache ist ein  
ausgezeichnetes Beispiel für die  
Anwendung der historischen Grammatik  
auf die deutsche Sprache.

## ASTRONOMIE

Die ASTRONOMIE ist die Wissenschaft  
von den Himmelskörpern und  
ihren Bewegungen. Sie ist eine  
ausgezeichnete Wissenschaft,  
die uns die Geheimnisse des  
Himmels offenbart. Die ASTRONOMIE  
ist eine Wissenschaft, die uns  
die Geheimnisse des Himmels  
offenbart. Die ASTRONOMIE ist  
eine Wissenschaft, die uns die  
Geheimnisse des Himmels  
offenbart.

Die ASTRONOMIE ist eine Wissenschaft,  
die uns die Geheimnisse des Himmels  
offenbart. Die ASTRONOMIE ist  
eine Wissenschaft, die uns die  
Geheimnisse des Himmels  
offenbart. Die ASTRONOMIE ist  
eine Wissenschaft, die uns die  
Geheimnisse des Himmels  
offenbart.

Leipzig, den 1. November 1845.

Der Verfasser.

Seiner Wohlgeboren

dem

Herrn Geheimen Rath

**Dr. Friedrich Wilhelm Bessel,**

Professor der Astronomie und Director der Universitäts-Sternwarte  
zu Königsberg, Ritter vom Danebrog, Mitglied mehrerer gelehrten  
Societäten u. s. w.

mit innigster Hochachtung

gewidmet

vom Verfasser.

Ich habe mich sehr bemüht, die Vollständigkeit der geschichtlichen Zusammenhänge möglichen Ermessens und Ausdrucks möglichst zu gestalten, was ich möglichst genau zu erreichen suchte, dass ich, eigene Urtheile, Bedenken und positive Behauptungen vermeidend, die einfachsten Hauptthesen von kluger Seite so darzustellen habe, dass man der Meinung, wenn auch nicht die Geschichte ist eigentlich etwas, was man nicht als Geschichte zu betrachten vermöge, nicht zu nahe kommen kann.

# GESCHICHTE

Darum habe ich auch, dass das vorliegende Werk in Bezug auf die eingehenden Beibringungen einer günstigen Beurtheilung sich verdient. Das übrige die Urtheile deutscher Autoren für meine Veranlassungen zur Veröffentlichung und dergleichen werden sich wohl nicht so sehr unterscheiden werden.

# STROMIA

Angabe, welche Namen, welche Adressen und welche Künstler sind, welche die Geschichte der Kunst zum Abschluss bringen, und welche die Vollendung der Kunst zu dem Ende haben.

Ich habe mich sehr bemüht, die Vollständigkeit der geschichtlichen Zusammenhänge möglichen Ermessens und Ausdrucks möglichst zu gestalten, was ich möglichst genau zu erreichen suchte, dass ich, eigene Urtheile, Bedenken und positive Behauptungen vermeidend, die einfachsten Hauptthesen von kluger Seite so darzustellen habe, dass man der Meinung, wenn auch nicht die Geschichte ist eigentlich etwas, was man nicht als Geschichte zu betrachten vermöge, nicht zu nahe kommen kann.

Leipzig, den 1. November 1815.

Der Verfasser.

**Wohlgeborener Herr!**

**Hochzuverehrender Herr Geheime Rath!**

Wenn ich mir erlaube, Ew. Wohlgeboren dieses Werk ergebenst zuzueignen, so beabsichtige ich hierdurch nicht nur, den so grossen und ausgezeichneten Verdiensten, welche Sich Ew. Wohlgeboren um die erhabenste aller Wissenschaften, die Astronomie, schon vielfältig erworben haben und noch immer erwerben, meine lebhafteste Bewunderung und aufrichtigste Hochachtung öffentlich darzubringen, sondern zugleich auch meine innigste Dankbarkeit für das, von Ew. Wohlgeboren mir stets erzeugte, Wohlwollen freudigst zu bezeigen!

Ich verharre als

**Ew. Wohlgeboren**

ganz gehorsamster Diener

**G. A. Jahn.**

Wohlgeborener Herr!

Hochzuverehrender Herr Geheim Rath!

Wenn ich mir erlaube, E. w. Wohlgeboren dieses  
Werk ergebenst zuzugehen, so beabsichtige ich hierdurch  
nicht nur, den so grossen und ausgezeichneten Verdiensten,  
welche Sich für E. w. Wohlgeboren um die erhabenste aller  
Wissenschaften, die Astronomie, schon vielfältig erworben  
haben und noch immer erwerben, meine lebhafteste Bewun-  
derung und aufrichtigste Hochachtung öffentlich darzubrin-  
gen, sondern zugleich auch meine innigste Dankbarkeit für  
das, was E. w. Wohlgeboren mir stets erzeigte Wohl-  
wollen freudigst zu bezeugen!

Ich verbleibe etc.

E. w. Wohlgeboren

Georg Kohnsamer'scher Dienst

G. A. Jahn.



# Inhalt.

## Erster Theil.

	Seite
Die vier neuen Planeten . . . . .	1
Der vermuthete Planet zwischen Mars und Jupiter; die Lilien- thaler Gesellschaft der 24 Astronomen . . . . .	1
Die Ceres . . . . .	3
Die Pallas . . . . .	11
Die Juno . . . . .	18
Die Vesta . . . . .	23
Die vier neuen Planeten überhaupt . . . . .	28

## Zweiter Theil.

Die sechs Planeten . . . . .	35
Merkur . . . . .	35
Die Venus . . . . .	40
Der Mars . . . . .	45
Der Jupiter und Saturn . . . . .	49
Der Uranus . . . . .	64
Die sechs Planeten überhaupt . . . . .	69

## Dritter Theil.

Die Sonne . . . . .	96
Die Theorie der Sonne . . . . .	96
Die Flecken der Sonne . . . . .	118
Fortbewegung unsers Sonnensystems . . . . .	126

## Vierter Theil.

Die achtzehn Nebenplaneten . . . . .	132
Der Mond . . . . .	132
Die vier Satelliten des Jupiter . . . . .	175
Die sieben Satelliten des Saturn . . . . .	179
Die sechs Satelliten des Uranus . . . . .	188

## Fünfter Theil.

Die Kometen . . . . .	190
Die Kometen überhaupt . . . . .	190
Kometenentdeckungen . . . . .	191
Untersuchungen der Bahnen älterer Kometen . . . . .	270
Bahnrechnungs-Methoden und Betrachtungen der physischen Beschaffenheit der Kometen . . . . .	290

# Inhalt

## Erster Theil.

1	Die vier neuen Planeten
1	Der vermutetste Planet zwischen Mars und Jupiter; die Lilliputische Gesellschaft der 21 Astronomen
2	Die Ceres
11	Die Pallas
15	Die Juno
23	Die Vesta
25	Die vier neuen Planeten überhaupt

## Zweiter Theil.

30	Die sechs Planeten
32	Merkur
40	Die Venus
45	Der Mars
60	Der Jupiter und Saturn
64	Der Uranus
69	Die sechs Planeten überhaupt

## Dritter Theil.

80	Die Sonne
86	Die Theorie der Sonne
118	Die Flecken der Sonne
130	Entscheidung neuer Sonnenflecken

## Vierter Theil.

142	Die achtzehn Nebelplaneten
143	Der Mond
170	Die vier Satelliten des Jupiter
170	Die sieben Satelliten des Saturn
182	Die sechs Satelliten des Uranus

## Fünftes Theil.

190	Die Kometen
190	Die Kometen überhaupt
191	Kometenbeschreibungen
270	Entscheidungen der Bahnen älterer Kometen
270	Bestimmungs-Methoden und Bemerkungen der physikalischen Beschaffenheit der Kometen

## Erster Theil.

Die

vier neuen Planeten

### *Ceres, Pallas, Juno und Vesta.*

*Der vermuthete Planet zwischen Mars und Jupiter;  
die Lilienthaler Gesellschaft der 24 Astronomen.*

Schon seit der Zeit, als der entfernteste aller Planeten unseres Sonnensystems, der Uranus, am 13. März 1781 von dem berühmten Herschel entdeckt worden war, glaubten manche Astronomen und Naturphilosophen <sup>1)</sup> an die Möglichkeit der Auffindung noch anderer Planeten. Zu diesem Glauben führte besonders die, bereits von Lambert flüchtig angedeutete, dann von Bode bestimmter und öfters ausgesprochene Bemerkung: Der Raum zwischen den Planeten Mars und Jupiter sei auffallend zu gross. Wenn wir nämlich die mittleren Entfernungen der ältern Planeten, der Wahrheit sehr nahe,

für Merkur durch	4	d. h.	4	+	(0 × 3)
„ Venus „	7	„	4	+	(1 × 3)
„ Erde „	10	„	4	+	(2 × 3)
„ Mars „	16	„	4	+	(4 × 3)
„ Jupiter „	52	„	4	+	(16 × 3)
„ Saturn „	109	„	4	+	(52 × 3)
„ Uranus „	196	„	4	+	(64 × 3)

I. v. Zach's *Monatl. Corresp.* III, S. 592 bis 601.

Jahn, *Gesch. d. Astronomie.*

1

darstellen können, so würden die in den Parenthesen voranstehenden Zahlen 0, 1, 2, 4, 16, 32, 64 eine geometrische Reihe bilden, wenn zwischen der 4 und 16 noch die 8 stände. Nehmen wir also die 8 wirklich noch hinzu, so würden wir zwischen Mars und Jupiter einen Planeten zu entdecken haben, der die mittlere Entfernung  $4 + (8 \times 3)$ , d. h. 28 hätte <sup>1)</sup>.

Diese nicht ganz unwahrscheinliche Hypothese war wohl die Hauptursache, dass den 21. Sept. 1800 sechs, zu Lilienthal bei dem berühmten Schröter auf Besuch anwesende, Kenner und Beobachter des gestirnten Himmels eine geschlossene Gesellschaft von 24 praktischen Astronomen, unter Vorsitz Schröter's, begründeten. Unter diese 24 Mitglieder ward nun der ganze Thierkreis vertheilt. Jedes Mitglied sollte eine, durch Verloosung ihm zugefallene, Zone von  $15^{\circ}$  Länge und  $8^{\circ}$  nördl. und südl. Breite zur Inspection bekommen, und seinem aufmerksamen Blicke besonders empfohlen werden. Auf eine solche Weise hoffte man so glücklich zu sein, die Bekanntschaft neuer Planeten, wenn anders diese existirten, zu machen.

Dennoch erreichte diese Gesellschaft nicht, was sie beabsichtigt hatte, wohl aber ein einzelner Astronom, der grosse Piazzini. Diesem, ohne dass er es gewollt, gelang es dadurch, dass er schon längere Zeit vor dem Jahre 1801 angefangen hatte, Behufs der Anlegung eines neuen Sternkatalogs, der viel genauer als die bisherigen Fixsternverzeichnisse werden sollte, die Rectascension und Declination eines jeden Fixsterns, besonders der kleinern, durch wenigstens 3 bis 4 Mal wiederholte Beobachtungen möglichst scharf zu bestimmen. Und wie höchst merkwürdig: Die Entdeckung des längst vermutheten Planeten geschah gerade in der ersten Nacht des jetzigen Jahrhunderts.

1. Dürfte man wohl die Vermuthung aussprechen, dass dieses merkwürdige Gesetz kein Werk des Zufalls, sondern vielmehr auf eine physische Ursache begründet sei? Wir wissen nicht, ob diese Frage schon ein Mal und von wem aufgeworfen worden ist. Oder steht die geometrisch-arithmetische Progression, welche in den mittlern Distanzen der Planeten von der Sonne unverkennbar herrscht, mit dem dritten Kepler'schen Gesetze vielleicht, wenigstens indirect, in Verbindung?

### Die Ceres.

An dem ersten Tage des 19. Jahrhunderts, am 1. Januar 1801, erblickte nämlich Piazzi zu Palermo, als er den Stern 87 *Tauri* beobachten wollte, in dessen Nähe einen Stern 8. bis 9. Grösse in  $5^{\circ} 47'$  Rectasc. und  $16^{\circ} 8'$  nördl. Decl., welchen Stern Piazzi früher daselbst nicht gesehen hatte <sup>1)</sup>. Piazzi hielt ihn anfangs für einen Kometen. Allein als er am nächsten Abende diesen kleinen Stern ungefähr  $5\frac{1}{2}'$  mehr nordwärts und ungefähr  $4'$  gegen *o Arietis* vorgerückt, so wie den 5. und 4. Januar nahe dieselben Bewegungen gefunden, scheint er in ihm, wegen seiner sehr langsamen Bewegung und wegen des gänzlichen Mangels an Lichtnebel, nunmehr einen neuen Planeten vermuthet zu haben. Denn am 24. Jan. schrieb der sicilianische Astronom diese seine Vermuthung nicht nur an Oriani zu Mailand, sondern auch an Bode in Berlin, und meldete zugleich, dass der neue Stern den 11. Januar wieder rechtläufig geworden, und den 25. dieses Monats seine gerade Aufsteigung  $51^{\circ} 46'$  und seine nördliche Abweichung  $17^{\circ} 8'$  gewesen sei; auch hoffte er, seinen entdeckten Gast noch den ganzen Februar hindurch beobachten zu können.

Diese briefliche Nachricht erhielt Bode leider erst Anfang Aprils. Also erst in diesem Monate erfuhren die deutschen Astronomen das Dasein des neuen Planeten <sup>2)</sup>. Weil nun dieser

1. Fast scheint durch einen Schreib- oder Druckfehler das wichtige Ereigniss herbeigeführt worden zu sein. Denn als Piazzi an dem obigen Tage den 87 Mayer'schen Stern nach *Wollaston's General-Astronomical-Catalogue* aufsuchen wollte, fand er ihn in Mayer's Sternverzeichniss nicht. Der Irrthum kam von Wollaston, welcher die Bestimmung dieses Sterns dem Tob. Mayer, statt dem Lacleille zugeschrieben hatte. So machte also Piazzi die Entdeckung eines neuen Planeten, der nur  $14\frac{1}{2}'$  westl. und  $16'$  südl. von dem erwähnten Fixsterne stand, und diesem um 57 Zeitsecunden voraus culminirte. (*Monatl. Corresp.* IV. S. 559 u. f.)

2. Zwar hatte schon im Februar v. Zach einen Brief von Lalande in Paris erhalten, worin Lalande meldete, dass Piazzi den 1. d. vor. Mon. einen sehr kleinen Kometen im Schulterblatte des Stiers entdeckt habe. Weil aber keine nähern Angaben seiner Lage und seines Laufs mit angezeigt waren, so hatte v. Zach, in Erwartung noch bestimmter Nachrichten, nicht weiter auf diese Entdeckung geachtet

zur Zeit, als er wieder rechtläufig geworden, ungefähr  $56^{\circ}$  von der Opposition entfernt gewesen, der Mars aber etwa in  $44^{\circ}$  Abstand und Jupiter in  $64^{\circ}$  Abstand von der Opposition wieder stillstehend wird, so konnte dies alles auf jenen, zwischen Mars und Jupiter vermutheten, Planeten passen, welchen Gedanken Bode und v. Zach sich zuerst einander mittheilten. Oriani war bald derselben Meinung.

Piazzi beobachtete seinen neuen Gast fortwährend bis zum 11. Februar, verfiel jedoch an diesem Tage in eine ziemlich schwere Krankheit, und noch vor Ablauf des Monats Februar verschwand das Piazzi'sche Gestirn in den Strahlen der Sonne.

Diese Umstände, und weil der Entdecker selbst anfänglich nur sehr wenige und nicht ausreichende briefliche Mittheilungen von seinen Beobachtungen gemacht, waren Veranlassung genug, dass, ausser Piazzi, kein anderer Astronom den neuen Irrstern in dieser ersten Zeit seiner Sichtbarkeit wahrgenommen hat. So hatten z. B. Bode und v. Zach Anfang Mai's den Piazzi'schen Stern vergeblich gesucht.

Zwar war dieses Gestirn von seinem Entdecker, der es zu Ehren Königs Ferdinand von Neapel und Sicilien *Ceres Ferdinandea* <sup>1)</sup> nannte, 40 Tage lang hindurch beobachtet worden. Allein in diesem Zeitraume hatte die Ceres nur einen geocentrischen Bogen von  $5^{\circ}$  durchlaufen. Ein so kurzer Bogen und die dürftigen Beobachtungsnachrichten <sup>2)</sup> des Entdeckers selbst machten es fast unmöglich, die ganze Bahn der Ceres mit erträglicher Genauigkeit zu erforschen. Konnte jedoch dies nicht ermöglicht werden, so war es dann auch eine grosse Frage, ob man den neuen Planeten nach 8 bis 9 Monaten (eher liess nämlich Ceres sich nicht wieder erblicken) von neuem auffinden werde.

1. Piazzi gab den Grund dieser Benennung durch die zwei lateinischen Verse an:

*Telluris patriae ductura a Principe nomen  
Astra inter Siculis fulsit ab axe Ceres.*

2. Diese mangelhaften Mittheilungen lassen fast glauben, dass Piazzi ausser der Ehre, die Ceres zuerst entdeckt und als Planeten zuerst erkannt zu haben, auch noch die Ehre, die Elemente seiner Bahn zuerst bestimmt zu haben, hätte erlangen wollen.

Diese Ungewissheit wuchs, sobald man an die Kleinheit und Lichtschwäche des neuen, ganz fixsternähnlichen Himmelskörpers dachte. Zwar beschäftigten sich *Piazz*i, *Bode*, v *Zach* <sup>1)</sup>, *Oriani*, *Olbers* <sup>2)</sup> und andere Astronomen mit der Bestimmung der, als kreisförmig angenommenen, *Ceres*bahn; zwar berechnete *Burckhardt* sogar eine elliptische Bahn <sup>3)</sup>. Alle diese Berechnungen hatten jedoch Elemente ergeben, die der *Ceres* für die Zeit ihrer nächsten Sichtbarkeit einen ganz falschen Ort am Himmel anwiesen. Wir können daher alle diese Elemente hier mit Recht übergehen, mit Ausnahme der von *Piazz*i (dem Entdecker) nach gehörigen Verbesserungen gefundenen Bestimmungsstücke einer Kreisbahn.

Halbmesser der Kreisbahn . . . . .	2,6862
Bewegung auf der Bahn vom 1. Jan. bis zum	
11. Febr. 1801 . . . . .	9° 2' 29,77
Epoche: Jahr 1801 . . . . .	68 46 22, 0
Bewegung in hundert Tagen . . . . .	22 6 53, 7
Länge des aufst. Knotens . . . . .	80 46 48, 0
Neigung der Bahn . . . . .	10 51 12, 0
mittl. Entfern. zur Zeit des Stillstandes . . . . .	2,9352
trop. Revolution, abgel. aus der mittl. Entfern. . . . .	5,05 Jahre
sid. Revol. der Beweg. auf der Bahn . . . . .	1628,27 Tage
scheinb. Durchm. in der mittl. Entfern. der Erde	
von der Sonne . . . . .	19''
Volumen . . . . .	1 $\frac{1}{5}$ der Erde.

Wir sagten vorhin, die Bahnbestimmungen sämtlicher Berechner wären sehr unsicher gewesen. *Gauss* nämlich erkannte richtig, dass die bisherigen Methoden von Bahnbestimmungen für die *Ceres* ganz unzureichend, also völlig unsicher sein würden. Deshalb hatte sich auch *Gauss* neue höchst sinnreiche Berechnungsweisen ausgedacht und gehörig entwickelt, durch die er nun in den Stand gesetzt war, binnen sehr kurzer Zeit die *Ceres*bahn, der Wahrheit äusserst nahe kommend, zu bestimmen. Das Resultat hiervon war der Finger-

1. *Monatl. Corresp.* III. S. 614.

2. *Monatl. Corresp.* IV. S. 55.

3. *Monatl. Corresp.* IV. S. 61.

zeigt, dass man die Ceres bei ihrem nächsten Wiedererscheinen (zu Ende des Jahrs 1801) 9 bis 10 Grade westlicher von dem Orte aufsuchen müsse, wo nach den, von den übrigen Bahnberechnern bestimmten, Elementen der neue Planet stehen und aufgesucht werden sollte. Weil nun dieser Fingerzeig nachher durch die Erfahrung sich als richtig bewährt hat, so gebührt Gauss das grosse Verdienst, die Wiederauffindung des neuen Wandelsterns nach so langer Unsichtbarkeit ungemein sicher und leicht gemacht zu haben. Wirklich fanden v. Zach und Olbers zuerst die Ceres ohne viele Mühe an der von Gauss vorausberechneten Stelle. Von den Bemühungen der beiden erstern dieser Männer wird weiter unten die Rede sein.

Der hohe Werth der, dem ersten deutschen Geometer eigenthümlichen, Bahnbestimmungsmethode liegt nun aber unstreitig darin, dass die mittels derselben von Gauss selbst berechneten Elemente der Ceres

Länge des Perihels . . . . .	150° 14' 55''
halbe grosse Axe . . . . .	2,74226
Excentricität . . . . .	0,052856
Länge des aufst. Knotens . . . . .	81° 8' 50''
Neigung der Bahn . . . . .	10 52 19
mittl. helioe. Länge . . . . .	77 54 29
Epoche: 1800, Dec. 31. Palermo, mittl. Mittag,	
grösste Mittelpunktsgleichung . . . . .	9 52 57
sid. Umlaufszeit . . . . .	1658 $\frac{2}{3}$ Tage
tägl. sid. mittl. Bewegung . . . . .	0° 13' 1'' $\frac{555}{1658}$

von den spätern, (durch Oppositionen und ganze heliocentrische Umläufe) bestimmten Elementen verhältnissmässig nur wenig abweichen. Gauss hatte die obigen Elemente nach 4 vorläufigen Versuchen mittels der drei Piazzi'schen Beobachtungen vom 2. Jan., 22. Jan. und 11. Febr., die einen heliocentrischen Bogen von 9° umfassen, schnell genug gefunden! — Es ist übrigens angenehm, zu erfahren, wie dieses grosse Verdienst Gauss's von dem Entdecker der Ceres in dessen Briefe an v. Zach gehörend anerkannt worden ist <sup>1)</sup>

1. „Faites, je Vous en prie, mes complimens et mes remercimens à Mr. Gauss, qui nous a épargné beaucoup de peine et de travail, et sans lequel peut-être il ne m'aurait pas réussi de vérifier ma découverte!“



Also ein deutscher Astronom (Gauss) war es, der die erste wirklich genäherte Bahn des neuen kleinen Planeten berechnet hat; also zwei deutsche Astronomen (Olbers und v. Zach) waren es, die den gedachten Wandelstern zuerst wieder aufgefunden haben! Nach, bis zu Ende Novembers 1801, ununterbrochener schlechter Witterung hatte nämlich v. Zach vom 7. zum 8. Dec. zwei ihm fremde Sterne beobachtet und bestimmt. Einer dieser Sterne stand sehr nahe an der scheinbaren Bahn des neuen Wandelsterns. Nachts vom 31. Dec. zum 1. Jan. beobachtete v. Zach abermals etliche Sterne in der Gegend, wo nun die Ceres stehen sollte, und am 11. Jan. 1802 befand sich ein Stern von ihnen nicht mehr an seinem Orte; folglich hatte v. Zach den Planeten gesehen. Allein Olbers sah die Ceres noch etwas eher, und zwar mit völliger Bestimmtheit. Denn am 1. Jan. 1802 hatte der berühmte Bremer Sternkundige die in der Gegend des Planeten befindlichen Sterne observirt, in eine kleine Charte verzeichnet, hierauf den andern Tag wahrgenommen, dass einer dieser Sterne fortgerückt war, und so den Planeten in zwei verschiedenen Stellungen gewiss erkannt. Den 6. Jan. früh fand Olbers die Ceres wirklich so fortgerückt, wie es der Theorie zufolge die Bewegung in der Bahn erforderte. Um dieselbe Zeit hatten in Italien, England und Frankreich die Astronomen unbegreiflicher Weise noch immer die Ceres nicht aufgefunden.

Dagegen war Schröter am 25. Januar 1802 Abends nach 11 Uhr so glücklich, durch seinen 13füßigen Reflector (mit 156maliger Vergrößerung) die unweit  $\rho$  *Virginis* stehende Ceres in so vollkommen auffallender, ruhiger Planetengestalt zu erblicken, dass nicht der geringste Zweifel denkbar blieb. Schröter sah die Ceres in einem dem Uranus ähnlich weissen Lichte. Er war also wahrscheinlich der erste, welcher diesen kleinen Planeten als einen solchen an seiner scheibenförmigen Gestalt ohne Weiteres erkannt hat. Erst vom 24. Jan. an konnte Mechain zu Paris, vom 4. Febr. an Maskelyne zu Greenwich die Ceres genau beobachten.

Es ist merkwürdig, dass die ersten, von Piazzi selbst so lange geheim gehaltenen, Beobachtungen erst im August 1801 einigen wenigen deutschen Astronomen vollständig bekannt

wurden <sup>1)</sup>). Auch ist es etwas sonderbar zu finden, dass der 83 jährige Astronom Poczobut, als auf v. Zach's Vorschlag die Ceres das Zeichen ( $\zeta$ ) einer Sichel erhalten hatte, diese Bezeichnung durch das Distichon: *Quae segetum culmos docuisti falce secare, Falx dentata sacrum sit tibi stemma Ceres*, besang.

Sehr bald nach der Wiederauffindung der Ceres stellte man Untersuchungen zur Beantwortung der Frage an, ob dieser Planet etwa bereits früher ein Mal beobachtet worden sei. Als nämlich Uranus entdeckt worden war, behauptete man, dass es wohl möglich sein könne, dieser Planet sei schon ehemals ein oder mehrere Mal beobachtet, aber wegen seiner ausserordentlichen Kleinheit und seines fast unmerklichen Fortrückens für einen Fixstern gehalten worden. Diese Behauptung wurde bekanntlich bald bestätigt. Eine ähnliche Hoffnung hegte man nun hinsichtlich der Ceres; allein sie ging nicht in Erfüllung. Denn alle Bemühungen eines Gauss, Olbers und v. Lindenau, in den Sternkatalogen von Mayer, Bradley, Lalande, v. Zach u. A., ältere Observationen der Ceres aufzufinden, waren vergeblich. Dadurch ging freilich für die erste Zeit ein nicht unwesentlicher Vortheil verloren. Derselbe würde nämlich in der erleichterten Bestimmung des sehr wichtigen Elements der mittlern Geschwindigkeit des neuen Planeten bestanden haben. Was Charten und Ephemeriden der Ceres betrifft, so finden sich zwei der erstern in der *Monatl. Corresp.* IX. und XIII., und eine der letztern XIX. S. 509.

Bekanntlich haben die Störungen, welche jeder Planet erleidet, Einfluss auf die Elemente seiner elliptischen Bahn. Weil man nun gefunden, dass die Ceres sich zwischen Mars und Jupiter um die Sonne bewege, also in der Nähe des grössten aller Planeten, so konnte man schon *a priori* einsehen, dass der Jupiter die Ceres in ihrem Laufe sehr bedeutend stören müsse. Deshalb gingen jetzt mehrere Astronomen und Geometer an die, allerdings mühsame, Bestimmung dieser Perturbationen. Wurfm machte zuerst die Resultate seiner Arbeiten bekannt. Vollständiger aber und etwas genauer waren die, nach der Laplace'schen Theorie und mittels der VII. Gauss'schen Ele-

1. *Monatl. Corresp.* IV. September- und Novemberheft, verbessert aber (nebst andern Angaben) eben daselbst, V. S. 95.

mente entwickelten, Resultate Oriani's, weil dieser ausser Jupiters Einwirkungen auch noch diejenigen Störungen, welche die Ceres von Saturn und Mars erfährt, mit in Rechnung gezogen hatte.

Nur Gauss begnügte sich noch lange Zeit mit den, von ihm bestimmten, rein elliptischen Elementen.

Erst nachdem er gezeigt hatte, wie man die numerische Berechnung der Störungen für jeden besondern Ort des neuen Wandelsterns durch sehr bequeme, blos eine kleine trigonometrische Rechnung erfordernde, Tafeln nicht wenig abkürzen könne, unternahm er es selbst, seine die Ceres betreffenden Rechnungen zu wiederholen. Er konnte hierbei die vielen, während des Jahres 1802 angestellten, Beobachtungen benutzen und zu dieser Arbeit sehr vortheilhaft die von ihm berechneten Tafeln für die Störungen der Ceres durch Jupiter <sup>1)</sup> gebrauchen. So gelang ihm eine bedeutend genäherte Bahnbestimmung, bei welcher die wichtigsten Störungen mit berücksichtigt worden, so gut, dass im Jahre 1805, als Piazzi den 12. Mai dieses Jahres die Ceres aufgefunden hatte, die nach jenen Gauss'schen Elementen entworfene Ephemeride nicht mehr als höchstens einige Minuten von der Beobachtung differirte. Bode, dies verdient noch erwähnt zu werden, theilte Tafeln von ihm nach den IX, Elementen Gauss's berechnet, im *Astron. Jahrb. für 1807* (S. 100 u. f.) mit.

Später hatte Gauss die Elemente noch oft verbessert, im Jahre 1804 den geocentrischen Lauf der Ceres für die Dauer der Jahre 1805 und 1806 (*Monatl. Corresp.* XI. S. 284 u. f.) berechnet, und im Jahre 1809 die Elemente selbst schon zum 15. Mal ausgefeilt, wie folgt:

Ceres Epoche: Merid. v. Göttingen 1801 .	77° 18' 36,5
Länge des Perihels . . . . .	146 26 0,1
jährl. Veränd. desselben . . . . .	+ 0 2 1,5
tägl. mittl. trop. Bewegung . . . . .	0 12 50,925
Excentricität 1806 . . . . .	0,0785028
deren jährl. Abnahme . . . . .	0,00000583
Log. d. halb. gross. Axe . . . . .	0,4420486

1. *Monatl. Corresp.* VII. S. 263 u. f.

Länge des aufst. Knotens 1806 . . . . .	80° 55' 41",5
dessen jährl. Veränderung . . . . .	+0 0 1, 48
Neigung 1806 . . . . .	10 57 51, 2
deren jährl. Veränderung . . . . .	-0 0 0, 44

Durch diese Elemente wurden alle sieben, bis zum Jahre 1810 beobachteten Oppositionen, von denen die von 1807 am vollständigsten von Santini zu Padua beobachtet und berechnet war, so dargestellt, dass die Fehler von den Zeichen alternirt wurden und nicht über 50 Secunden gingen.

Es würde von keinem wesentlichen Interesse sein, die spätern Bemühungen für die Verbesserung der Elemente umständlich hier anzuführen. Selbst die nachherigen, diesen Gegenstand betreffenden Arbeiten, ohne übrigens ihren Werth beeinträchtigen zu wollen, bedurften noch mancher Berichtigung. Sogar dann noch, als schon im Laufe der Zeiten genauere Bestimmungen bekannt wurden, war es wegen der starken Störungen, welche die Ceres erleidet, blos möglich, die von diesen Störungen noch afficirte Bahn, d. h. eine Ellipse anzugeben, die sich den bisher observirten Ceresörtern möglichst nahe anschloss. In den Jahren 1812 bis 1815 benutzten Gauss und seine Schüler: Encke, Gerling, Möbius, Nicolai und Wachter jede neue Opposition zur Bestimmung schärferer Elemente.

Eine der neuesten Untersuchungen über die Störungen der Ceres hat Encke angestellt und die Ergebnisse desselben in seinem *Jahrbuche für 1831* S. 275 mitgetheilt.

In Folge der, seit der Entdeckung der 4 neuen Planeten bis zum Jahre 1839, also in einem Zeitraume von 52 bis 58 Jahren fast unausgesetzten Beobachtungen und Berechnungen gelten jetzt folgende Elemente der Ceresbahn:

Epoche oder mittl. Länge 1831, Juli 25., Berl.	
mittl. Mittag . . . . .	507° 3' 25",6
halbe grosse Axe (57265000 geogr. Meil.) . . . . .	2,7709
Logarithmus derselben . . . . .	0,442622
Excentricität . . . . .	0,0767
Excentricitätswinkel . . . . .	4° 24' 5",9
Länge des Perihels . . . . .	147 41 25, 5
Länge des aufst. Knotens . . . . .	80 55 49, 5
Neigung der Bahn . . . . .	10 56 55, 7

Umlaufszeit sid. . . . .	3 J. 223 T. 17 St. 58 M.
trop. . . . .	4 „ 223 „ 10 „ 25 „
synod. . . . .	4 „ 101 „ 0 „ 0 „
mittl. Anomalie . . . . .	159° 22' 2",1

Die Ceres ist sehr klein, aber die Angaben Herschel's und Schröter's (neuere Messungen sind unsers Wissens nicht öffentlich bekannt geworden) für ihre Grösse weichen sehr von einander ab, was wohl hauptsächlich seinen Grund darin haben kann, dass die Ceres, mit starken Fernröhren beobachtet, mit Nebel umgeben und daher ihre Scheibe nicht gut begrenzt erscheint. Dafür aber ist es gewiss, dass die Ceres viel dunkler als Uranus sich darstellt, wahrscheinlich darum, weil ihr Licht matt und nebelig ist.

### Die Pallas.

Wie der 1. Jan. 1801, eben so wird auch der 28. März des Jahres 1802 ein in den Annalen der Sternkunde denkwürdiger Tag bleiben.

Am Abend dieses Tages bemerkte Olbers, der treffliche Kenner des gestirnten Himmels, während er mit einer Durchmusterung der kleinern Fixsterne im nördlichen Flügel der Jungfrau beschäftigt war, eben als er die Ceres beobachtet hatte, einen mit Nr. 20 und Nr. 191 *Virginis* (nach Bode) ein gleichseitiges Dreieck formirenden Stern 7. Grösse. Dieser Stern nun kam, da Olbers diese Gegend des gestirnten Himmels sehr genau kannte, ihm völlig fremd vor. Olbers vermuthete daher in ihm einen neuen Bewohner unsers Sonnensystems, zumal dieser während dreistündiger Beobachtung eine allmählig kleinere Rectascension und grössere Declination zu erlangen schien. Den 29. März Abends fand Olbers seine Vermuthung wirklich bestätigt, denn der Stern hatte nunmehr seinen Ort geändert, nämlich in Rectascension um 10 Minuten und in Declination um 19 Minuten. Die folgenden Tage fand sich eine, etwas abnehmende, scheinbare Bewegung. Olbers, nunmehr seiner Sache gewiss, beilte sich jetzt, nach Seeberg zu schreiben, wo die wichtige Nachricht den 4. April früh um 11 Uhr anlangte. Kaum zwölf Stunden nachher beobachtete der Director der Seeberger Sternwarte, v. Zach, mit seinen gerade

zufällig anwesenden Freunden Bürg und Pasquich bereits das neue Gestirn. Ziemlich auffallend ist es, dass man anfangs glaubte, der entdeckte Fremdling könne eher ein Komet als ein Planet sein, indem er sich doch gänzlich von allem Kometenartigen unterschied. Olbers dagegen hielt ihn sehr bald für einen neuen Planeten, und nannte ihn Pallas. Auch zeigten ihm die Versuche, die Bahn des neuen Gestirns zu bestimmen, dass diese Bahn weder ein Kreis noch eine Parabel sein konnte, sondern eine Ellipse sein müsse. Diese letztere bestimmte der berühmte Entdecker selbst nicht näher. Erst nachdem die Beobachtungen <sup>1)</sup> fortgesetzt wurden, und Gauss am 18. Apr. dieselben zu einer vorläufigen Bahnbestimmung ganz eben so, wie er es bei der Ceres gethan, gehörig benutzt hatte, ergaben sich folgende Resultate: Der neu aufgefundene Stern sei abermals ein zwischen Mars und Jupiter um die Sonne laufender Planet, dessen Bahn ziemlich excentrisch, die grosse Axe der letztern aber differire nur wenig von der grossen Axe der Ceresbahn, was auch von der Umlaufzeit beider Planeten gesagt werden könne. Allein eine, allen bisher bekannten Planeten gemeinsame, Eigenschaft wurde bei dem jetzigen neuen Irrsterne völlig vermisst. Während nämlich jene, im Ganzen genommen, nahe bei der Ekliptik verbleiben, ersah man aus den berechneten Elementen der Bahn des neuen Planeten mit grösster Verwunderung, dass derselbe wegen der grossen Neigung seiner Bahn die Grenzen des alten Thierkreises sehr weit überschreite.

Noch bemerken wir nachträglich, dass in Berlin das neue Gestirn zuerst am 11. Apr. von Bode, in London zuerst den 9. Apr. von Gilpin, Clerk der k. Gesellschaft der Wissenschaften, beobachtet wurde, während Maskelyne bis zum 15. desselben Monats von dieser Entdeckung noch nichts gewusst zu haben scheint. Erst den 25. April fing er seine Beobachtungen an.

Als Olbers die Pallas entdeckt hatte, war es unbedingt als ein äusserst glücklicher Zufall anzusehen, dass zur Zeit dieses merkwürdigen Ereignisses der Planet Ceres bereits wieder

1. Die von Olbers selbst zuerst gemachten Observationen stehen *Monatl. Corresp. V. S.* 499, sie gehen vom 25. März bis zum 23. Apr.

aufgefunden und deren Lauf sicher ausgemittelt war. Denn gesetzt, es wäre dies noch nicht der Fall gewesen, so würde eine ungemein grosse Verwirrung entstanden sein, weil, als Olbers die Pallas wahrnahm, er alsdann gewiss dieselbe für die Ceres gehalten haben würde, denn die Letztere stand an jenem Abende (28. März 1802) in Rectascension bloß wenige Grade von der Pallas. Eine völlige Verwechselung beider Himmelskörper wäre nun hieraus entstanden. Man hätte nämlich die jetzigen Beobachtungen der Pallas mit den frühern der Ceres in eine Bahn zu vereinigen sich bemüht. Man hätte sich mit vielen Rechnungen gequält, und doch ganz abnorme, gar nicht zu erklärende Differenzen erhalten, denn man würde bloß die Pallas, in der Meinung, es sei Ceres, beobachtet, und diese Beobachtungen der von Gauss bereits scharf bestimmten Ceresbahn angepasst haben. Dann wären wahrscheinlich beide Planeten, wo nicht auf immer, doch wenigstens auf mehrere Jahre wieder ganz verloren gegangen.

Sehr bald fand man, dass in den Bahnen von Ceres und Pallas die mittlern Bewegungen und halben grossen Axen so wenig von einander abweichen, dass man die Entscheidung der Grösse dieser Abweichungen damals bis zu dem Zeitpunkte, wo die Störungen dieser beiden neuen Planeten sehr genau berechnet sein würden, verschieben musste. So viel aber war bereits gewiss, dass die Bahnen, (von denen gleich anfangs vermuthet worden, dass sie sich durchschnitten) wie zwei Reifen, die Bahn der Pallas in der der Ceres in einander steckten. Dieser merkwürdige Umstand nun, so wie die von Olbers, Schröter, v. Zach u. A. an Ceres und Pallas wahrgenommenen in kurzer Zeit sich folgenden, bedeutenden Lichtveränderungen brachten Olbers auf eine sinnreiche Hypothese. Er meinte nämlich: Ceres und Pallas könnten möglicher Weise als Stücke eines ehemals bestandenen, durch den Stoss eines Kometen oder durch andere Kräfte der Natur zertrümmerten, grössern Planeten betrachtet werden. Allerdings kann man, da die Bahnen von Ceres und Pallas im Knoten einander so nahe kommen, als wahrscheinlich annehmen, dass diese Bahnen ehemals einen gemeinschaftlichen Durchschnittspunkt gehabt haben, oder von dem Punkte, wo sie aus der Zertrümmerung des vormaligen grossen

Planeten entstanden, ausgegangen sind. Ueberdies meinte Olbers damals auch, seine Hypothese werde sich in Zukunft dadurch prüfen lassen, dass alle planetarischen Trümmer den niedersteigenden Knoten der Pallasbahn auf der Bahn der Ceres passiren, und, wenigstens im Allgemeinen, dieselbe Knotenlinie auf der Ebene beider Bahnen haben müssten. Die Richtigkeit dieser Hypothese, so wie die von Olbers gehegte Hoffnung, dass man ausser der Ceres und Pallas wohl noch mehrere planetarische Trümmer, die nicht sehr weit von den Bahnen jener schon entdeckten beiden entfernt wären, finden werde, haben sich später durch die Entdeckung der Juno und der Vesta bewährt gefunden. So dürfte man wohl die, von Olbers ausgesprochene, Vermuthung über die Entstehungsweise der vier neuen Planeten als bestätigt ansehen, wenn gleich in neuester Zeit Mädler und vorzugsweise Herschel der Jüngere diese Olbers'sche Hypothese als eine sehr gesuchte Erklärungsart betrachten. Zwar ergab eine, von Encke auf Gauss's Ersuchen schon im Jahre 1812 (wo die Säcularänderungen der Elemente der Ceres- und Pallasbahn, so weit sie von Jupiter abhängen, bereits bekannt waren) angestellte Untersuchungsrechnung einige Resultate, welche die Olbers'sche Meinung gar nicht sehr zu begünstigen scheinen. Bis jetzt aber ist, so viel wir wissen, eine kritische Untersuchung dieses Gegenstandes nicht wiederholt worden. Herschel der Jüngere machte, indem er gleichfalls ein Gegner von Olbers ist, zwar die Bemerkung: *This may serve as a specimen of the dreams, in which astronomers, like other speculators, occasionally and harmlessly indulge.* Indessen erinnere man sich hierbei Lichtenberg's Meinung: dass man die Leute und das, was in ihnen ist, oft sehr gut aus ihren Träumen erkenne. Der Traum eines Olbers verhalf diesem Priester der Urania zur Entdeckung der Vesta!

Auch für die Pallas unternahm Gauss jedes Jahr wichtige Bestimmungen und Verbesserungen ihrer Elemente. Als er die Seeberger Meridianbeobachtungen vom 15., 18. und 19. April 1802, so wie drei Pariser vom 10., 12. und 13. April erhalten hatte, fand er folgende, mit I. bezeichnete, genäherte Elemente der Pallasbahn:



Bahn: elliptisch

Bewegung: rechtläufig.

Epoche: 1802, März 31., Seeb. Meridian . . . . .	166° 1' 57,2
tägl. mittl. trop. Bewegung . . . . .	0 15 20,77
Umlaufszeit . . . . .	1618½ Tage
Log. der halb. grossen Axe . . . . .	0,4510494
Länge des Perihels . . . . .	504° 56' 50'
Länge des aufst. Knotens . . . . .	172 9 58
Excentricität . . . . .	0,215708
Neigung der Bahn . . . . .	55° 59' 16,6

Die Uebereinstimmung dieser Elemente mit den Beobachtungen kann man in der *Monatl. Corresp.* V., S. 594 und eine von Gauss für das Jahr 1808 entworfene Ephemeride in dem Decemberhefte des XVI. Bandes derselben astronomischen Zeitschrift nachsehen.

Bereits vor dem April des Jahres 1805 hatte Gauss die VIII. Elemente der Pallas berechnet, und hiernach deren geocentrischen Lauf (vom 30. Apr. 1804 bis zum 19. Jan. 1805 und vom 12. Jan. 1806 bis zum 21. Sept. 1807 durch Charten) während der Jahre 1805 und 1806 bestimmt und entworfen.

Carlini, der gleichzeitig sich mit diesem Gegenstande beschäftigte, gab die Resultate seiner, auf 5 Pallasoppositionen sich gründenden, Berechnungen in dem Jahrgange 1808 der Mailänder Ephemeriden an.

Noch beträchtlicher als die Störungen der Ceres sind die, welche Pallas erleidet. Deshalb erwartete man damals mit Recht, dass durch diese Störungen, die zugleich sehr zahlreich sind, die gefundenen Elemente der Pallasbahn noch bedeutend geändert werden müssten. Dem ungeachtet berechnete Gauss bloss rein elliptische Bahnen, weil sich in diesen sämtliche (bis 1808 beobachteten) Pallasoppositionen wider alles Erwarten ziemlich genau darstellen liessen. Eine solche Unterlassung der Störungsbestimmungen von Seiten Gauss' scheint freilich um so räthselhafter zu sein, da die bedeutende Schwierigkeit solcher Rechnungen wohl nur von einem Manne, wie Gauss, am besten überwunden werden konnte. Letzterer wusste noch überdem wohl, dass die, seit dem Jahre 1804 gestellte, Preisfrage des Pariser Instituts „die Bestimmung der Pallas-

störungen“ betreffend, bis zum Jahre 1808 unbeantwortet geblieben war. Aber das Räthselhafte verschwindet, wenn man sich erinnert, dass Gauss gedachte mühsame Entwicklungen erst dann vornehmen wollte, sobald sie von der Nothwendigkeit wirklich gefordert wurden. Denn als der berühmte Calculator die Pallasoppositionen von 1808 und 1809 benutzen, und sämtliche nunmehr observirten heliocentrischen Oerter, 6 an der Zahl, abermals in einer rein elliptischen Bahn darstellen wollte, zeigte es sich deutlich, dass die Perturbationen nun nicht länger unberücksichtigt bleiben dürften. Gauss suchte nämlich mittels der Methode der kleinsten Quadrate diejenige Ellipse, welche sich an alle jene 6 Pallasoppositionen so viel als nur möglich anschliesst. Diese Ellipse ist folgende:

Epoche: 1805, Göttinger Meridian . . . . .	221° 34' 53," 64
mittl. tägl. Bewegung . . . . .	0 12 50, 501
Länge des Perihels . . . . .	121 8 8, 54
Länge des aufst. Knotens . . . . .	172 28 12, 45
Neigung der Bahn . . . . .	54 57 28, 55
Excentricität . . . . .	0,2447424
Log. der halb. gross. Axe . . . . .	0,4422071

und mit diesen Elementen ergaben sich von den erwähnten 6 Oppositionen solche starke Abweichungen, dass man diese als offenbare Folgen der grossen Störungen ansehen musste. Hieraus also folgerte Gauss die Nothwendigkeit, Entwicklungen der Werthe der Perturbationen vorzunehmen. Diese zwar mühsame Arbeit musste jedoch ein erhöhtes Interesse dadurch erhalten, dass man auf die Resultate derselben recht gespannt war. Gauss beendigte binnen einigen Wochen des Herbstes 1810 alle erforderlichen Rechnungen nach bisher ganz unbekanntem Methoden. Er sah sich für seine Mühe reichlich belohnt, als er durch Anbringung der Störungen eine neue elliptische Bahn erhalten hatte, die alle bisherigen Pallasbeobachtungen so schön darstellte, dass die grössten Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung niemals über drei Secunden gingen. Im Jahre 1811 erschien in den Göttinger Commentarien von demselben ausgezeichneten Geometer eine Abhandlung <sup>1)</sup>, in welcher nicht nur die (auf die Opposi-

1. *Disquisitio de elementis ellipticis Palladis etc.*

tionen 1805 bis 1809 begründeten) elliptischen Elemente der Pallas, sondern auch Entwicklungen vorkommen, die als Zusätze und Erweiterungen einiger, in der *Theoria motus corpor. coelest.* gegebenen, Methoden anzusehen sind. Ueber die, den Hauptgegenstand der Abhandlung bildende Aufgabe: *Datis quatuor longitudinibus planetae in orbita, temporibus datis respondentibus, invenire longitudinem perihelii, excentricitatem, motum medium diurnum atque Epocham longitudinis mediae* ist das Vorzüglichste der Auflösung in der *Monatl. Corresp.* XXIV., S. 451 u. f. anzutreffen.

Aber noch vor Gauss waren schon Oriani und Burekhardt Willens gewesen, die Perturbationen der Pallas zu berechnen. Ersterer gab <sup>1)</sup> analytische Ausdrücke zur numerischen Bestimmung; letzterer theilte ähnliche Entwicklungen <sup>2)</sup> mit.

Im Jahre 1813 bestimmte Nicolai neue Elemente, so wie den geocentrischen Lauf der Pallas vom 26. Mai 1814 bis zum 5. April 1815. Am Ende des letztgenannten Jahres kannte man schon wieder bessere Elemente.

In dem *Astron. Jahrbuche für 1818* waren in der, für die Pallas gegebenen, Ephemeride schon die Störungen, und zwar in einer Vollständigkeit berücksichtigt, wie es bis dahin kaum in der Theorie eines der alten Planeten geschehen war. Leider waren dagegen die bisher entwickelten Ceresstörungen noch zu unvollständig, als dass für diese eine genaue Uebereinstimmung der Theorie mit den Beobachtungen erwartet werden konnte.

So ist es denn endlich dahin gekommen, dass mittels der vieljährigen Beobachtungen von 1802 bis 1850 Encke im Jahre 1851 eine, nunmehr als sehr genau anzusehende, Bestimmung der Elemente der Pallasbahn den Astronomen übergeben konnte:

Halbe grosse Axe . . . . .	2,77265
Logarithmus derselben . . . . .	0,442892
Excentricität . . . . .	0,24199
Excentricitätswinkel . . . . .	14° 0' 16",5
Umlaufszeit . . . . .	1686 $\frac{1}{4}$ Tage
mittl. tägl. sid. Bewegung . . . . .	0° 12' 48",54421

1. *Mailänder Ephemeriden für 1803.*

2. *Mém. de l'Institut. T. IX.*

Neigung der Bahn . . . . .	54° 55' 49",1
Länge des aufst. Knotens . . . . .	172 38 29, 8
Länge des Perihels . . . . .	121 5 0, 5
mittl. Länge der Pallas 1851 den 25. Juli	
0 Uhr Berliner mittl. Zeit . . . . .	290 38 11, 8
mittl. Anomalie . . . . .	169 33 11, 5

Eine etwas frühere Arbeit über die Pallas, welche das Zeichen  $\diamond$  erhalten hatte, lieferte Encke im *Astron. Jahrb. für das Jahr 1829*. — Wie bei der Ceres, so fand auch für die Pallas Herschel andere Grössenbestimmungen <sup>1)</sup> als Schröter <sup>2)</sup>. Allein ungeachtet der grossen Zuverlässigkeit, die man sonst Schröter's Messungen mit Recht beilegt, hat man sich doch hier für Herschel's Resultate entschieden.

Was die physische Beschaffenheit der Pallas betrifft, so scheint deren Atmosphäre oft über 100 Meilen von ihrer Oberfläche sich zu erstrecken, wo sie dann, nach Art der Kometen, in einen dichten Nebel, wie die Ceres, eingehüllt ist. Zu andern Zeiten scheinen Pallas und Ceres wieder scharf begrenzt und im schönsten Fixsternenlicht zu glänzen.

Ueber die Lage der Bahnen der Ceres und Pallas, die fast genau in gleicher Zeit ihre Umläufe um die Sonne vollenden, hat zwar Bode in dem *Astron. Jahrb. für 1807 S. 216* ziemlich interessante Bemerkungen mitgetheilt; aber es ist ihr Werth doch nur beschränkt, weil die Störungen die Bahnen dieser Planeten sehr verändern.

### Die Juno.

Oft führt eine Entdeckung ein neues Bedürfniss herbei, und dieses wiederum eine neue Entdeckung. So geschah es auch hier.

Die, in den Jahren 1801 bis 1804 fortdauernden, Beobachtungen der Ceres und Pallas zeigten nämlich recht deutlich das Mangelhafte, Unzureichende und selbst das Ungenaue der bis-

1. *Philos. Transact.* 1802., S. 213, 1807 S. 260.

2. Lilienthal. *Beob. der Planeten Ceres, Pallas und Juno*, Gött. 1805.

herigen Sterncharten, besonders was die Oerter der Fixsterne von 6. bis 10. Grösse betraf. Denn diese mussten zahlreich und genau bestimmt sein, da Ceres und Pallas als so kleine fixsternartige Planeten erscheinen, dass sie leicht mit Fixsternen zu verwechseln sind. Hierdurch aber mussten, wenn die Kataloge und Charten an kleinen Sternen nicht reichhaltig und genau genug waren, die Observationen der beiden neuen Planeten allerdings sehr erschwert werden.

Darum unternahm es Harding, durch Bearbeitung sehr detaillirter, genauer Sterncharten diesem grossen Uebelstande abzuhelfen.

Diese seine gar mühsame Arbeit nun wurde ihm zeitig und trefflich genug belohnt. Im Sommer 1804 war nämlich Harding, damals in Lilienthal bei Schröter, mit einer genauen Revision seiner, für die Zone der Ceres und Pallas entworfenen, neuen Sterncharten beschäftigt. Während dieser unausgesetzt dauernden Beobachtungen genoss Harding die grosse Freude, am 1. Sept. (desselben Jahres) Abends 10 Uhr einen neuen Planeten im Sternbilde der Fische zu entdecken. Er sah nämlich bei 95 und 98 *Piscium* (nach Bode) einen Stern 8. Grösse, der nicht in Lalande's *Hist. Céleste* stand. Diesen, in seine Charte als Fixstern eingetragenen, kleinen Stern fand nun Harding am 4. Sept. fortgerückt, und versicherte sich bald, dass es, weil am 5. Sept. der Stern wieder seine Lage geändert hatte, ein sich bewegendes Stern sei, welcher, ohne allen Nebel, mit der Ceres und Pallas in eine Klasse zu gehören schien. Durch die fortgesetzten Beobachtungen wurde der Planetismus dieses, im Aussehen ganz einem Fixsterne 8. Grösse gleichenden, Sterns erwiesen. Den 7. dess. Mon. benachrichtigte nun Harding <sup>1)</sup> zuerst Olbers von seinem wichtigen Funde. Letzterer sah den folgenden Tag Harding's Gestirn, und überzeugte sich alsbald von dem Dasein dieses neuen Wandelsterns.

Durch diese Entdeckung ward die, schon oben mitgetheilte, sinnreiche Hypothese von Olbers zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit erhoben. Die für diesen neuen Planeten

1. *Monatl. Corresp.* S. 273 u. f., wo auch die ersten Beobachtungen des Entdeckers stehen. Die Benennung Juno und das Zeichen ♃ hat Harding vorgeschlagen, und dies ist allgemein angenommen worden.

bald darauf angestellten Beobachtungen gaben nämlich das Resultat, dass bei den Knoten der Pallasbahn nahe die Knoten der Junobahn sich befinden. Bald nach Harding's Auffindung der Juno machte Olbers (der dieses wichtige Ereigniss unterm 9. Sept. nach Seeberg berichtet hatte) über die relativen Lagen der Bahnen der 5 neuen Planeten Ceres, Pallas und Juno nicht unwichtige Bemerkungen, die in der *Mon. Corr. X. S. 468.* eingesehen zu werden verdienen. Die Nachricht von Juno's Entdeckung verbreitete sich schnell. Schon am 25. Sept. hatte Maskelyne in Greenwich, am 27. Oriani in Mailand sie aufgefunden. In Frankreich fing man Mitte Octobers an, die Juno zu beobachten. Allein von dieser Zeit an bis zu Ende des Jahres herrschte eine solche abwechselnde, meistens schlechte Witterung, dass an die Bewerkstelligung feiner astronomischer Beobachtungen nicht viel zu denken war. Oriani in Mailand hatte noch am längsten und häufigsten die Juno beobachtet.

Am Ende des Jahres 1804 fand eine so äusserst nahe Conjunction der Planeten Ceres und Juno statt, dass man sie im Gesichtsfelde eines Teleskops hätte zugleich wahrnehmen können, wenn nicht eine damals gar zu enorme Lichtschwäche dieser beiden Wandelsterne dies verhindert hätte. Es scheint diese merkwürdige Zusammenkunft nirgends vollständig observirt worden zu sein.

Im Laufe des Septembers und Octobers 1804 ward die Bahn der Juno und eine Ephemeride derselben für die nächste Zeit von vier Astronomen Deutschlands: Harding, Gauss, v. Zach und Olbers bestimmt. Gauss namentlich berechnete noch vor Ende Septembers aus den, bis dahin angestellten, Beobachtungen die genäherte Bahn des neuen Planeten, welche er als die I. Elemente ankündigte.

Epoche: Seeberger Meridian 1804 Sept. 5.	20° 58' 56''
Länge des Perihels . . . . .	59 14 2
Länge des aufst. Knotens . . . . .	171 15 55
Excentricität . . . . .	0,287559
halbe grosse Axe . . . . .	0,458682
tägl. Bewegung . . . . .	0,° 12' 59'',8
Neigung der Bahn . . . . .	15 54 59
Bewegung . . . . .	rechtläufig.

Mit diesen Elementen wurden nun von Gauss die sämtlichen Braunschweiger, Bremer und Seeberger Observationen verglichen<sup>1)</sup>.

Diese Bestimmung konnte in Betreff der auf sie verwandten Zeit eine sehr schnelle genannt werden, weil es hier galt, genaue Beobachtung mit sinnreicher Theorie zu verbinden, um so zu zwar tiefliedenden, aber zugleich interessanten Resultaten zu gelangen.

Ende Octobers 1804 aber hatte der grosse Calculator schon die III. Elemente bestimmt. Noch vor Ablauf des Jahres 1804 waren von Gauss, ungeachtet des Mangels guter Meridianbeobachtungen, schon die IV. Elemente bestimmt. Dagegen hatten bis zum Februar 1805 nur wenige deutsche Astronomen das atomenartige Gestirn beobachtet, und von ausländischen waren Oriani, Piazz i und Maskelyne die einzigen, von denen gute Beobachtungen bekannt wurden. Zu Seeberg berechnete man mittels der IV. Elemente die Mittelpunktsgleichung und den Radius vector<sup>2)</sup>. Der erste (durch Gauss entworfene) Zodiacus des Harding'schen Gestirns, so wie deren geocentrischer Lauf 1805 und 1806, ferner eine von Harding selbst verzeichnete Charte — auf dem Grund der V. Elemente — sind *Mon. Corr. XI. Märzheft* und *XII. S. 100* anzutreffen. — Im Jahre 1805 erhielt Harding vom Pariser Institut die Lalande'sche Preismedaille für seine Entdeckung der Juno.

Gegen Ende des Jahres 1810 waren die Elemente der Junobahn bereits sieben Mal berechnet und verbessert worden. Im Jahre 1827 berechnete Nicolai, der schon im Jahre 1815 aus den Oppositionen der Juno von 1808, 1810, 1811 und 1812 Elemente hergeleitet hatte, aus allen bisherigen Beobachtungen folgende Bahn:

Halbe grosse Axe . . . . .	2,668676 = 55154000 Meilen
Excentricität . . . . .	0,259875 = 14355000 Meilen
Umlaufszeit . . . . .	1592,1 Tage = 4 Jahre 151,1 Tage
täglich. mittl. trop. Bewegung . . . . .	0° 15' 54'', 022
Neigung der Bahn . . . . .	15 3 28,0
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . .	171 11 20

1. *Mon. Corresp. X. S. 283.*

2. *Mon. Corr. XI. S. 192.*

Länge des Perihels . . . . .	55° 25' 18,0
mittl. Länge der Juno 1826 den 31. Octbr.	
0 Uhr Mannheim . . . . .	44 55 23, 0
In neuester Zeit werden als die genauesten und zuverlässigsten Elemente der Junobahn folgende angenommen:	
Epoche oder mittl. Länge 1851 Juli 23.	
Berlin mittl. Mittag . . . . .	74° 59' 45'',6
halbe grosse Axe (551680000 geogr. Meil.)	2,6695
Logarithmus derselben . . . . .	0,426424
Excentricität . . . . .	0,2556
Excentricitätswinkel . . . . .	14° 48' 24'',2
Länge des Perihels . . . . .	54 17 12, 7
Länge des aufsteig. Knotens . . . . .	170 52 54, 5
mittlere Anomalie . . . . .	20 22 50, 9
Neigung der Bahn . . . . .	13 2 10, 0
Umlaufzeit, sid. . . . .	4 J. 152 T. 1 St. 56 M.
trop. . . . .	4 J. 151 T. 19 St. 8 M.
synod. . . . .	4 J. 108 T. 16 St.

Schröter gab von den Bemühungen, Juno's Grösse zu bestimmen, folgende Nachrichten. Der Planet erschien mit 156 maliger Vergrösserung des 15füssigen Reflectors mit weissem, ruhigem Lichte. Deshalb unterschied er sich von den benachbarten kleinen Fixsternen, die in seiner Nähe, ihrer Irradiation zum Theil beraubt, nur als Punkte erschienen, statt dass der Planet einen, wenn gleich kleinen, doch messbaren Durchmesser zeigte. Nach Schröter's und Harding's Beobachtungen war das Licht der Juno in Vergleichung gegen die umstehenden Sterne nicht allemal gleich, aber eine regelmässige Periode dieser Ungleichheiten liess sich nicht entdecken. Messungen des Durchmessers mittels Projectionsscheiben bei verschiedenen Vergrösserungen wurden im September 1814 sowohl, als auch im December (bei grösserer Entfernung der Erde vom Planeten) angestellt. Eine dichtere die Juno nebelig umgebende Atmosphäre, wie Ceres und Pallas haben, hat Juno nicht.

Herschel's Beobachtungen stimmen hiermit nicht ganz überein. So wie er alle diese kleinen Planeten, die beinahe in gleicher Entfernung von der Sonne ihre Umläufe vollenden, kleiner findet, so ist es auch mit Juno der Fall. Herschel



sah bei allen Vergrößerungen bis zur 879maligen noch kein regelmässiges Grösserwerden des scheinbaren Durchmessers, und nie mit hinreichender Deutlichkeit eine Scheibe. Er glaubt folglich ihren scheinbaren Durchmesser nicht über 0,5 Sec. ansetzen zu können. Olbers bestimmte aus der Lichtstärke, welche die Planeten Ceres und Juno bei ihrer sehr nahen Zusammenkunft im December 1804 zeigten, den Durchmesser der Juno als nicht einmal gleich der Hälfte des Ceresdurchmessers.

### Die Vesta.

Das Jahr 1807 ist eines der berühmtesten in der Geschichte der Astronomie. — Im Laufe desselben ward Olbers ein glücklicher Columbus einer neuen Planetenwelt! Wir haben nämlich bis jetzt erfahren, wie die Entdeckungen der Ceres, Pallas und Juno theils in Folge einer längst gehegten Vermuthung eines zwischen Mars und Jupiter befindlichen Planeten, theils in Folge des glücklichen Zufalles, theils aber auch in Folge neu angestellter, sehr genauer Revisionen der Fixsterne des Thierkreises geschahen. Wir werden jedoch zu unserm Erstaunen jetzt erfahren, dass die Entdeckung eines vierten neuen Planeten gar nicht vom reinen Zufall abhing, sondern — man kann dies behaupten — absichtlich bezweckt und in Erfüllung gebracht wurde.

Olbers hatte nämlich in der Beschaffenheit der Bahnen von Ceres, Pallas und Juno ziemlich vollgiltigen Beweis für die Richtigkeit seiner Hypothese erhalten. Zufolge dieser Hypothese mussten alle, zwischen Mars und Jupiter etwa noch existirenden, planetarischen Fragmente die Sternbilder Jungfrau und Wallfisch passiren. Mithin meinte Olbers, dass man solche Planeten wohl entdecken könnte, wenn jeden Monat derjenige Theil der beiden genannten Sternbilder, welcher seiner Opposition mit der Sonne am nächsten sich befand, recht aufmerksam recognoscirt würde. Er selbst war der Erste, der dies unternahm. Er that es bereits seit dem Jahre 1804 mit einer ungemein seltenen Ausdauer, die nur dadurch sich erklären liess, dass Olbers einen wesentlichen Erfolg ganz sicher erwartete.

Eine solche angestrengte Thätigkeit war es nun aber auch würdig, ein schönes Resultat erlangen zu lassen. Wirklich wurde Olbers für seine rastlosen Bemühungen herrlich belohnt! Denn am Abend des 29. März 1807, bald nach 8 Uhr, als er das Sternbild der Jungfrau aufmerksam durchmusterte, ward er im nördlichen Flügel derselben einen fremden, beträchtlich hellen Stern 6. Grösse, westwärts von No. 20. Flamst. und No. 225. n. Bode, gewahr, den Olbers sogleich als einen neuen Planeten begrüßte. Denn ein solcher Stern hatte in dieser Gegend des gestirnten Himmels, wie ihm seine innigst vertraute Bekanntschaft mit letzterem lehrte, bisher nicht gestanden. Seine Beobachtungen am Kreismikrometer, welche die rückläufige Bewegung des Fremdlings zeigten, bestätigten die Vermuthung, dass der Stern ein neuer Planet sei, der sich dem Entdecker in dessen vortrefflichem Dollond ohne Nebel und sehr weiss, aber wie es schien, ohne bestimmbarcn Durchmesser zeigte.

Diese systematische, planmässig veranstaltete Entdeckung eines Planeten ist höchst merkwürdig, und verdient unsere ganze Bewunderung, da durch diese Entdeckung der menschliche Geist glänzend darthut, was er zu leisten vermag! v. Zach hat völlig Recht, wenn er sagt, dass die Entdeckung der Vesta als einzig in ihrer Art in den Annalen der Astronomie dasteht; so auch v. Littrow, wenn er die schöne Stelle des alten Dichters: *Οὐ τύχης, οὐκ ἀρετῆς, ἀλλ' ἀρετῆς εὐτυχομένης* auf dieses Ereigniss anwendet. Aber es darf hierbei eine andere eben so grossartige und eben so merkwürdige Begebenheit nicht übersehen werden. Wir meinen die bewundernswerthe Schnelligkeit, mit welcher die erste Bahnbestimmung der Vesta geschah. Gauss erhielt nämlich von Olbers (in einem Briefe) am 20. April Abends in der 10. Stunde die, zur Bestimmung der Vestabahn erforderlichen, Beobachtungen<sup>1)</sup>, und bereits den andern Tag in der 6. Nachmittagsstunde schickte er die ersten Elemente nebst der Vergleichung von 25 durch jene Elemente gut dargestellten Beobachtungen nach Bremen ab. Diese I. Elemente waren folgende:

1. S. Mon. Corr. XV. S. 505.

Epoche der Länge: 1807 März 29. Bremen 12 Uhr Mittl. Zeit	
Länge des Perihels . . . . .	15° 8' 4'', 6
Länge des aufst. Knotens . . . . .	105 8 36, 2
Tägl. mittl. Bewegung . . . . .	0 16 18, 909
Excentricität . . . . .	0,0975050
Log. d. halb. grossen Axe . . . . .	0,3728428
Neigung der Bahn . . . . .	7° 5' 49'', 5

Gauss hatte zu dieser ganzen Arbeit nicht mehr als 10 Stunden nöthig gehabt, ungeachtet er erst ganz neue, also gänzlich unbekannt Elemente zu bestimmen hatte! Welche Gewandtheit und Schnelligkeit im Rechnen! Die meisten damals lebenden Astronomen würden gewiss mehr als das Doppelte der, von Gauss gebrauchten, Zeit nöthig gehabt haben, um, die Bahnbestimmung selbst nicht einmal in Anschlag gebracht, 25 beobachtete geocentrische Orte der Vesta mit deren berechneten Elementen vergleichen zu können.

Schon am 9. Mai hatte Gauss die II. Elemente, welche sich auf 58 Beobachtungen gründen, bestimmt, und Anfang Juni's mit 84 Observationen verglichen. Auch bei der Vesta hegten v. Zach, Olbers und Gauss <sup>1)</sup> die Hoffnung, diesen neuen Planeten unter den ältern Fixsternbeobachtungen anzutreffen: allein ihre Hoffnung ging nicht in Erfüllung. Die erste, den geocentrischen Lauf der Vesta (vom 2. Mai 1808 bis zum 18. März 1809) darstellende, Ephemeride hatte Gauss ebenfalls entworfen, dessen IV. Vestaelemente im Jahre 1809 erschienen. Uebrigens schlug er, auf die an ihn ergangene Bitte des berühmten Entdeckers, diesem für seinen neuen Planeten den Namen *Vesta* mit der Bezeichnung  $\zeta$  vor, welcher Name und welches Zeichen seitdem allgemein angenommen worden sind.

Bald nach der Entdeckung wurde der neue Wandelstern beobachtet durch Harding in Göttingen vom 5. Apr. bis zum 8. Mai, durch Bessel in Lilienthal vom 1. Apr. bis zum 1. Mai, durch Oriani in Mailand vom 26. Apr. bis zum 3. Mai, in London und Greenwich vom 25. Apr. an, und in Paris schon

<sup>1)</sup> *Mon. Corr. XV. S. 598. u. f.*

vom 14. Apr. an. — Ueberhaupt war bereits gegen Ende Juni's die Vesta auf den meisten europäischen Sternwarten aufgefunden und beobachtet worden. Sehr vollständig und genau hat zum ersten Male Bugge den Gegenschein der Vesta vom Sept. 1808 observirt und berechnet.

An die Bestimmung der Störungen, welche die Vesta in ihrem Laufe, besonders vom Jupiter, erfährt, konnte selbst mehrere Jahre nach der Entdeckung dieses neuen Planeten noch nicht gedacht werden. Nur Burckhardt hatte es zuerst gewagt, die allgemeinen Ausdrücke dieser Perturbationen gleich anfangs zu bestimmen, und die Resultate am 7. Sept. 1807 dem Pariser Institute zu übergeben. <sup>1)</sup>

Gauss gab noch im Jahre 1810 nur verbesserte, rein elliptische Elemente für die Vesta:

Epoche: 1811 Göttingen . . . . .	204° 46' 45"
tägl. mittl. trop. Bewegung . . . . .	0 16 16,8265
Länge des Perihels . . . . .	250 19 16
Log. der halb. grossen Axe . . . . .	0,5755001
Länge des aufst. Knotens . . . . .	105° 10' 41"
Neigung der Bahn . . . . .	7 7 51
Excentricität . . . . .	0,1858258.

Zwei Jahre später berechnete Encke abermals neue Elemente, so wie den geocentrischen Lauf der Vesta für die Zeit vom 20. Sept. 1813 bis zum 13. Juli 1814. Santini entwickelte zu Anfange des Jahres 1813 (mit Begründung auf die IV. Elemente von Gauss) die vom Jupiter abhängigen Perturbationen, wobei jedoch blos auf die ersten Potenzen der Excentricität Rücksicht genommen war. Santini machte diese seine Arbeiten unter dem Titel: *Osservazioni e calcoli di alcune opposizioni de Pianeti superiori* bekannt. Gleichzeitig erschien von Carlini in den *Mailänder Ephemeriden für 1816: Equazione del Centro del Pianeta Vesta per l' eccentricita 0,0889 colla variat. per 0,0001 di variat. nell' eccentric.*, eine ruhmvolle und verdienstvolle Arbeit, die aber, wenigstens für damals, noch etwas zu zeitig unternommen worden war. Auch berechnete Daussy Tafeln für die Vesta, welche in der *Conn. de t. 1821*

1. Ein Auszug von Burckhardt's Arbeit findet sich in der *Mon. Corr. XXVIII. S. 222. u. f.*

mitgetheilt worden sind. — Schon im Jahr 1815 hatte man folgende sehr gute Vestaelemente:

Epoche der mittl. Länge: 1814 Febr. 13.

Gött. 12 Uhr . . . . .	154 <sup>o</sup> 55' 27",85
Länge des Perihels . . . . .	249 58 6,69
Länge d. aufst. Knotens . . . . .	103 11 30,51
Neigung der Bahn . . . . .	7 8 16,01
Excentricitätswinkel . . . . .	5 8 30,75
tägl. mittl. trop. Bewegung . . . . .	0 16 17,95156
Log. der halb. gross. Axe . . . . .	0,5751261

In Folge der seit 1807 bis 1859 fast unausgesetzt gemachten Beobachtungen und Berechnungen werden in neuester Zeit folgende Elemente der Vestabahn als die zuverlässigsten betrachtet:

Epoche d. mittl. Länge 1851 Juli 23. Berl.

mittl. Mittag . . . . .	84 <sup>o</sup> 47' 3",2
halbe grosse Axe (48805000 geogr. Meil.)	2,5615
Logarithmus derselben . . . . .	0,575185
Excentricität . . . . .	0,0886
Excentricitätswinkel . . . . .	5 <sup>o</sup> 14' 50",8
Länge des Perihels . . . . .	249 11 57,0
Länge des aufst. Knotens . . . . .	105 20 28,0
Neigung der Bahn . . . . .	7 7 57,5
mittlere Anomalie . . . . .	195 55 26,2
Umlaufzeit, sid. . . . .	3 J. 229 T. 17 St. 8 M.
trop. . . . .	3 „ 219 „ 15 „ 9 „
synod. . . . .	3 „ 158 „ 23 „ 0 „

Ungeachtet der bekanntlich äusserst schwierigen Bestimmung des Durchmessers dieses Planeten, und ungeachtet der grossen Verschiedenheit dieser Bestimmung, welche Herschel und Schröter ausgeführt haben, ist man doch wenigstens zu der Gewissheit gelangt, dass die Vesta kleiner als alle Planeten und Satelliten ist. In Bezug auf ihre physische Beschaffenheit muss bemerkt werden, dass der Lichtwechsel der Vesta sehr auffallend ist. Obschon dieser Planet, wie bereits oben bemerkt worden, bei weitem der kleinste von allen ist, so hat er doch meistens ein sehr lebhaftes, den Fixsternen ähnliches Licht. Unter günstigen Verhältnissen erscheint er selbst dem freien Auge als ein Fixstern der sechsten oder siebenten Grösse, eine

Eigenheit, die wahrscheinlich in der besondern Beschaffenheit seiner Oberfläche ihren Grund haben muss. Zuweilen sieht man die Vesta auch mit einer Dunsthülle umgeben.

### *Die vier neuen Planeten überhaupt.*

Seit dem Jahre 1807 bis auf die neueste Zeit herab ist kein neuer Planet wieder entdeckt worden. Olbers, dem die Entdeckung zweier Planeten gelungen ist, hatte seit 1807 wenigstens noch 10 Jahre lang seine Untersuchungen an derjenigen Stelle des gestirnten Himmels fortgesetzt, wo nach seiner Hypothese die Knotenpunkte der, zwischen Mars und Jupiter befindlichen, kleinen Planetenwelt liegen sollen. Er glaubte demnach mit Bestimmtheit versichern zu können, dass in den Jahren 1808 bis 1815 kein neuer Planet diesen Himmelsraum durchwandert habe.

Dennoch dürfen wir die Hoffnung nicht aufgeben, dass wenigstens vielleicht in später Zukunft die Astronomen so glücklich sein werden, die Zahl der bisherigen 11 Hauptplaneten um einen neuen, gewiss aber nur sehr kleinen, vermehrt zu erhalten, wenn anders nicht die zahllose Menge der teleskopischen Fixsterne diese Hoffnung für immer vereitelt. Namentlich gab Daun (ein Gutsbesitzer zu Herrendorf bei Soldin in der Neumark und eifriger Liebhaber der Sternkunde) im Jahre 1811 die Gründe arithmetisch an, warum er glaube, dass ausser den schon entdeckten 4 kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter sich daselbst wohl noch ein fünfter aufhalten müsse.

Wenn wir das, was in Betreff der Ceres, Pallas, Juno und Vesta bis zum Jahre 1815 geleistet worden ist, im Allgemeinen überblicken, so werden wir finden, dass diese vier neuen Planeten fast auf allen Sternwarten Europa's fleissig und ihre Oppositionen vollständig beobachtet wurden. Die Berechnungen der Beobachtungen blieben hinter diesen nicht zurück. Ausser Gauss, Nicolai und Encke berechneten auch Wachter (im Sommer 1812), Gerling, Möbius entweder neue Elemente aus Oppositionen oder neue Ephemeriden. So z. B. Möbius und

Wächter in Betreff der Juno <sup>1)</sup>, Encke für die Pallas und Gerling in Bezug auf die Vesta. Letzterer benutzte die Oppositionen von 1808, 1810, 1811, 1812, 1814 und 1815 zur Bestimmung neuer Elemente. Santini's Tafeln der Vestastörungen wurden im Jahre 1815 bekannt. Diese Tafeln gründeten sich auf eine neuere Arbeit, nicht aber auf die frühere vom Jahre 1815. Desto auffallender war es dagegen, dass in der *Connaiss. des tems pour Van 1813 et 1814* noch immer keine Ephemeride von irgend einem der 4 neuen Planeten gegeben war. Auch blieb die Theorie der Ceres leider unbeachtet. Aber die wichtigste Arbeit in Hinsicht dieser vier kleinen Himmelskörper und dann der Planetentheorie überhaupt wurde in damaliger Zeit durch Gauss ausgeführt. Fünf Jahre nämlich war Gauss damit beschäftigt, die Gleichungen für die Störungen der Pallas durch Jupiter und Saturn (letztere von Nicolai) zu entwickeln. Dem Detail dieser merkwürdigen Bearbeitung, welche eine neue Epoche der Perturbationstheorie begründet hat, sah man damals mit der grössten Erwartung entgegen. Und wirklich sind die gedachten Störungsgleichungen so vollständig entwickelt, dass keine, deren Coefficient grösser als  $\frac{1}{10}$  Secunde ist, fehlt. Hinsichtlich des Mars, welcher eine grosse Menge kleiner Gleichungen ergab, wurden zwar damals nur die bedeutendsten berücksichtigt; aber doch belohnte bereits der schöne Erfolg die ungeheure Mühe der grossen Arbeit. Denn das Minimum der Quadrate der Fehler in der Länge der ersten zehn beobachteten Gegenscheine der Pallas, welches für rein elliptische Elemente in die Hunderttausende sich belief, betrug nach den angebrachten Störungen nur noch Hunderte von Secunden. Was die neuen, zu diesen Entwicklungen angewandten, Methoden betrifft, so stehen ihnen die frühern von Clairaut, Euler, Lagrange und Laplace in Rücksicht der vollkommenen Versicherung, keine nur irgend wesentliche Gleichung vernachlässigt zu haben, bedeutend nach. In diese Zeit fällt auch Carlini's Versuch, die Ortsberechnung der 4 neuen Planeten durch Tafeln für die Mittelpunktsgleichung und Reduction auf die Ekliptik <sup>2)</sup> zu erleichtern. Aber

1. *Mon. Corr.* XXVIII, S. 577 u. f.

2. *Mitländer Ephemeriden* 1815 u. 1816, in Betreff der Ceres und Vesta.

v. Lindenau und Bohnenberger waren damals der Meinung, dass dieser mühsame Versuch etwas noch zu zeitig unternommen worden sei. Um mit einem einzigen Blick übersehen und vergleichen zu können, welche Elemente für die neuen Planeten um das Jahr 1815 als die besten galten, theilte v. Lindenau die Zusammenstellung derselben im ersten Bande seiner mit Bohnenberger herausgegebenen Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften mit. In dem Jahre 1816 unternahmen Westphal, Posselt, Tittel, 1817 aber Nicolai, 1818 Westphal und Nicolai, so wie Dirksen, Berechnungen theils von bessern Elementen, theils von neuen Ephemeriden der 4 kleinen Planeten. Ueberhaupt sind in Betreff aller vier neuen Planeten Beobachtungen auf so mancher Sternwarte, Berechnungen neuer Elemente oder Ausfeilungen der alten, ferner Ephemeriden des geocentrischen Laufes für jedes Jahr von nicht wenigen Astronomen (Gauss, Gerling, Wachter, Möbius, Encke, Nicolai, Westphal, Schmidt, Harding u. A.) fast bis auf die neuesten Zeiten geliefert worden. Die Störungen der Pallas, Juno und Vesta wurden bis zum Jahre 1830 fortgeführt, die der Ceres sind seit dem Jahre 1809 nicht weiter entwickelt, also unvollständig geblieben. Im *astronomischen Jahrbuche f. 1830*, dem ersten unter Encke's Redaction, stehen zum ersten Male die geocentrischen Oerter der 4 neuen Planeten, so wie genauere Ephemeriden von Tag zu Tage, für die 28 Tage, welche die Opposition einschliessen. Die nöthigen Hilfscolumnen sind ebenfalls beigegeben, jedoch alle Angaben ohne Berücksichtigung der Aberration und Parallaxe. Einen schätzenswerthen Zusatz verdankt das Berliner astronomische Jahrbuch dem berühmten Bremer Sternkundigen.

Obers erinnerte nämlich Encke daran, dass zur leichtern Auffindung der kleinen Planeten es von Interesse sei, ihre Entfernung nicht blos von der Erde, sondern auch von der Sonne zu kennen, um ihre Lichtstärke schätzen zu können. Encke hat deswegen in seinem *Jahrbuche für 1832 u. f.* eine Columnne welche diese Entfernung enthält, hinzugefügt, und dagegen statt der drei Columnen, Aufgang, Culminationszeit und Untergang, nur die zwei, Culminationszeit und halber Tagebogen, ange setzt, aus denen sich die andern mit Leichtigkeit finden lassen.



Hieran schliesst sich eine bequeme Schätzung der jedesmaligen Lichtstärke der kleinen Planeten in den Oppositionen (von Bessel), nach welcher die Zahlen, welche die Lichtstärke bezeichnen, in den Planetenconstellationen für das Jahr 1852 angesetzt sind. Als Einheit ist dabei diejenige zum Grunde gelegt, welche die Planeten in einer Opposition haben würden, in welcher zugleich sie in ihrer mittleren Entfernung von der Sonne und die Erde ebenfalls in ihrer mittlern Entfernung sich befände, oder, wenn  $a$  die halbe grosse Axe der Bahn, und  $r$  und  $\Delta$  die Entfernung des Planeten in irgend einer Opposition von Sonne und Erde bezeichnet, so wird die jedesmalige Lichtstärke ausgedrückt werden durch:

$$\frac{a^2(a-1)^2}{r^2\Delta^2}$$

Die hieraus folgenden Zahlen sind für:

Vesta . . . . .	$\frac{10,45}{r^2\Delta^2}$
Juno . . . . .	$\frac{19,88}{r^2\Delta^2}$
Pallas . . . . .	$\frac{24,51}{r^2\Delta^2}$
Ceres . . . . .	$\frac{25,90}{r^2\Delta^2}$

wenn man die jetzt stattfindenden Elemente annimmt.

Es scheint diese Bezeichnung zweckmässiger zu sein, hauptsächlich deswegen, weil die kleinen Planeten meistens nur in den Oppositionen beobachtet werden, und der blosser Anblick der Zahl dabei zeigt, ob sie entfernter oder näher sind.

Mit der äussern Gestalt der Atmosphäre, den Lichtveränderungen und dem Durchmesser der vier neuen Planeten hat sich fast Keiner so anhaltend beschäftigt, als Schröter. Dieser hat ein besonderes Werk geschrieben, das viele merkwürdige und lehrreiche Bemerkungen über jene neuen Himmelskörper enthält. Weil Schröter öfters kometenartige Nebel an den 4 kleinen Wandelsternen bemerkte, so äusserte er einmal scherzweise, dass sie vielleicht Bastarde aus der himmlischen Verbindung eines Planeten mit einem Kometen sein könnten. Wie

schon oben erwähnt, fand Schröter die Bestimmung der scheinbaren Durchmesser dieser atomenartigen Körper sehr schwierig. Herschel, im Besitz ausgezeichnet lichter und stark vergrößernder Spiegelteleskope, beobachtete gleichfalls die vier kleinen Planeten hinsichtlich ihrer Lichtveränderungen und scheinbaren Durchmesser. Die letztern fand der berühmte Entdecker des Uranus weit kleiner, als sie Schröter gefunden hatte. Wer von Beiden sich der Wahrheit mehr genähert hat, als der andere, weiss man aber noch jetzt nicht. Indessen darf dies Niemanden verwundern, wer da weiss, wie äusserst schwer die Bestimmung der scheinbaren Durchmesser solcher kleinen Gestirne ist. Bei den grossen Schwierigkeiten, welche Irradiation, Lichtwechsel, ja selbst die Atmosphäre der Erde der Bestimmung kleiner Planetendurchmesser stets in den Weg setzen, wird man noch sehr lange, vielleicht für immer eines genauen Resultats hinsichtlich der wahren Grösse der vier neuen Planeten entbehren müssen. Doch machte Lamont während der Opposition der Pallas im Jahre 1856 einen nicht unglücklichen Versuch, den Durchmesser dieses Planeten in zwei Nächten zu messen. Die erste Nacht war ausgezeichnet günstig, denn mit 1200maliger Vergrößerung erschien die Pallas als ein begrenztes Scheibchen, und die Beobachtungen gaben als Resultat für eine mittlere Entfernung von 2,7726 den scheinbaren Durchmesser  $0,51$ . Die zweite Nacht hindurch war aber die Luft etwas unruhig und der Rand des Planetenscheibchens gezackt. Daher erhielt Lamont  $0,74$ , also grösser. Die erstere Bestimmung verdient demnach entschieden den Vorzug, so dass also die Pallas nahe 145 geographische Meilen im Durchmesser hat. Uns ist nicht bekannt, ob Lamont seine Versuche wiederholt und auch bei der Ceres, Juno und Vesta angestellt hat. So viel ist aber gewiss, dass diese die kleinsten Bewohner unsers Sonnensystems sein müssen. So soll z. B. die Oberfläche der Vesta noch nicht dem Flächeninhalte Schwedens gleich kommen. Es könnte also auf der Vesta einer unserer Fussgänger, der täglich 6 Meilen macht, in 15 Tagen seine Antipoden besuchen, und binnen 4 Wochen die sogenannte Reise um die Welt ebenfalls ganz bequem zu Fusse vollenden. v. Littrow sagt, dass eine solche Reise nur wenig neue Erfahrungen zu

sammeln Gelegenheit bieten müchte, weil auf der Vesta die grössten Staaten nur unsern Kreisen oder Cantonen gleichen mögen, und weil auch die Bewohner dieses Planeten sich wahrscheinlich schon ohnedies einander alle, wie unsere Kleinstädter, kennen werden.

Herschel wollte die Ceres, Pallas, Juno und Vesta nicht Planeten, sondern *Asteroiden* genannt wissen, weil dieselben weit grössere Excentricitäten und Neigungen ihrer Bahnen zeigen. Dies wird man aber jetzt mit Recht darum unberücksichtigt lassen, weil das Wesen eines Hauptplaneten hauptsächlich nur in seinem kreis- oder ellipsenförmigen Umlaufe um die Sonne besteht.

Sollten in Zukunft die Elemente der Bahnen der vier neuen Planeten völlig genau berichtet sein, so werden sich dann auch wahrscheinlich Bestimmungen ihrer Massen erhalten lassen.

Wir können diesen ersten Theil unserer Geschichte nicht besser schliessen, als mit einer kurzen Erwähnung der wichtigsten Folgen der Entdeckungen der vier neuen Planeten. Es ist augenscheinlich, dass durch diese Entdeckungen die Ausbildung der theoretischen und praktischen Sternkunde ausserordentlich gewonnen hat. Wir dürfen nur an die trefflichen Abhandlungen von Gauss über Reduction heliocentrischer Planetenörter auf geocentrische, so wie über die Grenzen des Thierkreises der Planeten erinnern. Das ausgezeichnete Werk, welches Gauss über die Bewegung der Weltkörper in Kegelschnitten <sup>1)</sup> abgefasst, welches den ganzen elliptischen Theil der planetarischen Bewegungen enthält, das den Leser einweihet in das Geheimniss neuer Methoden, aus einem geocentrischen Bogen die ganze heliocentrische Bahn zu bestimmen, — dieses Werk, in welchem alles neu und Original ist, sichert schon allein dem jetzigen Jahrhundert, was die Sternkunde betrifft, eine hohe wissenschaftliche Ehre zu. Aber auch für die physische Astronomie haben die neuen Planeten Veranlassung gegeben, die bisherige Pertur-

1. Mehr über dieses, in lateinischer Sprache abgefasste, Werk des grossen Göttinger wird im II. Theile mitgetheilt werden.

Jahn, Gesch. d. Astronomie.

bationstheorie zu erweitern und zu vervollkommen. Da nämlich Vesta, Juno, Pallas und Ceres sehr grosse Störungen von dem Planeten Jupiter erleiden, so giebt dies ein Mittel, durch einen Schluss rückwärts die Masse des Jupiter mit grosser Genauigkeit zu bestimmen. Bisher ist dies immer nur mittelst der vier Jupitertrabanten geschehen. Es war also auffallend, dass der neue Weg, den man zu demselben Ziele gefunden hatte, zu einer von jener ersten bedeutend abweichenden Massenbestimmung des Jupiter führte. Man wurde durch diese Verschiedenheit längere Zeit hindurch in nicht geringe Verlegenheit gesetzt, bis endlich Airy die grössten Elongationen der Jupitersatelliten durch seine eigenen Beobachtungen sorgfältiger zu bestimmen suchte. So zeigte sich denn nun die gewünschte Uebereinstimmung sofort, da die Masse des Jupiter, wie sie aus dessen Monden und aus seinen Störungen der neuen Planeten sich ergab, fast dieselbe war. Santini hat seitdem die Satellitenbeobachtungen wiederholt, und ebenfalls sehr nahe mit Airy übereinstimmende Resultate gefunden. Wir werden auf diesen höchst wichtigen Gegenstand im II. Theile, wo vom Jupiter und Saturn die Rede ist, noch ein Mal wieder zurückkommen.—Auch die praktische Astronomie verdankt den vier neuen Planeten ebenfalls manche Bereicherung und Vervollkommnung. Denn die Beobachtungen mit dem Kreis- mikrometer erhielten seitdem einen höhern Grad von Ausbildung, und die Sterncharten Harding's übertrafen alles, was der Art bisher erschienen war. Endlich darf auch nicht unerwähnt bleiben, dass man sogar versucht hat, das System der vier neuen Planeten durch Apparate zu veranschaulichen. Ein Modell, welches eine sehr versinnlichte Darstellung der Grösse, Neigung Excentricität und Durchschlingung der Bahnen gewährt, hat 1816 Bode für die Berliner Sternwarte aus Messing, 11 Zoll im Durchmesser gross, anfertigen lassen. Etwa 18 bis 20 Jahre später liess Möbius ein ähnliches Modell nach seiner Angabe durch Riedig in Leipzig für die dasige Sternwarte construiren.

## Zweiter Theil.

### Die sechs Planeten

### *Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus.*

---

#### *M e r k u r.*

Der Hauptgegenstand unserer Betrachtungen in dem vorhergehenden Theile waren die sogenannten vier neuen Planeten, da mit ihrer Entdeckung das jetzige Jahrhundert begann. In diesem wird es nun am natürlichsten und angemessensten erscheinen, uns zu den ältern Planeten zu wenden, damit wir erfahren, welche Fortschritte in der Theorie ihrer Bahnen gemacht und welche neue oder berichtigte Kenntnisse in Rücksicht der natürlichen Beschaffenheit ihrer Oberflächen seit dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts erlangt worden sind.

Lalande, der ehrwürdige Altvater der französischen Astronomen, hatte seit 40 Jahren unausgesetzt Verbesserungen mit den Tafeln des Merkur, so 1801, zuletzt noch im Jahre 1805, vorgenommen. Daher gewährten diese Tafeln, eben weil Lalande das vortreffliche Mittel, durch die vielen seit 1700 observirten Merkursdurchgänge dessen Bahn scharf zu bestimmen, angewandt hatte, zur Zeit, als der lebensmüde Pariser Astronom gestorben, bereits eine grosse Genauigkeit. Als Lalande am 8. Nov. 1802 den Merkursdurchgang beobachtet hatte, schrieb

er an v. Zach: Meine Augen haben den Merkur nun zum letzten Male gesehen!<sup>1)</sup>)

Triesnecker entwarf ebenfalls Merkurstafeln, die sich auf die, aus sämtlichen bisherigen Durchgängen dieses Planeten und zugleich aus Greenwicher Meridianbeobachtungen hergeleiteten, Elemente der Bahn gründen.

Ob nun gleich beide erwähnten Tafeln für ihre Zeit sehr schätzenswerth waren, so mussten sie dennoch für noch unvollkommen erklärt werden, weil nicht nur Lalande, sondern auch Triesnecker diejenigen Perturbationen, welche Merkur von der Erde und Venus erleidet, ganz unberücksichtigt gelassen hatten. Die erste vollständige Entwicklung aller Merkursstörungen<sup>2)</sup> gab Laplace in dem dritten Theile seines grossen Werkes *Mécanique céleste*. Dieser höchst geniale Geometer zeigte dort, dass die Säcularänderungen des Knotens und des Aphelium bedeutend genug sind, und dass die periodischen Störungen im Maximum über 20 Secunden anwachsen können. Es war damals kein überflüssiger Wunsch, von einem in die Sache eingeweihten Berechner die Bearbeitung neuer Merkurstafeln baldigst vorgenommen zu sehen.

Um aber diese mit Erfolg vornehmen zu können, müssen offenbar die, mittels der neuern Sonnentafeln und Sternkataloge schärfer reducirten, Merkursvorübergänge angewandt, und überdies auch andere, von den Knoten der Merkursbahn entfernt angestellte, Beobachtungen gebraucht werden.

Diesen Wunsch erfüllte nun v. Lindenau im Jahre 1815 durch die Herausgabe seiner verbesserten Merkurstafeln (*Investigatio nova orbitae a Mercurio circa Solem descriptae etc.*), obgleich anfänglich v. Lindenau die Theorie des Planeten Uranus zu bearbeiten Willens gewesen war. Die Resultate der obigen Untersuchungen stehen im Auszuge auf eine beleh-

1. Da Merkur bekanntlich schwer und nur selten mit blossen Augen wahrzunehmen ist, so fällt es gar nicht auf, wenn man hört, dass der Entdecker des wahren Planetensystems, Copernicus, noch auf seinem Sterbebette es bedauert hat, niemals den Merkur gesehen zu haben.

2. Oriani's *Theoria planetae Mercurii* gehört noch dem 18. Jahrhundert an.

rende Weise im Juli- und Augustheft der *Mon. Corr.* XXVIII. Wir geben aus diesem Auszuge für die von v. Lindenau gefundenen, verbesserten Elemente der vom Merkur um die Sonne beschriebenen elliptischen Bahn:

Epoche: 1750 Seeb. Meridian . . . . .	255° 5' 17,1		
Länge des Perihels . . . . .	73 53 24,3		
Länge des aufst. Knotens . . . . .	45 22 1,0		
Neigung der Bahn 1800 . . . . .	7 0 5,9		
Excentricität 1800 . . . . .	0,20561651)		
halbe grosse Axe . . . . .	0,5870958		
mittl. jährl. Bewegung . . . . .	55° 45' 5,615		
Bewegung in 100 jul. Jahren . . . . .	74 4 55, 64		
100jähr. Aenderung	$\left\{ \begin{array}{l} \text{des Perihels} \dots\dots 1 \ 53 \ 22,9 \\ \text{des aufst. Knotens} \dots\dots 1 \ 10 \ 15,1 \\ \text{der Excentricität} \dots\dots +0 \ 0 \ 0,791 \\ \text{der Neigung} \dots\dots +0 \ 0 \ 18,58 \end{array} \right.$		
		siderische Umlaufszeit . . . . .	87 T. 23 St. 15' 44''

Noch müssen wir bemerken, dass v. Lindenau in seiner oben angeführten *Investigatio* die Resultate der Vergleichung der, zu den Bedingungsgleichungen angewandten, beobachteten wahren geocentrischen Merkursörter mit den neuen Elementen mitgetheilt, und schliesslich eine Bemerkung hieran geknüpft hat. Diese besteht darin, dass, weil die Uebereinstimmung durchgängig so sehr befriedigend gefunden worden, für die nächsten 50 bis 40 Jahre eine wesentliche Verbesserung dieser neuen Merkurs-elemente wohl nicht wahrscheinlich sein werde. Wie sehr v. Lindenau sich nicht täuschte, beweist hinlänglich, dass im Jahre 1840 noch keine bessern Tafeln als die von demselben erschienen sind.

Wir bemerken hier, dass nach v. Lindenau der wahre Durchmesser 600 Meilen, also bloß etwas über  $\frac{1}{3}$  des Erddiameters beträgt. Die Merkursmasse giebt man, mittels noch immer sehr unsicherer Bestimmungen, zu  $\frac{1}{2025810}$  der Sonnenmasse an. Diese Masse ist nämlich nach der Voraussetzung berechnet, dass die Densitäten den Abständen von der Sonne

I. Pontécoulant und Schubert geben 0,2055149 für 1801, also sehr bedeutend von obiger Angabe abweichend.

umgekehrt proportional sind, jedoch unter Annahme eines grössern Volumens, als des aus spätern Beobachtungen gefundenen<sup>1</sup>). Indessen scheinen v. Lindenau's Bestimmungen der Venusstörungen auf eine grössere Masse zu deuten, so dass die Dichtigkeit des Merkur noch grösser als die vierfache Dichtigkeit der Erde sein müsste.

Erst einem Schröter konnte es durch sorgfältige, vom 25. Apr. bis zum 14. Juni 1801 mit Harding gemeinschaftlich angestellte, Observationen die Bestimmung der Merkursrotation (24 Stund.  $5\frac{1}{2}$  Min.) bis auf  $\frac{1}{288}$  des Resultates genau gelingen. Indessen fand später Bessel (gegen Ende des Jahres 1809), als er die Mittelpunktsgleichungen genau berechnet, und die wahre, wegen der starken Excentricität sehr ungleichen Merkurstage, auf mittlere reducirt hatte, als Rotationsperiode 24 Stunden  $0' 52''{,}97$ .

Schröter fand die höchsten Berge des Merkur auf dessen südlicher Hemisphäre, also wie auf dem Monde, auf der Venus und der Erde. Bei dieser Gelegenheit dürfen wir einen, von Harding in dem Planeten am 18. Mai 1801 wahrgenommenen, dunklen Streifen, da dieser gewiss höchst merkwürdig ist, nicht unerwähnt lassen. Schröter sah diesen Streifen am andern Tage ebenfalls. Wir können die betreffenden, interessanten Untersuchungen sehr ausführlich in Schröter's *hermographischen Fragmenten*<sup>2</sup>) vergleichen. Denn diese enthalten noch immer fast das Einzige, was man über die natürliche Beschaffenheit des Merkur weiss.

In Betreff des scheinbaren Durchmessers des Merkur hat Wurm eine umfassende Arbeit ausgeführt. Das Resultat dieser Arbeit war  $6''{,}0$  als scheinbarer Durchmesser in der mittlern Entfernung der Erde von der Sonne. Dieses Resultat gründet sich nicht nur auf eine Menge von mikrometrischen Messungen, sondern auch auf sämmtliche, seit dem Jahre 1756 observirte, Durchgänge des Planeten. Die mittlere Entfernung Merkurs von der Sonne fand Wurm  $0,5870987$ . Eine hiermit verwandte Arbeit lieferte Flaugergues; sie betraf die Entwicklung

1. Laplace, *Expos. du syst. du monde. Liv. I. ch. 5. L. IV. ch. 3.*

2. S. auch *Monatl. Corresp. IV. S. 220 u. f.*



eines neuen Ausdrucks zur Bestimmung des Merkursdurchmessers, mittels der Zeiträume der innern und äussern Berührungen dieses Planeten bei seinen Vorübergängen vor der Sonnenscheibe.

Was endlich die Durchgänge des Merkur selbst angeht, so haben sich Delambre und Schubert mit der Berechnung derselben beschäftigt, und Anweisungen zur Ableitung der Verbesserungen der Merkurs Elemente aus dieser Berechnung unständig gegeben. Die hierauf bezüglichen grossen Abhandlungen stehen, die von Delambre in den *Mémoires de l'Institut*, Tom. III., und die von Schubert in den *Actis academiae Petropolit.*, Tom. XIII. In diesen Abhandlungen findet sich manches zur Zeit ihrer Erscheinung für neu und schön Geltende. Bleibenden Werth hat Schubert's besondere Untersuchung aller Durchgänge von 1801 bis 1900, so wie die mittels vollständiger numerischer Entwicklungen gefundenen Bedingungen, unter denen die Merkursvorübergänge in den Jahren 1815, 1822, 1845, 1848, 1861, 1868, 1878, 1881, 1891 und 1894 stattfinden müssen.

Schliesslich darf nicht unerwähnt bleiben, dass der von Rümker am 5. November 1822 zu Paramatta und von Henderson am Vorgebirge der guten Hoffnung observirte, Merkursdurchgang wohl die ersten eigentlich astronomischen Beobachtungen dieser Art sind, welche auf der südlichen Hemisphäre der Erde gemacht wurden.

Wir haben uns hier mit einem Planeten beschäftigt, den zwar die Alten schon kannten, welchen aber die Augen der meisten Sterblichen niemals erblicken. Wenn nun aber bereits Merkur wegen seiner grossen Nähe bei der Sonne nur selten und schwer wahrzunehmen ist, so wird dann offenbar um so weniger Hoffnung vorhanden sein, einen Planeten, der noch näher der Sonne stände als jener, falls er in der That existirte, zu entdecken und zu beobachten. Dass ein schlesischer Kaufmann, Namens Schenk, ein Freund des gestirnten Himmels, in neuerer Zeit (1852), als Merkur auf der Sonnenscheibe vorüberging, einen Trabanten desselben wahrgenommen haben wollte, mag hier noch beiläufig erwähnt sein.

### Die Venus.

Unstreitig der hellste und schönste aller Planeten ist Venus. Darum waren auch schon die Dichter der Griechen und Römer voll von dem Lobe seiner Schönheit. Homer nennt ihn (*Iliad.* XXII. 318) *κάλλιστος*, den Schönsten:

„Hell wie der Stern vorstrahlt in dämmernder  
Stunde des Melkens,  
Hesperus, der der Schönste erscheint von den  
Sternen des Himmels.“

Fast dieselben Astronomen, welche sich mit der Theorie des Merkur beschäftigten, bearbeiteten auch die Theorie der Venus. Lalande und Triesnecker gaben im vorigen Jahrhundert Tafeln dafür, die nur selten 30'' von den Beobachtungen abweichen. Fast unerwartet war eine solche Uebereinstimmung, da in den erstern alle Störungen ganz, in den letztern zum Theil vernachlässigt sind und diese im Maximum über 30'' steigen können.

Dies veranlasste v. Lindenau zu einer neuen Bearbeitung. Um die Säculargleichungen unabhängig von der Theorie zu erhalten, wurden die Elemente einmal für 1750 aus Bradley'schen, und dann für 1808 aus hundert neuern Beobachtungen bestimmt. Die Differenz beider gab deren Säcularänderung, die v. Lindenau zu einer Bestimmung der Merkurs-, Erd- und Marsmasse zu benutzen wünschte. Allein der Zeitraum war doch noch zu klein, um dies mit Sicherheit bewerkstelligen zu können, und bios für Merkur schien aus der Summe aller Beobachtungen eine merkliche Vergrößerung der Masse zu folgen.

Dennoch liess v. Lindenau die Frucht dieser seiner Arbeiten, die *Tabulae Veneris novae etc.* drucken. Die Kosten des Drucks bestritt der Herzog von Gotha. Der Verfasser hat sich in der *Monatl. Corresp.* XXI. S. 201 u. f. umständlicher ausgesprochen und die ganze Analyse seiner Tafeln mitgetheilt. Auch Lalande und Triesnecker haben späterhin ihre frühern Tafeln mit Berücksichtigung der Störungen verbessert, ohne jedoch die erhaltenen Resultate zur öffentlichen Bekanntmachung zu bringen.

Aus den Piazzzi'schen Bestimmungen für Präcession und Abnahme der Obliquität erhielt man  $\frac{1}{557345}$  als den Werth der Venusmasse, der jedoch als ganz unwahrscheinlich nicht weiter beachtet wurde. Da v. Lindenau nach dem Plane seiner Bestimmung der Venuselemente den grössten Theil der Maskelyne'schen Beobachtungen nicht mit dazu benutzen konnte, so war es eine noch vorzunehmende Untersuchung, was diese Beobachtungen bei der Vergleichung mit den jetzigen Elementen für die Störungscoefficienten und Massen der störenden Planeten ergeben würden.

Die Resultate dieser neuen Untersuchung über die Theorie der Venusbahn legte v. Lindenau im J. 1816 den Astronomen dar. Da er bei allen seinen Arbeiten über Planetenelemente die Bestimmungen der Massen als den Hauptzweck ansah, so bestimmte er auch deshalb die Venusbahn für die zwei Epochen von 1755 und 1810, und leitete dann aus den hierdurch erlangten Säcularänderungen der Elemente die Masse der Erde ab. Damals war v. Lindenau der Ansicht, dass, weil die periodischen Störungen der Venus zu gering sind, sich aus ihnen wahrscheinlich keine sichern Werthe für die Massen herleiten lassen würden. Die Epoche von 1755 wurde durch 260 Beobachtungen Bradley's, die Epoche von 1810 durch 260 Seeburger und Königsberger Beobachtungen begründet. Für die erstere Epoche hatte v. Lindenau bereits mehr als 200 Bedingungsgleichungen entwickelt, und konnte demnach schon vorläufig die Versicherung geben, dass für diese Zeit die Verbesserung seiner frühern Elemente (*Tab. Veneris novae*) nur ganz gering sein würden.

Als Burckhardt sich mit Untersuchungen über die mögliche Verbesserung der Sonnentafeln beschäftigte, erhielt er im Laufe dieser Arbeit aus den Maximis der Störungen, welche die Venus- und Marsmasse der Erdbahn zufügen, eine neue Bestimmung der Venusmasse, nämlich  $\frac{1}{596257}$ . Delambre, welcher bei Ausarbeitung seiner neuen Sonnentafeln viele hundert Bradley'sche Sonnenbeobachtungen und Pariser Meridian-

durchgänge benutzt hatte, fand die Masse der Venus  $\frac{1}{556652}$ . Der Einfluss dieser neuen Verbesserung auf das übrige Planetensystem musste nun bedeutend ausfallen, weil hierdurch nicht allein die, durch v. Lindenau bisher bestimmten, Venusstörungen von Merkur, Erde und Mars, sondern auch Präcession und Säcularabnahme der Schiefe der Ekliptik wesentlich modificirt wurden. Burekhardt's Venusmasse gab 46'' für gedachte Säcularabnahme, was mit dem Resultate der damaligen besten Beobachtungen völlig übereinstimmte.

Uebrigens hatte schon früher Wurm auf dieselbe Art, wie Delambre, für die Venusmasse  $\frac{1}{325381}$  gefunden.

Vor Burekhardt hatten v. Lindenau, und, wie schon erwähnt, auch Delambre und Wurm, die Venusmasse aus deren Wirkungen auf das Sonnensystem zu bestimmen gesucht, und zwar der erstere aus der Merkurtheorie, die beiden letztern dagegen aus den Störungen der Erdbahn. Wurm fand <sup>1)</sup> die aus der Venusmasse berechnete Säcularabnahme der Schiefe 54'', 2, v. Lindenau aber im Mittel aus der Bewegung des Knotens und des Aphelium, und aus den periodischen Merkurstörungen die Venusmasse  $\frac{1}{549444}$ . Dieses sein

Resultat suchte v. Lindenau durch Gründe zu rechtfertigen, die man in der *Zeitschr. f. Astr.* I. S. 28 — 30 ausführlich nachsehen kann. Zwar leugnete v. Lindenau nicht, dass man sein Resultat noch für etwas unsicher halten könne, weil es eine, von der beobachteten um 8 bis 10 Secunden abweichende, Säcularabnahme der Obliquität gäbe; indessen beschäftigte sich Nicolai wenigstens mit der interessanten Untersuchung, ob die Muthmassung richtig sei, dass der durch die Theorie gegebene Werth der Säcularabnahme der Schiefe wohl noch einer Aenderung unterworfen sein könne.

Nach nicht ganz neuen Bestimmungen nahm man die Masse der Venus nur zu  $\frac{1}{401850}$  der Sonnenmasse an, die Dichtigkeit aber  $4\frac{1}{2}$  Mal so gross wie die Dichtigkeit des reinen Wassers.

1. *Monatl. Corresp.* IV, S. 137.

Von dem im vorigen Jahrhundert bemerkten, vermeintlichen Venusmond ist unsers Wissens in dem gegenwärtigen Jahrhundert nichts wieder bekannt, auch keine ähnliche Erscheinung wieder wahrgenommen worden. Auf jeden Fall darf als gewiss angenommen werden, dass die Venus keinen Satelliten habe.

Durch den grossen praktischen Nutzen, den die Venus vermöge ihrer vorzüglichen Helligkeit für astronomische Breiten- und Längenbestimmungen haben kann, verdient dieser Planet die besondere Aufmerksamkeit der Astronomen. Würde man dahin gelangen, die Säcularänderungen der Venuselemente mit völliger Sicherheit aus Beobachtungen zu bestimmen, so könnten diese dann auch für die Theorie des Mondes von Wichtigkeit werden, da man ältere Bedeckungen der Venus vom Monde besitzt, woraus der Ort des letztern hergeleitet werden könnte.

Auf die nahe Conjunction der Venus mit Regulus im Löwen den 28. Sept. 1817 machte man damals die Astronomen deshalb aufmerksam, weil einzusehen war, dass nahe Planeten- und Sternzusammenkünfte mehr beobachtet zu werden verdienten, als es bisher geschehen war. Bei dieser Gelegenheit gab Möbius 1817 seine interessante Schrift: *De comput. occult. Fix. per Planetas* heraus, in welcher er Regeln für die Berechnung der Sternbedeckungen durch Planeten mittheilt.

Dass die Venus Morgen- und Abendstern zugleich sein könne, ist allerdings eine nur seltene, jedoch mögliche Erscheinung. Sie hängt nämlich von grosser nördlicher Venusbreite, von dem stärksten *Arcus visionis* u. s. w. ab. Im Jahr 1817 machte v. Zach hierauf aufmerksam, indem er für Genua, wo er sich damals aufhielt, die nähern Umstände für die ganze Erscheinung vom 17. bis zum 22. Mai berechnete, auch überdies manche hierauf Bezug habende historische Notizen bekannt machte.<sup>1)</sup>

Die schönen Resultate der Schröterschen Observationen sind aus dessen aphroditographischen Fragmenten (1796) allgemein bekannt. Die Rotation der Venus wurde durch wiederholte Beobachtungen zu 25 Stunden und 21 Minuten bestimmt, welche Bestimmung noch jetzt und fast allgemein gilt. Ge-

1. Zeitschrift f. Astr. III. S. 308 u. f.

schichtliche Notizen von nicht geringem Interesse gab Hussey. Im Frühjahr und Herbste des Jahres 1856 versuchte Lamont die Rotationsperiode der Venus aus eigenen Beobachtungen zu bestimmen, jedoch ohne allen Erfolg. Lamont glaubt, wenn Flecken wirklich vorhanden sind, die Ueberzeugung aussprechen zu dürfen, dass man sie in Deutschland auch mit so mächtigen Hilfsmitteln, als er besässe, nicht mit Erfolg werde beobachten können. Aber drei Jahre später hat *de Vico* in Rom Flecken auf der Venus beobachtet, und diese Beobachtungen in Nr. 404 der *Astron. Nachr.* mitgetheilt.

Merkwürdig war die von Schröter und Harding zum ersten Male und gleichzeitig wahrgenommene Nachtseite der Venuskugel, die später auch von Huth und andern Astronomen gesehen worden ist.

Eine sehr schöne, vollständige Beobachtungsreihe der Venus während eines synodischen Umlaufs (1815 Febr. 10. bis 1826 Juni 29.) hat wahrscheinlich keiner mit solcher Genauigkeit wieder angestellt, als Bessel.

Hinsichtlich des Venusdurchmessers hat zwar Brandes 1820 an sechs Tagen mittels des Heliometers  $8'',54$  erhalten; allein seine Resultate steigen regelmässig mit der abnehmenden Entfernung des Planeten, was auf einen zu klein bestimmten Durchmesser schliessen lässt.

Die neueste Bestimmung des Venusdurchmessers verdankt man Mädler, der sie aus seinen eigenen Beobachtungen herleitete. Dieselben wurden vom 25. März bis zum 30. October 1856 angestellt. Die äusserst sorgfältig geführte Berechnung derselben, wo sich zugleich der constante Fehler durch die Beobachtungen selbst bestimmen liess, ergab  $\pm 0,2924$  als den mittlern Fehler einer Beobachtung, und hieraus:

scheinb. Halbm. der Venus für Entf. 1 ....  $8'',5670$ ; Unsicherheit  $\pm 0'',05072$ ,

Irradiation u. s. w. (einf.) Entfern. ....  $0,5255$ ; Unsicherheit  $\pm 0'',05316$ .

Nach Encke's Berechnungen erhält man durch Verweilung am Sonnenrande (J. 1761) im Mittel aus sämtlichen Observationen  $8'',506$ . Dagegen kann aus dem Durchgange von 1769 nichts Sicheres abgeleitet werden. Die jetzt wohl

keinem Zweifel mehr unterliegende Thatsache, dass dem aufmerksamen Beobachter der erleuchtete Theil der Venus unter einem verminderten Durchmesser erscheine, versuchten im Jahre 1836 Beer und Mädler zu erklären. <sup>1)</sup> Die Vermuthung mehrerer Astronomen, dass die Venus mit einer Photosphäre umgeben sei, also auch mit eigenem Lichte glänze, ward durch die, von Pastorff mit seinen schönen Fraunhofer'schen Fernröhren gemachten Observationen wohl ausser allen Zweifel gesetzt. Wir werden, wenn vom Jupiter die Rede ist, noch ein Mal darauf zurückzukommen Gelegenheit haben.

---

### *D e r M a r s .*

Der erste und der uns zunächst stehende der sogenannten obern Planeten ist Mars. Beinahe von allen Planetentafeln waren zu Anfange dieses Jahrhunderts die des Mars, wegen der bis dahin ganz vernachlässigten bedeutenden Störungen, unstrittig die unvollkommensten. Doch nun suchten die Astronomen diesem Mangel abzuhelfen. Wurm, Oriani, Schubert und Burckhardt entwickelten nach verschiedenen Methoden die Störungen des Mars durch Jupiter, Venus und Erde. Die Theorie kam ungesäumt in Anwendung, denn fast gleichzeitig construirten Lefrançais, Oriani, Triesnecker und Monteiro neue Marstafeln, die blos unbedeutend von einander abwichen. Oriani und Triesnecker haben in den *Mai-länder* und *Wiener Ephemeriden* ihr Verfahren, neue Marselemente zu begründen, gegeben. Ob dies auch von Lefrançais und Monteiro geschehen ist, wissen wir nicht. Triesnecker's Tafeln, die sich auf die Schubert'schen Störungsgleichungen und auf die Oppositionen des ganzen achtzehnten Jahrhunderts gründen, sind genau; sie geben nur selten 50'' Fehler in der geocentrischen Länge. Durch die von Laplace noch vollständiger entwickelten Störungsgleichungen des Mars,

---

I. *Astr. Nachr.* XIV. S. 203.

verbunden mit einigen, seit den letzten Bearbeitungen jener Astronomen bekannt gewordenen, Bradley'schen und später hinzugekommenen Beobachtungen, schien dem Seeberger Astronomen (v. Lindenau) eine Bearbeitung der Marstheorie nicht ganz unnöthig zu werden. Die schöne Uebereinstimmung, die durch einige kleine Correctionen hervorgebracht wird, hat seine Hoffnung gerechtfertigt. Die elliptischen Elemente, auf welchen die *Tabulae Martis novae* (Eisenberg 1811) gegründet sind, brauchen übrigens hier nicht angeführt zu werden.

Die ganze Analyse, worauf die neuen Tafeln beruhen, hat ihr Verfasser ganz umständlich auch in der *Mon. Corr.* XXIV. S. 321 u. s. w. mitgetheilt. Zu wünschen wäre es allerdings, dass eine neue Ausgabe der *Tabulae Martis novae*, allein möglichst frei von Druckfehlern, bald erschiene.

Die, bei Entwerfung seiner neuen Sonnentafeln zum Grunde gelegten, Bradley'schen und Pariser Sonnenbeobachtungen benutzte Delambre zugleich zur Bestimmung der Coefficienten der von Mars abhängenden Störungen. Hierdurch fand er endlich  $\frac{1}{2546,320}$  als ziemlich zuverlässigen Werth für die Masse des Mars. Aus Piazzzi's Bestimmungen für Praecession und Abnahme der Schiefe hatte sich dagegen der sehr unwahrscheinliche Werth  $\frac{1}{460829}$  ergeben.

Mars verdient übrigens stets die vorzüglichste Aufmerksamkeit aller Astronomen. Denn der grossen Ellipticität seiner Bahn verdankt man Kepler's elliptische Planetentheorie.

Aber auch die Betrachtung der Marsoberfläche bleibt interessant. Seit Herschel's und Schröter's Zeiten scheinen leider jedoch desfallsige Beobachtungen von vorzüglichem Werthe bis zu dem Jahre 1829 wohl nicht wieder angestellt worden zu sein.

Zu den besten und genauesten physischen Beobachtungen in der neuern Zeit müssen unstreitig diejenigen gezählt werden, welche Beer und Mädler mit einem ausgezeichneten,  $4\frac{1}{2}$ füssigen Fernrohr von Fraunhofer während der Opposition des

1. Pontécoulant, *théorie anal. du syst. du monde.* II. S. 504.



Mars im September 1850 angestellt haben. Diese Beobachtungen durch das, 185 und 300 Mal vergrößernde, Fernrohr reichen vom 10. Sept. bis zum 20. Oct., in welcher Zeit 17 günstige Nächte einfielen. So kamen alle Seiten des Mars zu Gesicht, und es konnten 55 Zeichnungen seiner Oberfläche ausgeführt werden. Wir bedauern, dass der Raum uns verbietet, das Detail der ganzen, höchst interessanten Beobachtungsreihe mitzutheilen, und müssen also unsere Leser auf Nr. 191 der *Astron. Nachr.* verweisen. Aber Mädler's, aus diesen Observationen abgeleiteten, Endresultate dürfen hier nicht übergangen werden. Die Rotation des Mars von Westen nach Osten beträgt im Mittel 24 Stunden 57 Min.  $9\frac{9}{10}$  Sec. (also  $20\frac{1}{10}$  Secunden weniger als nach Schröter); ferner:

Dauer eines Marsumlaufs . . . . .	669 $\frac{2}{3}$	Rotationen
Länge eines Marsjahres . . . . .	668 $\frac{2}{3}$	Marssonentage
Länge eines mittlern Marssonentages		
in Erdstunden . . . . .	24 St. 59' 22''	
Excess des Sonnentages . . . . .	0	2 12
Verhältniss des Marstages zum Erdentage . . . . .	75	: 75
Frühling der Nordhalbkugel . . . . .	191 $\frac{1}{3}$	Marstage
Sommer . . . . .	180	-
Herbst . . . . .	149 $\frac{1}{3}$	-
Winter . . . . .	147	-

Merkwürdig ist es übrigens, dass alle Planeten Merkur, Venus, (Erde) und Mars eine nahe 24 Stunden gleiche Rotationszeit, die entfernern jedoch eine bloß zehnstündige haben. Es scheint also, als ob die Natur vom Mars an bis zum Jupiter eine Lücke gelassen habe, die aber vielleicht durch die, uns unbekannt, Rotationszeiten der dazwischen sich befindenden Planeten ergänzt wird.

Am Schlusse ihrer Beobachtungen hatten Beer und Mädler die, meist sehr zerstreuten, Bemerkungen anderer Astronomen aufmerksam berücksichtigt, jedoch sich bald überzeugt, dass, mit Ausnahme des weissen Flecks, welchen schon Maraldi 1716 entdeckte, keine deutliche Uebereinstimmung mit den jetzigen Wahrnehmungen aufzufinden war. Manche haben allerlei besondere Gestalten der Marskugel gesehen, Andere

ihren ganzen Rand helleuchtend wahrgenommen. Die meisten hielten die Marsflecke veränderlich. Nur Kunowsky's Beobachtungen haben Mädler's Meinung von der Constanz der Marsflecke vollkommen bestätigt. <sup>1)</sup>

Brandes meint jedoch, dass dieser Schluss wohl etwas zu rasch sei, da schon Maraldi die öftern und selbst schnellen Wechsel der Flecken als ganz entschieden behauptet, und Herschel und Schröter, denen auch Gruithuisen beistimmt, völlig derselben Meinung sind. Diese drei Beobachter glauben sogar, diese veränderlichen Flecken, besonders in der gemässigten Zone des Mars, für atmosphärisch halten zu dürfen. Brandes sprach sich also dahin aus, dass es wohl der Mühe werth wäre, bei einer günstigen Stellung des Mars eine Darstellung der wirklich unveränderlichen Theile des Mars zu liefern, und zugleich zu versuchen, ob sich nicht einige auch in Herschel's Zeichnungen öfters wiederkehrende Fleckenformen damit vereinigen liessen.

Eben so sind die ältern Beobachter hinsichtlich des Verhältnisses der Axe zum Durchmesser des Aequators nicht einig gewesen; Herschel fand 15 zu 16, Schröter nur 80 zu 81. Das letztere Resultat blieb allgemein gültig bis zum Jahre 1824, wo Harding den Mars als ungewöhnlich abgeplattet erscheinend wahrnahm. Indess glaubte Harding <sup>2)</sup> selbst, diese Erscheinung rühre davon her, dass in der Gegend des Marsäquators am Rande die Oberfläche sehr glänzend war, und also durch die Irradiation über die wahre Grenze der Kugel hinaus-tretend sich zeigte. Hierbei ist es merkwürdig, dass vom 28. März bis zum 27. April das Phänomen bald an dem einen Aequatoralrande, bald an beiden sichtbar blieb, obschon Harding sonst nie etwas Aehnliches gesehen hatte.

Eine interessante Untersuchung über die relative Lichtstärke des Mars zu der der Fixsterne hat Olbers im Jahre 1805 geliefert. Er hatte nämlich 1801 den 25. Febr. Abends um

1. Fortgesetzte sehr interessante Beobachtungen und Resultate über die Marsflecken, im Vergleich mit denen von Herschel, siehe man in Nr. 349 und 352. (auch 434.) der *Astr. Nachr.*

2. *Astr. Jahrb.* 1828, S. 175.

7 Uhr den Mars und den Aldebaran, die ziemlich nahe bei einander standen, aufmerksam betrachtet. Dies veranlasste zu einer sinnreichen optischen Abhandlung, die Olbers hinsichtlich der Farbe, Lichtstärke, Helligkeit und scheinbaren Grösse beider genannten Himmelskörper ausgearbeitet hat, und die in der *Monatl. Corresp. VIII. S. 293 u. f.* zu finden ist.

Hierher gehört auch die Erwähnung der, bald am einen, bald am andern Pole der Marskugel sichtbaren, sehr glänzenden Flecke. Flaugergues beobachtete den nördlichen im März 1807. Nach Gruithuisen's Angaben war der südliche Polarfleck am kleinsten im October 1813 und im August 1815, am 5. April 1814 aber sehr gross.

Noch muss bemerkt werden, dass Schröter's arcographische Fragmente zur genauen Kenntniss des Planeten Mars im Jahr 1811 leider noch nicht gedruckt waren, und auch bis jetzt (1842) nicht bekannt geworden sind.

### Der Jupiter und Saturn.

Gleichsam zwei eigene kleine Staaten in der grossen Monarchie der Sonne bilden die Planeten Jupiter und Saturn, die grössten von allen, jener mit 4 Monden, dieser mit 7 Monden und einem Ringe.

Merkur, Venus, Erde und Mars haben keine so beträchtlichen Störungen in der elliptischen Bewegung, dass bei deren Vernachlässigung eine wesentliche fehlerhafte Bahn zu besorgen wäre. Jupiter und Saturn aber haben weit grössere Störungen. Lambert's und Lalande's Bemühungen konnten, weil diesen beiden Astronomen das Gesetz der grossen periodischen Aenderung dieser Planeten unbekannt war, natürlich keinen glücklichen Erfolg haben. Die gegenseitige Abhängigkeit der elliptischen Elemente und der Störungen machen bei Planeten, wo letztere so stark wie bei Jupiter und Saturn sind, die Bestimmung der erstern sehr schwierig. Nur durch successive Approximationen lässt sich hier grössere Genauigkeit erlangen. Erst nachdem in den 80ziger Jahren des vorigen

Jahrhunderts Laplace die Theorie dieser Planeten entwickelt und ihre grosse 900jährige Ungleichheit bestimmt hatte, gelang es Delambre, hierauf und auf eine Reihe ausgesuchter Beobachtungen Tafeln (1788 erschienen) zu begründen. Diese Tafeln wichen noch um das Jahr 1811, also nach länger als 20 Jahren, nur selten eine halbe Minute vom Himmel ab. Aber schon im Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts hatten Laplace<sup>1)</sup> und Burekhardt mittels Entwicklung des Einflusses der fünften Potenzen der Excentricitäten auf die grosse Perturbation beider Planeten die Theorie der Jupiter- und Saturnstörungen noch viel mehr ausgebildet. Laplace entdeckte auch während einer wiederholten, sehr aufmerksamen Betrachtung der Theorie von Jupiter und Saturn<sup>2)</sup> einige neue kleine Ungleichheiten. Dies bewog nun Bouvard, eine abermalige Bearbeitung dieses wichtigen Gegenstandes zu unternehmen. Er nahm nämlich alle, seit dem Jahre 1747 beobachteten, Oppositionen des Jupiter und Saturn, 110 an der Zahl, in Rechnung. Bouvard erhielt hierdurch eben so viele Bedingungsgleichungen, durch die er nun die Correctionen der elliptischen Elemente und der, bei den Störungsrechnungen gewählten, Massen kennen lernte. So entstanden Bouvard's Tafeln. Man bedauerte damals, dass diese an und für sich so brauchbaren Tafeln nach dem, bei den damaligen französischen Astronomen so beliebten, Decimalsystem (400 statt 360 Grade für den Kreis und 10 statt 24 Stunden für den Tag) eingerichtet sind. Man hatte hierin vollkommen Recht. Für andere als französische Astronomen wurde nämlich der Gebrauch von Tafeln, wie die Bouvard'schen, wegen der beständig erforderlichen Reductionen auf die gewöhnliche Kreis- und Zeiteintheilung sehr un bequem. Deshalb und aus noch andern Ursachen wünschte v. Zach schon im J. 1805, dass bald ein deutscher Astronom Tafeln für Jupiter und Saturn nach den neuesten Laplace'schen Untersuchungen<sup>3)</sup> entwerfen möchte. Auch sollte hierbei das

1. *Mon. Corresp.* VIII. S. 468 u. f.

2. *Mon. Corr.* X. S. 449.

3. Das hierzu Erforderliche ward in der *Mon. Corr.* XII. S. 5 u. f. mitgetheilt.

alte Sexagesimalsystem beibehalten sein. Dieser Wunsch ist jedoch nicht erfüllt worden.

Bouvard hatte mittels der, oben erwähnten, Bedingungs-  
gleichungen keine Verbesserungen für die Masse des Jupiter,  
wohl aber für die Saturnsmasse eine Verminderung von  $\frac{1}{20}$  ge-  
funden, und setzte nun hiernach die verbesserte Saturnsmasse =

$$\frac{1}{5534,08}$$

Doch schon in den Jahren 1812 bis 1815 unternahm  
Bouvard eine wesentlich neue Arbeit. Man hatte nämlich  
die unangenehme Entdeckung gemacht, dass ein Glied der  
grossen Ungleichheit in der analytischen Entwicklung von La-  
place mit einem falschen Vorzeichen behaftet war. Bouvard  
bestimmte nun damals zuerst neue Elemente für den Jupiter,  
nämlich:

Epoche 1800 . . . . .	81° 52' 20",67
mittl. jährl. Bewegung . . . . .	50 20 56, 7096
Länge des Perihels . . . . .	11 6 46, 001
dessen jährl. Aenderung . . . . .	0 0 6, 6586
Länge des aufst. Knotens . . . . .	98 25 44, 94
dessen jährl. Aenderung . . . . .	0 0 34, 3234
Neigung der Bahn . . . . .	1 18 51, 7

Die Vergleichenungen dieser neuen Elemente mit sämtlichen,  
von 1750 bis 1813 beobachteten, Jupitersoppositionen ergeben  
blos 12 Sexagesimalsecunden als grössten Fehler in der Länge.

Auch mit der Bestimmung neuer Elemente der Saturnsbahn  
war damals Bouvard schon fast ganz zu Stande gekommen.  
Nur hat dieser französische Astronom nicht angegeben, welchen  
Werth er für die Saturnsmasse aus diesen neuen Berechnungen  
gefunden habe. Der damalige Director der Sternwarte Seeberg,  
v. Lindenau, sprach sich über diesen Gegenstand folgender-  
massen aus. „Zufolge einer sehr schönen Untersuchung von  
Burekhardt über die bisher vernachlässigten Gleichungen  
höherer Dimensionen in der Theorie der Planeten Jupiter und  
Saturn können dieselben für Jupiter 13, und für Saturn weit  
mehr als 13 Secunden betragen. Demnach schien jede auf die  
gegenseitigen Perturbationen genannter zwei Planeten, so wie  
sie bisher entwickelt waren, zu begründende Bestimmung ihrer

Massen noch einiger Unsicherheit unterworfen zu sein. Bouvard's frühere Bearbeitung der elliptischen Elemente des Saturn hatte nämlich (wie schon oben erwähnt) keine Verbesserung des für die Jupitersmasse gefundenen Werthes ergeben, und doch würde eine leicht unbedeutende Verbesserung desselben aus der, von Gauss entwickelten, Pallastheorie höchst wahrscheinlich. Denn wenn das Minimum der Fehler für die ersten zehn beobachteten Gegenscheine der Pallas bei Anwendung der bisherigen Jupitersmasse einige tausend Secunden beträgt, so wird es bei Anwendung des nunmehrigen Werthes dieser Masse nur so viel Hunderte von Secunden betragen.“

Diese Aeusserungen wurden auch durch Triesnecker's Beobachtungen von Elongationen der Jupiterstrabanten bestätigt, weil diese Beobachtungen ebenfalls auf eine merkliche Aenderung des bisherigen Werthes der Jupitersmasse hindeuteten. Ueberhaupt findet man der Grösse des Jupiter die, von Bouvard aus den Perturbationen hergeleitete, Massenbestimmung

$\frac{1}{1070,5}$  (der Sonnenmasse) nicht ganz angemessen, obschon sich für dieselbe Laplace in der fünften Ausg. seiner *Expos. du syst. du monde* lieber, als für die aus den Elongationen der Trabanten abgeleitete  $\frac{1}{1067,09}$  erklärt hat.

In Betreff der Saturnsmasse hat erst im Jahre 1851 Bessel bei Gelegenheit seiner scharfen Bestimmung des Jugenian'schen Saturnsmondes einen gut begründeten Werth gefunden, nämlich:  $\frac{1}{5497,24}$  mit  $\pm 2,68$  Einheiten als mittlern Fehler des Nenners dieses Bruches. Höchst merkwürdig ist nun aber die ausserordentlich nahe Uebereinstimmung dieses Resultats mit dem von Bouvard auf ganz andere Weise gefundenen.

Indessen war man bereits 6 bis 7 Jahre nach der Entdeckung der Vesta vollkommen überzeugt, dass sich die Jupitersmasse durch die Pallas- und Junostörungen werde am schärfsten bestimmen lassen. Die Störungen nämlich der erwähnten beiden kleinern Planeten, welche vom Jupiter erzeugt werden, können bis über einen Grad anwachsen. Ueberdies fielen auch wegen der grössern Vollkommenheit der Reichenbach'schen

Instrumente, die damit angestellten Beobachtungen viel genauer als ehemals aus. Man konnte also mit Recht behaupten, dass auf diese Weise die Masse des Jupiter bis auf  $\frac{1}{300}$  werde genau bestimmt werden können, zu welcher Bestimmung 20 observirte Pallas- und Junooppositionen ausreichen. Freilich waren aber damals die schwierigen Theorien der 4 neuen Planeten noch nicht vollständig ausgearbeitet.

Aber auch selbst in neuerer Zeit ist man hinsichtlich dieses Gegenstandes noch immer nicht ganz in's Reine gekommen, wenn gleich nicht zu leugnen ist, dass erfolgreiche Schritte vorwärts gethan worden sind. Die folgenden Thatsachen beweisen diese Behauptung.

Die Rechnungen über die Pallas in dem *Berliner Astron. Jahrbuche* gründen sich auf Elemente, welche Gauss aus den Oppositionen von 1816 (unter der Voraussetzung der Laplace'schen Bestimmung für die Jupitersmasse) hergeleitet hatte. Bis zum Jahr 1854 schlossen sich diese Elemente den Beobachtungen immer nahe genug an, um zur Vorausbestimmung des Ortes beibehalten werden zu können. Bei der Opposition für 1854 zeigte sich aber ein Fehler von 5 Minuten im geocentrischen Orte. Die erste Vermuthung, dass ein Fehler in den Störungsrechnungen die Veranlassung desselben gewesen sein könnte, zeigte sich bei dem Durchsehen der Rechnungen als ungegründet. Um indessen vollkommen sicher darüber zu werden, wartete Encke noch die beiden letzten Oppositionen von 1855 und 1856 ab. Wenn ein Fehler in den Störungsrechnungen die Ursache gewesen sein sollte, so musste dieser, da die spätern Störungen immer die früheren in sich begreifen, bei den spätern Oppositionen wiederum sich zeigen.

Diese bei weitem kleinern Fehler scheinen zu beweisen, dass in den Störungsrechnungen kein wesentlicher Irrthum vorhanden ist. Vielmehr liegt die starke Abweichung der Elemente im Jahr 1854 wahrscheinlich in dem Umstande, dass Pallas im Jahre 1852 das Minimum der Entfernung vom Jupiter erreichte, und die starken Störungen, die sie erlitt, sich am merklichsten in den Perioden, welche dieser Epoche am nächsten liegen, (gesetzt, dass eine fehlerhafte Jupitersmasse zum Grunde lag) zeigen mussten. Dagegen glichen sich diese Abweichungen

schon deshalb im Laufe der Zeit mehr und mehr aus, weil die Elemente während eines Zeitraums von 30 Jahren sich den Beobachtungen anschlossen, während welcher Zeit mehrere Minima der Annäherung, wenn auch nicht in diesem Grade, sich finden.

Auf Encke's Ersuchen hat deshalb Galle mit der Airy'schen Jupitersmasse neue Elemente aus den Oppositionen von 1816, 1821, 1827, 1830, 1834 und 1836 hergeleitet. Es liegen dabei dieselben Störungswerthe, wie bei den früheren Rechnungen, zum Grunde, nur vermehrt in dem Verhältniss von  $\frac{1067,09}{1048,69}$ . Hierbei zeigte es sich in der That, dass der grosse Fehler von 1834 verschwindet, und, obwohl bei weitem nicht in dieser Grösse, auf eine frühere Opposition fällt. (Santini hat aus seinen neuesten Beobachtungen 1835 ebenfalls eine Bestimmung der Jupitersmasse herzuleiten versucht. Er fand  $\frac{1}{1050,05}$ , also sehr nahe mit Airy's Resultat übereinstimmend.)

In einer solchen genügenden Uebereinstimmung und in dem Verschwinden einer ungewöhnlich grossen Abweichung, sobald man die Jupitersmasse ändert, ohne dass in dem Gange der Rechnung selbst etwas läge, was dieses Verschwinden hätte sonst bewirken können, sieht Encke einen neuen Beweis, dass die vergrösserte Jupitersmasse der Wahrheit bei weitem näher kommt. Den Werth  $\frac{1}{1053,924}$  hat Nicolai aus Junooppositionen abgeleitet, bei welchen die übrig bleibenden Fehler <sup>1)</sup> bei weitem grösser sind, als die Beobachtungsfehler. Höchst wahrscheinlich würde die Berücksichtigung der Mars- und Saturnstörungen diesen Uebelstand wegschaffen, und somit eine befriedigende Jupitersmasse erhalten lassen. Befriedigender sind Encke's Resultate aus den Vestaoppositionen bis 1825, weil hier die zuletzt erwähnten Störungen wirklich berücksichtigt worden waren. Sie geben in der That die Jupitersmasse

1. Astr. Jahrb. 1826. S. 227.



$\frac{1}{1050,56}$ , also der Airy'schen Bestimmung noch näher kommend. Allein es bleibt auch hier noch etwas zu wünschen übrig; da die frühern und neuern Pallasrechnungen ebenfalls bloß einseitig sind. Nur erst dann, bemerkt Encke ganz treffend, sollte man eine Bestimmung der Jupitersmasse aus den Störungen der vier kleinen Planeten als sicher annehmen, sobald es gelungen wäre, mit ihrer Hilfe, so wie mittels der übrigen Elemente und störenden Kräfte, Alles so zu vereinigen, dass die zuletzt übrig bleibenden Fehler nur noch den wahren Beobachtungsfehlern allein zugeschrieben werden könnten.

Ueber die Rotation des Jupiter haben Beer und Mädler eine neue Bestimmung geliefert. Sie beobachteten (vom 4. Nov. 1854 an bis zum 19. April 1855) in einem nördlichen grauen Streifen 2 Flecken, nebst einem dritten schwächern, in nahe gleichem Abstände, deren jeder beiläufig 800 Meilen im Durchmesser hatte. Wenn nun nicht beide Flecken, nach dem Verschwinden des Streifens, dieselbe und zwar gleichbleibende eigne Bewegung hatten — was, wie Beer und Mädler glauben, an sich unwahrscheinlich, auch durch Beobachtungen nicht zu ermitteln gewesen wäre — so war das, was die dritte Reihe der angestellten Beobachtungen gab, die constante Rotation des Jupiter selbst. Nämlich:

Rotation . . . . .	9 <sup>h</sup> 55' 26",53	mit 0",17	} Un- sicher- heit.
Epoche, 1. Fleck 1855			
Febr. 9. . . . .	4 53 48 69	- 20 87	
Epoche, 2. Fleck 1855			
Febr. 9. . . . .	5 36 41 13	- 20 56	

Setzt man endlich mit Laplace den siderischen Umlauf des Jupiter zu 4352,5848 Tagen an, so enthält alsdann: das Jupitersjahr 10477,796 Sterntage Jupiters, und die mittlere Dauer eines Sonnentages auf dem Jupiter würde 9 55' 29",93 sein. Noch ergab sich als das Interessanteste aus den Beobachtungen eine ganz bestimmt vorgegangene Veränderung in der relativen Lage der Flecken, so dass diese nunmehr um etwa  $1\frac{1}{2}$  jovicentrische Grade weiter aus einander lagen als zu Anfänge der Beobachtungen.<sup>1)</sup>

1. Ein Brief von Valz in Nimes in den *Astr. Nachr.* No. 278.

Bessel's Beobachtungen jener beiden merkwürdigen Flecken auf der Scheibe des Jupiter stehen in der XX. Abthlg. der *Königsberger Astron. Beobachtungen* S. 77 und 78.

Noch haben wir der Beobachtungen und Bemerkungen zu gedenken, welche Pastorff, Kunowsky und Raschig wegen der Photosphären um Jupiter, Saturn und Venus pro und contra gemacht hatten. Pastorff sah nämlich vom 3. August 1820 an mehrere Nächte hindurch, wie früher bei der Venus, nun auch den Jupiter mit voller Deutlichkeit in einer, bei der heitersten Luft vom dunkeln Himmelsgrunde scharf abgeschnittenen, Photosphäre in runder Gestalt. Dieselbe reichte über alle vier Trabanten hinaus, und erschien nach den Polen des Jupiter hin etwas abgeplattet. Im Sommer 1821 sah zwar auch Raschig diese Lichtsphäre 8 bis 10 Minuten im Durchmesser gross. Allein im März 1822, nachdem Kunowsky ganz dieselbe Erscheinung wahrgenommen, widerrief Raschig, indem er gefunden haben wollte, dass das Phänomen nur durch die Fernröhre selbst erzeugt würde. Bereits im December 1821 hatte sich Kunowsky ebenfalls von der Nichtexistenz einer wirklichen Photosphäre um die Himmelskörper überzeugt, und die ganze Erscheinung für eine optische Täuschung erklärt. Dennoch blieb Pastorff noch im August 1822 bei der Behauptung stehen, dass Venus, Jupiter und Saturn wirklich mit auffallend sichtbaren Lichtsphären umgeben wären. Bode dagegen hatte gleich anfangs sich als Ungläubiger bezeigt. — Man kann über diesen, wahrscheinlich noch immer nicht entschiedenen Gegenstand das *Astron. Jahrb. 1825, S. 214* und *1826 S. 190* vergleichen.

Was die Abplattung des Jupiter selbst betrifft, so ist die Schröter'sche Bestimmung entschieden zu gross. Auch haben Schröter und Harding öfters eine unregelmässige Abplattung, d. h. eine Abweichung Jupiters von der Ellipse, zu sehen geglaubt; selbst v. Struve schien Aehnliches den 7. März 1826 zu bemerken, so dass der Durchmesser, der von  $61\frac{4}{10}^0$  der Breite südlich vorangehend nach  $61\frac{4}{10}^0$  nördlich nachfolgend lag, diesem Astronomen auffallend kleiner vorkam, als der Jupitersdurchmesser in der elliptischen Form sein sollte. Dass dieses aber bloß eine Täuschung sei, zeigte die Messung mit dem

Mikrometer des grossen Dorpater Refractors. Es möchte wohl nicht zu bezweifeln sein, dass die schiefe Lage der elliptischen Axen gegen den Verticalkreis zu einem falschen Urtheile nach dem Augenmasse Anlass giebt. Deshalb stellte v. Struve mit dem erwähnten Apparate bei 540facher Vergrösserung sehr genaue Messungen an. Durch dieselben fand er, für die mittlere Distanz 5,20279 des Jupiter, den Aequatorealdurchmesser =  $38'',527$ , und den Polardurchmesser =  $35'',538$ , so wie  $\frac{1}{13,71}$  als den wahrscheinlichsten Werth der Abplattung 0,0728.

Von der Erde aus gesehen, in der mittlern Entfernung von derselben, erscheint der Saturnsdurchmesser des Aequators nach Herschel  $22'',81$ , Schröter  $18'',075$ , Bessel  $17'',006$  und v. Struve  $17'',99$  gross; den Polardurchmesser setzte Herschel  $20'',61$ , Bessel aber  $15'',674$  an.

Sonderbare und sogar theilweise anomalische Resultate, die mit einer richtigen Theorie gar nicht vereinbar sind, fanden Herschel <sup>1)</sup> und Schröter aus ihren Beobachtungen für die Gestalt des Saturn und für die Bildung seines Ringes. Ersterer glaubte an der Saturnskugel die auffallende Erscheinung wahrzunehmen, dass die grösste Krümmung nicht am Aequator, sondern für den Radius stattfände, der mit diesem einen Winkel von  $45^{\circ} 20'$  macht. Die Verhältnisse zum Polar- und Aequatorealhalbmesser bestimmte Herschel für jenen Radius der grössten Krümmung zu 36, für den des Aequator zu 35 und für den des Pols zu 52. Er äusserte dabei die Meinung, dass diese Configuration vielleicht eine Folge der Attraction der Saturnsringe sein könnte. — Die nicht leichte Untersuchung der Frage, was Saturn vermöge der Attraction seiner Ringe für eine Gestalt bekommen haben müsse, übernahm Bessel. Dieser zeigte <sup>2)</sup> auf einem rein analytischen Wege, dass die Glieder, welche durch Attraction der Ringe den Radien hinzugesetzt werden, die elliptische Gestalt des Planeten nur wenig ändern. Bei der hieraus folgenden Unvereinbarkeit der Beobachtung mit der Theorie, und da auch Schröter bei seinen

1. *Philos. Transact.* 1805. II. S. 272.

2. *Mon. Corr.* XV.

vielfältigen Saturnsbeobachtungen nie etwas Aehnliches wahrgenommen hatte, war Bessel geneigt, eine optische Täuschung als den Grund der Herschel'schen Beobachtung anzunehmen. Schröter scheint dieser Bessel'schen Meinung späterhin selbst beigetreten zu sein. Um so interessanter war daher in neuester Zeit die Erfahrung, dass Bessel's genaue Messungen mit dem grossen Fraunhofer'schen Heliometer <sup>1)</sup> im J. 1852 auch dem oben erwähnten Herschel'schen Axenverhältnisse des Saturnkörpers widersprochen haben. Bald nach diesem Ergebnisse machte Bessel auch seine ausgezeichnete analytische Abhandlung über die scheinbare Figur einer unvollständig erleuchteten Planetenscheibe bekannt.

Nicht minder ausserordentlich sind die Resultate, welche Schröter in seinen chronographischen Fragmenten über die Conformation des Saturnsringes gab. Wiederholte Beobachtungen von der Unbeweglichkeit mehrerer ausgezeichneten Punkte auf dem Ringe veranlassten diesen geübten Beobachter zu der bestimmten Ueberzeugung, dass der Saturnsring nicht rotire, sondern ein festes Himmelsgewölbe bilde. Früher hatte Herschel die Rotation des Ringes aus zahlreichen Beobachtungen 10 Stunden 52 Min. 15 Sec. gross gefunden. Dies stimmte mit dem, was Theorie erfordert, so schön, dass die spätern Schröter'schen Bestimmungen vom Jahre 1805 ein Räthsel wurden. Schröter nämlich behauptete, dass der Ring gar keine Axenumdrehung habe. Laplace versuchte daher <sup>2)</sup> das Räthsel durch Annahme einer verschiedenen Neigung vieler partieller concentrischer Saturnsringe zu lösen.

Die bei dieser Erklärungsart allerdings vorausgesetzte Breite des Saturnsringes war das Einzige, was vielleicht noch einen Zweifel über diese Erklärungsart zurücklassen konnte, da jene aus andern Beobachtungen gerade nicht wahrscheinlich ist. Dennoch fand Laplace als Endresultat, dass der Ring sich drehen müsse, und zwar in derselben Zeit, wie sie Herschel bestimmt hat. Was zu Gunsten des Letztern noch ausserdem vorzüglich spricht, ist, dass Herschel seine Ermittlung

1. *Astron. Nachr.* No. 275.

2. *Conn. d. T.* 1811.

der Umlaufszeit des Ringes mit grosser Vorsicht, Bescheidenheit und Wahrheitsliebe durchgeführt, und durch 500 Rotationen bestätigt hat<sup>1)</sup>.— Mehrere Jahre später gab auch Olbers eine Erklärung der Schröter'schen Beobachtung, die zwar von Schröter selbst niemals berücksichtigt, von Harding dagegen in der Folgezeit als richtig anerkannt ward. Olbers Erklärungsweise findet sich in No. 241. der *Astr. Nachr.*

Ueber die Grösse der Saturnsabplattung herrschten früher noch Zweifel. Die Bestimmungen von Herschel, Schröter und Huth schwankten in den Grenzen von  $\frac{1}{9}$  bis  $\frac{1}{23}$ . Erst viele Jahre später gelang es, die Abplattung des Saturn mit weit mehr Sicherheit herleiten zu können. Wir werden bald davon hören.

Im Sommer 1811 veröffentlichte Bessel die allerersten Resultate seiner Untersuchungen über die Lage der Ebene des Saturnsringes, die Massen des Planeten und des Ringes. Seine Bestimmungen, welche zuerst der Wahrheit am nächsten kamen, beruhen bekanntlich auf Beobachtungen mit dem Heliometer eines, wenn gleich nur 16zölligen, Fernrohrs von Dollond, indem Bessel eine Neigung von  $28^{\circ}54'$  fand, statt der früher angenommenen von  $51^{\circ}20'$ . Zu verwundern war es, dass trotz dieser neuern Bestimmung sich die ältere Angabe noch in den Lehrbüchern der Astronomie von Delambre und Schubert erhalten konnte. Vielleicht setzte man Misstrauen in die Resultate Bessel's wegen der Kleinheit des Fernrohrs, welches er angewandt hatte. Freilich fühlte Bessel selbst das Bedürfniss einer genauern Bestimmung dieses Elements aus Beobachtungen, die er mit vollkommenern Hilfsmitteln später anstellte. Da diese aber zu einem Resultate führen, dem das früher von ihm gegebene sehr nahe kommt, und weil die Abweichung gerade in dem Sinne ist, wie er sie vermuthete: so kann man wahrlich nicht umhin, hier abermals zu bewundern, wie dieser grosse Beobachter sich der Wahrheit mit so schwachen Hilfsmitteln so sehr näherte.

Die Kenntniss der Durchmesser beider Ringe und der Saturnskugel wurden mit den ausgezeichneten optischen Werkzeugen

1. In Brandes Briefen üb. die vornehmsten Lehren d. Astron. III. S. 333. u. f. findet sich eine ausführliche und treffliche Beleuchtung des ganzen Streites.

gen von Herschel angestellt. In späterer Zeit aber wurden die Messapparate noch bedeutend vervollkommnet; es blieb daher für ähnlich starke Fernröhre und vollkommnere Mikrometer noch Manches zu thun übrig. Einen gelungenen Versuch der Art machte v. Struve im Jahr 1825 mittels Beobachtungen mit einem wiederholenden Fadenmikrometer am Dorpater grossen Refractor. Der zu messende Durchmesser wurde nämlich jedes Mal so beobachtet, dass jeder Rand in die Mitte zwischen ein Fädenpaar fiel, wodurch aller nachtheilige Einfluss einer Inflexion und der Dicke der Fäden vermieden ist. Alle Beobachtungen wurden mit einer 540fachen Vergrösserung an 6 verschiedenen Tagen, jedesmal bei ausgezeichnet günstiger Luft, angestellt. So erhielt v. Struve für die mittlere Distanz 9,53877 des Planeten:

Aeusserer Durchmesser des äussern Ringes	=	40'',095
innerer „ „ „ „	=	35, 289
äusserer „ „ innern „	=	34, 475
innerer „ „ „ „	=	26, 668
Aequatoreal-Durchmesser des Saturn . . .	=	17, 991
Breite des äussern Ringes . . . . .	=	2, 403
„ der Spalte . . . . .	=	0, 408
„ des innern Ringes . . . . .	=	3, 903
Abstand des Ringes vom Saturn . . . . .	=	4, 359
Aequatoreal-Radius des Saturn . . . . .	=	8, 995
Neigung der Ringebene gegen die Ekliptik	=	28° 6' 1)

Bei Annahme der Länge des aufsteigenden Knotens = 167°10' nach Bessel's Bestimmung und mit Zuziehung des geocentrischen Ortes des Saturn aus den Planetentafeln von Schumacher ergab sich für die Neigung der Ringebene gegen die Ekliptik im Mittel 28°5',9 mit dem wahrscheinlichen Fehler 6',4. Die Inclinationen stimmten mithin so genau unter sich, als die wahrscheinlichen Fehler der Beobachtungen der Durchmesser zulassen. Diese Inclination = 28°6' ist unter den Voraussetzungen berechnet, dass die Dicke des Ringes = 0 sei. Dass diese Annahme aber nicht stattfindet, zeigt der bekannte Umstand, dass er Herscheln nie verschwand. Setzt man die Dicke des Ringes

1. Merkwürdig ist die grosse Uebereinstimmung dieser Resultate mit Herschel's Messungen vom October 1791.

=  $0''$ , a, d. h. a Zehntelsekunden, so würde die Neigung  $N = 28^{\circ}5'9'' - 8'46''$  a folgen. Nach Schröter's Beobachtung des Schattens des verschwindenden Ringes soll die Dicke desselben für die mittlere Entfernung =  $0''$ ,125 sein. Hieraus würde  $N = 27^{\circ}55'3'' - 8'46''\Delta$  a folgen, wo  $\Delta$  a die Correction der, von Schröter angenommenen, Dicke in Zehntheilen der Secunde ausgedrückt bedeutet. — Bessel bestimmte die Neigung zu  $28^{\circ}34'1''$ , also nur  $28'2''$  von v. Struve's Beobachtung abweichend. Er vermuthete, dass die von ihm gefundene Neigung noch zu gross sei. Seine Vermuthung hat sich also bestätigt.

Hier machte v. Struve noch einige Bemerkungen. Gewöhnlich setzt man die Totalbreite des Ringes gleich dem Abstände des Ringes vom Saturn. Diese Annahme ist aber sehr fehlerhaft, da nach den obigen Messungen die Breite des Ringes  $6''$ ,753 beträgt, der Abstand aber nur  $4''$ ,352. Von einer mehrfachen Theilung des Ringes hatte übrigens v. Struve nie eine Spur bemerkt. Auffallend ist es, dass der äussere Ring bedeutend weniger Glanz hat, als der innere. Auch dieser scheint nach der Seite des Planeten zu weniger scharf begrenzt und etwas matter zu werden, so dass v. Struve vermuthet, diese innere Begrenzung sei weniger regelmässig, als die andern. Irgend einen ausgezeichneten Fleck auf den Ringen zu erkennen, woraus auf die Rotation desselben gefolgert werden könnte, war dem Dorpater Astronomen nicht gelungen. Uebrigens versteht es sich wohl von selbst, dass die Bestimmung der Abplattung der Saturnskugel nur geschehen darf, wenn der Ring den einen Pol nicht verdeckt.

Mitte März 1828 ward v. Struve durch Schumacher benachrichtigt, dass Schwabe in Dessau und Harding gefunden hätten, der Saturnsring sei nicht concentrisch mit der Kugel, sondern Saturn liege im Ringe etwas westlich. Demnächst betrachtete v. Struve am ersten hellen Abend den Saturn durch den Riesenrefractor. Es fand sich augenscheinlich, dass der Zwischenraum zwischen dem Planeten und dem Ringe auf der rechten Seite grösser geschätzt werden musste, als der linke Zwischenraum. Jetzt entstand aber die wichtige Frage, ob diese Schätzung nach dem Scheine richtig sei, weil die Umstände auf beiden Seiten nicht dieselben sind. Denn auf der

rechten Seite tritt der Schatten des Planeten auf dem Ringe mit in's Spiel, und kann also die Schätzung fehlerhaft machen; v. Struve war daher anfangs geneigt, den eben erwähnten Unterschied für Täuschung zu halten. Auch glaubte er, dass genaue Messungen seine Meinung rechtfertigen würden. Um so mehr erstaunte er, als seine desfalls angestellten Beobachtungen eine Excentricität der Saturnskugel im Ringe auf das Entschiedenste anzuzeigen schienen. Nach v. Struve's Messungen ist nämlich der Zwischenraum auf der Ostseite  $11'',075$  und auf der Westseite  $11'',288$ . Eine ziemlich interessante, hierher gehörige, historische Notiz hat Olbers im J. 1834 gegeben<sup>1)</sup>. Auch Bessel fand aus seinen Untersuchungen über den sechsten Saturnstrabanten, dass der Mittelpunkt der äussern Bewegung des Ringes ebenfalls östlich von dem des Planeten liege. Herschel der Jüng. und South haben zwar durch ihre Messungen keinen Unterschied<sup>2)</sup> erkannt, halten ihn jedoch für augenscheinlich. Aber Bessel findet eine Excentricität des Ringes mit den neuesten Ansichten nicht vereinbar. Man müsste, glaubt er, sonst voraussetzen, dass entweder der Ring sich nicht um seine Axe drehe, oder dass er aus unzählig vielen sich frei bewegenden Theilen bestehe, deren Bahnen eine gemeinschaftliche Apisidenlinie haben. Dennoch hält der jüngere Herschel diese Excentricität für eine Erhaltungsbedingung des Ringsystems; auch Laplace hatte schon früher sich dahin ausgesprochen, dass die Saturnsringe durch die blosse Cohärenz ihrer Moleculen sich nicht halten könnten. Es bedarf also nothwendig des Umschwungs um eine, durch den Mittelpunkt des Saturns gehende, Axe. Ueberdem muss der Ring eine ungleiche Dicke haben. Dieselbe wird durch die Beobachtungen wirklich indicirt namentlich durch diejenigen, welche im December 1832 von Schwabe und im April 1833 von Valz gemacht worden sind. Denn beide Beobachter bemerkten, dass der Ring nach dem Verschwinden auf der einen Seite des Planeten weit früher sichtbar war, als auf der andern.

Bessel, welchem man eine Menge grosser und erfolgrei-

1. *Astr. Nachr.* XII. S. 47.

2. *Astr. Nachr.* VII. S. 113.



cher Arbeiten und nützlicher Vorschläge verdankt, erliess am 12. December 1852 an alle Sternwarten, die mit guten und lichtstarken Fernröhren versehen sind, eine von regem Sinn für die Wissenschaft zeugende Aufforderung. Dieselbe bestand darin, dass man die, mittels der Durchgänge der Sonne und der Erde durch die Ebene des Saturnsringes erzeugten Verschwindungen und Wiedererscheinungen des Ringes recht aufmerksam beobachte und die angestellten Beobachtungen veröffentliche. Bessel hat die Gründe seiner Aufforderung, so wie den Wunsch, dass die Mittheilung einer vollständigen Sammlung aller frühern Beobachtungen dieser Art sehr erfolgreich sein würde, in No. 236. der *Astr. Nachr.* dargelegt. Neuere Bestimmungen des Aequator- und Polardurchmessers der Saturnskugel erhielt man im Jahre 1854 aus England von Th. Hussey.

Gleichzeitig wurde Bessel durch die, im J. 1853 beobachteten, Durchgänge der Erde durch die Ebene des Saturnsringes und durch die, seit 1850 mit dem Heliometer gemachten, Beobachtungen über die Positionswinkel der grossen Axe der Ringellipse in den Stand gesetzt, nunmehr die Lage der Ringebene genauer zu bestimmen. Obschon nämlich durch die im Jahre 1811 gemachten (schon weiter oben erwähnten) Versuche der, bis zu jener Zeit vorhanden gewesene, grosse Fehler entfernt wurde, so benutzte doch Bessel neuere mit dem grossen Heliometer der Königsberger Sternwarte angestellte 5jährige Beobachtungen, und dieselben in Verbindung mit den beobachteten Durchgängen von 1701, 1714, 1715, 1731, 1744, 1760, 1775, 1774, 1789, 1790, 1802, 1803 und 1810 zu einer schärfern Untersuchung der Lage der Ringebene. Bessel hat hieraus folgende mittlere Resultate gefunden:

Durchmesser des Ringes . . . . .	39'',511
Aequat.-Durchm. des Saturn . . . . .	17 ,055
Polar-Durchm. des Saturn . . . . .	15 ,581

sämmtlich auf die mittlere Distanz des Planeten von der Sonne bezogen.

Dass die Saturnsoberfläche mit ähnlichen Streifen wie Jupiter umzogen ist, die mit der Ebene des Ringes parallel gehen, ist bekannt. Mithin scheint ihre Richtung die des Aequator anzudeuten, und sie stimmt auch mit der des grössern Durch-

messers überein. Indessen scheinen die, im December 1852 von Schwabe in Dessau gemachten, Beobachtungen dies wieder zweifelhaft zu machen. Merkwürdig ist auch die Wahrnehmung von Valz am 23. April 1853, dass nämlich die Ringebene keinesweges die Saturnscheibe halbirt, sondern dass die nördliche Halbkugel merklich grösser als die südliche erscheint. Denn dieser Beobachtung zufolge würde der Schwerpunkt des Saturn nicht mit seinem Centrum zusammenfallen; mithin müssten die beiden Halbkugeln von sehr ungleicher Dichtigkeit sein.

Die neuesten Beobachtungen über die Excentricität der Saturnskugel im Ringe 1841 vom 13. Juli bis 10. October hat Schwabe ebenfalls angestellt. De Vico, Director der Sternwarte zu Rom, versprach ihm bei dieser Gelegenheit, gleichfalls über die Excentricität Beobachtungen anzustellen und ihm zu übersenden.

### *D e r U r a n u s.*

Verhältnissmässig nur wenig ist im Laufe dieses Jahrhunderts der entfernteste aller Planeten, der Uranus, bearbeitet worden. So viel wir wissen, war Conti bis zum Jahre 1806 der einzige, der sich mit der Theorie dieses Planeten beschäftigt, und auf 22 Oppositionen neue Elemente der Uranusbahn gegründet hat. Die (im Jahre 1789) von Delambre entworfenen Tafeln, die sich nur auf 8jährige Beobachtungen gründeten, harmonirten dem ungeachtet bis zum Jahre 1811 mit dem Himmel noch sehr gut. Denn fast keine der damaligen Beobachtungen wich davon in Länge oder Breite um mehr als 20 Secunden ab.

Die Störungen des Uranus aber wurden von Klügel, Schubert und Laplace sehr vollständig bearbeitet. Unstreitig verdiente daher diese genaue Theorie um so mehr die Anwendung auf eine neue Bahnbestimmung, als nun fast 30 gut beobachtete Gegenscheine des Uranus dazu benutzt werden konnten. Selbst die frühern Observationen dieses Planeten von

Flamsteed, Tob. Mayer<sup>1)</sup> und Lemonnier (vermöge der neuern Sternkataloge weit schärfer reducirt) konnten nun dienen, die so langsame, mittlere Bewegung des Uranus mit grosser Sicherheit auszumitteln. Daher kam es, dass seit dem Jahre 1815 Bouvard mit der Bearbeitung neuer Uranustafeln beschäftigt war, auch v. Lindennau schon mehrere hierher gehörige Rechnungen angefangen hatte.

Endlich erschienen die Bouvard'schen Bearbeitungen (überhaupt) 1821 zu Paris unter dem Titel: *Tables astron. publiées par le Bur. des Longit. de France, cont. les Tabl. de Jupiter, de Saturne et d'Uranus etc.* Für Jupiter und Saturn sind hier zum ersten Male auch alle von Bradley, Maskelyne, Lacaille etc. in den Jahren 1747 bis 1804 beobachteten Quadraturen, so wie alle in Paris von 1804 bis 1814 beobachtete Oppositionen und Quadraturen in Rechnung gezogen worden. Uebrigens ist leider dieselbe Form der Tafeln und die Eintheilung des Quadranten beibehalten worden. Dagegen sind die Zeichen der Aberration und Nutation verändert, um die beobachteten Längen auf das mittlere Frühlingsäquinocium zu beziehen. Die Uranustafeln beruhen auf allen, seit 1781 angestellten, Beobachtungen. Indessen weichen die Tafeln des Uranus in neuerer Zeit schon etwas, wenigstens zum Theil, vom Himmel ab. So hat z. B. im Anfange des Jahres 1858 Airy nachgewiesen, dass der Radius Vector für die Uranusbahn in den Jahren 1855 bis 1856 bedeutend irrig mittels der Bouvard'schen Tafeln gefunden werde.

Als Bessel seine berühmte Bearbeitung der Bradley'schen Beobachtungen ausführte, fand er unter diesen auch eine Beobachtung des Uranus. Dieser Fund ist für die Theorie des so eben genannten Planeten von ganz besonderem Interesse. Merkwürdig bleibt es freilich, dass nicht nur Tob. Mayer und Lemonnier<sup>2)</sup>, sondern sogar auch Bradley den Uranus, im

1. Ueber Tob. Mayer's im J. 1756 angestellte Beobachtung des Uranus nebst deren von Méchain, Dom. Nouet und Fixmillner ausgeführter Berechnung hat v. Zach sehr vollständige und lesenswerthe Notizen in der *Zeitschr. f. Astron.* III. S. 3. u. f. mitgetheilt.

2. Zu Paris 1768 den 27. Debr., wie Bode im *Jahrb.* 1818 und Bouvard in der *Conn. d. T.* 1821 anführen.

Ganzen 17 Mal, beobachtet haben, ohne gewahr zu werden, dass dieser Stern ein Planet sei. Burekhardt fand im Jahre 1818 sogar noch 5 Flamsteed'sche Beobachtungen, von denen die erste Bode bereits im Jahre 1784 aufgefunden hatte, nämlich die, wo Uranus von Flamsteed 1690 den 13. Decr. alt. St. beobachtet worden ist. Es waren folglich die Fernröhre zur Zeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts noch nicht so vollkommen. Ein Bradley, nicht aber ein Herschel, wäre gewiss sonst zur Ehre gelangt, den entferntesten aller, bis jetzt uns bekannt gewordenen, Planeten zu entdecken. Unsere jetzigen Fraunhofer'schen Fernröhre von nur mittlerer Vergrößerung lassen jeden, welcher einige Aufmerksamkeit auf Gegenstände des gestirnten Himmels wendet, den Uranus schon an dessen eigenthümlichem Lichte und Bewegung auf den ersten Augenblick als einen Planeten erkennen. Merkwürdig war es übrigens auch, dass erst nach länger als 50 Jahren der Planet Uranus unter diesem Namen in der *Connaiss. des Tems pour l'an 1813 et 1814* aufgeführt ward.

Die Opposition des Uranus ward sehr vollständig von Schwarzenbrunner in Kremsmünster 1826 beobachtet, wobei er Piazzi's Sternkatalog, Carlini's Sonnen- und Bouvard's Uranustafeln gebrauchte <sup>1)</sup>).

Hierher gehört noch die Erwähnung, dass es Olbers versucht hat, aus sehr sinnreichen Wahrscheinlichkeitsgründen eine wichtige Frage zu beantworten. Ist es nämlich wahrscheinlich, dass die Astronomen einer spätern Zukunft, wenn sie mit noch weit bessern Fernröhren versehen sein sollten, noch einen entferntern Planeten als Uranus auffinden können, oder ist Uranus schon als der letzte Planet unsers Sonnensystems anzusehen? Olbers ist von der Laplace'schen Erklärungsweise der Entstehung des Planetensystems mittels dessen bekannten allgemeinen drei Eigenschaften ausgegangen; hat ausserdem das (I. Theil S. 1.) Gesetz der mittlern Distanzen der Planeten von der Sonne benutzt, und stützt sich endlich noch auf die Betrachtung der Lage und Grösse zweier Bahnen, nämlich des Halley'schen und Olbers'schen Kometen. Es ergab sich das Resultat, dass

1. *Astr. Nachr.* No. 129. u. 130.

jenseits der Uranusbahn die Grenze des Raumes liegt, in welchem allein noch Planeten entstehen könnten, und Uranus ist daher höchst wahrscheinlich der äusserste Planet unsers Sonnensystems. Dennoch glaubte, wie man wenigstens vermuthen muss, im Jahre 1855 Cacciatore zu Palermo, im Monat Mai einen Planeten, jenseits der Uranusbahn, entdeckt zu haben; Es ist jedoch Nichts gewesen. Ehe das Nähere von der ganzen Sache hier mitgetheilt wird, wollen wir blos erwähnen, dass es uns noch sehr erinnerlich ist, im Jahr 1857 in irgend einem Journale von einer, aus der Schweiz gemeldeten, Entdeckung eines Planeten, der weiter als Uranus entfernt sei, gelesen zu haben.

Es berichtete nämlich Arago der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris in deren Sitzung vom 15. Febr. 1856, dass in den *Proceedings of the Royal Astronomical Society* ein Brief von Cacciatore an den Captain Smyth (den Verfasser der schönen Charte des mittelländischen Meeres) enthalten sei, worin ersterer dem letzteren meldet:

„er habe im Monat Mai (1855) bei dem Stern XII<sup>b</sup> 17' Piazzi (Virginis 505 Mayeri 7.8° Gr.) noch einen andern Stern 8. Grösse gesehen, und die Distanz beider Sterne von einander genommen. Drei Tage nachher habe er mit Verwunderung bemerkt, dass diese Distanz sich verändert habe. Die Bewegung des einen Sterns in der Zwischenzeit sei etwa 10'' in A.R., und eine Minute, oder etwas weniger, gegen Norden gewesen. Nachher sei schlechtes Wetter bis zu Ende des Monats eingetreten, wo die helle Abenddämmerung keine weitere Beobachtung in diesem Theile des Himmels gestattet habe. Er habe deswegen dieses neue Gestirn nicht weiter verfolgen können, das er wegen seiner langsamen Bewegung für einen Kometen (?) jenseits des Uranus halte.“

Man sieht, wie Olbers sagt, dass diese Nachricht sehr mangelhaft und unbestimmt ist. Nicht einmal das Datum der beiden Beobachtungen wird angegeben, so wenig als über die Distanz der beiden Sterne in der ersten Beobachtung und wie genau diese Bestimmung war, etwas gesagt. Auch bleibt es zweifelhaft, ob die 10'' Fortrückung in A.R., Zeit- oder Bogensecunden waren, vermuthlich wohl das erste. Es fällt ferner

auf, dass Cacciatore einen so merkwürdigen Stern nicht auch ausser dem Meridian aufsuchte, der als ein Stern 7. oder 8. Grösse leicht aufzufinden sein musste, und den er demnach bis zum August hätte beobachten können. Doch sein Vorgänger Piazzzi hatte dasselbe bei der Ceres versäumt.

Für einen Kometen jenseits des Uranus wird wohl Niemand einen Weltkörper halten, der sich als einen Fixstern von 8. Gr. zeigt. Wenn Cacciatore sich nicht getäuscht hat, und dies ist von diesem berühmten Astronomen nicht zu erwarten, so ist, dies war Olbers' damalige Ansicht, hier vielmehr ein neuer Planet zu vermuthen; und vielleicht dürfte man dann, wegen seiner so langsamen Bewegung, auf einen Planeten jenseits des Uranus rathen, den bekanntlich Bouvard und einige andere Astronomen schon längst vermuthet haben. Olbers sagte vielleicht. Denn es könnte ja auch ein der Sonne viel näherer Asteroide sein, der eben nach seinem Stillstande sich noch sehr langsam wieder vorwärts bewegte.

Indessen verdient es wohl gewiss eine Untersuchung, ob dies ein solcher Planet jenseits des Uranus war; und diese Untersuchung war sehr leicht. War es nämlich ein solcher, so konnte er sich damals nach der Proportion, welche die Abstände der Planeten von der Sonne nach den bisherigen Erfahrungen haben, nur höchstens  $5^{\circ}$  östlich und etwas nördlich von 505 Mayeri entfernt befinden, und musste noch mehr die Lichtstärke eines Sterns 7. Grösse haben. Es war also nur mit einem Kometensucher nachzusehen, ob sich in dieser Himmelsgegend ein solcher, vorher nicht dagewesener, Stern zeigte. Dies wurde dadurch sehr erleichtert, dass man unter den, von der Berliner Akademie besorgten, Sterncharten schon die zwölfte Stunde von v. Steinheil gezeichnet besass, die Charte also blos mit dem Himmel verglichen zu werden brauchte.

Als aber die von Olbers bezeichnete Sterngegend von Petersen genau mit der v. Steinheil entworfenen Charte verglichen ward, fand dieser bei der Untersuchung weiter nichts, als die Ueberzeugung von der Vortrefflichkeit dieser Charte; mithin war es für dieses Mal mit der Entdeckung eines Planeten nichts!

### Die sechs Planeten überhaupt.

Die Planetenmassen haben auf alle planetarischen Bewegungen den grössten Einfluss. Leider blieb für die Genauigkeit ihrer Bestimmung noch Manches zu wünschen übrig. Aus der Gleichung, welche dem Kepler'schen Gesetze zufolge das Verhältniss der siderischen Revolutionen und der mittlern Entfernungen zweier Planeten von der Sonne giebt, glaubten Vega und Rohde die Massen mit Sicherheit ableiten zu können. Allein dieses Verfahren war offenbar illusorisch; darum musste es stets die nämlichen Bestimmungen, welche bei den hierzu erforderlichen Elementen hypothetisch zum Grunde lagen, wiedergeben. Auch stellte Wurm das Schwankende aller Massenbestimmungen, nebst den Resultaten, welche bis 1802 erlangt werden konnten, in einem lesenswerthen Aufsätze dar <sup>1)</sup>. Seitdem kam die von Laplace vorgeschlagene Methode, die Massen aus den störenden Wirkungen zu bestimmen, immer mehr in Aufnahme, weil nur durch diese sich für alle Planeten ohne Monde eine zuverlässige Bestimmung erhalten lässt. Dagegen war die, von Lagrange gemachte, Annahme über das Gesetz der Dichtigkeiten im Planetensysteme allzu hypothetisch. Was man von den Massen des Mondes, der Venus, des Mars und Saturn mit Bestimmtheit wusste, verdankte man grösstentheils jener Methode. Dass für die Massen des Merkur, der Erde und des Uranus eine ähnliche Bestimmungsart noch stattfinden möchte, war damals gewiss wünschenswerth. Wesentliche Unrichtigkeiten in den Massen, wie sie Laplace im 3. u. 4. Theile seiner *Méc. céleste* angenommen, waren indessen unwahrscheinlich; denn die, von ihm aus ältern arabischen und chinesischen Beobachtungen abgeleitete Säcularabnahme der Schiefe der Ekliptik, so wie der Mittelpunktsgleichung der Erdbahn, harmonirte mit der theoretischen Bestimmung sehr befriedigend. Auch bewies diese gefundene Harmonie die Richtigkeit der dabei zu Grunde gelegten Werthe der Massen. Die von v. Bieberstein über die Ursachen der verschiedenen Dichtigkeit der Weltkörper geäusserten sinn-

1. *Monatl. Corresp.* V. S. 546.

reichen Vermuthungen verdienen, da die Kenntniss dieses Elements unmittelbar die der Massen geben würde, hier ebenfalls erwähnt zu werden.

Wir können hier füglich mit anführen, dass, als Rosenberger im Jahre 1850 die Elemente des Halley'schen Kometen bei seiner Sichtbarkeit 1759 sehr genau bestimmte, er folgende Massen anwendete:

Merkur	$\frac{1}{2025810}$	
Venus	$\frac{0,8875}{556632}$	nach Burckhardt,
Mars	$\frac{1}{2546520}$	
Jupiter	$\frac{1}{1070,5}$	} nach Bouvard: <i>Tables de Jupiter, de Saturne et d'Uranus 1821.</i>
Saturn	$\frac{1}{5512}$	
Uranus	$\frac{1}{17918}$	
Erde	$\frac{1}{557594}$	

In der neuesten Zeit hat Encke in Folge seiner steten Arbeiten in Betreff seines Kometen unter andern auch die sämmtlichen neuesten Werthe der Planetenmassen, von denen die grössern sehr sicher zu sein scheinen, und welche Encke in die Störungsrechnungen eingeführt, mitgetheilt<sup>1)</sup>. Da es nämlich von Interesse ist, die successiven Aenderungen derselben von der Zeit an, wo zuerst der Begriff festgestellt war, übersehen zu können, so hat Encke eine Tabelle beigelegt, welche die Planetenmassen angiebt, die wirklich in Gebrauch gewesen sind. Sie sind chronologisch geordnet, und die Columne des Correctionsfactors giebt jedes Mal an, um wie viel eine neue Bestimmung gegen die unmittelbar vorhergehende grösser oder kleiner ist.

1, *Astr. Nachr.* No. 443,



Tafel der allmäligen Verbesserung der Planetenmassen.

Planet.	Masse.	Correctionsfact. gegen die nächst vorhergehende.	Quelle.
Uranus.	1		
	19504	1 +	1
	1		11,5
	17918	1 -	1
Saturn	1		
	24905		3,7
	1		
	5021		
	1	1 -	1
	5558,40		10
	1	1 -	1
	5559,40		3559
	1	1 -	1
	3512		25
	1	1 +	1
	5500,2		297
Jupiter	1	1 -	1
	5501,6		2500
	1		
	1067		
	1	1 -	1
	1067,195		5475
	1	1 +	1
	1067,09		10000
	1	1 -	1
	1070,5		514
	1	1 +	1
	1055,924		65,6
1	1 +	1	
1050,56		295	
1	1 +	1	
1046,77		292	
1	1 -	1	
1047,871		952	

*Méc. céleste*, T. III, pag. 62.Bouvard, *Tabl. de Jupiter, Saturne et Uranus. Introd. II.*Lamont *Mém. Astr. Soc.* XI. 51.Newton *Princ. Lib. III. Prop. 8.*Lagrange *Mém. de Berlin 1782 pag. 186.*Laplace *Méc. céleste*, T. III, pag. 61.Bouvard, *Tabl. de Jupiter, Saturne et Uranus. Introd. II.*Bessel *Astr. Nachr. No. 214.*Bessel *Astr. Nachr. No. 242.*Newton *Princ. Lib. III. Prop. 8.*Lagrange *Mém. de Berlin 1782 pag. 183.*Laplace *Méc. céleste*, T. III, pag. 62.Bouvard, *Tabl. de Jupiter, Saturne et Uranus. Introd. II.*Nicolai *Astron. Jahrb. 1826 pag. 266.*Encke *Abhandlung der Berl. Akad. 1826 S. 267.*Airy *Mém. Astron. Soc. X. 47.*Bessel *Comptes rendus 1841.*

Planet.	Masse.	Correctionsfact. gegen die nächst vorhergehende.	Quelle.
Mars	1	hypothet.	Lagrange <i>Mém. de Berl.</i> 1782 pag. 190.
	1846082		
	1	1 — 1	Delambre <i>Méc. cél. T.</i> III. pag. 157.
	2546520	3,6	
Erde	1	1 — 1	Burckhardt <i>Conn. d. T.</i> 1816 343.
	2680557	20	
	1 <sup>1)</sup>		Newton <i>Princ. Lib. III.</i> Prop. 8 <i>Sol. parall.</i> 10 <sup>4</sup> 5.
	169282		
	1		
	365561	1 — 7	Lagrange <i>Mém. de Berl.</i> 1782. pag. 181.
	1	15	
	329650	1 + 1	Laplace <i>Méc. cél. T. III.</i> pag. 63.
1	9,2		
Venus	359551	1 — 1	Encke <i>aus Sonnenpar-</i> <i>all. = 8,57116.</i>
	1	12	
	278777	hypothet.	Lagrange <i>Mém. de Berl.</i> 1782 pag. 190.
	1		
	385137	1 — 1	Laplace <i>Méc. cél. T. III.</i> pag. 63.
	1	3,7	
	356652	1 + 1	Delambre <i>Méc. cél.</i> <i>T. III. pag. 156.</i>
	1	15,5	
Merkur	401859	1 — 1	Burckhardt <i>Conn. d. T.</i> 1816 343.
	1	8,9	
	2025810	hypothet.	Lagrange <i>Mém. de Berl.</i> 1782 pag. 190.
	1	7	
	4865771	1 — 12	Encke.

Die Zahl für die Merkursmasse rührt von Lagrange her. Es ist in der That auffallend, dass Laplace auch bei dieser Nebenbetrachtung des Namens Lagrange nicht erwähnt, während der letztere seine Vorgänger immer sehr genau an giebt. Sie beruht auf der, von Euler zuerst aufgestellten, Hypothese, dass die Dichtigkeiten der Planeten nach der Sonne

1. Bei dieser Zahl scheint ein Rechnungsfehler vorgefallen zu sein, da sie mit den andern von Newton angegebenen nicht stimmt.

zu beträchtlich zunehmen, wobei das Gesetz der Zunahme aus den durch Trabanten-Elongationen bestimmten Massen von Saturn, Jupiter und Erde näherungsweise zu ermitteln versucht ward. Lagrange nahm das Gesetz so an, dass die Dichtigkeiten sich umgekehrt wie die Quadratwurzel aus der halben grossen Axe der Planetenbahn verhalte, und hat auf diese Weise seine Zahl für Mars, Venus und Merkur gefunden, indem er die besten ihm bekannten Data für das Volumen benutzte. Bei Mars und Venus sind starke Correctionen, Verminderung beider Angaben um ihren dritten Theil nöthig gewesen, so dass hiernach schon Merkur eine noch stärkere Verminderung erleiden muss.

Die Bestimmung der Merkursmasse hat Encke aus dem letzten Durchgange des Encke'schen Kometen im Jahre 1858 versucht. Es zeigte sich nämlich, dass die aus sämmtlichen Erscheinungen bis 1828 inclusive abgeleiteten Elemente, die in den *Astron. Nachr.* gegeben sind, im Jahre 1852 und 1855 nur sehr geringe Abweichungen von den Beobachtungen gaben, welche durch die angebrachten Correctionen in der Zeit des Durchgangs von  $+14'$  in Zeit bei 1852 und  $-23'$  in Zeit bei 1855 sich wegschaffen liessen. Dagegen erforderte die Erscheinung von 1858 eine Correction von  $+66'$  in der Zeit des Durchgangs. Diese steht höchst wahrscheinlich in Verbindung mit der grossen Nähe des Merkur und des Kometen 1855 Aug. 26., und da die übrigen bedeutenden Massen sehr genau, die schwächern doch wenigstens näherungsweise ermittelt sind, so versuchte Encke die Merkursmasse dadurch zu bestimmen, dass er die gefundenen Unterschiede zwischen Beobachtungen und Rechnung durch eine Aenderung der Merkursmasse beseitigte.

Wenn man hier die kleinern Fehler 1852 und 1855 ganz bei Seite setzt, oder die Elemente bis 1855 incl. als richtig ansieht, und nur auf die Gleichung 1858 eingeht, so findet sich eine Merkursmasse  $\frac{1}{5091947}$ , um  $\frac{1}{3}$  kleiner, als die von Lagrange.

Berücksichtigt man aber alle Fehler von 1852, 1855 und 1858 zugleich, so findet sich die Merkursmasse  $\frac{1}{4865751}$ .

So unsicher diese Zahlen, besonders bei der nur vorläufigen Reduction und Behandlung der Bedingungsgleichungen auch sind, so scheint es doch erwiesen, dass die Merkursmasse sehr stark vermindert werden muss, und Encke hat sich an die letzte Zahl gehalten, weil sich bei ihr, statt der Lagrange'schen Hypothese über die Zunahme der Dichtigkeit, eine andere an sich nicht unwahrscheinliche darbietet. Es sind nämlich (nach Hansen's Zusammenstellung in Schumacher's Jahrbuch) die Dichtigkeiten für

Sonne . . . . .	0,252
Uranus . . . . .	0,242
Saturn . . . . .	0,158
Jupiter . . . . .	0,258
Mars . . . . .	0,948
Erde . . . . .	1,000
Venus . . . . .	0,923.

Mit der Lagrange'schen Masse würde die Dichtigkeit des Merkur 2,94, dagegen mit Encke's letzter Zahl die Dichtigkeit Merkurs 1,12 sein. Sonach haben in dem Falle, dass die letzte Zahl der Wahrheit näher kommt, die kleinern Planeten Mars, Erde, Venus, Merkur nahe gleiche Dichtigkeit = 1, die größern Körper unseres Sonnensystems: Sonne, Uranus, Saturn, Jupiter nahe gleiche Dichtigkeit =  $\frac{1}{4}$ , wo die Abweichung bei Saturn unwillkürlich an seine Ringgestalt erinnert. Auch ist es merkwürdig, dass der Sprung in den Dichtigkeiten gerade zwischen Mars und Jupiter stattfindet, in einem Raume, welchem die vier kleinen Planeten, und in gewissem Sinne die beiden periodischen Kometen, angehören.

Alle, sich auf Ortsbestimmungen eines Planeten oder Kometen mittels Functionen seiner Elemente beziehenden, Aufgaben sind nun durch das Meisterwerk von Gauss (*Theoria mot. corpor. coelest.*) vollkommen gelöst. Denn alle Relationen eines Himmelskörpers, sowohl in seiner Bahn als auch in Bezug auf andere Bahnen, so wie isolirt oder mit mehreren Orten verbunden, sind in diesem Werke mit einer Allgemeinheit und Einfachheit zugleich entwickelt, die nichts zu wünschen übrig lässt.

Wegen seiner *Theoria* erhielt Gauss vom Pariser Nationalinstitut die, von Lalande jährlich ausgesetzte, Preis-

medaille. Das ausgezeichnete Werk zerfällt in 2 Bücher, jedes derselben in 4 Abschnitte. Im ersten Buche sind die Verhältnisse der geocentrischen und heliocentrischen Orte entwickelt; ferner ist die Art ihrer gegenseitigen Reduction und Verwandlung, hauptsächlich auch die Natur ihres Zusammenhanges mit den Elementen nebst den relativen Aenderungen beider, ganz vollständig dargestellt, so dass dadurch der Weg gebahnt worden ist, wieder, was nun der Hauptgegenstand im zweiten Buche ist, umgekehrt von den Erscheinungen auf die Elemente der Bahn übergehen zu können. Da übrigens das ganze Werk ausschliessend rein elliptischen Bahnen gewidmet ist, und sich mit Entwicklung von Störungen nicht beschäftigt, so wird im letzten Abschnitte des zweiten Buches blos die Art und Weise abgehandelt, wie aus den bekannten Störungen die, anfangs ohne deren Berücksichtigung gefundenen, Elemente verbessert werden können.

Auch v. Littrow hat sich im Jahre 1811 mit verschiedenen Theilen der Planetentheorie beschäftigt. Sein Vorschlag, die Gauss'sche Bestimmungsmethode einer Planetenbahn abzukürzen, erreichte zwar den beabsichtigten Zweck nicht, kann aber doch nützlich angewandt werden. Die Interpolationsmanier v. Littrow's lässt nämlich nie dieselbe Genauigkeit zu, giebt jedoch, will man bei einer dritten Hypothese stehen bleiben, wenigstens die Elemente genauer, als wenn man mit den, mittels jener dritten Rechnung, für  $r'$ ,  $r''$  und  $l'$  (*Gauss Theoria etc.*) erhaltenen, Werthen direct auf die Bestimmung der Elemente übergehen wollte. Auf jeden Fall lassen sich aber v. Littrow's ziemlich weitläufige Interpolationen doch wenigstens als eine genäherte Controlle benutzen. Im Anfange des Jahres 1821 gab derselbe Astronom auch eine bequeme übersichtliche Zusammenstellung der verschiedenen Methoden von Lagrange, Duséjour, Olbers und Gauss, die Bahn eines Wandelsterns aus geocentrischen Beobachtungen zu bestimmen — eine Arbeit, die hinsichtlich manchmal anzustellender Vergleichen wohl nicht ganz überflüssig ist.

Bereits im Jahre 1809 hatte v. Littrow auch einige Nachträge und Formeln zur Gauss'schen Berechnung der geocentrischen Oerter der Planeten gegeben. Indessen bedauerte

Gauss selbst, dass damals v. Littrow die Vervollkommnung jener Methode, die in der *Theoria motus* sich findet, noch nicht gekannt, und folglich sich überflüssige Mühe gegeben hätte. Mit einer ganz ähnlichen Arbeit hat sich auch Puissant, wahrscheinlich im Jahre 1818, beschäftigt. Er kam auf bequeme Formeln zur Herleitung des geocentrischen Orts auf dem Aequator aus dem heliocentrischen Orte.

Grunert gab Anfangs 1855 eine Auflösung der Aufgabe, die Rectascension und Declination eines Weltkörpers aus dessen gemessenen Distanzen von zwei bekannten Fixsternen zu bestimmen <sup>1)</sup>. Bald darauf gab Wolfers eine andere Auflösung <sup>2)</sup>.

Die Grenzen der geocentrischen Oerter der Planeten sind zuerst und in analytischer Hinsicht vollständig von Gauss im Jahre 1804 betrachtet und festgestellt worden, denn er gab zugleich den, von ihm berechneten, Zodiacus der Ceres und Pallas. Ausserdem hat auch v. Littrow 1817 sich mit einer, für die numerische Rechnung bequemen, Verwandlung der heliocentrischen Planetenorte in die geocentrischen Planetenorte und dieser in jene beschäftigt.

Gauss gab zur numerischen Rechnung sehr bequeme Formeln, aus der geocentrischen Länge und Breite eines Himmelskörpers, dem Orte seines Knotens, der Neigung der Bahn, der Sonnenlänge und ihrem Abstände von der Erde abzuleiten des Himmelskörpers heliocentrische Länge in der Bahn, wahren Abstand von der Sonne und wahren Abstand von der Erde <sup>3)</sup>.

Die Mittelpunktsgleichung aus der Excentricität, und umgekehrt, herzuleiten, versuchten Hennert <sup>4)</sup>, Camerer <sup>5)</sup> und Klügel. <sup>6)</sup> Einen neuen Ausdruck für die Mittelpunktsgleichung, der wenigstens in analytischer Hinsicht elegant ist, gab v. Littrow. Die grossen Excentricitäten der neuen Planeten erforderten jedoch eine weitere Ausdehnung der Reihen für

1. *Astron. Nachr.* No. 271 S. 105.

2. *Astron. Nachr.* No. 192 S. 61.

3. *Monatl. Corresp.* V. S. 540.

4. *Astron. Jahrb.* 1804. S. 218.

5. *Astron. Jahrb.* 1805. S. 174.

6. *Astron. Jahrb.* 1803.

die *Aequatio centri* und den *Radius Vector*. Oriani lieferte sie daher bis zur 12. Potenz für die erstere, und bis zur 10. Potenz der Excentricität für die letztere. Degen gab eine approximative Bestimmung der wahren Anomalie aus der mittlern. Er stellte die wahre Anomalie bis zur 15. und 16. Potenz der Excentricität dar. Ein Gleiches hat Schubert gethan, und so haben beiderseits gefundene Resultate sich wenigstens zur gegenseitigen Bestätigung gedient.

v. Littrow's Untersuchungen des allgemeinen Ausdrucks für die Mittelpunktsgleichung, zuerst im Jahre 1809 angestellt, so wie die Darstellung der Planetenbahnen durch Epicykel, sind schätzbar. Ganz richtig zeigte v. Littrow, dass mittels der Epicykel die elliptische Bewegung, zugleich in Bezug auf Länge, Radius und Vector, sich nicht darstellen lasse. Für Reduction beobachteter Planetendecinationen auf Breite, sobald die Neigung der Bahn nicht über  $6^{\circ}$  beträgt, gab Calandrelli in seinen *Opusculi* Tafeln, deren Gebrauch bisweilen nützlich sein kann.

Ueber die erforderliche Genauigkeit der Rechnungselemente bei Vergleichung beobachteter Planetenörter mit den Tafeln (ein Anfangs 1810 erschienener lesenswerther Aufsatz) findet sich in der *Monatl. Corr.* XXI. S. 13 und 393, so wie manches Bemerkenswerthe über die Reduction der Bogen im Aequator auf die Ekliptik ebenfalls in der *Monatl. Corr.* XXI. S. 389.

Eine neue Auflösung des Problems, die Bahn eines Himmelskörpers zu bestimmen, gab Mosotti in den *Effem. di Milano 1817*, welche Encke in's Deutsche übersetzt hat.<sup>1)</sup> Pfaff hat über die Variation der Planetenelemente geschrieben.<sup>2)</sup>

Unter die Zahl der Geometer, welche in die Lehren der physischen Astronomie tiefer als gewöhnlich eindringen, muss auch Hegner gerechnet werden. Seine Abhandlung über die gegenseitige Anziehung dreier Körper, so wie seine, von der Kopenhagener Akademie im Jahre 1808 gekrönte, Preisschrift (über Maxima und Minima in den Perturbationen) zeigte eine recht gründliche Bekanntschaft mit höherer Theorie.

1. *Zeitschrift f. Astr.* III. S. 145.

2. *Monatl. Corr.* XXV. S. 293.

Ueber die Bewegungen der Erde um ihren Schwerpunkt (nach Laplace) gab im Jahr 1818 v. Littrow eine analytische Abhandlung, welche als ein Versuch zu betrachten ist, das 2. und 5. Buch der *Méc. céleste* zum Theil so zu bearbeiten, dass Einfachheit und Deutlichkeit erlangt, und Laplace's Vortrag schicklich commentirt wird.

In neuerer Zeit hat Bessel mit dem ihm eigenthümlichen Scharfsinne die Aberrationstheorie der Planeten (und der Kometen) ganz neu zu begründen gesucht. Nach ihm <sup>1)</sup> rechtfertigt keine, der bisher verfolgten, Ansichten von der Fortpflanzung des Lichtes die gewöhnliche Art, die Aberration bewegter Gestirne in Rechnung zu bringen. Bessel entwickelte daher Formeln, die das angeben, was der Zeit, für die man gerechnet hat, hinzugefügt werden muss, um sie in diejenige Zeit zu verwandeln, für welche der berechnete Ort der scheinbare ist.

Eine sehr abgekürzte Methode, die alten Distanzenbeobachtungen zu reduciren, gab Burckhardt Halma hatte den *Almagest* neu übersetzt und herausgegeben <sup>2)</sup>. Mit der zweckmässigsten Art, Gegenscheine und Zusammenkünfte zu berechnen, und hieraus Bedingungsgleichungen zur Verbesserung der Elemente herzuleiten, beschäftigte sich namentlich v. Lindenau.

Von Bessel wurde im Jahre 1823 eine schöne Anleitung zum Gebrauche neuer Tafeln, um die stündliche Bewegung aus den Ephemeriden schärfer als bisher und doch eben so bequem zu finden, bekannt. Gleichzeitig hat Hansen ein anderes, auf einer allgemeinen Interpolationsformel beruhendes, Verfahren mitgetheilt. Schon früher waren nicht unwichtige Winke für die Berechnung der Conjunctionen und Oppositionen, so wie in Betreff der schicklichsten Beobachtungen derselben bekannt geworden <sup>3)</sup>.

In den Jahren 1811 bis 1815 wurde die Bestimmung des Sonnen- und Monddurchmessers keiner besondern Untersuchung

1. *Astr. Nachr.* No. 272 u. 273.

2. *Monatl. Corr.* XXIV. S. 576.

3. *Monatl. Corr.* XXII. S. 312.



unterworfen. Nur Rochon suchte einige Mal mittels genügender Combinationen diese Art von Messungen bequemer und doch schärfer zu machen. Aber Rochon's Resultate scheinen nicht bekannt geworden zu sein. Wenigstens war bis zum Ablauf des ersten Termins der, diese Bestimmung verlangenden, Petersburger Preisaufgabe keine Abhandlung eingegangen. Wahrscheinlich ist mancher Astronom und Geometer von der Bearbeitung dieses Gegenstandes aus dem Grunde abgehalten worden, weil im Programm die so äusserst schwierige Theorie der Irradiation und Inflexion auch verlangt war.

Mit empirischen Versuchen, neue Kepler'sche Gesetze in den Excentricitäten, mittlern Abständen und andern Planetenelementen aufzufinden, haben sich Schubert, Knittelmayer und E. A. v. Schaden beschäftigt, jene beiden ersten vor dem Jahre 1810, dieser in der neuesten Zeit. In der Beilage der von v. Schaden abgefassten Theodicee kommen die wunderlichsten Zusammenstellungen von Zahlenverhältnissen vor, denen man das Gezwungene, Gesuchte auf den ersten Blick ansieht. Aber der Verfasser hat sich damit nicht allein begnügt; er gebraucht auch von ihm selbst ganz neugeformte *Termini technici* (wie z. B. eiförmige Planetenbahnen), die der Form nach höchst tadelnswerth und in dem Begriffe ganz confus sind. — Die empirischen Versuche der drei obengenannten Männer sind, wie man leicht vermuthen wird, ganz fruchtlos geblieben. Und so werden es überhaupt alle Versuche bleiben, die nicht durch Theorie geleitet sind. Doch hat Schubert wenigstens nicht unwichtige Betrachtungen über das Kepler'sche Problem (*Astr. Jahrb. 1820*) mitgetheilt. Auch Schweigger's Bemühungen, neue Gesetze und Analogien in dem Planeten- und Mondensysteme zu entdecken, können nur als fruchtlos und tadelnswerth bezeichnet werden. Und was soll man zu Pfaff's Vorliebe für Kepler's *Harmonia mundi* und *Mysterium cosmographicum* sagen?

Dagegen erschienen in Schumacher's *Jahrb. f. 1840* (S. 169 u. f.) Mädler's treffliche Ansichten von der Weltstellung der Körper unsers Sonnensystems. Auch schon bald nach dem Anfange dieses Jahrhunderts waren recht nützliche

Abhandlungen von Ant. v. Zach<sup>1)</sup>, C. W. und E. F. L. v. Bieberstein<sup>2)</sup>, Ideler<sup>3)</sup>, u. s. w. bekannt geworden.

Auch erhielt man von Wachter eine beachtenswerthe, die Bestimmung der Rotationen der Himmelskörper betreffende, Arbeit. In dieser hat nämlich Wachter alle hierher gehörige Rotationen mit grösster Vollständigkeit zusammengestellt. Vor Bekanntmachung dieser Arbeit war mit Recht gewünscht worden, dass bessere Rotationsbestimmungs-Methoden, namentlich für Sonne und Mond, bald angewandt werden möchten, weil über die nur eben genannten Elemente, so wie auch über die Lage der Knotenpunkte des Sonnenäquators, noch manche Ungewissheit herrschte.

Zu Anfange des Jahres 1858 hatte Hardenkamp eine rühmliche analytische Abhandlung ähnlichen Inhalts ausgearbeitet. Dieser westphälische Mathematiker hat nämlich die Formeln entwickelt, welche zur Bestimmung der Rotationselemente aus beobachteten Punkten oder Flecken auf den Oberflächen der Himmelskörper dienen, und zugleich gezeigt, wie die Gauss'sche Methode der kleinsten Quadrate hier anzuwenden ist, um diejenigen Elemente der Rotation zu finden, die sich so genau als möglich den Beobachtungen anschliessen. Hardenkamp glaubt, dass seine Formeln vorzüglich dazu dienen könnten, um aus vorhandenen Beobachtungen über Sonnen- und Mondflecken die Rotationselemente dieser beiden Himmelskörper zu bestimmen.

Einen ganz kurzen, aber verdienstlichen Commentar zur *Méc. cél. de Laplace* gab im Sommer des Jahres 1840 Clausen. Er sagt nämlich, dass im I. Theile S. 165 des angeführten Werkes von den 6 Constanten der elliptischen Bewegung  $e$ ,  $e'$ ,  $e''$ ,  $f$ ,  $f'$  und  $f''$  man die drei ersten durch eine äusserst einfache Integration erhalte, und dass es ihm (Clausen) ge-

1. *Monatl. Corr.* X. S. 221 u. 412. Cosmog. Betrachtungen.

2. *Monatl. Corr.* XI. S. 341. Untersuchungen über den Ursprung und die Ausbildung der gegenwärtigen Anordnung des Weltgeb.; XX. Ursachen der verschiedenen Dichtigkeiten der Weltkörper.

3. *Monatl. Corr.* XXIII. S. 79. Das Verhältniss des Copernicus zum Alterthum.

lungen sei, die andern drei Constanten nach einigen Vorbereitungen eben so einfach abzuleiten.

Er erhielt nämlich als Endresultat:

$$r = \frac{r. dr. dx - x. d (rdr)}{dt^2}$$

$$r' = \frac{r. dr. dy - y. d (rdr)}{dt^2}$$

$$r'' = \frac{r. dr. dz - z. d (rdr)}{dt^2}$$

Die grosse Frage, ob das Planetensystem in einem Zustande des steten Beharrens sei, oder ob es durch gegenseitige Störungen nach einer Reihe von Jahrhunderten wieder in ein rokes Chaos werde aufgelöst werden, beschäftigte schon im vorigen Jahrhunderte die beiden grössten französischen Mathematiker Laplace und Lagrange. Auf Poisson's Veranlassung erfolgte in den letzten Jahren des ersten Decennium dieses Jahrhunderts die erste genügende Entscheidung. Davon das Hauptsächlichste hier anzuführen, dürfte gewiss nicht ohne Interesse sein. — Alle Störungen sind entweder periodisch, oder solche, die entweder blos stets zunehmen oder nur stets abnehmen. Fänden Störungen der letztern Art in den mittlern Bewegungen oder halben grossen Axen der Planetenbahnen wirklich statt, so würde dadurch nach längern oder kürzern Zeiträumen das ganze Planetensystem wesentlich gestört, ja vielleicht gar zerstört werden müssen. Mithin war zu untersuchen, ob in den planetarischen Störungen der grossen Axen Glieder vorkommen, die der Zeit proportional sind, oder blos solche, welche zu Argumenten Sinus und Cosinus haben, und demnach niemals gewisse Grenzen, zwischen welchen sie oscilliren, überschreiten können. Diese schwierige Untersuchung hat Laplace bekanntlich zuerst angestellt. Er bewies zugleich, dass für die Constitution des Planetensystems, weil in demselben wegen kleiner Neigungen und Excentricitäten alle, über die zweite Dimension dieser Elemente hinausgehenden, Grössen vernachlässigt werden können, wahre Säculargleichungen in den mittlern Bewegungen der Planeten nicht existiren. Kurz darauf hat sich Lagrange ebenfalls mit diesem Gegenstande beschäftigt. Er vervollständigte Laplace's Untersuchung da-

durch, dass er bewies, das von Laplace gefundene wichtige Resultat bleibe stets gültig, wenn auch höhere Potenzen und Producte der Excentricitäten und Neigungen mit berücksichtigt würden.

Allein eine solche Bestimmung konnte deshalb nicht als vollendet angesehen werden, weil beide genannten Geometer nur die ersten Dimensionen der störenden Kräfte (nämlich der Planetenmassen) in ihre Entwicklungen aufgenommen hatten. Denn im Jahre 1808 zeigte Poisson, ein Schüler jener Männer, mittels einer eigenthümlichen Analyse, dass auch bei Berücksichtigung der zweiten Dimensionen von den Massen in den Störungen der grossen Axen durchaus keine der Zeit proportionale Glieder vorkommen.

Die Wichtigkeit des Gegenstandes veranlasste nun Laplace und Lagrange, zum zweiten Male sich mit dieser Untersuchung zu beschäftigen. Die Identität ihrer Resultate mit dem von Poisson gefundenen beweist für dessen absolute Richtigkeit.

Eine spätere Arbeit, die man wegen ihres Gegenstandes, den sie behandelt, vielleicht hierher rechnen kann, gab Laplace in Betreff des Einflusses der grossen Ungleichheit des Jupiter und Saturna auf die Bewegungen der Körper unsers Sonnensystems.<sup>1)</sup>

Es bleibt folglich kein Zweifel mehr, dass alle Störungen der mittleren Bewegungen und der grossen Axen nur periodisch sind, und dass hiernach die Stabilität unseres Sonnensystems fest begründet ist. — Dies ist gewiss eines der schönsten Resultate der höhern Analyse!

Hier wird auch noch das mit wenigen Worten angeführt werden können, was man in den Jahren 1811 bis 1818 rücksichtlich der Störungsrechnungen zum Theil wenigstens dachte und wünschte. Pfaff stellte im Anfange des Jahres 1811 und im Frühjahre 1814 Gedanken über Perturbationsrechnungen auf, und wünschte, dass diese seine Gedanken dazu veranlassen möchten, Gesetze in den planetarischen Störungen zu entdecken, die denen von Kepler in Bezug auf die rein

1. *Conn. d. T.* 1821.

elliptische Bewegung ähnlich sind. Man verwarf Pfaff's Gedanken nicht ganz, und war zu glauben geneigt, dass durch Einführung von Raisonement und Construction vielleicht manche Abkürzung und Bestimmtheit erlangt werden könnte. Denn man hatte wohl eingesehen, dass die bisherigen nur analytisch - numerischen Methoden solche Abkürzungen und Bestimmtheiten nicht gewähren könnten. Freilich gab die bisherige Perturbationstheorie genügende Rechenschaft über viele Erscheinungen. Aber blos die fortgesetzte Entwicklung der Newton'schen Ideen hat ohne Einführung wesentlich neuer Gedanken bis in's 19 Jahrhundert hierin stattgefunden. Als schwache Seiten der physischen Astronomie mussten offenbar der Empirismus der Theorie des Mondes, die Ungewissheit über die eigentlichen Perioden so vieler Gleichungen, und die Unsicherheit nicht weniger Approximations- und Interpolationsmethoden betrachtet werden. Der berühmte Seeberger Astronom, v. Lindenau, sagte <sup>1)</sup> damals sehr treffend: „Schon oft, wenn ich mit Untersuchungen über die Constanten unserer Planetenbahnen beschäftigt war, gab mir diese Unsicherheit ein drückendes Gefühl, und rief mir eine Aeusserung zurück, die ich im Jahre 1812 von Lagrange hörte, wo dieser seine Aengstlichkeit darüber ausdrückte, dass die, in der physischen Astronomie eingeführten, Approximationsmethoden auf eine Art von Willkürlichkeit hinführen möchten. Vielleicht gelingt es bald einmal, einen reellen Schritt vorwärts hierin zu thun. Dass das Detail der Störungsentwickelungen anders als analytisch - numerisch nicht geschehen kann, ist mir wohl bewusst. Allein der Gang der Untersuchung, hervorspringende Resultate und das Bezeichnen der Punkte, wo die Wirkungen ein Grösstes werden können, das sollte Sache des Raisonements und der Construction sein. Wie es kommt, dass die Säcularänderungen aller Planetenaphelien, mit alleiniger Ausnahme der Venus, positiv sind, dass für diese Merkur und Erde negativ, Mars und Jupiter positiv wirken; wie es ferner kommt, dass nur eine Gleichung dritter Dimension für die Störungen des Merkur durch Venus einen merklichen Coefficienten erhält; warum endlich die grösste Gleichung in der Jupiters- und

1. Zeitschr. f. Astr. I. S. 33.

Saturnstheorie das Fünffache der Saturnslänge weniger der zweifachen Jupiterslänge zum Argument hat, und der Grund vieler anderer ähnlichen Erscheinungen: dies sollte, dünkte ich, Meditation unmittelbar darstellen. Natürlich ist hier nur von Existenz der Erscheinung die Rede; die Grösse dieser muss immer Analyse geben. Allein gewiss schon dadurch wäre wesentlich gewonnen, und manche Erscheinungen, wie die eben genannte lange Periode in der Jupiters- und Saturnstheorie, die Knotenbewegung des Mondes u. s. w., würden dann nicht so lange räthselhaft geblieben sein.“

Mit v. Lindenau mochten so manche grosse Geometer und Astronomen die, von Jenem angeführten, Schwächen der physischen Astronomie gewiss sehr empfinden. Darum war man ernstlich darauf bedacht, v. Lindenau's Worte: „vielleicht gelingt es bald einmal, einen reellen Schritt vorwärts zu thun“ nunmehr zu realisiren. Wirklich begann 1818 eine neue Aera in der physischen Astronomie, als Gauss, Bessel und Hansen durch ihr Genie es versuchten, eine wesentliche Reform der Perturbationstheorie auszuführen, und mit einem ausgezeichneten Erfolg sich belohnt sahen. Denn im Jahre 1818 erschien in den *Comment. soc. Gotting. (pro a. 1818)* von Gauss eine Abhandlung, in welcher eine Untersuchung vorkommt, deren Zweck er selbst auf folgende Weise angiebt. Die Säcularänderungen, welche die Elemente einer Planetenbahn durch die Perturbationen eines andern Planeten erleiden, sind von der Stellung dieses letztern in seiner Bahn unabhängig. Sie würden eben dieselben sein, es mag der störende Planet seine Bahn nach den Kepler'schen Gesetzen durchlaufen, oder es möchte die Masse des Planeten durch die Bahn so gleichförmig ausgeheilt sein, dass den Theilen der Bahn, die sonst in gleichen Zeiten durchlaufen würden, gleiche Theile der Planetenmasse zugetheilt werden. Hierbei wird blos vorausgesetzt, dass die Umlaufzeiten des störenden und des gestörten Planeten nicht commensurabel sind. Gauss suchte nämlich nun zu bestimmen, welche Wirkung die Attraction eines solchen elliptischen Ringes, dessen sehr geringe Dicke nach dem angegebenen Gesetze ungleich ist, auf einen gegebenen Punkt hervorbringt.

Einige Jahre später stellte Bessel eine ganz ähnliche

Untersuchung <sup>1)</sup> an. Nach ihm kann man die Störung, welche ein Planet in dem Laufe eines andern bewirkt, als aus zwei Theilen bestehend ansehen. Der erste Theil ist die Störung, welche aus der Anziehung des störenden Planeten auf den gestörten hervorgehet. Der zweite Theil ist die Störung, die aus der Bewegung der Sonne entspringt, welche der störende Planet erzeugt. Diese beiden Theile, die man gewöhnlich zusammen genommen hat, lieber getrennt zu betrachten, ist aus zwei Gründen vortheilhaft. Erstlich lässt sich der, aus der Bewegung der Sonne entstehende, Theil der planetarischen Störungen vollständig entwickeln. Zweitens kann vielleicht die Anziehung, welche ein bestimmter Körper auf einen Planeten ausübt, eine andere sein, als diejenige, welche eben der Planet selbst bei gleichem Abstände auf einen andern Planeten äussern würde. Man ist nämlich zwar gewohnt, es so anzusehen, als ob die, in bestimmter Entfernung durch verschiedene Körper veranlasseten, Attractionen ihrer Massen proportional wären. Es ist jedoch sehr zweifelhaft geworden, ob nicht hierbei eine, vielleicht in der verschiedenen Beschaffenheit verschiedener Weltkörper begründete, Ungleichheit stattfindet, so dass man die, aus den Wirkungen der Attraction abgeleitete, Masse eines Planeten vielleicht anders finden könnte, je nachdem man die auf einen zweiten, dritten, vierten Planeten ausgeübte Wirkung bei ihrer Berechnung zu Grunde legte.

Noch mehr zog im Jahr 1828 Hansen durch wichtige Verbesserungen der Bestimmung der Störungen die Aufmerksamkeit der Astronomen auf sich. Der Eingang seiner Abhandlung <sup>2)</sup> verbreitet über die Bemühungen anderer Mathematiker noch mehr Licht. Ueber die Zusammenstellung der Glieder erster, zweiter, dritter Ordnung, die nämlich nur einen oder zwei oder drei der kleinen Factoren enthalten, welche das Verhältniss der Massen zur Sonnenmasse ausdrücken, bemerkt Hansen: dass für die Aenderung der Coordinaten oder für die Aenderung des Radius Vector, so wie der heliocentrischen Länge und Breite

1. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1824.
2. *Disquisitiones circa theoriam perturbationum, quae mot. corpor. coelest. afficiunt.* Astron. Nachr. No. 166, 167, 168.

nur die Glieder der ersten Ordnung in den hierfür entwickelten Ausdrücken bisher berücksichtigt worden sind. Bei der Berechnung der Perturbationen zweiter Ordnung sei man immer auf die Variation der Elemente der Bahn zurückgegangen. Denn Laplace hatte zwar die Glieder, die nur einen Massenfactor enthalten, so weit als zugleich kein anderer oder nur ein anderer kleiner Factor (von Excentricität und Neigung abhängig) darin vorkommt, vollständig entwickelt; die Glieder aber, in welchen zwei solche Factoren vorkommen, so berechnet, dass sie die Perturbationen erster Ordnung als bekannt voraussetzen. Die Glieder, worin zwei Massenfactoren enthalten sind, hatte Laplace, da ihre Zahl so gross ist, nur unvollkommen entwickelt.

Ueber die Frage, ob man lieber die Methode, die Elemente als veränderlich zu berechnen, oder unmittelbar die Aenderungen der drei Coordinaten zu bestimmen, wählen soll, bemerkt Hansen: dass doch das Letztere dem eigentlichen Zwecke entsprechender sei, dass aber überdies auch, wenn man jene Methode wählt, für sechs Elemente die Veränderungen berechnet und daraus dann erst die Aenderungen der drei Coordinaten hergeleitet werden müssen. Hierbei komme aber noch eine besondere Schwierigkeit vor, indem man es mit Differenzen zu thun habe, die sich beinahe gänzlich aufheben. Hansen's eigene Methode unterscheidet sich dadurch, dass alle Störungen der Länge, durch die Zeit ausgedrückt, an der mittlern Länge, angebracht werden, wobei die Elemente unverändert bleiben. Mit dieser gestörten mittlern Länge wird der Logarithmus des Radius Vector berechnet u. s. w. Ueber den Vortheil, den es gewährt, die Störungen an die mittlere Länge anzubringen, bemerkt Hansen ferner: er habe *a posteriori* gefunden, dass, wenn man die Störungen bis zu einer gewissen numerischen Grenze sicher finden will, die Anzahl von den Argumenten der Störungen der mittlern Länge bis zu dieser Grenze herab kleiner sei, als die Anzahl von den Argumenten der Störungen der wahren Länge. So z. B. waren hier, um die Störungen Saturns erster Ordnung in Beziehung auf die Massen bis  $0'',1$  zu finden, 49, dort nur 38 verschiedene Argumente zu beachten. Dieses erleichtert aber nicht nur die Rechnung, sondern macht sie auch genauer als die bisher gebräuchliche. Denn die hier gebrauchten Rei-



hen convergiren schneller, und bei solchen Reihen ist auch die Summe der, unterhalb einer gewissen numerischen Grenze liegenden, sämtlichen Glieder kleiner. Man ist also der Wahrheit näher gekommen.

Im Jahre 1832 und 1833 setzte Hansen seine Untersuchungen über die Perturbationstheorie der Himmelskörper weiter fort in der Abhandlung: *Disquisit. continuatae circa theoriam perturbationum corpor. coelest.* <sup>1)</sup> so wie in der *Commentatio de corpor. coelest. perturbationibus.* <sup>2)</sup>

Hansen erhielt für seine ausgezeichneten Arbeiten in der Störungstheorie der Planeten vom Könige Friedrich VI. v. Dänemark das Ritterkreuz des Dannebrogordens und vom Herzog v. Sachsen-Coburg-Gotha einen kostbaren Ring, von der königl. astronomischen Gesellschaft zu London aber die goldene Medaille.

Ueber Berechnung specieller Störungen ist in den *Astron. Jahrb. f. 1837 u. 1838* eine lesenswerthe Abhandlung gegeben. Unter der Bestimmung specieller Störungen wird nämlich daselbst das Verfahren verstanden, durch das man die Perturbationen, welche irgend ein Himmelskörper innerhalb eines gegebenen Zeitraumes von den übrigen erleidet, ihrem numerischen Werthe nach so ermittelt, dass man dabei nicht von einem ganz allgemeinen analytischen Ausdruck für das Endresultat ausgeht. Dieser Ausdruck würde noch die Substitution der Bewegungskonstanten erfordern. Man benutzt vielmehr schon vor der letzten oder den letzten Integrationen die speciellen Werthe, welche innerhalb des gegebenen Zeitraumes die Bewegung des gestörten und der störenden Himmelskörper bestimmen.

Dass in neuester Zeit Hansen die theoretischen Entwicklungen seiner neuen Ansicht über die Perturbationen auf die Ermittlung der gegenseitigen Störungen des Jupiter und Saturn angewandt hat, ist aus der von der königl. Akad. der Wissensch. in Berlin gekrönten Preisschrift Hansen's schon genugsam bekannt.

1. *Astron. Nachr.* No. 244 bis 246.

2. *Astron. Nachr.* No. 258 bis 260. No. 284, 295 bis 297.

Als ein Curiosum mag noch erwähnt werden, dass zu Paris im Jahre 1818 von dem Grafen de Zuylen de Nyevelt dessen *Théorie nouvelle du cours des corps célest. et du mouvement etc.* erschien. Diese Theorie des genannten Grafen sollte wahrscheinlich nach dessen Meinung als eine sehr wesentliche, neue Reformation der Mechanik des Himmels von der astronomischen Welt betrachtet und dankbar angenommen werden. Allein das Schicksal dieses Werkes konnte und musste nicht anders als ein ungünstiges sein, da die Grundideen desselben theils falsch, theils verworren waren, mithin die Annahme derselben gewiss nur ein Rückschritt in der Sternkunde gewesen sein würde.

Die Theorie der Bahnen der ältern Planeten ist also jetzt ungemein, fast bis zur Vollendung ausgebildet worden. Das grosse Problem, das seit mehrern Jahrhunderten bearbeitet wurde, nämlich: für irgend einen Planeten dessen Ort zu irgend einer bestimmten Zeit voraus genau angeben zu können, darf nun für vollkommen gelöst angesehen werden.

Die Bestimmung der alle Himmelskörper bewegenden Kräfte, die von einem allgemeinen Naturgesetz abhängen, war zuerst zu geben; dann wurde zur Erforschung der Constanten eine genaue Beobachtung der Erscheinungen erforderlich, und endlich mussten jene Constanten, d. h. die Elemente der Planetenbahnen, aus der Verbindung von Theorie und Beobachtung hervorgehen. Nur auf diese Weise konnte die Astronomie die Höhe erreichen, auf der sie sich jetzt befindet. Hinsichtlich der Theorie ist die neuere Zeit der *Mécanique céleste* des Laplace, und hinsichtlich der Beobachtungen einem Bradley und Maskelyne den grössten Dank schuldig.

Die beiden ersten Bände der Mechanik des Himmels, welche Laplace schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts abzufassen begonnen hatte, sind der allgemeinen Theorie, die beiden letzten Bände der Vervollkommnung astronomischer Tafeln gewidmet. Das Werk selbst beginnt mit dem Gesetze der Bewegungen im Verhältniss wirkender Kräfte, und dies ist es, was das Werk zu einem für sich bestehenden Ganzen gemacht hat. Nun folgt eine Vergleichung dieser Gesetze mit den beobachteten

himmlischen Bewegungen, und hieraus mittels einer Reihe geometrischer Schlüsse das Gesetz der allgemeinen Gravitation. Alsdann giebt Laplace die Begründung der Gleichungen für rein elliptische Bewegung, und bei einer zweiten Approximation die Entwicklung derjenigen Glieder, welche zur Darstellung der relativen Bewegungen eines gegenseitig sich anziehenden Systems von Körpern erforderlich sind. Den Uebergang bildet die Untersuchung der Gestalt der Himmelskörper als Folge der Rotation und Dichtigkeit, so wie die Attraction der Sphäroiden. — Diese, durch blosse Differentiationen einer einzigen Fundamentalgleichung hergeleitete, Theorie ist unstreitig eine der berühmtesten analytischen Operationen. Die allgemeinen Ausdrücke für die Bewegung, Gestalt der Himmelskörper, so wie für die Oscillationen ihrer flüssigen Umhüllung werden eben so durch eine eigenthümliche Analyse gegeben, wie die Erklärung aller Erscheinungen von Ebbe und Fluth, der elliptischen Gestalt der Erde, der Präcession, Libration, Gestalt und Rotation des Saturnsringses u. s. w. Nun folgen die numerischen Entwicklungen der Störungen aller Planeten, die vollständige Theorie des Mondes und endlich die Perturbationen der Jupitersmonde, so wie der Kometen, und eine ganz vollständige analytische Darstellung der Strahlenbrechung. Dies ist die flüchtige Skizze des grossen Meisterwerkes, das seinem Verfasser den wohlverdienten Titel des französischen Newton für alle Zeiten sichert! <sup>1)</sup>

So war denn die Theorie der Sternkunde in schönster und vollkommenster Ausbildung begründet. In dieser Theorie sind mittels der doppelten Integration der drei Fundamentalgleichungen für elliptische Bewegung 6 willkürliche, die Elemente der Bahn bezeichnende, Constanten eingeführt worden. Dieselben können aber, weil die Bedingungen der Initialbewegung unbekannt sind, blos aus Beobachtungen bestimmt werden. Zu diesem Zwecke eignen sich nun, wie nur eine Stimme herrscht, die Greenwicher 60 Jahre umfassenden Observationen eines Bradley und Maskelyne am allermeisten. In der That sind sämtliche astronomische Tafeln, die wir jetzt als die besten

1. Eine nachträgliche Abhandlung über das Gesetz der Schwere lieferte Laplace in der *Conn. d. T.* 1821.

besitzen, fast einzig und allein auf diese Beobachtungen begründet. Aus diesen Tafeln geben wir nun mehrere tabellarische Uebersichten, und bemerken, dass hierbei die Darstellungen, welche Baily in seinen *Astronomical Tables* und nach ihm noch sorgfältiger Hansen gegeben hat, benutzt worden sind.

	A.	B.	C.	D.
Merkur . . .	0,58709	87,969	87,968	115,88
Venus . . .	0,72353	224,701	224,695	585,92
Mars . . .	1,52569	686,980	686,950	779,98
Jupiter . . .	5,20277	4352,585	4350,593	598,90
Saturn . . .	9,53885	10759,220	10746,958	578,10
Uranus . . .	19,18259	50686,821	50586,908	569,67.

Die Columnne A. enthält die mittlern Entfernungen von der Sonne in Theilen der halben grossen Axe der Erdbahn; die Columnnen B., C. und D. resp. die siderischen, tropischen und synodischen Umlaufzeiten um die Sonne, in mittlern Sonnentagen ausgedrückt.

	E.	F.
Merkur . . .	4° 5' 52'',6	112° 16' 4'',8
Venus . . .	1 56 7 ,8	146 44 55 ,8
Mars . . .	0 31 26 ,7	253 5 53 ,9
Jupiter . . .	0 4 59 ,5	81 54 48 ,6
Saturn . . .	0 2 0 ,6	125 6 29 ,5
Uranus . . .	0 0 42 ,4	175 50 37 ,2

Die Columnne E. enthält die mittlern täglichen, in Bogen ausgedrückten, tropischen Bewegungen, und die Columnne F. die mittlern Längen oder Epochen für das Jahr 1800 den 1. Jan. um 0 Uhr mittl. Zeit in Paris. Für die folgenden Elemente gilt dieselbe Zeit.

	G.	H.	I.
Merkur . . .	0,205616	+0,000004	25° 40' 45'',0
Venus . . .	0,006862	-0,000109	0 47 10 ,8
Mars . . .	0,095217	+0,000090	10 41 55 ,3
Jupiter . . .	0,048162	+0,000154	5 51 15 ,6
Saturn . . .	0,056150	-0,000510	6 26 12 ,1
Uranus . . .	0,046611	-0,000026	5 20 52 ,8

Die Columnen G., H. und I. enthalten resp. die Verhältnisse der Excentricitäten der Planetenbahnen zu ihren halben grossen Axen, deren säculare Aenderungen (+ deutet eine Vermehrung und — eine Abnahme der Excentricität an) und die grössten Mittelpunktsgleichungen.

	K.	L.	M.
Merkur . . .	74°20' 5'',8	581''	5605''
Venus . . .	125 45 6 ,0	-524	4698
Mars . . .	552 22 51 ,2	1546	6568
Jupiter . . .	11 7 58 ,0	665	5687
Saturn . . .	89 8 20 ,0	1951	6955
Uranus . . .	167 50 24 ,0	228	5250

Die Columnne K. enthält die Längen des Perihels, L. deren siderische und M. die tropische Säcularänderung. Das Zeichen — bei der Venus zeigt an, dass das Perihel bei der Venusbahn siderisch von Osten nach Westen geht.

	a.	b.	c.
Merkur . . .	45° 57' 9''	-1007''	4215''
Venus . . .	74 51 41	-2050	2972
Mars . . .	47 59 58	-2522	2500
Jupiter . . .	98 25 45	-1590	5452
Saturn . . .	111 56 7	-1954	5068
Uranus . . .	72 59 21	-5605	1417

Die Columnen a., b. und c. enthalten resp. die Längen des aufsteigenden Knotens der Bahnen in der Ekliptik, deren siderische und tropische Säcularänderung. Das Zeichen — bedeutet eine westliche Bewegung.

	d.	e.	f.	g.
Merkur . .	7° 0' 5'',9	+18'',4	10° 29' 40''	28° 45' 8''
Venus . .	5 23 28,5	+ 7,2	7 58 56	24 33 21
Mars . .	1 51 6,2	— 1,5	5 17 20	24 44 24
Jupiter . .	1 18 51,6	—23,0	5 17 12	23 18 28
Saturn . .	2 29 35,9	—15,0	6 0 59	22 38 44
Uranus . .	0 46 28,0	—	1 51 12	23 41 24

Die Columnen d., e., f. und g. enthalten resp. die Neigungen der Bahnen gegen die Ekliptik, die säcularen Aenderungen dieser Neigungen, die Rectascensionen des aufsteigenden Knotens der Bahnen und die Neigungen derselben gegen den Aequator. Das Zeichen — bedeutet eine Abnahme der Neigung.

	h.	i.	k.	l.	m.	n.
Merkur . .	6'',7	12'',0	4'',4	0,59	0 15	0,06
Venus . .	17,0	62,0	9,5	0,99	0,97	0,96
Mars . .	5,8	23,0	3,5	0,52	0,27	0,14
Jupiter . .	38,4	46,0	30,0	11,23	126,00	1414,00
Saturn . .	17,1	20,0	15,5	9,02	81,40	735,00
Uranus . .	3,9	4,0	3,8	4,34	18,90	82,00

Die Columnen h., i. und k. enthalten resp. die mittlern, grössten und kleinsten, scheinbaren von der Erde aus gesehnen Durchmesser der Planeten; die Columnen l., m. und n. aber resp. die Verhältnisse des wahren Durchmessers, der Oberfläche und des Volumens zu denen der Erde.

	I.	II.	III.	IV.	V.
	Sonnen- masse = 1.	Erddensi- tät = 1.	Schwer- kraft der Erde = 1.	Licht und Wärme.	Rotation in mittl. Tagen.
Merkur . . .	$\frac{1}{2025810}$	2,94	1,15	6,67	1,004
Venus . . .	$\frac{1}{401847}$	0,92	0,91	1,91	0,975
Mars . . .	$\frac{1}{2680537}$	0,96	0,50	0,45	1,026
Jupiter . . .	$\frac{1}{1054}$	0,24	2,69	0,04	0,414
Saturn . . .	$\frac{1}{5500}$	0,14	1,26	0,01	0,437
Uranus . . .	$\frac{1}{17918}$	0,24	1,05	0,005	—

Die Columnen I., II., III., IV. und V. enthalten resp. die Massen, Dichtigkeiten, Schwerkraft, Licht und Wärme, und die Rotationen.

Noch ist hier der rechte Ort für die Erwähnung, dass in Encke's *Berliner astronomischen Jahrbuche* für Merkur, Venus und Mars die v. Lindenau'schen, für Jupiter, Saturn und Uranus aber die Bouvard'schen Tafeln zum Grunde liegen. Einige kleine Verbesserungen bei den erstern, die sich aus der genauen Untersuchung ihrer Construction ergaben, sind nicht so erheblich, dass sie hier besonders erwähnt zu werden brauchen.

Die Bemühungen, das Planetensystem durch Modelle zu veranschaulichen, so wie gute Erdkugeln zu verfertigen, wurden seit dem Jahre 1801 nicht ohne grossen Erfolg fortgesetzt. Die Beschreibung und Abbildung eines Kunstwerkes, welches unter andern auch den Lauf der Haupt- und Nebenplaneten darstellt, und das von dem Berliner Mechaniker Diemel ver-

fertigt worden, findet man in dem *Astron. Jahrbuche f. 1806 S. 249*. Nach dem Tode des Besitzers, welcher Kecht hieß, kaufte der König Friedrich Wilhelm III. v. Preussen das Kunstwerk und stellte es im königlichen Schlosse zu Berlin auf. In den Jahren 1811 bis 1815 construirte Gerandot ebenfalls eine Planetenuhr, Janvier ein Räderwerk für die Umläufe der Himmelskörper. Auch erschienen zwei Abhandlungen von dem Nordamerikaner Dean, enthaltend Vorschläge zur Construction einer neuen Planetenmaschine, und eine Methode, die Cyklen der Zeitrechnung für eine Revolution des Sonnenapogäums graphisch zu entwickeln. — In der *Connaissance des Temps pour l'an 1812* gab Burckhardt eine Methode zur Verfertigung einer Räderuhr, welche die mittlere Sonnenzeit und die Sternzeit zugleich angiebt. — Beschreibungen neuer Planetarien wurden von van Swinden (Uebersetzung von Meyer) 1807 und von Gelpke 1809 gegeben. Namentlich aber hat sich Schulze (jetzt k. sächs. Geh. Kirchenrath) durch die Construction derartiger Maschinen einen Namen erworben. In seiner, zu Leipzig und Sorau 1825 erschienenen, Schrift „Neue astronomische Versinnlichungswerkzeuge und deren vielseitiger Gebrauch, für Lehrer und Freunde der astronomischen Wissenschaften“ kündigte Schulze an, dass man von der Fleischer'schen Buchhandlung in Leipzig erhalten könne:

- 1) ein Tellurium (mit Lunarium) ohne Solarium, für 9 Thlr.,
- 2) ein Tellurium (mit Lunarium) nebst Solarium, für 12 Thlr.,
- 3) ein Planetarium, für 18 Thlr. u. s. w.

Diese Apparate haben sich jederzeit durch saubere und dauerhafte Arbeit ausgezeichnet, und daher vielen Beifall gefunden. Aber auch die von M. Riedig in Leipzig richtig und schön gefertigten Planetarien müssen hier erwähnt werden; noch zur Stunde sind zwei Exemplare, neu und elegant, zu den Preisen von 50 und 60 Thalern käuflich zu erhalten. Eines Modells für die vier neuen Planeten ist schon (S. 54) gedacht worden, und die Betrachtung des Erd- und Himmelsglobus wird erst später ein Gegenstand unserer Unterhaltung sein.

In dem, zu Leipzig bei Staritz jährlich erscheinenden, „Verbesserter Kalender für das Königreich Sachsen und für



andere Länder“ findet sich der Scheinbare Lauf der Planeten, eine bildliche Darstellung, die von Möbius angegeben und eine sehr gute Idee genannt zu werden verdient. Die beigegebene Erklärung ist einfach und deutlich.

Am Schlusse dieses Theils wollen wir noch ein Mal einen Rückblick auf das Ganze werfen. Seit dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts ist die Theorie aller, uns bis jetzt bekannten, Planeten ungemein erweitert und vervollkommenet worden. Alle Planeten wurden fleissiger, und mit neuern, besser construirten Instrumenten auch schärfer beobachtet. Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus erhielten, jene drei von deutschen und diese drei von französischen Astronomen, verbesserte Tafeln. Durch die Entdeckung der vier neuen Planeten ist es erst möglich geworden, die Masse des Jupiter schärfer als je zuvor zu bestimmen; ja, vielleicht kann man behaupten, dass die Massen von Merkur, Venus und Mars auch jetzt noch nicht so genau bekannt sind, als die des Jupiter. Darum bleibt noch Manches zu thun übrig, und dass dies geschehen wird, dafür bürgt der, in unseren jetzigen Zeiten rege, Sinn für die Sternkunde in theoretischer und praktischer Beziehung. Wir brauchen unsern Lesern blos zur Kenntniss zu bringen, dass Bessel in der neuesten Zeit beschäftigt ist, eine Reihe Messungen von den gegenseitigen Stellungen der Jupitersatelliten vorzunehmen, ihre Theorie weiter zu verfolgen, neue Tafeln zu entwerfen, die Masse des Jupiter wiederholt und schärfer zu bestimmen, so wie eine ganz neue und vollständige Theorie des Saturnsystems zu begründen. Was von diesen Arbeiten eines solchen Mannes, wie Bessel, zu hoffen ist, brauchen wir wohl nicht erst näher anzugeben. Aber versagen können wir es uns nicht, lebhaft zu wünschen, dass ein so scharfsinniger Theoretiker, ein so unermüdlicher und genauer Beobachter, nämlich der grosse Königsberger Astronom, noch recht viele Jahre hindurch der astronomischen Welt erhalten werde!

## Dritter Theil.

### Die Sonne.

#### Die Theorie der Sonne.

Die Sonne, diese Königin des Tages, spendet uns seit Jahrtausenden als Regentin des Planetensystems Wohlthaten in ihrem ungeheuer grossen Reiche aus, Wohlthaten, die so gross, mannigfaltig und unverkennbar sind, dass mehrere Nationen der Vorzeit sie als das würdigste Bild der Gottheit verehrten. Sie ist die Ursache aller planetarischen Bewegungen, der Urque des Lichtes und der Wärme, und folglich auch des Lebens aller organischen Wesen.

Wir werden nun die Fortschritte in der Theorie der Bahn unsers Planeten, d. h. der Bahn der Erde darstellen. Weil jedoch dieselbe identisch ist mit der scheinbaren Sonnenbahn, so haben wir uns mit der letztern, so wie mit der Sonne überhaupt, zu beschäftigen.

Den Astronomen des jetzigen Jahrhunderts kann man das grosse Verdienst nicht absprechen, die Anwendung von Laplace's theoretischen Resultaten auf die Theorie der Erd- oder Sonnenbahn mit dem angestregtesten Eifer gemacht zu haben. Zuerst waren es Piazzzi, v. Zach und Delambre, später aber Carlini und ganz vorzüglich Bessel, welche sich mit der Entwerfung neuer, verbesserter Sonnentafeln beschäftigt haben.

Die von Laplace vollständigere entwickelten Störungs- gleichungen, sowohl im Allgemeinen, als auch für jeden Pla-

neten insbesondere, namentlich für unsere Erde, forderten eben so sehr zur Berechnung genauer Sonnentafeln auf, als der Umstand, dass die bisherigen Sonnentafeln Fehler zuließen, welche bereits auf 12 und mehr Secunden steigen konnten. Daher war die Erscheinung der Sonnentafeln von v. Zach (im Jahr 1804) und von Delambre (im Jahr 1805) eine sehr erfreuliche. Delambre bestimmte die, seinen Tafeln zum Grunde liegenden, Elemente fast aus 2000 Beobachtungen. Die Epoche von 1752 gründet sich auf 720 Bradley'sche Beobachtungen der Sonne, die Epoche von 1802 aber auf 400 Greenwicher und Pariser Culminationen der Sonne, so wie auf vier, durch mehrere hundert Beobachtungen bestimmte, Aequinoctien. Hieraus ergaben sich als Correctionen der frühern Elemente — 1,3 für die Epoche von 1800 und — 5'' für die Säcularbewegung.

Was v. Zach's Sonnentafeln betrifft, so weicht die hier angenommene Art der Berechnung für mittlere Länge und Aequatio centri sowohl der Zahl, als der Gestalt der Argumente nach von dem bisher gewöhnlichen Verfahren ziemlich ab. Die in diesen Tafeln zum ersten Male aufgenommenen Gleichungen für die Breite der Sonne enthalten 4 Argumente, und hängen von Venus, Jupiter und Mond ab. Wegen dieser Sonnenbreite nun sind zwei Tafeln beigefügt worden, aus denen mit den Argumenten Declination und Länge der Sonne die Correction der beobachteten geraden Aufsteigung und Abweichung gefunden wird. Endlich ist wegen des ungleichen Wachsens der Logarithmen bei gleichem Wachsen der Zahl für den Radius Vector nicht der Logarithmus, sondern die Zahl selbst angegeben. Die Berechnung desselben wird dadurch erleichtert, dass alle dazu gehörenden Störungsargumente unter denen für die Länge bereits befindlich sind, also nicht von neuem formirt zu werden brauchen.

Die von Piazzi bestimmten vorzüglichsten elliptischen Elemente der Sonnenbahn stehen in *Del Reale Osservatorio di Palermo, Libro VI.*, welches Werk <sup>1)</sup> im Jahr 1806 erschienen war, also ein Jahr später als Delambre's Sonnentafeln.

1. Als 3. Theil des 1792 und 1794 herausgegebenen Werkes *Della specola astronomica de' reggi studj. di Palermo.*

Jahn, Gesch d. Astronomie.

Die Uebereinstimmung von, aus den Tafeln Delambre's und v. Zach's berechneten, Sonnenörter war sehr gross. Hinsichtlich der Formation der Epochen, der Störungsgleichungen und der Aequatio temporis hatten jedoch Delambre's Sonnentafeln den Vorzug der Neuheit. Doch ist man damals der Meinung gewesen, dass die Art und Weise, wie Delambre in seinen Sonnentafeln die Berechnung der Störungen angeordnet, bloss für geringe Störungen gebraucht werden könnten, weil für den Fall, dass man mehrere grosse Glieder in einer Tafel vereinigen wollte, diese entweder eine sehr grosse Ausdehnung erhalten müsste, oder gar zu mühsame Interpolationen erheischt haben würde. Bei einem Versuche, die Störungen des Mars durch Jupiter und die des Uranus durch Saturn auf die erwähnte Delambre'sche Art darzustellen, überzeugte man sich sofort, dass beide Tafeln nicht so bequem für den Gebrauch gewesen sein würden, als die einzelnen Tafeln für jedes Störungsargument. Uebrigens ist in den Sonnentafeln Delambre's und v. Zach's zum ersten Male die, durch Gravitation der Planeten auf die Erde stattfindende, Breite (Abweichung) von der Ekliptik berücksichtigt.

Als ein interessantes astronomisches Curiosum sind die, im Jahre 1808 zu Florenz erschienenen, *Tables abrégées et portatives du Soleil de M. Bar. de Zach*<sup>1)</sup> zu betrachten. Diese Sonnentafeln beruhen ganz auf den nämlichen Elementen, wie die grössern von v. Zach 1804 herausgegebenen<sup>2)</sup>. Aber sie sind vermöge einer eigenthümlichen Darstellung der Epochen, der Mittelpunkts-gleichung und der Störungen auf 18 kleine Octavseiten zusammengedrängt, so dass diese Tafeln vorzüglich reisenden Beobachtern conveniren. Bereits früher, nämlich im Jahre 1804, hatte v. Zach auch die astronomische Literatur mit einem nützlichen Werke bereichert, das zu Gotha erschienen war und Tafeln der mittlern geraden Aufsteigungen der Sonne in Zeit u. s. w. enthielt. Eine neue, vielleicht glänzend zu nennende Epoche in der Kunst, astronomische Tafeln für die numerische Praxis sehr

1. *Monatl. Corresp.* XIX. S. 3. u. f.

2. Eine Vergleichung derselben mit mehreren ältern Sonnentafeln, die v. Stürmer gegeben, s. *Monatl. Corr.* XIX. S. 3 u. 498.

geschmeidig zu construiren, eröffnete der ausgezeichnete italienische Astronom Carlini. Darum müssen wir jetzt näher angeben, auf welche Weise dies von ihm bewerkstelligt worden ist.

Die im Jahre 1810 zu Mailand unter dem Titel *Esposizione di un nuovo metodo di costruire le tavole astronomiche applicato alle tavole del Sole* erschienenen, Sonnentafeln Carlini's beruhen nämlich zwar auf den Delambre'schen Resultaten; die Art der Darstellung aber ist dem Verfasser ganz eigenthümlich. Denn um die Ausdrücke für die Epochen, die mittlere vom Perigäum an gezählte Anomalie und die Mittelpunktsgleichung in Tafeln zu bringen, hat Carlini den Kunstgriff gebraucht, alle Argumente durch Einheiten ihrer mittlern täglichen Bewegung auszudrücken. Die Werthe der Säcularänderungen für Präcession, Schiefe der Ekliptik, Perigäum und Excentricität sind nach Laplace gegeben. Ganz vorzüglich ist durch die Art, wie Carlini die periodischen Gleichungen darstellt, und deren Berechnung erleichtert. Durch eine, früher von Gauss gegebene, Methode sind alle, von der ersten Potenz der Excentricität abhängende, Glieder zu Functionen der Elongationen der Erde und der störenden Planeten gemacht. Ferner ist die, sonst aus Tafeln mit doppelten Eingängen stets etwas mühsame, Rechnung durch ein einfaches, von dem berühmten Verfasser mitgetheiltes Verfahren erleichtert, und ganz auf die Rechnung mit einfachen Argumenten zurückgeführt. — Wie mit den Logarithmen der Distanz und mit 3 constanten Logarithmen der Sonnenhalbmesser, die Parallaxe und stündliche Bewegung zu berechnen sei, ist in der Einleitung gezeigt. Die Reduction der Sonnenlänge auf Rectascension wird ohne trigonometrische Rechnung mittels Taf. XXI. erhalten. Dann folgen Tafeln für die Berechnung der mittlern geraden Aufsteigungen, durch deren Differenz mit der wahren die Zeitgleichung bestimmt wird. Den Schluss bilden Tafeln für Breite der Sonne und für Correction der Epochen bei sehr entfernten Jahrhunderten. — Zu verkennen ist es keineswegs, dass Carlini mittels seiner Tafeln und durch Anwendung sehr ingenüser arithmetischer Kunstgriffe eine Leichtigkeit und Sicherheit in die Berechnung ungemein vieler Sonnenörter gebracht hat, die alle bis zum Jahre 1810 bekannt gewordenen

Methoden gar sehr übertreffen mussten. Indessen darf nicht unbemerkt bleiben, dass einige von Carlini gemachte Voraussetzungen nicht ganz richtig sind, wie es z. B. mit der, für den Anfang jeden Jahres (für die Berechnung der Störung) als constant angenommenen, Sonnenlänge und mit den, in der letzten Spalte von Taf. III. angegebenen, Differenzen der Fall ist. Obgleich übrigens sich mit Bestimmtheit behaupten lässt, dass ein Sonnenort aus Carlini's Tafeln gerade nur so viel Zahlen erfordert, als zur Rechnung ganz unumgänglich nothwendig sind: so möchte es doch sehr schwierig sein, zu entscheiden, welche Tafeln, ob die von Carlini oder die von Delambre, mehr Bequemlichkeit gewähren, ungerechnet, dass Gewohnheit hierbei das Meiste thut.

Wir werden später erfahren, dass die Sonnentafeln Carlini's noch 20 Jahre nach ihrem Erscheinen vor den Tafeln Delambre's und v. Zach's den Vorzug behalten haben, dass während man die beiden letztern nicht mehr zur Bestimmung von Sonnenörtern anwendet, die Carlini'schen Tafeln nicht nur im Gebrauch geblieben, sondern auch von Bessel hinsichtlich ihrer fortdauernden Anwendbarkeit durch einige, von Bessel entworfene, treffliche Correctionstafeln dem neuesten Zustande der Wissenschaft gemäss, gleichsam noch genauer gemacht worden sind. Man wird also wohl schwerlich Sonnentafeln aufweisen können, die, wie Carlini's Tafeln, länger als 30 Jahre hindurch in wirklicher Anwendung geblieben sind. — Wir kommen nun zu der Mittheilung der Bemühungen mehrerer Astronomen, einzelne Theile der Sonnentheorie entweder zu berichtigen oder zu erweitern, oder auch für die Praxis in geeigneter Weise zu bearbeiten.

Noch vor Ablauf des Jahres 1814 hatte Burckhardt seine mühevollen Untersuchungen über die Elemente der Erdbahn vollendet. Dieser äusserst fleissige astronomische Calculator hatte nämlich fast 4000 Beobachtungen zu Grunde gelegt, und seine gefundenen Resultate bestanden in folgenden Abweichungen von den Delambre'schen Elementen:

Verbesserung der Säcularbewegung	+7, 7 Sec.
„ des tropischen Jahres	—1, 9 „
„ Perigäums für 1792	+11,0 „

Verbesserung der grössten Mittelpunktsgleichung —1,0 Sec.

Das Maximum der Mondsgleichung betrug 6",8 (statt 7",5 bei Delambre).

Für den praktischen Gebrauch haben diese Unterschiede nicht viel zu bedeuten, denn erst in den 60ger Jahren dieses Jahrhunderts könnte durch dieselben eine Sonnenlänge etwa bloß um 5 Secunden verändert werden. Allein v. Lindenau hatte, wie wir bald erfahren werden, damals vollkommen Recht, als er sagte, dass schon nach 50 Jahren die Astronomen jeden Falls weder nach Delambre's noch nach Burckhardt's Elementen rechnen würden, weil bei der fortdauernden Thätigkeit der Astronomen fast in jedem nächsten Decennium die Theorien der Sonne, des Mondes und der Planeten neuen Revisionen würden unterworfen werden. Zugleich erwähnte v. Lindenau, dass er um das Jahr 1812, als er ungefähr 900 Greenwicher Sonnenörter mit Delambre's Sonnentafeln verglichen hatte, Willens gewesen wäre, ebenfalls eine neue Bestimmung der Elemente der Erdbahn vorzunehmen. Indessen gab v. Lindenau folgende Gründe für die Wiederaufgebung dieses Planes an. Die Uebereinstimmung der einzelnen Resultate unter sich war nicht so gut, als es der Zweck und die Art der, durch ihn beabsichtigten, Untersuchung verlangte. Ferner glaubte er, dass Bessel eine solche Arbeit am erfolgreichsten unternehmen könnte, weil derselbe damals durch seine kritischen Untersuchungen der Bradley'schen Tagebücher die besten Materialien für die erwähnte Arbeit in Händen hatte. Endlich erfuhr auch v. Lindenau, dass Burckhardt's Untersuchungen evident dargethan hätten, Delambre's Sonnentafeln würden (wie vorhin erwähnt worden) die nächste Folgezeit keiner erheblichen Correction bedürfen.

Es trat nunmehr ein langer Stillstand ein; wenigstens erschienen keine unmittelbar neuen Sonnentafeln. Ein Theil der Astronomen rechnete nach Delambre's, ein andrer Theil nach v. Zach's grossen Sonnentafeln. Piazzis Tafeln waren auf dem Continente zu wenig bekannt. Die allermeisten Astronomen aber rechneten nur nach dem Berliner astronomischen Jahrbuche oder mittels der genauern Mailänder Ephemeriden. Bloß einzelne, die Theorie des Sonnenlaufs betreffende, Arbeiten

wurden durch v. Littrow, v. Lindenau, Brinkley und namentlich Bessel ausgeführt. Im Frühjahr 1817 begann v. Littrow mit der Veröffentlichung recht nützlicher Beiträge zur Verbesserung der Sonnentafeln. Seine Absicht war, von allen guten Beobachtungen nach und nach vollständige Bedingungsgleichungen zu entwerfen, um dadurch andere Astronomen in den Stand zu setzen, sie zu ihren Zwecken zu benutzen. In dieser Absicht giebt v. Littrow zuerst die Entwicklung der allgemeinen Bedingungsgleichungen für die Oppositionen, und alsdann (als einen besondern Fall) die vollständigen Bedingungsgleichungen für die Sonnenbeobachtungen. Hierauf geht v. Littrow zu der Vergleichung der Beobachtungen selbst mit den Sonnentafeln v. Zach's über, welchen letztern er schon vorher in manchen Theilen eine, für so oft zu wiederholende Berechnungen bequemere, Form gegeben hatte. Als erster Beitrag wurden dieselben Beobachtungen gewählt, die schon Delambre in den *Berliner Memoiren für 1785* zu einem ähnlichen Zweck gebraucht hat, und in den frühern Sonnentafeln v. Zach's wieder benutzt worden sind. Hierbei bringt v. Littrow der bequemern Form wegen die zu entwickelnden Gleichungen in zwei Tafeln, deren erste die elliptischen und die andere die störenden Elemente enthält. Hierdurch fand er das Resultat, dass die vorgeschlagenen Verbesserungen wesentlich nothwendig wären und durch dieselben die Sonnentafeln zu einer weit bessern Uebereinstimmung mit dem Himmel gebracht werden würden. Hierbei machte auch v. Littrow einige vortreffliche Bemerkungen, die stets ihren Werth behalten werden und welche daher auch in der neuern Zeit vorzüglich berücksichtigt worden sind. Namentlich war Bessel von jeher vollkommen gleicher Ansicht wie v. Littrow; und überhaupt ist Gleichförmigkeit im Rechnen und Beobachten die erste Bedingung für ein wesentliches Fortschreiten der Sternkunde zur Vollendung. Wir können daher auch nicht umhin, jene vortrefflichen Bemerkungen des Wiener Astronomen mit dessen eigenen Worten mitzutheilen. „Es wäre,“ sagt v. Littrow, „sehr zu wünschen, dass die Astronomen dazu gebracht würden, eine gewisse Gleichförmigkeit in ihren Arbeiten zu beobachten, einander gleichsam in die Hände zu arbeiten und dadurch, wenn



ich so sagen darf, eine Oekonomie in ihre Rechnungen einzuführen, die eine grosse Ersparniss der Zeit und der Mühe, und so manche andere Vortheile zur Folge haben würde. Wie oft sind z. B. Beobachtungen der Sonne schon mit den Tafeln verglichen worden, von denen man bloß die grösstentheils unfruchtbare Angabe der Differenz der Tafeln erfährt. Und wie leicht wäre es doch, nachdem man bereits die Tafeln vollständig nachgeschlagen hat, die Bedingungsgleichung jeder solchen Beobachtung zu entwerfen, die in so mancher Hinsicht nützlich und interessant zugleich wäre. Es scheint mir gewiss zu sein, dass, wenn die Astronomen nur einige 20 Jahre hindurch diese Gewohnheit beibehalten hätten, unsere Sonnen- und Planetentafeln jetzt einen viel höhern Grad von Genauigkeit haben würden, da sie sich auf das vereinigte Bemühen, auf die, gleichsam im Stillen getroffene, Uebereinkunft aller Astronomen, zu einem Ziele gemeinschaftlich hinzuwirken, gründen würden. Wie oft habe ich, und gewiss auch mancher Andere, gewünscht, dass die Vorausberechnung der so nützlichen Bedeckungen der Sterne vom Monde in den Ephemeriden stets von der Angabe des Orts des Sterns und des Mondes, sammt der stündlichen Bewegung des letztern, begleitet würde, was dem ersten Rechner keine Mühe machen kann, da er sie ohnehin zuerst aufsuchen musste und was jeden andern in den Stand setzen würde, die Umstände dieser Erscheinung sogleich für seinen Beobachtungsort daraus abzuleiten. Wie viele schätzbare Austritte sind bisher den Beobachtern entwischt, die nicht immer Zeit und Lust haben, wegen jeder Bedeckung die umständlichen Mondstafeln durchzugehen, und daraus die Zeit und den Ort des Ein- und Austritts für ihre Sternwarte zu berechnen. Eben so mit den Oppositionen, deren Beobachtungen nicht bloß deswegen, weil sie uns den heliocentrischen Ort des Planeten geben, sondern auch besonders, weil sie gewöhnlich durch eine Reihe mehrerer Tage mit grosser Sorgfalt beobachtet zu werden pflegen, von allgemeinem Interesse für die Wissenschaft sind. Welche Mühe kann es dem Beobachter, der seine Tafeln mehrere Tage hindurch mit dem Himmel verglichen hat, kosten, daraus die einfachen Bedingungsgleichungen zu entwickeln und sie seinem Resultate der Opposition hinzuzusetzen. Nur müsste man dazu

nicht die allgemeinen Gleichungen brauchen, die <sup>1)</sup> zu diesem Zwecke vorgeschlagen worden sind, da man eigentlich durch die Beobachtung der Opposition nur die heliocentrische Länge und die geocentrische Breite, keinesweges aber die heliocentrische Breite erhält, also auch die Bedingungsgleichung, die den Fehler der Tafeln in heliocentrischer Breite enthält, wegfällt.“

Gleichzeitig nahm v. Littrow noch eine ähnliche Arbeit vor, auf welche er natürlich durch seine obige Arbeit kommen musste. Es scheint uns fast, als habe v. Littrow die versprochene Fortsetzung seiner Beiträge zur Verbesserung der Sonnentafeln durch die sogleich anzuführende Untersuchung gegeben. Er untersuchte nämlich den Einfluss der Fehler der Sonnentafeln auf die Oerter der Planeten und Kometen. Wenn man einen beobachteten Ort des Planeten mit dem geocentrischen Orte der Tafeln vergleichen, oder sobald man einen beobachteten geocentrischen Ort auf den heliocentrischen zurückführen will, so bedarf man dazu bekanntlich die Länge und die Entfernung der Sonne von der Erde. Mithin ist es gewiss von nicht geringem Interesse, zu sehen, welchen Einfluss irgend ein Fehler in dem, aus den Tafeln genommenen, Orte der Erde auf solche Reductionen äussert. — Noch weit wichtiger, als diese Arbeit v. Littrow's, ist aber die, einige Jahre später von Bessel angestellte Untersuchung desjenigen Theils der planetarischen Störungen, welche aus der Bewegung der Sonne (Erde) entstehen. Im Jahre 1824 hatte der vortreffliche Königsberger Astronom diese Untersuchung, vollständig und genau entwickelt, vollendet.

Indessen beschenkte schon zu Anfange des Jahres 1817 v. Lindenau das astronomische Publikum mit einer sehr nützlichen Tabelle. Denn zu dieser Zeit liess er in die, von ihm mit Bohnenberger gemeinschaftlich herausgegebene, *Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften* eine schöne Hilfstafel zur Reduction der Sonnenlängen für den wahren Mittag auf die des mittlern Mittags einrücken. Diese Tafel giebt mit dem Argument der wahren Sonnenlänge die gesuchte Reduction bis auf eine Zehntelsecunde genau, ohne jedoch Sä-

1. *Monatl. Corr.* 1810. Octoberheft.

cularänderung mit zu berücksichtigen. Damals, wo die Mailänder Ephemeriden die genauesten ihrer Art waren, jedoch die Sonnenlängen für den wahren, nicht aber für den mittlern Mittag enthielten, war diese Tafel eine sehr wesentliche Hilfe für astronomische Rechner. So viel wir wissen, hat Schumacher zuerst, und zwar in seinen bekannten *Hilfstafeln für das Jahr 1826*, die Sonnenlängen und Radii Vectores für den mittlern Mittag gegeben. Sonderbarer Weise ist diese schöne Aenderung nicht in der, diesen Hilfstafeln vorgesetzten, Vorrede erwähnt worden. Jetzt, wo das vortreffliche, von Encke herauskommende, Berliner astronomische Jahrbuch fast nichts mehr für Bequemlichkeit im Gebrauch zu wünschen übrig lässt, ist jene Hilfstafel v. Lindenaу's freilich entbehrlich geworden.

Mehrere Jahre später, als v. Lindenaу, beschäftigte sich auch Brinkley mit einzelnen Theilen der Sonnentheorie, namentlich mit der Soli-Lunar-Präcession und Säcularänderung der Lage der Ekliptik gegen den Aequator.

Aber alle diese einzelnen Bereicherungen konnten, so schätzbar sie auch waren, doch nicht Ersatz gewähren für den Mangel neuerer besserer Sonnentafeln. Denn es war schon die Zeit gekommen, wo die, bald nach Anfang dieses Jahrhunderts erschienenen, Tafeln Delambre's und v. Zach's anfangen, merklich vom Himmel abzuweichen. Wer von den Astronomen also genauere Data auf bequemern Wege zu erlangen wünschte, nahm seine Zuflucht zu den allerdings trefflichen Mailänder Ephemeriden, denen das Berliner Jahrbuch von Bode und die *Connaissance des Temps* gewiss, wenigstens was die Sonnenörter betraf, nachstehen musste. Um so mehr musste es als eine unerklärliche Erscheinung auffallen, dass eine, im Anfange des dritten Decennium unserer Zeit gestellte, Preisaufgabe nicht berücksichtigt worden war.

Die Kopenhagener Akademie der Wissenschaften hatte nämlich zu Ende des Jahres 1825 einen Preis (eine goldene Medaille, 50 Ducaten an Werth) auf neue Sonnentafeln gesetzt. Die Aufgabe lautete:

*E complexu optimarum observationum, et analyseos subsidii adhibitis novas deducere Solis tabulas, atque has tabulas*

*tum cum Bradleyi observationibus, tum cum optimis inter recentiores comparare, praesertim cum iis, quae instrumento calori solis non obnoxio institutae sunt.*

Weil nun, wie schon erwähnt, keine Ausarbeitung der Art eingegangen war, so glaubte die Kopenhagener Akademie, von der Wichtigkeit der Preisaufgabe überzeugt, dieselbe noch ein Mal aufzustellen, den Preis von 50 auf 100 Ducaten zu erhöhen und den Einlieferungstermin der Arbeiten auf das Ende des Jahres 1828 festsetzen zu müssen.

Um das Jahr 1828 begann endlich die gewünschte, so sehr nothwendig gewordene, allgemeine und wesentliche Revision der Sonnentheorie. Von wem konnte sie wohl anders, als von dem Königsberger Astronomen in der erfolgreichsten Weise geschehen? Ihm also ist der innigste Dank abzustatten von der ganzen astronomischen Welt! Wenn auch Bessel nicht unmittelbar neue Sonnentafeln entworfen hat, so muss doch sein Verfahren, an Carlini's Tafeln (den besten jetziger Zeit) einige feine Verbesserungen anzubringen, ein sehr sinnreiches genannt werden, zugleich aber auch ein recht praktisches, da mittels einiger neuen Hilfstafeln das Carlini'sche Werk noch recht lange in erhöhter Brauchbarkeit erhalten wird.

Bessel wurde nämlich durch das vielseitige Interesse einer neuen und gründlichen Untersuchung der Sonnentheorie schon vor 50 Jahren zu dem Wunsche veranlasst, die genannte Untersuchung einst ausführen zu können. Aber die damals vorhandenen Materialien schienen ihm nicht hinreichend zu sein, den Erfolg möglichst sicher zu erreichen. Es fand sich vielmehr bei genauerer Prüfung der zu brauchenden Mittel, dass erst bedeutende Vorarbeiten geschehen müssten, ehe man zur Untersuchung selbst gelangen könne. Bessel verwendete also seine Zeit und Hilfsmittel meistens vorerst dazu, die Grundlagen der Beobachtungen für zwei Epochen, die Bradley'sche und die neuere, festzusetzen und die übrigen Reductionselemente sorgfältiger zu bestimmen. Seit Errichtung der Königsberger Sternwarte wurde die Sonne so fleissig beobachtet, dass nun eine 14 Jahre umfassende Reihe von Sonnenobservationen vorhanden ist, deren Reduction allein auf diejenigen Elementen beruhet, welche sich durch die Beobachtungen der

nämlichen Sternwarte ergeben haben. Diese Reihe umfasst fünfjährige Beobachtungen, die mit dem Kreise von Cary und mit dem Dollond'schen Passageninstrumente angestellt sind, so wie achtjährige am Reichenbach'schen Meridiankreise. Diese neue Beobachtungsreihe schien nicht bloß als eine Vermehrung der vorhandenen Greenwicher Beobachtungen wünschenswerth, sondern auch sogar nothwendig zu sein, indem die frühern Beobachter wahrscheinlich die Vorsicht unterlassen haben, die Instrumente während des Beobachtens vor der Hitze der Sonnenstrahlen zu schirmen. Wie gross aber die hieraus entstehenden Fehler sein können, hat Bessel in der V. Abtheilung der Königsberger Beobachtungen durch angestellte Experimente zur Genüge gezeigt. Freilich ist nicht nothwendig, dass ein solcher Einfluss bei allen Einrichtungen der Observatorien und bei sämtlichen Instrumenten diese Grösse erreiche; dennoch geht dadurch offenbar die Sicherheit der Beobachtungen gänzlich verloren. Darum sind auch in der Folge andere Sternwarten dem guten Beispiele gefolgt, so dass man in der Folge niemals um sehr zuverlässige Sonnenbeobachtungen in Verlegenheit kommen wird.

Bessel hat seine sämtlichen Vorarbeiten zu der, von ihm beabsichtigten, Ausarbeitung einer möglichst vollständigen und genauen Sonnentheorie glücklich beendigt. Dies geschah im Jahre 1827. Nach ihm sind — unter der Voraussetzung, dass die wahre Ebene des Aequators gegen die Ekliptik die Neigung  $25^{\circ}27'54'',8 - 0'',457t + 8'',97707 \cos. \Omega - 0',08775 \cos. 2\Omega + 0'',57990 \cos. 2\odot + 0',08758 \cos. 2\mathcal{D}$

habe — die elliptischen Elemente der Sonnenbahn folgende:

Epoche 1800 Pariser Meridian . . . . .	279 <sup>o</sup> 54' 1'',56
siderische Bewegung in 365 $\frac{1}{4}$ Tagen . . . . .	360 <sup>o</sup> - 22'',617656
Länge des Perigäums 1800 . . . . .	279 <sup>o</sup> 50' 8'',59
Excentricität 1800 . . . . .	0,0167922585.

Diese Werthe gründen sich auf Bessels Sonnenbeobachtungen von 1820 bis mit 1825 und auf denen von Bradley von 1753 und 1754. Sie sind durch Vergleichung dieser Observationen mit den Sonnentafeln Carlini's gefunden, wobei aber Bessel die von Burckhardt<sup>1)</sup> gegebenen Werthe der

1. *Conn. d. T.* 1816.

Venus- und Marsmasse substituirt, und das Maximum der Mondstörung auf 6 Secunden gesetzt hat, was sehr nahe mit derjenigen Mondsmasse stimmt, die sich aus der v. Lindenauschen Nutationsbestimmung ergab. Die Säcularänderungen der Länge des Perigäums, so wie der Excentricität sind die von Nicolai nach Gauss's Methode <sup>1)</sup> berechneten, nur dass

hier die Burckhardt'schen Werthe  $\frac{1}{401847}$  und  $\frac{1}{2680337}$

für die Venus- und Marsmasse zum Grunde liegen. Demzufolge und mittels der, von Carlini gegebenen, Entwicklung der Laplace'schen Formeln fand Bessel die, vom Aequinoctialpunkte von 1800 an gerechnete, Länge des Perigäums

$$279^{\circ} 50' 8'',59 + 11'',2936 t + 0'',0000816482 t^2,$$

ferner die, auf den jedesmaligen Aequinoctialpunkt bezogene, Länge des Perigäums

$$279^{\circ} 50' 8'',59 + 61'',5171 t + 0'',0002057965 t^2$$

und die Excentricität

$$0,0167922585 - 0,0000004559 t.$$

Diese Elemente weichen nun freilich von den ältern Delambre's und v. Zach's ziemlich stark ab.

Ferner fand Bessel die Länge des siderischen Jahres zu 365,256374417 Tagen, die des tropischen Jahres zwischen 1800+t und 1800+t+1 zu 365,242220015—0,00000006686t, welche letztere merkwürdiger Weise mit der von Lacaille, Delambre und v. Zach bestimmten übereinstimmt. Wir können aber unsere Leser mit der weitem, völlig detaillirten Darstellung des Verfahrens, welches Bessel zu verschiedenen Abänderungen der Carlini'schen Sonnentafeln anwendet, hier nicht unterhalten, und begnügen uns daher zu sagen, dass Bessel nicht nur wegen der Massenveränderung Carlini's Tafeln (V. und VI., IX. und XI.) verändert, sondern auch diejenigen Aenderungen der Berechnung aus Carlini's Tafeln umständlich angiebt, sobald man den, Bessel's Elementen entsprechenden, Ort der Sonne sofort zu erlangen beabsichtigt. Die Anbringung dieser Verbesserungen wird die Berechnung der Sonnenörter aus Carlini's Tafeln nicht sehr vergrössern,

1. Astron. Jahrb. 1820.

wenn man diesen bloß eine Copie der Besselschen Correctionstafeln <sup>1)</sup> beilegt <sup>2)</sup>, so dass man ganz neue Tafeln füglich entbehren kann. Auch sind noch keine der Art bis jetzt erschienen. Nachdem Bessel noch angegeben, wie die von ihm angebrachten Aenderungen und Verbesserungen der Sonnentafeln die beobachteten Rectascensionen darstellen, indem er das Resultat der Vergleichen einiger Jahrgänge von Beobachtungen, so wie die Vergleichung des Jahrgangs 1827 einzelner Sonnenbeobachtungen <sup>3)</sup> gab, sagt Bessel Folgendes: „Obgleich die Elemente, nach dem Zeugnisse der angeführten Vergleichen, den gegenwärtigen Beobachtungen der Sonne angemessen sind, und auch die mittlere Bewegung mir nahe richtig zu sein scheint, so betrachte ich sie doch nur als die erste Annäherung an diejenige Sonnentheorie, welche ich zu entwerfen wünschte, woran ich aber für jetzt verhindert werde. Ich theile jedoch den Weg mit, der meiner Meinung nach eingeschlagen werden muss, wenn man etwas Genügenderes leisten will“ <sup>4)</sup>. Bessel zeigt zuletzt noch, dass die mittlere Bewegung und die mittlere Länge der Sonne Grössen seien, zu deren Bestimmung der äusserste Fleiss angewendet werden müsse, dass aber auch noch die Gleichförmigkeit der mittlern siderischen Bewegung der Erde ebenfalls ein neuer Gegenstand der Prüfung sei.

Es war bereits oben die Rede davon, dass Bessel grosses Misstrauen in die frühern Beobachtungen der Sonne deshalb setze, weil die Beobachter wahrscheinlich unterlassen hätten, während des Beobachtens das Instrument vor der Sonnenhitze zu beschützen. Dieses Misstrauen ist auch nur zu sehr begründet, denn es liegt am Tage, dass die Dimensionen eines, aus Messing construirten, astronomischen Instruments, wenn dasselbe den heissen Sonnenstrahlen ausgesetzt wird, sich

1. Noch ehe dieselben gedruckt erschienen, hatte Schumacher schon die Verbesserungen der Sonnenephemeride für 1827 nach Bessels Correctionen bewerkstelligt.

2. *Astron. Nachr. Beilage zu No. 134.*

3. Eine spätere Vergleichung gab Olufsen im Jahre 1830 und Bessel im Jahre 1831. S. *Astron. Nachr. No. 179, 217 und 286.*

4. *Astron. Nachr. VI. S. 276 u. 293, 294*, wo ausführlich angegeben wird, worin die neue, scharfe Untersuchung bestehen müsse.

nicht blos ändern, sondern auch meistens unregelmässig in der Art ändern müssen, dass man alsdann von solchen Veränderungen der einzelnen Theile des Instruments keine nähere Kenntniss sicher erlangen kann. Welchen Werth nun aber feine, mit einem solchen Werkzeuge angestellte, Winkelmessungen haben werden, kann Jeder leicht a priori einsehen; solche Beobachtungen also können offenbar durchaus nicht als zuverlässige Hilfsmittel bei höhern theoretischen Arbeiten benutzt werden!

In dem *Berliner astronomischen Jahrbuche vom Jahre 1830* an, (dem ersten Jahrgange unter Encke's Leitung) sind sämtliche Data für die Sonne auf die Carlin'schen Sonnentafeln begründet, verbessert durch Bessel's (oben erwähnte) Correctionen. Auch sind in diesem Jahrbuche, welches jedenfalls das beste seiner Art in neuester Zeit ist, die Columnen der Culminationsdauer der Sonne, so wie des Sonnenhalbmessers aus Bessel's Tafeln genommen. Ferner ist bei den geraden Aufsteigungen und Abweichungen die Breite der Sonne gehörig berücksichtigt, was von Bode niemals geschehen war. Ueberhaupt hat Encke das Berliner astronomische Jahrbuch Bode's in seiner bisherigen Form gänzlich und zwar sehr glücklich verändert, weil durch diese Aenderung es hauptsächlich erst möglich ward, den so sehr gestiegenen Anforderungen der neuern Zeit fast ganz zu genügen. Uebrigens beziehen sich in dem erwähnten Jahrbuche alle Längen, Breiten, Rectascensionen und Declinationen auf das wahre oder scheinbare Aequinoctium, und auf die wahre oder scheinbare Lage der Ekliptik und des Aequators, wobei die Nutation und die Schiefe der Ekliptik durchgängig nach Bessel zum Grunde gelegt sind.

Wir kommen jetzt zu den Bemühungen, durch Beobachtungen den scheinbaren Durchmesser der Sonne zu bestimmen. Es ist diese Bestimmung allerdings für Theorie der Sonne sehr wichtig, aber auch schwierig, und zwar schwieriger, als man auf den ersten Augenblick glauben möchte. *Piazz*, *Delambre* und *v. Zach* haben in ihren Sonnentafeln ihre, für diesen Gegenstand gefundenen, Resultate mitgetheilt. *Delambre* berechnete einige Jahrgänge der *Maske*lyn'schen Beobachtungen am Mittagsrohr und Mauerquadranten, fand jedoch nicht über-



einstimmende Resultate; Herschel und Wurm bemerkten ähnliche Differenzen. Aus diesen folgte übrigens im Mittel eine Abplattung des Sonnenkörpers von  $\frac{1}{280}$  in der Richtung des horizontalen Sonnendurchmessers. Noch jetzt sind die Astronomen in Hinsicht der wahren Grösse dieses Elements um wenigstens 1,"5 ungewiss.

Ausserdem haben Quenot, v. Littrow<sup>1)</sup> und v. Lindenau den scheinbaren Sonnendurchmesser zu bestimmen gesucht. Quenot fand mittels eines Reflexionskreises aus 1000 Beobachtungen den, in der mittlern Distanz der Erde von der Sonne von jener aus gesehenen, Sonnenhalbmesser 16' 0,"15; dagegen v. Littrow aus 247 Sonnenculminationen 16' 0,"99. — Die auf 53jährige Greenwicher Beobachtungen sich gründenden Finalbestimmungen v. Lindenau's waren:

- 1) 2054 Durchgänge am Passageninstrument gaben den Aequatorealdurchmesser . . . . . 52', 1", 10
  - 2) 2026 Zenithdistanzen gaben den Polardurchmesser 52', 5", 82
- In Betreff der bekannten Differenz des Vertical- und Horizontaldurchmessers der Sonne gab auch Troughton's neuer, zu Greenwich aufgestellter, Mauerkreis dieselbe sehr deutlich an.

Die in einzelnen Resultaten gefundenen Anomalien bestanden theils in einer successiven jährlichen Abnahme des Sonnendurchmessers, theils in einer fast regelmässigen periodischen Aenderung, theils in einem merklichen Unterschiede zwischen dem Horizontal- und Verticaldurchmesser der Sonne. Die jährliche Abnahme des Durchmessers schien indessen dem Seeberger Astronomen nichts Reelles zu sein, und dieser war daher geneigt, gedachte Abnahme aus einer durch langjährige Beobachtung erzeugten, allmäligen Abstumpfung der Augen des Beobachters gegen die Sonnenstrahlen zu erklären. Eben so räthselhaft fand man die jährlichen periodischen Aenderungen, durch welche sich die grössten Werthe des Sonnendurchmessers im März, April, September und October, die kleinsten Werthe hingegen im Juni, Juli, December und Januar zeigten. Man versuchte diesen (1,"35 betragenden) Unterschied aus der Configuration

1. Eine ältere Arbeit v. Jahre 1809 s. *Monatl. Corresp.* XIX. S. 525. u. XXI. S. 469.

des Sonnenkörpers zu erklären, und hieraus, in Verbindung mit der Lage des Sonnenäquators, die Aequatorcalabplattung zu bestimmen. Aber die Versuche gaben kein wahrscheinliches Resultat. Noch jetzt ist man über die Ursache dieser periodischen Aenderungen, wenn sie in der That existiren, gänzlich ungewiss. Die bemerkte Differenz des Horizontal- und Verticaldurchmessers der Sonne betreffend, suchte Delambre die Ursache dieser Differenz in einer Vernachlässigung der Dicke des Horizontalfadens im Passageninstrument. Allein v. Lindenau unternahm es, zu zeigen, dass diese Erklärung unwahrscheinlich und ungenügend sei.

Die Akademie der Wissenschaften zu Petersburg forderte daher schon im Jahre 1811 zur Einsendung von Preisschriften auf, enthaltend: die Bestimmung der genauesten Sonnen- und Mondhalbmesser durch Fernröhre und Mikrometer, mit Berücksichtigung der Irradiation, so wie die Entwicklung und Erforschung ihrer wahren Grösse. Der Preis bestand in 100 holländ. Ducaten. Ob diese Preisfrage, gut beantwortet, belohnt worden ist, hat man nicht erfahren können. Indessen scheint, wenigstens was den Sonnendurchmesser betrifft, die Sache nicht eher wieder wesentlich vorgerückt zu sein, als im Jahr 1822.

Denn eines der interessantesten, beachtungswerthesten Resultate aus Encke's vortrefflicher Arbeit über die Venusdurchgänge von 1761 und 1769 ist eine neue Bestimmung des Sonnendurchmessers. Längst schon hatten manche Astronomen eine Irradiation des scheinbaren Mond- und Sonnenhalbmessers angenommen und besonders bei Finsternissen in Rechnung gebracht, während andere die Irradiation, weil sie zum Theil auf nicht ganz sichern Beobachtungen zu beruhen schien, als etwas noch Problematisches betrachteten. Wenn je eine optische Täuschung oder ein, die Sonne scheinbar umgebender, Strahlenring existirt, so müssten sich, wie Wurm meint, dessen Wirkungen ganz besonders bei Venusdurchgängen und ringförmigen Sonnenfinsternissen dem Auge erkennbar darstellen. Demnach müsste sich beim Eintritt der Venus ein vorangehendes, blos scheinbares Anhängen am Sonnenrande von der wahren, aber spätern innern Berührung, so wie in der Bildung des Ringes

bei Sonnenfinsternissen etwas scheinbar Ringartiges von dem wirklichen, etwas später sich einstellenden, Losreißen der Ränder unterscheiden lassen. Wirklich haben die Beschreibungen von der innern Berührung der Venus, so wie von der Bildung und Auflösung des Ringes bei Sonnenfinsternissen ungemein viel Aehnliches. Genannte beiden seltenen Phänomene geben aber auch zufolge der neuesten Untersuchungen für den wahren Durchmesser der Sonne fast denselben Werth. Nach den feinsten Erörterungen beider letzten Venusdurchgänge, wovon der eine vor und der andere nach dem Knoten der Venusbahn stattgefunden, leitete Encke aus seinen Differentialgleichungen für den erwähnten Knoten beim Durchgange 1769 den Sonnendurchmesser  $1888'',2$  und daraus  $958'',42$  als Halbmesser in der mittlern Entfernung ab. Gerade dasselbe Resultat findet sich aus der letzten ringförmigen Sonnenfinsterniss vom 7. Sept. 1820. Das Mittel aus Wurm's Berechnungen dieser Sonnenfinsterniss <sup>1)</sup> gab den Sonnenhalbmesser für den Zeitpunkt jener Finsterniss zu  $951'',44$  an, was eine Verminderung des Delambre'schen Werthes von  $3'',57$  voraussetzt. Daraus erhält man  $958'',05$  als Halbmesser für die mittlere Entfernung, demnach mit Encke bis auf  $0'',57$  übereinstimmend. — Nach dieser so genauen Uebereinstimmung der Resultate, welche die Venusdurchgänge nach Encke's neuern Berechnungen, verglichen mit ringförmigen Sonnenfinsternissen, darbieten, lässt sich wohl kaum mehr die Thatsache bezweifeln, dass es einen wahren und einen scheinbaren Halbmesser der Sonne giebt, und dass der letztere nach den besten mikrometrischen Messungen und Verweilungen der Sonne im Mittagsrohre um etwa 3 Sec. grösser, als der erstere gefunden wird. Den Unterschied beider Halbmesser durch eine Irradiation, welche allerdings zum Theil von der Beschaffenheit der Fernröhre mit abhängen mag, zu erklären, ist auch Encke nicht abgeneigt.

Gleichzeitig hatte v. Struve aus seinen, bis Ende des Jahres 1823 angestellten, Beobachtungen der Sonne gefunden: Mittlerer Verticalhalbmesser der Sonne  $16'0'',57$  mit dem wahrscheinlichen Fehler  $+ 0'',098$ , und mittlerer Horizontalhalb-

1. *Astron. Jahrb.* 1825. S. 102.

Jahn, *Gesch. d. Astronomie.*

messer 16'0''90 mit dem wahrscheinlichen Fehler  $\pm 0'',087$ . v. Struve glaubte nun, es scheine keinem Zweifel unterworfen zu sein, dass jedem Fernrohre, vielleicht gar jedem Beobachter ein anderer Sonnenradius entspreche. — Wir sehen also hieraus, dass die Sache selbst damals noch keinesweges auf's Reine gebracht worden war, vielmehr noch manche Jahre unentschieden blieb, bis Bessel mit seiner Meinung auftrat.

Als er nämlich seine Beobachtungen des Merkurdurchgangs durch die Sonnenscheibe vom Mai 1852 bekannt machte, sprach er seine Ansicht nicht blos über Irradiation der Sonne überhaupt und über die Erscheinungen insbesondere, welche sich bei Berührungen der Ränder von Sonne und Merkur oder Venus zeigen, sondern auch über die Fernröhre in Bezug auf die Irradiation sehr sinnreich in folgenden Worten aus. „Unter Irradiation der Sonne versteht man einen, durch die Lebhaftigkeit des Sonnenlichts erzeugten, Lichtrand von einigen Secunden Breite, welcher den wahren Sonnenrand umgiebt, so dass er durch Fernröhre nicht von diesem unterschieden werden kann, also die Sonnenscheibe grösser darstellt, als sie wirklich ist. Das Dasein einer solchen Irradiation hat zur nothwendigen Folge, dass bei der Annäherung eines vor der Sonne vorübergehenden Planeten an den Rand derselben, das, zwischen den Rändern beider Gestirne befindliche, Licht in dem Augenblicke verschwindet, in welchem der Rand des Planeten den wahren Sonnenrand bedeckt. Es erfolgt also vor dem Antritte des Planeten an den scheinbaren Sonnenrand eine plötzliche Unterbrechung des Lichtfadens zwischen beiden. Da nun die Irradiation die Planetenscheibe um eben so viel verkleinern muss, als sie die Sonnenscheibe vergrössert, so erfolgt die plötzliche Unterbrechung schon in dem Augenblicke, wo der scheinbare Zwischenraum zwischen beiden Rändern bis auf die doppelte Breite der Irradiation herabgekommen ist. Bei dem Eintritte zeigt sich Alles in umgekehrter Ordnung.“ — Die Grösse der Irradiation kann sowohl dadurch bestimmt werden, dass man die Breite des Lichtrandes im Augenblicke seiner plötzlichen Unterbrechung misst, als auch durch Vergleichung des gemessenen Sonnendurchmessers mit dem, aus der Zeit der Verweilung des durchgehenden Gestirns vor der Sonnenscheibe sich ergebenden

Sonnendurchmesser. „Wenn man,“ fährt Bessel fort, „die Beschreibungen vergleicht, welche die meisten Beobachter der Durchgänge der Venus durch die Sonne, (in den Jahren 1761 und 1769) von den Erscheinungen entworfen haben, die ihnen die inneren Berührungen der Ränder darboten, so kann man nicht bezweifeln, dass ihnen die Sonne wirklich durch Irradiation vergrössert erschienen ist.“ Dies haben wenigstens einige Beobachter auch bei der äussern Berührung angemerkt. 1) Es kann aber keine Folge von Irradiation sein. Die Grösse, welche Duséjour der Irradiation beigelegt hat, ist weniger sicher bestimmt, als das Dasein derselben; denn sie hängt von den Messungen der Durchmesser ab, welche bekanntlich, selbst bis jetzt noch nicht, mit einer jeden Zweifel zurückweisenden Sicherheit gemacht worden sind.

So sicher die Beobachtungen von 1761 und 1769 das Dasein einer Irradiation zeigen, eben so sicher beweisen die, jetzt von Bessel angestellten, Beobachtungen, dass dieser die Sonne ohne Irradiation gesehen habe. Wenn nun kein Widerspruch entstehen soll, so muss man annehmen, dass Fernröhre vorhanden sind, welche die Sonne durch Irradiation vergrössern, und andere, welche sie in ihrer wahren Grösse zeigen. Das Heliometer auf der Königsberger Sternwarte gehört zu den letztern, das kleinere, von Argelander benutzte, Fernrohr zu den erstern, obgleich auch dieses die Erscheinung in unerwartet geringer Ausdehnung gezeigt hat. Denn wenn die Irradiation in diesem Fernrohre die von Duséjour angegebene Grösse hätte, so hätte der helle Zwischenraum zwischen beiden Rändern schon in der scheinbaren Entfernung von 5 Secunden unterbrochen werden müssen, während es, nach Argelander's Angabe, in weit kleinerer Distanz wirklich geschah.

Bereits in den Jahren 1819 und 1820 hatte Brandes in Breslau Messungen des Sonnendurchmessers angestellt, und seine Resultate mit den Besselschen verglichen. Hierbei hat er der Schwierigkeiten gedacht, denen diese Art Beobachtungen mit dem Heliometer durch das sogenannte Wallen der Sonnenränder, zumal an heissen Tagen, unterliegen.

1. Encke, *Venusdurchgang von 1769*, S. 97.

Schliesslich gedenken wir noch der lobenswerthen Arbeit über Horizontal- und Verticaldurchmesser und Abplattung der Sonne, welche 1851 Bianchi (in Cattajo bei Padua) lieferte. Die vom November 1827 bis December 1829 gehenden Resultate gründen sich auf gleichzeitige, zu Modena angestellte, Beobachtungen; sie entschieden jedoch die Hauptfrage noch keinesweges definitiv<sup>1)</sup>.

So viel wir wissen, beträgt nach den neuesten Sonnentafeln von Carlini, mit Rücksicht auf die von Bessel an denselben angebrachten Verbesserungen, der jetzt als genau geltende Werth des Sonnenhalbmessers in der mittlern Entfernung der Erde von der Sonne  $0^{\circ}16'0'',9$ .

Was nun die Sonnenparallaxe betrifft, so konnte, da seit 1769 bis jetzt kein neuer Venusdurchgang sich ereignet, dieselbe aus derartigen neuern Beobachtungen nicht abgeleitet werden. Zwar hatte der spanische Astronom Ferrer in den Jahren 1812 bis 1814 eine neue Bestimmung der Sonnenparallaxe versucht. Aus einer Discussion aller beobachteten Venusdurchgänge, bei denen die aus eigenen Beobachtungen bestimmten geographischen Positionen der amerikanischen Beobachtungsorte zum Grunde liegen, fand Ferrer  $8'',59$  als mittlere Sonnenparallaxe. Dieses Resultat erhielt nur deshalb Wichtigkeit, weil es Laplace bei seinen Untersuchungen über die Masse des Mondes und die Nutationsconstante anwendete. Zu jener Zeit erwartete man von Harding eine ähnliche Untersuchung der Sonnenparallaxe. Allerdings wollte er aus der Göttinger Bibliothek Alles auf beobachtete Venusdurchgänge sich Beziehende sammeln, ordnen und nach den neuesten Elementen reduciren, um dadurch den Weg zu einer ganz zuverlässigen Bestimmung der Sonnenparallaxe zu bahnen. Harding scheint aber nicht dazu gekommen zu sein; wenigstens ist nie etwas von diesem Unternehmen bekannt geworden. Erst im Jahre 1822 ward ein grosser Schritt vorwärts gethan.

Zu dieser Zeit machte Eucke in einer kleinen Schrift seine ausgezeichneten Untersuchungen und Rechnungen in Betreff des Venusdurchgangs von 1761 bekannt. Sein Endresultat

1. *Astron. Nachr.* No. 213.

ist, dass die mittlere Aequatoreal-*Horizontalparallaxe* der Sonne (bei einer Abplattung von  $\frac{1}{502,78}$ ) 8,551257 Secunden betrage, dass also der mittlere Abstand der Sonne von der Erde 20878745 geogr. Meilen sei, und die Grenzen der Ungewissheit 21029116 und 20730570 Meilen betragen (1 geogr. Meile = 3806,954 Tois. angenommen). — Noch vorzüglichere Werthe erhielt *Encke* aus seinen vielen und mühsamen Berechnungen des *Venusdurchganges* von 1769, mit denen er sich im Jahre 1822 ebenfalls fast ausschliessend beschäftigt hatte. Denn, wie die Beobachtungen des ersten Durchganges der *Venus* durch die Sonne im Jahre 1761, eben so wurden sämtliche Beobachtungen des zweiten *Venusdurchganges* vom 5. Juni 1769 in Rechnung genommen. *Encke* hat auch hierüber ein besonderes *Libell* herausgegeben. In diesem sucht er den wahren Werth der mittlern Entfernung der Sonne von der Erde mit dem angestrengtesten Fleisse und vielem Scharfsinne zu erreichen. Jedoch hat sich hierbei gezeigt, dass auch keine der vielen Beobachtungen des Jahres 1769 ganz frei von Ausstellungen ist. Die von *Encke* aus beiden Durchgängen gefundenen Endresultate sind: Mittlere horizontale Aequatoreal-Sonnenparallaxe =  $8',5776$  mit dem wahrscheinlichen Fehler =  $\pm 0'',0570$ . In geogr. Meilen ausgedrückt, beträgt die Entfernung der Sonne von der Erde 20,666,800 Meilen, und es ist, bemerkt *Encke*, Eins gegen Eins zu wetten, dass diese Entfernung zwischen die Grenzen 20,577,649 und 20,755,945 Meilen fällt, oder dass die Parallaxe nicht kleiner als  $8'',5406$  und nicht grösser als  $8'',6146$  ist. Dass die beiden bevorstehenden nächsten Durchgänge im Jahre 1874 den 9. und 1882 den 6. Dec. jene Grenzen näher zusammenbringen werden, ist jedoch nicht zu erwarten. — Eine Bestätigung der Sonnenparallaxe ward in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts auf einem andern Wege, nämlich durch die weit mehr ausgebildete *Mondstheorie* erhalten. Denn die sogenannte *parallactische Ungleichheit* ist zugleich *Function* der Sonnenparallaxe. Deshalb hatte *Laplace* bei der Entwicklung des *Coefficienten* dafür bis auf die Grössen fünfter Ordnung Rücksicht genommen. Die Vergleichung des theoretischen Resultats mit dem, von

Bürg aus Beobachtungen abgeleitet, gab  $8'',56$  für die Sonnenparallaxe, während aus den beiden letzten Venusdurchgängen  $8'',5$  bis  $8'',8$  als die wahrscheinlichsten Resultate sich ergaben. Delambre nimmt  $8'',8$  und v. Zach  $8'',7$  (beide in ihren Sonnentafeln) an. Rhode's Versuch endlich, mittels einer besondern Verbindung der Umlaufzeiten von Jupiter und Erde, der Mondparallaxe u. s. w. die Sonnenparallaxe zu bestimmen, kann nur beiläufig und bloß als ein ganz unglücklicher Versuch hier erwähnt werden. Es blieb also hinsichtlich eines so wichtigen Elements, wie die Sonnenparallaxe ist, so lange noch eine Ungewissheit, bis Encke den Gegenstand von neuem vornahm, wie bereits erzählt worden ist.

### *Die Flecken der Sonne.*

Sehr interessante Untersuchungen des Naturbaues der Sonne und ihrer Umhüllung haben vorzüglich Herschel, v. Bieberstein, Gruithuisen, Schröter, Fritsch, Capocci und Schwabe angestellt. Herschel's, von ihm im Jahre 1801 der Londoner Societät vorgelegter, Aufsatz *über die Natur der Sonnenatmosphäre* enthält die Resultate vieljähriger Beobachtung, so wie nicht wenige und merkwürdige Aufschlüsse über die äussere Conformation des Centralkörpers unsers Planetensystems. Etwas später sprach v. Bieberstein scharfsinnige Vermuthungen über die wahrscheinlichste Ursache des Selbstleuchtens unserer Sonne aus. Von Gruithuisen erhielt man über die physische Beschaffenheit der Planetenwelt mehrere Beobachtungen, welche zugleich bewiesen, dass schon damals die Fraunhofer'schen Fernröhre ausgezeichnetes leisteten. Gruithuisen, der in München sich aufhält, bediente sich seit dem Jahre 1815 zweier Fernröhre, von denen das eine ausnehmend gut war, 51 Par. Zoll Focallänge und 29 Linien Oeffnung hatte. Noch mehr, als Gruithuisen, beschäftigte sich in den 20er Jahren Pastorff sehr anhaltend mit Beobachtungen über die Rotation der Sonne, deren Flecken und Lichtgewölke. Die von ihm angewandten Fraunhofer'schen Fernröhre sind gleichfalls ausgezeichnet gut zu nennen.



Pastorff gab von Zeit zu Zeit, namentlich im Jahre 1825, recht schätzbare Mittheilungen <sup>1)</sup> über die Natur der Sonnenoberfläche, sowohl im Allgemeinen, als auch im Besondern.

Die Methoden zur Berechnung der Beobachtungen der Sonnenflecken sind oft zu umständlich, ja selbst zu künstlich gegeben worden, indem sich doch der Gegenstand auf einige ganz einfache Betrachtungen zurückführen lässt. Von dem weiteren Beobachten der Sonnenflecken wurde man durch die geringe Uebereinstimmung der gewonnenen Resultate abgehalten. Dies liegt freilich theils in der Schwierigkeit der Beobachtung, theils in der Natur der Flecken selbst, die nicht blos ihre Gestalt, sondern oft auch ihren Ort auf der Sonnenoberfläche zu ändern scheinen. Wir werden weiter unten noch ein Mal hierauf zurückkommen, wo Capocci sich über diesen Gegenstand ausspricht. Den letzten Versuch im Grossen, das Problem vollständig zu lösen, hat in neuerer Zeit Mosotti gemacht und seine Resultate in den Mailänder Ephemeriden mitgetheilt. Allein auch hierdurch ist noch kein wesentlicher Fortschritt geschehen!

Von Littrow ist gegen Delambre's hartes Urtheil in Beziehung auf den Nutzen der Beobachtungen von Sonnenflecken aufgetreten, und hat behauptet, dass, weil diese Beobachtungen das einzige Mittel geben, die Lage des Sonnenäquators zu bestimmen, und weil die Kenntniss dieser Ebene von grosser Wichtigkeit ist, solche Observationen nicht gleichsam absichtlich vernachlässigt werden sollten.

Ausser v. Littrow hat in neuester Zeit Petersen Formeln <sup>2)</sup> zur Berechnung der heliocentrischen Längen und Breiten der Sonnenflecken, so wie zur Bestimmung der Elemente für die Rotation der Sonne mitgetheilt.

Ueber die Natur der Sonnenflecken kennt man wohl noch keine neuere und bessere Ansicht und Erklärung, als die von dem ältern Herschel <sup>3)</sup> aufgestellte. Dieser nimmt eine

1. Besonders im *Astron. Jahrb.* f. 1828. S. 131 u. f.

2. *Astron. Nachr.* No. 419.

3. Von Capocci's Ansichten über diesen Gegenstand werden wir unmittelbar nach geschehener Mittheilung der Herschel'schen Erklärungsart hören.

dreifache concentrische Umgebung des eigentlichen dunkeln Körpers der Sonne an. Die äusserste, vom Mittelpunkte am meisten entfernte, Umgebung ist jenes Lichtmeer. Unmittelbar unter diesem befindet sich ein durchsichtiges und sehr elastisches Medium, das die Sonne in Form einer Kugelschicht rings umgiebt und das zugleich, mittels seiner grossen Spannkraft, jenes Lichtmeer stets in bedeutenden Höhen über der Sonne erhält. Endlich befindet sich unter dieser Schicht eine dritte wolkenähnliche und von oben stark beleuchtete, die einen Theil dieses von oben erhaltenen Lichtes wieder in die Augen des Beobachters reflectirt und auf diese Art jenen aschgrauen Rand bildet, welcher auch allein zuweilen auf der Sonne gesehen wird. Dies geschieht, sobald blos die obere oder die beiden obern Schichten durch irgend etwas einen Riss oder eine Oeffnung erhalten. Wenn aber, wie gewöhnlich, diese Oeffnung auch bis zur untern Schicht sich noch ausdehnt, so sieht man alsdann den ganzen schwarzen Kern durch die gedachte Oeffnung, und um den Kern ringsum jene graue Einfassung, welche folglich nichts weiter als der Widerschein des, von dem obern Lichtmeere in solche Oeffnungen gedrunghenen und von der untern Schicht wieder zum Auge des Beobachters reflectirten, Lichtes sein soll.

Capocci ward durch die Erscheinung des grossen Sonnenflecks, der im Juli bis zum October 1826 sichtbar war, bewogen, alle bisherigen über die Sonnenflecke erlangten Erfahrungen zu sammeln und mit eigenen Beobachtungen zu vergleichen, um wo möglich neue Ansichten zu erzielen. Capocci arbeitete alsdann eine Abhandlung (die Frucht seiner Bemühungen) über die Sonnenflecken aus, und schickte sie nach Genua an v. Zach. In dieser Abhandlung zählt der Verfasser die, von Herschel observirten, vorzüglichsten Erscheinungen auf, erklärt dessen neue Benennungen, und lässt diesem berühmten Astronomen alle Gerechtigkeit widerfahren, indem er erklärt, das, was Herschel gesagt, sei das Beste, was man bisher von den Sonnenflecken wisse. Dann erzählt Capocci, was er im Juli bis zum October 1826 bei 500maliger Vergrösserung mit einem sehr guten Fraunhofer'schen Refractor von 9 Fuss Brennweite und  $7\frac{1}{4}$  Zoll Objectivöffnung Gelegenheit hatte

zu beobachten, und zugleich, in welchen Punkten er sich nicht mit Herschel's Meinungen vereinigen könne. Wir bedauern, der Kürze wegen, nichts Näheres angeben zu können, aber wir dürfen unsern Lesern wenigstens die folgenden Bemerkungen Capocci's nicht vorenthalten. Dies geschieht deshalb, weil dieselben theils auf einen Umstand aufmerksam machen, der höchst wahrscheinlich wirklich sich so verhält, wie Capocci ihn darstellt, theils aber auch als neue und sinnreiche Aeusserungen bezeichnet werden müssen, durch welche dieser italienische Astronom mehr die Aufmerksamkeit der Besitzer grosser Fernröhre auf Beobachtungen der Sonnenflecke zu lenken, als dieser seine Aeusserungen als erwiesene Wahrheiten zu verfechten beabsichtigt. Capocci bemerkt nämlich zuerst, dass man die grossen Sonnenflecken gewöhnlich von vielen kleinern und blässern begleitet sieht, deren Zusammenhang unter sich man schwerlich verkennen wird. Denn wenn er (Capocci) andere Punkte derselben Sonnenzone genau betrachtete und untersuchte, so fand er noch Oeffnungen, die eine solche Lage hatten, dass sie genau den nämlichen Bogen auf der Sonnenscheibe beschrieben, welchen an demselben Tage des Jahres die grossen Flecken hätten beschreiben müssen. Daraus entsteht offenbar die grosse Schwierigkeit für die genaue Bestimmung der Sonnenrotation. Denn man muss hierzu Observationen des nämlichen Flecken wählen, die durch die grösstmöglichen Zwischenzeiten von einander getrennt sind. Hieraus entspringt aber Unsicherheit der Beobachtung und Rechnung, wozu noch kommt, dass nach öfterer Rückkehr derselben Fleckengruppe derjenige Fleck, den man zuerst als den grössten beobachtet hat, allmählig sehr klein geworden ist, und sich während der Zeit ein anderer sehr gross bildete, welchen man nun offenbar für den erstern zu halten glaubt und beobachtet. Das wird also die höchst wahrscheinliche Ursache sein, warum man für die Rotationszeit der Sonne niemals befriedigende Resultate erhält. Diese Ungewissheit über die wahre Rotationsperiode des Sonnenkörpers raubt natürlich alle Mittel, die Identität eines Flecken mit einem andern nach Jahren zu erkennen. Das einzig übrig bleibende Kriterium sei (so glaubt Capocci) der Abweichungsgrad, unter welchem derselbe Sonnenfleck erscheint. (Es wird

hierbei stets die Abweichung vom Sonnenäquator verstanden.) Der Verfasser giebt nun in seiner Abhandlung ein Verzeichniss der bisher bestimmten, nach den Abweichungen geordneten, Flecken und macht hieraus einen Schluss der ungleichen Gestalt oder abweichenden Bildung beider Sonnenhemisphären. Capocci stützt seine Meinung von örtlichen Ursachen der Sonnenflecken auf die bekannten Lichtveränderungen vieler Fixsterne, unterscheidet auch, was die Farbe der Flecken betrifft, dieselbe als optische Täuschung und als wahre Farbe. Der Verfasser versucht nachher mancherlei Fragen, wie z. B. ob nicht etwa zwischen den Sonnenflecken und andern kosmischen Erscheinungen (Zodiacallicht, Kometen u. a.) Beziehung und Zusammenhang stattfände, und erklärt sich endlich auch über einen Einfluss der Sonnenflecken auf die Witterung, aber weder ganz dafür noch ganz dagegen.

Endlich ist auch Schwabe als fleissiger und aufmerksamer Beobachter der Sonnenflecken zu nennen. Seit dem Jahre 1826 hat er mit zwei Fraunhofer'schen Fernröhren von  $5\frac{1}{2}$  und 6 Fuss Brennweite ununterbrochen bis zum Jahre 1841 Beobachtungen <sup>1)</sup> angestellt. Jedoch sieht Schwabe nur diejenigen Fleckenhäufen als Gruppen an, die abgesondert dastehen, auch durch keine grössern und kleinern Flecken und durch keinen Nebel mit einander verbunden sind, was freilich in Betreff der Zahl der Gruppen von der Güte des Fernrohrs abhängt. Aber nicht die Zahl der Gruppen, nur ihr gegenseitiges Verhältniss betrachtet der Dessauer Sonnenbeobachter, welcher es übrigens zufolge der Erfahrung am vortheilhaftesten gefunden hat, nur Sonnengläser von gelber und grünlicher Farbe anzuwenden, weil diese die grösste Deutlichkeit und wenigste Wärme verursachen. Auch braucht Schwabe verschiedene Kapseln zur Bedeckung des Objectivglases. Im Jahre 1859 den 30. August, den 2., 3. und 4. September beobachteten in England Robinson und Major Davis zahlreiche und schöne Sonnenflecke, welche von dem Letztern sehr gut gezeichnet sind <sup>2)</sup>. Als 1840 Petersen in Altona gleichfalls die Sonnenflecke auf-

1. *Astron. Nachr.* No. 350, 418<sup>r</sup> u. 445.

2. *Astron. Nachr.* von Schumacher No. 413.

merksam beobachtet hatte, geschah dies auch von Schwabe in Dessau, der schon im Februar 1838 Erläuterungen über die behoften Kernflecke, Punkte, Poren, Nebel, Lichtgewölke und Narben gegeben hatte. Von den Lichtflecken glaubt dieser Beobachter, dass sie in keiner andern Beziehung zur Sonne stehen, als dass sie von ihr beleuchtet und sichtbar gemacht werden, sonst aber der Atmosphäre der Erde angehören, sich jedoch sehr hoch in derselben befinden. Für diese Ansicht hat Schwabe seine Gründe angegeben. Die von Göbel bemerkte Lichterscheinung durch Staubtheilchen, von der weiter unten die Rede sein wird, hält Schwabe durchaus nicht für identisch mit den Lichtflocken<sup>1)</sup>.

Die Lichtfunken, Lichtflocken und Lichtfäden bei Sonnenbeobachtungen betreffend, so bemerkte Galle im Laufe des Sommers 1838 auch die, in No. 350. der *Astron. Nachr.* erwähnten, Lichtfunken oder Lichtflocken am häufigsten an den Tagen Juni 25, 29; Aug. 14, 23; Sept. 1, 15, 17. Was er Näheres darüber wahrgenommen hat, spricht, wie er glaubt, sehr dafür, dass es der sogenannte fliegende Sommer sei. Am 1. und 17. September bewegten sich die Lichtflocken so langsam, dass Galle mehrere derselben bis 5<sup>0</sup> Entfernung von der Sonne verfolgen konnte. Hier legte er das (nicht angeschraubte) Sonnenglas weg, zog das Ocular weiter heraus, und bekam dadurch ein schärfer begrenztes Bild. Sie erschienen meist als längliche mit kleinen Seitenansätzen und Unebenheiten versehene Körper, weisslich und durchscheinend, unten abgerundet, oben spitz und in einen Faden verlängert. Sie machten langsame Krümmungen und sförmige Biegungen, und erschienen in verschiedenen Projectionen verkürzt und verlängert. Oft waren zwei durch einen Faden verbunden, die sich um einander drehten; auch isolirte Fäden zogen vorüber, die das ganze Gesichtsfeld einnahmen. Zwar hat Galle übereinstimmend mit den Erfahrungen Schwabe's<sup>2)</sup> an Tagen, wo die Lichtflocken sehr häufig waren, keinen fliegenden Sommer gesehen, und umgekehrt. Dagegen macht Arago<sup>3)</sup> gerade auf die Gleichzeitigkeit bei-

1. *Astron. Nachr.* No. 378, S. 287.

2. *Astron. Nachr.* No. 350.

3. *Ann. Ch. et Ph.* XXX, p. 471.

der Erscheinungen aufmerksam. Auch könnte es wohl sein, dass der fliegende Sommer bei verschiedenen Zuständen der Atmosphäre in verschiedenen Höhen liegt.

Dass alle Lichtflocken fliegender Sommer seien, folgt zwar aus den obigen Wahrnehmungen noch nicht, man wird sie aber nach Galle's Ansicht bei der Gleichartigkeit ihres Ansehens immer für ähnliche, in der Luft fliegende, Fasern oder Staubeilchen zu halten Ursache haben. Dass die Erscheinung keine optische Täuschung, noch im Focus des Fernrohrs zu suchen sei <sup>1)</sup>, wird einfach dadurch bewiesen, dass sie im Fernrohr und im Sucher gleichzeitig erschienen, welchen Versuch Galle und Encke in Gemeinschaft anstellten.

Als eine ausserordentliche Wahrnehmung mag noch Folgendes erwähnt sein. Als im Frühjahr 1856 sehr grosse Sonnenflecken sichtbar waren, hatte v. Struve sie blos ein Mal durch ein mässig vergrösserndes Fernrohr betrachtet, sich aber dabei nicht erinnern können, jemals eine so ausgedehnte Fleckengruppe erblickt zu haben. Sein Sohn machte ihn darauf aufmerksam, dass sie ganz deutlich mit unbewaffneten Augen zu erkennen sei, wenn man die Sonne durch ein Blendglas betrachte. v. Struve fand dies vollkommen richtig. Anfangs glaubte er nämlich, es walte eine Täuschung ob, indem er nicht beachtete, dass die Sonne von ihm mit einem terrestrischen also aufrecht zeigenden Glase angesehen worden war. — Wohl nur selten oder gar nicht hat man in neuern Zeiten die Sonnenflecke ohne Hilfe eines Fernrohrs deutlich und leicht erkannt.

In neuerer Zeit will Pastorff zwei, von ihm Asteroiden genannte, Körper vor der Sonne in verschiedenen Richtungen und mit verschiedener Geschwindigkeit 6 Mal haben vorübergehen sehen, beide als völlig abgerundet, den grössern 3 und den kleinern 1 bis  $1\frac{1}{4}$  Sekunden im Durchmesser. Von diesen zwei neuen Körpern giebt Pastorff deren Abstand zu  $1'16''$  an, als den grössten beobachteten Abstand; oft wären sie nahe bei einander, und der Vorübergang dauere wenige Stunden. Beide sollen eben so schwarz wie Merkur vor der Sonne erscheinen. Sonnenflecke sind nach Pastorff diese Körper auf keinen Fall,

1. Vergl. *Astron. Nachr.* No. 144.

denn Sonnenflecke erscheinen viel blässer, und haben eine regelmässige Bewegung. Diese Körper sind aber oft schon nach 8 bis 48 Stunden verschwunden, treten bald an diesem, bald an jenem Punkte des Sonnenrandes mit Rabenschwärze ein, und beschreiben ihren Lauf verändert vor der Sonne. Schumacher meint, dass diese Körper das nicht sein können, wofür sie Pastorf hält. Wir haben nicht gefunden, ob man nachher diese beiden Flecken wieder wahrgenommen hat, und wir sind deshalb und auch noch aus andern einfachen Gründen völlig geneigt, das ganze Phänomen als ein physiologisches der Augen Pastorf's zu halten.

Göbel in Coburg theilte im Jahre 1821 eine Thatsache mit. Man hat nämlich öfters durch Fernröhre helle Funken neben der Sonne vorbeiziehen sehen, und glaubt, dass es Sternschnuppen oder Feuerkugeln gewesen seien, von einer solchen Lichtstärke, dass sie selbst durch die dunkeln Sonnen gläser sichtbar werden mussten. Solche Funken sah bisweilen Göbel selbst, wenn er der Zeitbestimmung wegen correspondirende Sonnenhöhen beobachtete; er trug kein Bedenken, sie ebenfalls für Sternschnuppen zu halten. Bei weiterer Ueberlegung wurde er aber zweifelhaft. Es ist nämlich ein seltsamer Umstand, dass diese selbst bei Tage sichtbaren Sternschnuppen immer blos in der Nähe der Sonne sich zeigen, sonst nirgends am ganzen Himmel. Sternschnuppen von einem so lebhaften Glanze, wie ihn zuweilen die Venus hat, sind schon selten, um so mehr solche, die man nahe am Sonnenrande durch ein stark gefärbtes Glas bemerken kann. Diese müssen nämlich bei weitem leuchtender sein, da kein Mensch die Venus, selbst zur Zeit ihres hellsten Scheins, am hohen Tage durch ein Sonnen glas zu sehen vermag. Solche Sternschnuppen würden aber an weit entfernten Orten, wo sie der Parallaxe wegen nicht so in unmittelbarer Nähe der Sonne erscheinen, oder in andern Gegenden des Himmels, von welchen die Sonne weit absteht, mit freiem Auge gewiss schon wahrgenommen worden sein. Dies aber ist, wie Göbel meint, wenigstens noch nicht bekannt geworden.

Ueber die Frage endlich, was die Sonne eigentlich sei, ist man auch jetzt noch nicht übereingekommen. Indessen scheinen mehrere sehr erhebliche Gründe darauf hinzudeuten, dass die

Wärme auf der Sonnenoberfläche selbst sehr bedeutend sein müsse. Es ist folglich möglich und sogar wahrscheinlich, dass die Sonne, so dunkel ihr Kern auch sein mag, an ihrer Oberfläche in einer heftigen Verbrennung sich befinde. Zwar scheint dieser Hypothese die unveränderliche Grösse des Sonnendurchmessers zu widersprechen. Allein diese Unveränderlichkeit ist noch keinesweges durch die Beobachtungen schon bewiesen. Denn das, was S. III. von dem scheinbaren Durchmesser der Sonne gesagt worden, lässt wohl noch manchen Zweifel übrig. Gesetzt aber einmal, dass der wahre Sonnendurchmesser um volle 200 Meil. kleiner geworden, und dass mithin vom Volumen der Sonne das 4520fache des Volumen der Erde durch die stattfindende Verbrennung auf der Sonnenoberfläche verzehrt worden sei: so würde dadurch doch der scheinbare Halbmesser der Sonne erst um eine einzige Secunde abgenommen haben, d. i. um eine Grösse, wegen welcher man beim scheinbaren Sonnendurchmesser noch immer in Ungewissheit geblieben ist. Und selbst dann noch, wenn der wahre Durchmesser der Sonnenkugel täglich um 2 Fuss abnähme, würde dies den scheinbaren Durchmesser bloß erst nach Ablauf von 6000 Jahren um 1 Secunde kleiner erblicken lassen! Sollte übrigens, wie die in neuester Zeit fast allgemein herrschende Ansicht ist, das Licht nicht in der Ausströmung (Emanation) eines wirklich körperlichen Stoffes, sondern nur in der Schwingung (Vibration) eines die Sonne umgebenden Mediums bestehen, so würde ohnedem jeder Zweifel über die Verminderung des Volumen der Sonne offenbar wegfallen.

### *Fortbewegung unsers Sonnensystems.*

Wenn gleich unsere Sonne ein Fixstern ist und folglich, wenigstens im Allgemeinen, unbeweglich in dem einen gemeinschaftlichen Brennpunkte aller elliptischen Planetenbahnen sich befindet: so muss dennoch, weil auch die Planeten als Körper Masse besitzen und folglich auf die Sonne, wenn gleich nur wenig, einwirken, die Sonne eine, obgleich bloß sehr kleine, für uns ganz unbemerkbare Bewegung haben. Indessen braucht die-



selbe nicht bestimmt zu werden, da man nicht die absoluten Bewegungen der Planeten im Weltraume, sondern nur ihre relativen Bewegungen gegen die Sonne als ihren Centralkörper kennen zu lernen und zu bestimmen nöthig hat.

Allein die Sonne muss noch eine, ja eigentlich zwei Bewegungen haben, welche bedeutend genug sind, um wahrgenommen werden zu können. Die eine Bewegung ist bekanntlich die Rotation des Sonnenkörpers um sich selbst. Aber auch eine zweite, nämlich eine im Weltraume fortschreitende, Bewegung des Sonnenmittelpunkts kann nicht länger bezweifelt werden. Denn diese Bewegung lässt sich mit jener zugleich als existirend denken, wenn man annimmt, die Sonne habe ursprünglich einen Stoss erhalten, dessen Richtung nicht durch ihren Mittelpunkt ging. Angenommen also, dass die Sonne im Weltraume eine fortschreitende Bewegung habe, so muss sie offenbar auch alle Planeten, Monde und Kometen so mit sich fortnehmen, dass, so langsam diese Bewegung auch vielleicht geschehen mag, das Planetensystem doch nach Verlauf von mehreren Jahrtausenden sich an einem ganz andern Orte des unendlichen Weltraumes befinden wird, als ehemals und jetzt. Man kann es daher den Astronomen nicht verdenken, dass sie, von der Wissbegierde getrieben, sich schon seit längerer Zeit sehr bemühet haben, nicht nur die Grösse, sondern auch die Richtung einer solchen fortschreitenden Bewegung des ganzen Sonnensystems näher kennen zu lernen. Der berühmte Herschel, der mit seinen grossen Spiegelteleskopen unter allen Sterblichen zuerst die kühnsten Blicke in die unermesslichen Tiefen des gestirnten Himmels gethan hat, hielt sich vermöge seiner Beobachtungen und Erfahrungen zu schliessen für berechtigt, dass die Sonne und ihr ganzes Reich wirklich gegen die Mitte des Sternbildes Herkules, und zwar gegen  $\zeta$  Herculis hin bewege. Alsdann aber müssen uns offenbar die Fixsterne in dieser Gegend des Himmels, welcher wir auf solche Weise allmählig uns nähern, auch allmählig weiter aus einander zu treten scheinen, während die Fixsterne auf der entgegengesetzten Seite des Himmels (bei  $\nu$  Eridani) mit der Zeit sich stets mehr nähern müssen.

Auch glaubte Herschel wirklich zu bemerken, dass die sogenannten eigenen Bewegungen <sup>1)</sup> der Fixsterne fast sämmtlich eine solche Richtung haben, welche seiner Ansicht von dem Fortschreiten des Sonnensystems gegen  $\zeta$  Herculis günstig ist. Indessen fand man Herschel's Hypothese nicht bestätigt, und so kam es, dass man bis fast auf die neueste Zeit herab diesen Gegenstand auf sich hatte beruhen lassen, oder vielmehr annahm, es sei gar nicht möglich, ein nur irgend zuverlässiges Resultat zu erlangen. Man ward hierbei von folgenden, allerdings an und für sich richtigen, Betrachtungen geleitet. Jene eigene Bewegung der Fixsterne, die bei der Herschel'schen Hypothese als eine scheinbare, als eine bloss optische Folge der wirklichen Fortbewegung der Sonne vorausgesetzt wird, ist vielleicht aus dieser scheinbaren und aus einer wirklichen eigenen Bewegung zusammengesetzt; welche letztere den Fixsternen eigenthümlich und wahrscheinlich für jeden derselben eine andere ist. In der That, so fragte man sich weiter, wenn unsere Sonne als Fixstern ihre eigenthümliche Bewegung hat, so müsste dieselbe auch bei jedem Fixstern wenigstens als möglich vorausgesetzt werden, und welches zuverlässige Mittel bliebe nachher, die eigene Bewegung eines jeden einzelnen Fixsterns von seiner bloss scheinbaren Ortsver-

I. Hier mag eine kleine Tabelle derjenigen Fixsterne, deren bisher observirte eigene Bewegung sich durch ihre Grösse auszeichnet, Platz finden:

	a.	b.
$\theta$ Urs. maj.	164	61
$\tau$ Ceti . . .	181	92
40 Erid. . .	223	339
47 Erid. . .	430	83
24 Ceph. . .	509	3
61 Cygni . .	515	312
$\mu$ Cassiop. .	571	150,

wo die Columnen a. die 100jährige Fortbewegung (in Raumsecunden) in Rectascension, die Columnen b. die 100jährige Fortbewegung (in Secunden) in Declination enthält.

änderung zu trennen, und die Grösse und Richtung beider abgesehen zu bestimmen? Man schien daher die Astronomie nicht für reif genug zu halten, eine Frage dieser Art schon jetzt völlig genügend zu beantworten.

Dennoch ist dieser Gegenstand in der neuesten Zeit, als Argelander <sup>1)</sup> die grosse und wichtige Frage wieder aufnahm, mit der, ihm allerdings gebührenden, Aufmerksamkeit weit genauer untersucht worden. Argelander schrieb, nachdem er die ganze Untersuchung (mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate) beendigt, eine Abhandlung hierüber <sup>2)</sup> und reichte sie im Frühjahre 1857 bei der Petersburger Akademie ein. Es hat sich das merkwürdige Resultat gefunden, dass Herschel doch sehr gut gerathen habe, wie denn von Männern, wie er, auch blos hingeworfene Ideen oft genug schon ihre Bestätigung, wenn gleich erst später, gefunden haben. Durch Argelander's kritische Rechnungen ist die Fortrückung unsers Sonnensystems nunmehr ausser allen Zweifel gesetzt. Die Bewegung geschieht nach einem Punkte des Himmels hin, der sehr nahe mit dem von Herschel angegebenen, schon oben erwähnten übereinstimmt, nämlich

260° 50' Rectasc. mit 5° 28' } als wahrscheinl. Fehler.  
 51 17 Declin. mit 2 20 }

Dieses Resultat beruht auf den eigenen Bewegungen von 590 Fixsternen, die grösser als 0'',1 jährlich sind. Wahrlich eine schöne Frucht der kurzen Existenz des Observatoriums zu

1. *Astron. Nachr.* No. 331. S. 315 und No. 363 u. 364.

2. Diese Abhandlung, betitelt *Ueber die eigene Bewegung des Sonnensystems*, findet sich im 3. Theile der *Memoiren der kais. Akad. d. Wissensch. zu St. Petersburg*. Hiervon gab v. Struve eine Anzeige aus dem *Bulletin scientifique de l'acad. de St. Petersburg*. Der Verfasser selbst hat, nachdem er schon Director der Sternwarte zu Bonn geworden, aus dem einfachen Grunde, dass man die Petersburger Memoiren nachzuschlagen nicht leicht Gelegenheit haben werde, in No. 363 u. 364 der *Astron. Nachr.* einen Auszug aus seiner berühmten Abhandlung gegeben, um von den Untersuchungen selbst, auf denen das höchst interessante Resultat beruht, eine nähere Kenntniss erlangen zu können.

Jahn, *Gesch. d. Astronomie.*

Abo, die in dem trefflichen Katalog von 560 Sternen enthalten ist, welchen Argelander zwei Jahre vor dem Erscheinen seiner merkwürdigen Abhandlung herausgegeben hatte.

Ungefähr zwei Jahre später, nämlich 1859, erschien<sup>1)</sup> von Lundahl eine Untersuchung über denselben Gegenstand. Indem Argelander's Arbeit sich nur auf diejenigen Sterne stützte, die er selbst in Abo beobachtet hatte, so liess sich aus der Vergleichung anderer neuerer Kataloge, namentlich des Pondschen von 1112 Sternen, mit den *Fundam. astron.* eine nicht unbedeutende Nachlese erwarten. Lundahl hat dies gethan, indem er alle Sterne der *Fundam. astron.* bis zu  $-50^{\circ}$  Declination, die in Argelander's Sternkataloge nicht vorkommen, wohl aber in dem Pondschen, mit diesem verglich.

Wir wissen nun, was noch von der Zukunft erwartet werden darf. Wenn neue Sonnentafeln erscheinen sollen, so kann man an diese die gerechte Forderung stellen, dass sie über keine ganze Secunde mehr von dem Himmel abweichen. Neue zahlreiche und genaue Beobachtungen des Sonnendurchmessers mögen mehr und sicherern Aufschluss über die bekannten räthselhaften Anomalien und über die Irradiationen geben. Ferner ist dringend zu wünschen, dass ein zweiter Herschel, wenn auch nicht mit Spiegelteleskopen, aber doch mit ausgezeichnet guten Refractoren anhaltende Observationen über die Beschaffenheit der Sonnenoberfläche anstelle; so seine Beobachtungen mit Auswahl sammle und mit Vorsicht als Grundlage zu einer neuern, mehr befriedigenden Theorie der Sonnenflecken benutze. — Endlich werden die Astronomen der nächsten Decennien dieses Jahrhunderts die wichtige Pflicht zu erfüllen haben, dass sie fortwährend recht viele Beobachtungen über die eigene Bewegung der Fixsterne möglichst sorgfältig anstellen, um auf der von Herschel angedeuteten und von Argelander nunmehr sicherer bezeichneten Bahn vorwärts zu dem grossen Ziele schreiten zu können, welches in der nähern Bestimmung der Grösse und Richtung der

1. *Astron. Nachr.* No. 398.

Fortbewegung unseres Sonnensystems im Welt-  
raume besteht!<sup>1)</sup> Alsdann wird die Astronomie, hoffen wir,  
einen neuen herrlichen Triumph feiern, da sie durch Arge-  
lander's Entdeckung nun endlich evident gezeigt hat, dass  
sich nur in der Sternkunde der menschliche Geist mittels der  
subtilsten Theorie und der möglichst vollkommensten Praxis  
fast ohne Fehl zu beschäftigen und die schönsten Resultate zu  
erlangen vermag!

I. Wir werden im VI. Theile erfahren, dass die Doppelsterne uns  
ein ganz neues, ähnliches Feld aufgeschlossen haben, das ungemein  
weit ist und auf welchem eine grosse, ergiebige Ernte zu halten sein  
wird. Schon sind jetzt die Bahnen einiger Doppelsterne fast zuverläs-  
sig bekannt; schon kennt man durch die Bemühungen Bessel's und  
v. Struve's die Parallaxen und Entfernungen von No. 61. Cygni und  
 $\alpha$  Lyrae. Vielleicht gelingt es nun bald auch, die Charakteristik man-  
cher Doppelsternsysteme annähernd zu bestimmen, so wie die Frage  
gewisser zu beantworten, ob das Newton'sche Gravitationsgesetz ganz  
allgemein sei oder auf jene Welten keine Anwendung finde.

## Vierter Theil.

Die

achtzehn Nebenplaneten.

### ***Der Mond; die Satelliten des Jupiter, Saturn und Uranus.***

#### *Der Mond.*

Kein Himmelskörper hat, gleich der Sonne, gewiss zuerst die Aufmerksamkeit der allerersten Beobachter des Himmels mehr auf sich gezogen, als der Mond. Dieser treue Begleiter unserer Erde auf deren jährlicher Wanderung um die Sonne erhellet durch sein sanftes Licht unsere Nächte. Er hat durch seine regelmässig wechselnden Lichtgestalten die Zeitrechnung mit begründen helfen. Dem Monde kann der Wanderer auf einsamem Wege, der Schiffer auf dem endlosen und unbekanntem Meere vertrauen. Ihm verdankt man die genaue Bestimmung der geographischen Lage fast aller wichtigen Orte auf der Erdoberfläche; der Mond endlich ist es, der durch seine Anziehungskraft die Ebbe und Fluth des Oceans bewirkt.

Zwar haben schon die ältesten Beobachter ohne alle optische und mechanische Mittel die Hauptelemente der Mondsbahn empirisch festgestellt, aber die Theorie derselben widerstand noch bis vor wenigen Decennien dem Scharfsinne der grössten Geometer. Auch ist die Form der Mayer'schen Mondstafeln, aus welchen der wahre Ort des Mondes durch, auf einander folgende, Correctionen gefunden wird, mit gewissen Abänderungen noch gebräuchlich. Allein die Entwicklung

der Mondslängengleichungen in Sinus- und Cosinusreihen von Winkeln, welche von den mittlern Bewegungen des Mondes und der Sonne abhängig sind, ist so wenig convergirend, folglich auch so mühsam, dass Laplace bei seiner neuern Mondstheorie die mittlere Länge mittels einer Function der wahren Länge, die alsdann durch Umkehrung der Reihe in den umgekehrten Ausdruck verwandelt werden kann, gegeben hat. Dass die ganze Mondstheorie noch eine andere Gestalt erhalten möchte, war mithin einer von den damaligen Wünschen, welche die Astronomen an die Geometer zu machen hatten. Wiederholte Aeusserungen Lalande's liessen zwar etwas Besonderes von Parceval erwarten, demungeachtet musste man es bedauern, dass Parceval's Bearbeitung einer Mondstheorie nicht bekannt geworden ist. Denn in der *Conn. d. T. 1805* wurde gesagt: *Parceval, habile géomètre, a terminé une grande théorie analytique de la Lune, où il donnera des formules exactes d'un bien plus grand nombre d'équations que dans les tables (de Bürg).*

Eine verbesserte Gestalt hatte, wie schon erwähnt, die Theorie des Mondes durch Laplace's Untersuchungen <sup>1)</sup> bekommen. Aber für den rechnenden Astronomen blieb die grosse, mit vielen numerischen Entwicklungen verknüpfte, Arbeit übrig, die Elemente der Mondsbahn und die Ungleichheiten der mittlern Längen aus den Beobachtungen zu bestimmen. Wegen der vermehrten Greenwicher Beobachtungen, und weil Laplace Säculargleichungen für die Länge, das Apogäum und den Knoten des Mondes entdeckt hatte, liess sich mit Recht erwarten, der Entwicklung besserer Elemente als die vorhandenen entgegen zu sehen. Die Masson'schen Mondstafeln gaben bereits Fehler von 30 bis 50 Secunden.

Unentbehrlich ist für den jetzigen Zustand der Schiffahrt eine genaue Theorie des Mondes; es war also natürlich, dass zwei rivalisirende Nationen, England und Frankreich, das Verdienst um deren Vervollkommnung theilen würden. Der Londoner Societät der Wissenschaften verdankt man die erste Bearbeitung genauer Mondstafeln durch Tobias Mayer, und

1. *Monatl. Corr.* IV. S. 113; VI. S. 273.

den doppelten Preisen des Pariser Instituts die noch weit vollkommnern Tafeln Bürg's. Da Deutschland damals keine Seemacht hatte, so darf man es deutschen Instituten gerade nicht zum Vorwurf machen, dass sie es geschehen liessen, wie deutsches Talent nur durch Preise fremder Länder Aufmunterung und Belohnung fand.

Bürg's erste, aber noch dem vorigen Jahrhundert angehörende, Preisschrift enthielt so viele Rechnungen und Untersuchungen über Mondstheorie, dass man in Paris sogleich mit Zuversicht hoffte, es würden sich daraus unzweifelhaft die vollständigen Gleichungen für wahre Länge, Breite und Parallaxe des Mondes mit höchst möglicher Genauigkeit und Vollständigkeit herleiten lassen. Daher wurde auch nun im Jahre 1800 als Preisaufgabe die Entwerfung vollständiger Mondstafeln aufgestellt. In Folge derselben erschienen jetzt Bürg's Tafeln, welche alle Bedingungen so vollkommen erfüllten, dass Bürg den doppelten Preis von 12,000 Francs erhielt. Bürg selbst hat sich zu Anfange des Jahres 1802 sehr umständlich über seine Tafeln in der *Monatl. Corr.* V. S. 241 u. f. ausgesprochen <sup>1)</sup>.

Diese, 1806 mit Delambre's Sonnentafeln vom Bureau des longitudes zugleich herausgegebenen, Mondstafeln beruhen auf einer Reihe von mehr als 3200 Beobachtungen des Mondes, aus denen Bürg zur Bestimmung aller Mondsungleichheiten eben so viel Bedingungsgleichungen hergeleitet hat. Diese Herleitung war eine ungemein mühsame Arbeit, da nach einer, von Bürg in seiner Preisschrift gegebenen, Probe die völlige Mittheilung dieser Bedingungsgleichungen den Raum von 1500 Seiten eingenommen haben würde. Mayer hatte bekanntlich 14 Gleichungen in seinen Mondstafeln, Masson 22, Bürg aber nahm noch 6 Gleichungen auf, welche die Mayer'sche Mondstheorie ebenfalls gab, jedoch früher mit Unrecht vernachlässigt worden waren. Jeder Coefficient dieser Ungleichheiten wurde durch 10 bis 1200 Beobachtungen bestimmt, und blos für einen einzigen betrug die Zahl der Beobachtungen 668. Bürg überzeugte sich im Laufe dieser Untersuchung, dass bei der grossen

1. Man sehe auch *Monatl. Corr.* XIII. S. 413 u. 557, XIV. S. 19.



Menge vorzüglicher Beobachtungen, welche zu diesen Entwicklungen angewendet worden waren, keine Ungleichheit, deren Coefficient bloß 2" betrug, unentdeckt bleiben könne. Darum nahm er noch vierzehn andere, aus Mayer's Theorie folgende, Ungleichheiten ebenfalls in seine Rechnung mit auf, und bestimmte deren Coefficienten. Wenn der Erfolg der anfänglichen Erwartung, vielleicht noch einige bedeutende Gleichungen auf diesem Wege aufzufinden, nicht entsprach, da nur bei zwei Gleichungen der Coefficient auf zwei Secunden ging: so war doch jedes Mal das Resultat dieser Untersuchung deshalb interessant, weil man nun mit Sicherheit annehmen konnte, dass in den Mondstafeln irgend eine bedeutende Gleichung nicht mehr fehlte.

Eine grosse Schwierigkeit, die ohne Hilfe der Analyse schwerlich hätte gelöst werden können, verursachte die Bestimmung der mittlern Bewegung. Zweihundert Beobachtungen von Flamsteed, mit der Epoche von 1779 verglichen, gaben für die Mayer'sche Säcularbewegung eine Verminderung von 27",6, mit der Masson'schen Epoche von 1756 aber 54",5. Greenwicher Beobachtungen von 1765 und 1766, mit andern in den Jahren 1792 und 1793 zusammengestellt, gaben die Correction — 66". Dass diese Differenzen nicht bloß durch eine Correction der mittlern Bewegung entfernt werden konnten, war unzweifelhaft. Dieses Resultat der Beobachtung würde noch lange räthselhaft geblieben sein, hätte nicht Laplace bei einer wiederholten Revision seiner Mondstheorie eine Gleichung von einer 184-jährigen Periode gefunden, deren Argument apog.  $\oslash$  + 2  $\oslash$  — 3 apog.  $\odot$  ist. Ihr ungemein kleiner Coefficient erhielt durch den, vermöge zweimaliger Integration eingeführten, Divisor von 0,00000016526 einen bedeutenden Werth. Allein die Function, welche aus der Theorie den Werth dieses Coefficienten gab, und die aus dem Product von vier Grössen bestand, war so verwickelt, dass es Laplace für rathsamer hielt, diesen bloß aus den Beobachtungen zu bestimmen. Es wurden demnach die vorher gefundenen Correctionen der Epochen für 1691, 1756 und 1801 benutzt, um daraus nebst diesem Coefficienten (14",0) die Correction der Epoche für 1750 und die Verminderung der mittlern Säcularbewegung

herzuleiten. Diese neue Gleichung und die damit verbundenen Bestimmungen (vermöge deren die aus einer grossen Menge Beobachtungen gefundenen Correctionen der sechs Epochen von 1691, 1756, 1766, 1779, 1789 und 1801 auf das Vollkommenste dargestellt werden) musste man damals als wahren Gewinn für die Mondstheorie betrachten, weil sonst stets eine merkliche Ungewissheit über die Säcularbewegung des Mondes zurückgeblieben wäre. Die Bürg'schen Mondstafeln gaben auf Veranlassung einiger späterhin von Le Français Chabrol und Burckhardt angestellten Berechnungen für die Epoche der Länge  $4''$  weniger, für die Anomalie  $58,6''$  mehr, als die ursprünglichen Bürg'schen Bestimmungen.

Die vortrefflichste Uebereinstimmung der Bürg'schen Längengleichheiten mit Laplace's Theorie musste das Zutrauen zu dieser für die Breite und Parallaxe, wo die Approximationen weit einfacher und genauer sind, sehr erhöhen. Auch war man (wie noch jetzt) darüber einverstanden, dass für diese beiden Elemente nur die constanten Grössen, Neigung der Bahn und die Constante der Mondparallaxe, aus den Beobachtungen, alles übrige aber aus der Theorie zu nehmen sei. Bürg hatte anfangs blos die Neigung neu bestimmt, und die andern Breitungsgleichungen in der Ueberzeugung, dass er nicht hoffen könne, etwas Besseres zu finden, aus Masson's Tafeln beibehalten, kam aber bald auf die Annahme des, von Laplace dafür gegebenen, Ausdrucks zurück.

Ob für die Mondparallaxe alles aus der Theorie genommen werden müsse oder nicht, darüber waren die Meinungen noch im Jahre 1811 getheilt. Aus der sorgfältigen Benutzung der Lacaille'schen Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und der correspondirenden europäischen von Bradley, Wargentin und Lalande, dann aus den grössten südlichen und nördlichen Mondbreiten und endlich aus einer Vergleichung der, durch Sternbedeckungen und Mondculminationen gegebenen, Längenfehler fand Bürg für jene Constante  $57' 1''$ . Später hat Olufsen, wie in der Folge erwähnt werden wird, diesen Gegenstand wieder aufgenommen und weit gründlicher behandelt.

Die theoretische Bestimmung aber hängt von der Mond-

masse, dem Erdradius und der Länge des einfachen Secundenpendels ab. Die sichersten Bestimmungen für diese Elemente gaben die Parallaxe  $56' 59''$ , 51. Burckhardt, welcher den Einfluss untersuchte, den mögliche oder wahrscheinliche Fehler in jenen Elementen auf die gesuchte Grösse haben können, fand, dass dies nicht über  $2''$  betragen könne; er war daher geneigt, dem theoretischen Resultate den Vorzug einzuräumen. Der Unterschied beider Bestimmungen war so klein, dass sich ein bestimmtes Urtheil über das Vorzügliche der einen oder andern damals nicht bilden konnte.

Das Verhältniss des Durchmessers zur Parallaxe nahm Bürg  $52' 44''$ ,  $0:60' 8''$  an. Schon Triesnecker vermuthete, dass dieser Durchmesser um  $2''$  vermindert werden müsse, und mehrere centrale Sternbedeckungen gaben dem Seeberger Astronomen das nämliche Resultat. Wünschenswerth blieb es also, dass dieses Element, was für Längenbestimmungen so wichtig ist, noch einer umständlichern Untersuchung unterworfen werden möchte.

Es sind hier in einer Folge die Resultate der Mondarbeiten von Bürg, Bouvard und Laplace <sup>1)</sup> dargestellt, da es allgemein anerkannt ist, dass diese Bestimmungen die vollkommensten waren, welche man am Ende des ersten Decennium dieses Jahrhunderts über Mondtheorie besass.

Ausser Bürg beschäftigten sich damals noch Triesnecker, Oltmanns und v. Zach mit Herausgabe von Mondstafeln. Triesnecker, der aus vielen Sternbedeckungen die Gleichungen des Mondes herzuleiten versucht hatte, machte die darauf gegründeten Tafeln in den *Wiener Ephemeriden für das Jahr 1803* bekannt. Oltmanns ward wegen der Reduction der Humboldt'schen Beobachtungen zu der Berechnung vieler Mondörter veranlasst. Um nun aber, weil die Bürg'schen Mondstafeln gerade noch nicht existirten, die höchst mühsame Arbeit jener Reductionen zu ersparen, entwarf Oltmanns nach Bürg's Längen- und nach Laplace's Breiten- und Parallaxengleichungen selbst Mondstafeln.

Ganz identisch in Hinsicht der zu Grunde gelegten Ele-

1. *Monatl. Corr.* XXIV. S. 564.

mente mit den Tafeln von Oltmanns war die Arbeit v. Zach's. Dieser berühmte Astronom gab 1809 zu Florenz Mondstafeln heraus, die sich vorzüglich durch die, zum ersten Male gegebenen Epochen der Argumente auszeichneten. Die v. Zach'schen Mondstafeln sind ungeachtet ihrer Vollständigkeit durch eine ziemlich sinnreiche Verbindung von trigonometrischer und Tafelrechnung auf einen sehr kleinen Raum reducirt.

Wichtig für die Theorie der Bahn des Mondes ist dessen Masse, und mehrere Astronomen versuchten daher, sie aus sehr verschiedenen Erscheinungen herzuleiten. Aus dem, durch Greenwicher Observationen bestimmten, Coefficienten der Mondsgleichung für die Erde fand Delambre  $\frac{1}{69,2}$  als Masse des Mondes und Bürg aus der Mondsparrallaxe  $\frac{1}{74,2}$ . Die Maskelync'sche Bestimmung der Nutation gab  $\frac{1}{71,5}$ . Aus den zu Brest beobachteten Erscheinungen der Ebbe und Fluth aber folgerte Laplace den Werth  $\frac{1}{59}$ , aus der Verbindung von Präcession und Nutation Pasquich  $\frac{1}{91,8}$ , welches letztere Resultat jedoch ganz unwahrscheinlich ist. Auch musste der Werth  $\frac{1}{59}$  zu gross sein, da die Brester Fluthen durch Localumstände vergrössert zu werden scheinen. Uebrigens glaubte Laplace, dass man  $\frac{1}{68,5}$  für die Mondsmasse als wahrscheinlichsten Werth annehmen könnte.

Das folglich noch immer problematisch gebliebene Element der Mondsmasse erhielt indessen, noch ehe das Jahr 1815 herankam, drei neue Bestimmungen. Aus Burckhardt's Coefficienten der Mondsgleichung folgte  $\frac{1}{75}$  als Mondsmasse; v. Lindenau's aus den beobachteten Rectascensionen des Polarsterns abgeleitete Nutationsconstante  $8'',958$  gab  $\frac{1}{88}$ , und Laplace endlich fand aus einer abermaligen, sorgfältigern Untersuchung

der Brester Fluthbeobachtungen die Nutationsconstante  $9,7$  und  $\frac{1}{68}$  als Mondsmasse.

Bekanntlich hatte Euler aus seiner Theorie die, späterhin von Laplace entdeckte, Säculargleichung der Länge nicht gefunden, und man glaubte, dass der Grund davon in der Theorie selbst läge. Allein Schubert zeigte scharfsinnig und gründlich, dass dies nicht der Fall war, sondern dass bloß die, von Euler nicht berücksichtigte, Variation der Ellipticität der Erdbahn das Nichtauffinden dieser Gleichung veranlasst hatte.

Mit einem Versuche, die Mayer'sche Mondsparallaxe aus Sonnenfinsternissen zu verbessern, beschäftigte sich Rumovsky. Seine Methode, die eine grosse Genauigkeit nicht gewähren konnte, gab ihm eine Verminderung von  $1''$  bis  $5''$ , was aber nach den bessern Bestimmungen nicht hinreichend ist.

Wesentlichen Einfluss auf die verbesserte Construction künftiger Mondstafeln und auf die erleichterte Berechnung von Mondstörtern äusserte eine, vermuthlich im Jahre 1809 gearbeitete, Abhandlung von Burckhardt, in welcher dieser Astronom die meisten Argumente der Mondungleichheiten in mittlere verwandelt hat. Nur vier Gleichungen, Evection, Mittelpunkts-gleichung, Variation und Reduction, verlangten verbesserte Argumente. Da jedoch durch diese Transformation die Zahl der Gleichungen bloß um fünf vermehrt wurde, so wünschte man im Jahre 1811, dass ein Rechner diese Formeln benutzen und nach denselben neue Mondstafeln construiren möchte. In derselben Abhandlung brachte Burckhardt eine eigenthümliche Methode in Vorschlag, sich bei Bestimmung der Coefficienten von Störungsgleichungen aus Beobachtungen die Formation der Argumente zu erleichtern. Er selbst findet bei einer Anwendung dieser Methode auf 900 Maskelyne'sche Beobachtungen einen Coefficienten von  $4,7$  für eine neue Mondsgleichung, deren Argument anom. med.  $\text{D} + \text{Arg. der Ungleichheit von 184}$  Jahren ist.

Von allen Mondselementen bleibt wohl die Bestimmung des Knotens noch jetzt der schwierigste. Bürg selbst war mit seinem Resultat späterhin nicht vollkommen zufrieden, und hielt es noch selbst auf die Minute ungewiss. Sechs Secunden in der

beobachteten Breite sind hinreichend, diesen Fehler zu geben. Burckhardt schlug daher vor, Sternbedeckungen dazu zu benutzen und den Einfluss einer unsichern Sternbreite dadurch zu eliminiren, dass die Bestimmung bloß durch solche Beobachtungen geschieht, wo derselbe Stern ein Mal in der Nähe des aufsteigenden und das andere Mal beim niedersteigenden Mondsknoten bedeckt worden ist. Das Mittel aus beiden Bestimmungen wird dann den wahren Ort des Knotens geben. Der Vorschlag war zwar sinnreich, allein die dabei vorausgesetzte absolute Richtigkeit der Breitenstörungen und dann auch die Seltenheit der hierzu erforderlichen Beobachtungen würden der Ausführung bedeutende Schwierigkeiten in den Weg legen.

Wie aus den *Miländer Ephemeriden von 1812* zu ersehen war, hatte auch Carlini sich mit einem Theile der Mondstheorie beschäftigt. Er vollendete nämlich damals die mühsame Entwicklung, sämmtliche Gleichungen von Bürg in gleichgeltende mit mittlern Argumenten zu transformiren. Es würde jedoch eine Tafelconstruction nach solchen Gleichungen, deren Zahl sich auf 84 beläuft, für die numerische Praxis keine vortheilhafte gewesen sein.

Einige neue Verbesserungen der Bürg'schen Bestimmung des Knotens und seiner Säcularbewegung fand Bouvard. Viele deshalb von ihm in Rechnung genommene Beobachtungen älterer Finsternisse zeigten ihm nämlich die Nothwendigkeit einer Aenderung in der Säcularbewegung des Knotens. Denn ohne diese Verbesserung würde die, den 25. Dec. 582 n. Chr. Geb. einen Zoll gross wahrgenommene, Mondfinsterniß gar nicht haben stattfinden können. Auch wegen anderer Beobachtungen glaubte Bouvard, jene Bewegung um 2 Min. 21 Sec. vermehren zu müssen. Für die Epoche des Supplements des Mondsknotens von 1801 gaben 180 zu Greenwich und Paris angestellte Observationen des Mondes eine Verbesserung von  $-55$  Sec., und hiernach für erwähnte Epoche dessen Länge  $546^{\circ}4'42''.9$  und dessen Säcularbewegung  $154^{\circ}6'51''.4$ . In dem neuen Abdrucke des ersten Bogens der Bürg'schen Mondstafeln ist diese Verbesserung enthalten.

Während Bürg die stete Ausfeilung seiner Mondstafeln immer im Auge behielt, hatte der deutsche, aber fortwährend

in Paris lebende Astronom Burckhardt im Jahre 1811 seine Arbeit, die ihn seit einigen Jahren unablässig beschäftigte, vollendet, dem Pariser Institut und Bureau des Longitudes im December 1811 zur Beurtheilung vorgelegt, 1812 aber dem astronomischen Publikum als *Tables de la Lune (publiées par le Bureau des Longitudes de France)* übergeben. Nachdem ein Bürg aufgetreten war, konnte nur die sorgfältigste Benutzung aller neuen Hilfsmittel, und dann die Vergleichung der Theorien Bürg's und Burckhardt's mit einer bedeutenden Menge von Beobachtungen (304 an der Zahl) entscheiden. Die Entscheidung war für die, auf mehr als 4000 Beobachtungen gegründeten, Tafeln Burckhardt's. Die Längen- und Breitenvergleichen gaben die Summe der Quadrate der Fehler bei Burckhardt kleiner als bei Bürg. Die von dem Verfasser gewählte Darstellungsart der Mondgleichungen, so wie des Verfahrens, den wahren Mondsort zu berechnen, ist vorzüglicher als das bis zum Jahre 1811 hierin Geleistete. Burckhardt's Methode kann übrigens als eine Mischung der von Mayer und der von Schulze <sup>1)</sup> gegebenen Entwicklungen betrachtet werden. Mit Ausnahme von Evection, Mittelpunktsgleichung, Variation und Reduction sind die Argumente aller andern Gleichungen, die sich nun mit Ausschluß der, hier zum ersten Male aufgenommenen, zwei planetarischen Störungen auf 50 belaufen, in mittlere Argumente verwandelt. Die Argumente der Breite sind durch die, in sie eingeführte, wahre Mondlänge auf 12 reducirt worden. Die bei den frühern Mondstafeln so mühsame Formation der Argumente und die vorläufige Berechnung des wahren Sonnenortes hat Burckhardt glücklich zu beseitigen gewusst. So ist denn ein Drittheil, vielleicht gar die Hälfte des frühern Aufwands an Zeit und Mühe erspart. Wären übrigens alle, nicht über 10 Secunden betragenden, Gleichungen in Tafeln mit doppelten Eingängen dargestellt und resp. vereinigt worden, und wäre für Formation der Argumente die, wie v. Lindennau sehr richtig bemerkte, auch hier mit Vortheil in Anwendung zu bringende glückliche Idee Carlini's, jene in Einheiten der mittlern täglichen Bewegung darzustellen,

1) In den *Berliner Memoiren* 1781.

benutzt worden: so würde Burckhardt alles das gethan haben, was man billiger Weise nur von ihm hätte verlangen können. Was in Burckhardt's Mondstafeln die Parallaxengleichungen betrifft, so sind dieselben genau nach der Laplace'schen Theorie gegeben. Denn die Constante der Parallaxe ist zu  $5420',5$  angenommen. Sie ist dieselbe, welche von

Laplace und später von Damoiseau mit  $\frac{D}{a}$  bezeichnet ward,

wo  $D$  den Aequatoreal-Erdhalbmesser und  $a$  die, von der Anziehung der Erde und Sonne bedingte, mittlere Entfernung des Mondes bezeichnet. Der Werth obiger Constante ist zwar weder von Burckhardt irgendwo angegeben, noch aus den Tafeln unmittelbar zu ersehen, da alle Aequationen zur grössern Bequemlichkeit des Rechnens positiv gehalten sind; allein man weiss doch, dass Burckhardt <sup>1)</sup> die Laplace'sche Methode

der Constantenbestimmung, wenn hierbei  $\frac{1}{68,5}$  als Werth der

Mondsmasse angenommen wird, für die genauere hielt. Zur Zeit, als die Tafeln erschienen waren, bedauerte man es, dass Burckhardt seinen Gleichungen nicht die bisherige Mayer'sche oder Laplace'sche Form gegeben habe. Dafür wurde man aber durch zwei andere Zugaben entschädigt, welche Burckhardt an das Ende seiner Tafeln gestellt hat. Die erste betrifft eine Reduction der Argumente für jeden wahren Mittag und Mitternacht, sehr nützlich für Ephemeridenberechner, welche die Mondsörter für diese Zeitmomente zu suchen haben. Die zweite Zugabe besteht in der Berechnung der Syzigien. — Uebrigens verweisen wir unsere Leser, welche sich mit den Burckhardt'schen Mondstafeln näher bekannt machen wollen, theils auf diese selbst, theils auf einen im Junihefte des XXVII. Bandes der *Monatl. Corresp.* befindlichen Aufsatz.

Es ist merkwürdig, dass zu der Zeit, als die Burckhardt'schen Mondstafeln in Deutschland bekannt wurden, die eigentlichen Quellen, so wie die vollständige Theorie überhaupt, welche diesen Tafeln zum Grunde liegt, noch lange unbekannt blieben. Hierdurch wurde natürlich jede directe Vergleichung

1. *Conn. d. T.* 1806.



der Bürg'schen und Burckhardt'schen Mondstafeln, so wie die richtige Beurtheilung des Werthes derselben, verhindert. Erst später, aber doch noch vor dem Jahre 1815, wurden die einzelnen Vergleichen der Bürg'schen und Burckhardt'schen Mondstafeln mit 505 Greenwicher und Pariser Beobachtungen bekannt gemacht. 166 Beobachtungen vom 19. Januar 1802 bis zum 24. Juni 1807 gaben als mittlern Fehler der Bürg'schen Tafeln  $+ 0'',180$  in Länge, der Burckhardt'schen  $+ 0'',095$ , in der Abweichung aber resp.  $3'',51$  und  $2'',29$ . Das Bureau des longitudes ertheilte daher den Mondstafeln von Burckhardt den Vorzug. Indessen vermuthete v. Lindenau, dass, weil die negativen Declinationsfehler in beiden genannten Tafeln sehr überwiegend wären, eine noch erforderliche Verbesserung wohl nicht unwahrscheinlich sei. Auch konnte weder v. Lindenau, noch Bohnenberger gut einsehen, warum bei den erwähnten Vergleichen die Correctionen für verschiedene Ebenen, ein Mal für Länge und Abweichung, und dann wieder für gerade Aufsteigung und ohne Abweichung gegeben worden wäre. Das Unangenehmste aber ist der sehr fehlerhafte Druck in Bürg's und Burckhardt's Tafeln.

Bürg schritt um diese Zeit in seinen ausgedehnten Untersuchungen über die Theorie der Mondsbahn mit seltener Ausdauer vorwärts; fand aber an seinen frühern Bestimmungen, selbst die des Mondsknotens, wenig oder nichts zu ändern. — Dagegen erhielt Oltmanns aus beobachteten sehr alten, totalen ringförmigen Sonnenfinsternissen einige Verbesserungen der Bürg'schen Knotenbewegung. Diese Herleitungsweise ist in der That ein sehr gutes Verfahren, wären nur die Alten so glücklich gewesen, bereits das Fernrohr zu haben.

Wegen der ungeheuer grossen Masse der Sonne und wegen der Entfernung des Mondes von seinem Centralkörper (der Erde) sind die Ungleichheiten des Mondes weit schwieriger, als die des Merkur, der Venus, des Mars, Jupiter und Saturn zu entwickeln. Denn die Störungen der elliptischen Bewegung des Mondes durch die Sonne sind so zahlreich und bedeutend, dass man bei den dafür erhaltenen wenig convergirenden Reihen sehr grosse Mühe hat, sich rücksichtlich der äusserst zahl-

reichen Glieder, die hier vernachlässigt werden müssen, versichert zu halten, dass deren Coefficienten bei den stufenweisen Integrationen keinen erheblichen Werth erlangen können. Indessen ist dies glücklicher Weise nur bei den Entwicklungen der Reihe für die mittlere Länge hauptsächlich der Fall.

Es ist merkwürdig, dass Bürg nicht aufhörte, sich auf das Angestregteste mit der Verbesserung der Mondselemente zu beschäftigen, selbst dann noch, als bereits Burckhardt mit seinen Mondstafeln den Sieg über die von Bürg errungen hatte. Man muss hier voraussetzen, dass in Bürg entweder nur reine Liebe zu dem Gegenstande seiner Beschäftigung, oder die Hoffnung geherrscht hat, einst doch noch vollkommnere Mondstafeln, als die Burckhardt'schen waren, der Welt überliefern zu können. Selbst als in den ersten Jahren des dritten Decennium ein zweiter Concurrent, der Baron Damoiseau, zum ersten Male mit seinen ganz neuen Mondstafeln (von welchen wir bald sprechen werden) aufgetreten war, fuhr Bürg in seinen, nun schon so viele Jahre lang fortgesetzten, Untersuchungen unermüdet fort! So hatte er z. B. im Jahre 1821 fast 5000 Mondsbeobachtungen verglichen, später aber, nämlich im Sommer 1824, sich mit einer sehr sorgfältigen Discussion über den Werth des Mondhalbmessers bei Reduction der Meridianbeobachtungen beschäftigt. Hierzu veranlasste ihn die wichtige Frage, ob Meridianbeobachtungen mit dem, von Burckhardt angenommenen, Halbmesser des Mondes reducirt werden sollten. Dass dieser Halbmesser den beobachteten Dauerzeiten bei Occultationen der Sterne 1. und 2. Grösse, so wie bei Sonnenfinsternissen mehr entspreche, als ein grösserer, war bekannt. Sollte man indessen annehmen dürfen, das Bild werde in den Fernröhren mehr oder weniger durch Irradiation vergrössert, so wird es allerdings zweifelhaft, ob der Burckhardt'sche Mondhalbmesser auch bei Meridianbeobachtungen anwendbar sei. Denn die letztern müssen offenbar mit dem Durchmesser, wie er im Fernrohre erscheint, reducirt werden. Bürg fand nun in Folge seiner Untersuchungen auf zwei verschiedenen Wegen das Resultat, dass der in seinen Tafeln angegebene Halbmesser des Mondes eher vermehrt, als vermindert werden müsse, um die in Greenwich beobachteten Ascensionen

der Ränder des Mondes (auf welche Beobachtungen er seine Arbeit basirt hatte) auf den Mittelpunkt zu bringen.

Schon mehrere Jahre früher hatte die französische Akademie in Ansehung des Umstandes, dass Burckhardt's und Bürg's Mondstafeln doch noch zuweilen 50 und mehr Secunden mit einzelnen Beobachtungen differirten, so wie auf Laplace's Wunsch, einen Preis auf die vollständige und rein theoretische Bestimmung des Mondlaufs gesetzt, d. h. auf eine solche Bestimmung, bei welcher nichts als Kenntniss der Elemente der elliptischen Bewegung zu einer bestimmten Periode vorausgesetzt wird. Darauf erschienen im Jahre 1820 zwei Preisschriften, die eine von Damoiseau allein, die andere von Plana und Carlini<sup>1)</sup> gemeinschaftlich ausgearbeitet, eine so vortreflich wie die andere, so dass beide gekrönt wurden.

Ungeachtet aller dieser Arbeiten und Begebenheiten, welche Bürg's Verdienste um die Mondstheorie sehr in den Hintergrund zu stellen droheten, hatte Bürg sich hierdurch nicht abschrecken lassen, sondern im Jahre 1824 seine mehrjährigen Untersuchungen grösstentheils beendigt. Bereits ein Jahr früher hatte er nämlich gefunden, dass die von ihm früher bestimmte mittlere Bewegung des aufsteigenden Mondknotens bedeutend zu gross, jährlich nicht unter 2 Secunden sei.

Bürg begann seine Vorarbeiten damit, alle von 1765 bis 1795 in Greenwich angestellten 3235 Beobachtungen auf das sorgfältigste mit seinen Tafeln zu vergleichen. Dann berücksichtigte er alles, was auf die Breite Bezug hat, bestimmte auch eine Epoche des Knotens, die mittlere Neigung der Bahn und den Coefficienten der Gleichung, deren Argument die Länge des Mondes ist. Das Resumé seiner mühsamen numerischen Entwicklungen hat Bürg in No. 41 der *Astron. Nachr.* gegeben, worauf wir hiermit verweisen. Bald nachher hatte sich Bürg auch die sorgfältigste Mühe gegeben, die Epoche der mittlern Länge des Mondes für 1779, die jährliche Aenderung derselben, die Gleichung der Länge, welche von der Abplattung der Erde abhängt, und die Variation nebst der daraus folgenden Sonnenparallaxe möglichst genau zu bestimmen, auch Ver-

1. *Plana Théorie du mouvement de la Lune. III. Tomes. 4. Turin.*

Jahn, Gesch. d. Astronomie.

gleichungen mit den von Burckhardt und Damoiseau gefundenen Resultaten anzustellen. Bürg legte die Ergebnisse seiner mühsamen und ausgedehnten Arbeit in No. 75 der *Astr. Nachr.* den Astronomen zur Beurtheilung vor. Das Ganze gründete sich auf jene Ascensionen der bekannten Fundamentsterne, die Bessel aus Bradley's Beobachtungen für 1755 und aus seinen eigenen für 1815 hergeleitet hat. Endlich hoffte Bürg bald auch die Epoche der mittlern Anomalie des Mondes für 1779 bekannt machen, und vielleicht zugleich etwas über die mittlere Bewegung derselben sagen zu können.

Damoiseau war also, wie schon erwähnt, der Erste, welcher es versucht hat, auf die Attractionstheorie allein Mondstafeln zu begründen. Im Jahre 1828 erschienen zu Paris seine verbesserten *Tables de la Lune, formées par la seule théorie de l'attraction, et suivant la division de la circonférence en 360 degrés*. Diese vom Bureau des Longitudes veröffentlichten Tafeln — in welchen, wie die bisher viel vollkommeneren Planetentafeln, bloß diejenigen constanten Grössen aus den Beobachtungen aufgenommen sind, die allein von diesen genommen werden dürfen — differiren in den Resultaten nur wenig von denen, welche im Jahre 1824 erschienen waren, und von welchen sich die Theorie in dem ersten Theile der *Mémoires de l'Institut (Savans étrangers)* vorfindet. In Damoiseau's neuern Tafeln sind mehrere kleinere Glieder berücksichtigt worden, welche bisher in den Entwicklungen gewisser Mondfunctionen vernachlässigt waren. Die hieraus entstehenden Aenderungen, wenn sie gleich in Bezug auf das Numerische fast unmerklich sind, können wegen der Genauigkeit der Analyse doch nicht mehr vernachlässigt werden. Einige mit den Beobachtungen angestellte Vergleichen der Tafeln (zu verschiedenen Epochen) haben zur Genüge gezeigt, dass weder in der mittlern Bewegung des Mondes, noch in den übrigen Elementen irgend eine merkliche Verbesserung nöthig sein wird. Die Epoche der Damoiseau'schen Mondstafeln ist 1. Januar 1801 Mitternacht Pariser Meridian (nämlich vom 31. Dec. zum 1. Jan.); die Säcularbewegung der mittlern Länge ist  $307^{\circ} 52' 41''{,}6$ , die der mittlern Anomalie  $198^{\circ} 49' 55''{,}0$  und die des Knotens  $134^{\circ} 9' 57''{,}5$ ; die resp. Epochen derselben sind  $111^{\circ} 36' 42''{,}8$ ,

205° 29' 58",4 und 15° 54' 54",2. Die Zahl der Gleichungen für die wahre Länge des Mondes beträgt 47, für die Nutation 5, für die Aequatorealparallaxe 18, für die Glieder erster Ordnung der stündlichen Bewegung in Länge 57, für die Glieder zweiter Ordnung aber 17, für die Breite sind 16 Argumente, für die stündliche Bewegung in Breite 15 Glieder erster und 2 Glieder zweiter Ordnung gegeben. Der Gebrauch der Tafeln ist demnach sehr mühsam, wenn gleich im Mechanismus des Rechnens einfach und sicher.

Was Damoiseau's Mondstheorie vorzüglich bemerkenswerth macht, ist dies, dass dieser grosse französische Geometer durch einen ihm eigenthümlichen Kunstgriff es erlangt hat, dass sowohl die Glieder, welche einen, als auch die, welche zwei Massenfactoren enthalten, nach ihrer numerischen Grösse, ohne dass man sich nach ihrem analytischen Grade richtet, beibehalten oder weggelassen werden konnten. Dies ist nun ein sehr wesentlicher Vortheil, weil nicht selten die Glieder, welche in Bezug auf Excentricität von einer höhern Ordnung sind, dennoch grösser ausfallen, als die von niedrigerer Ordnung. Uebrigens ist noch zu bemerken, dass nach Damoiseau die, in Secunden ausgedrückte, Horizontalparallaxe  $\pi$  des Mondes am Aequator

$$\pi = 5454'',0 + 186'' \cos m + 10'' \cos 2m \\ + 28'' \cos 2a + 54'' \cos (2a - m)$$

ist, wo  $m$  die von seinem Perigäum an gerechnete mittlere Anomalie des Mondes,  $a$  aber seine mittlere Länge weniger der mittlern Sonnenlänge bezeichnet. Damoiseau's Mondstafeln haben bisher so gut mit den besten Beobachtungen des Mondes übereingestimmt, dass wohl nur sehr wenig mehr zu ihrer völligen Vollendung zu wünschen übrig sein möchte.

Auch Poisson hat sich später, nachdem Burckhardt und Bürg gestorben waren, mit Mondstheorie beschäftigt. Denn am 17. Juni 1853 las er der Pariser Akademie ein *Mémoire sur le mouvement de la Lune autour de la Terre* vor. Eine beabsichtigte Vereinfachung der rein theoretischen Auflösungen Plana's und Damoiseau's war der Inhalt der genannten merkwürdigen Abhandlung. Auch zeigte Poisson in derselben, dass keine Gleichung von langer Periode, wie sie durch Flam-

steed's, Bradley's und Maskelyne's Beobachtungen angedeutet zu werden scheint, in blos auf Theorie basirten Mondstafeln vorkommen darf. Bei einer Gleichung von 179 Jahren<sup>1)</sup>, deren Coefficienten Burckhardt aus Beobachtungen zu  $12\frac{1}{2}$  Secunden bestimmt hatte, fand Poisson denselben mittels der Theorie noch nicht ein Tausendtheil einer Secunde gross.

Einige schriftliche Mittheilungen v. Schubert's (um das Jahr 1818) über die Methode der Alten, die Parallaxe des Mondes zu bestimmen, abgerechnet, hat Olufsen in der neuern Zeit sehr schätzbare Untersuchungen über den Werth der Mondparallaxe, die aus den in der Mitte des vorigen Jahrhunderts angestellten correspondirenden Beobachtungen abgeleitet werden kann, angestellt. Bekanntlich hatten schon öfters einige Geometer nach Laplace's Beispiel es vorgezogen, den Werth der Mondparallaxe auf einem Wege zu suchen, der weniger direct ist, als die Methode mittels correspondirender Meridianbeobachtungen. Indessen würde die Richtigkeit eines solchen Verfahrens blos dann als erwiesen betrachtet werden können, sobald es schon nachgewiesen wäre, dass die zur Bestimmung der Parallaxe vorhandenen Data auf dem einfachern Wege nicht ausreichen, diese Bestimmung mit der gewünschten Sicherheit zu gewähren. Die frühern Bearbeitungen dieses Gegenstandes liefern zur Beurtheilung der Grösse der zufälligen Fehler in den gebrauchten Beobachtungen, so wie des Einflusses, welchen etwaige zweifelhafte Reductionselemente auf das Resultat haben können, theils wegen der Mittheilungsform, theils wegen der in der Berechnung gebrauchten Methode, nicht Beiträge genug. Darum schien dem Kopenhagener Astronomen Olufsen eine neu vorzunehmende Reduction in mehrfacher Hinsicht nicht ganz unnütz zu sein. Eine Berücksichtigung nämlich der beinahe zweijährigen Bemühungen der grössten Beobachter im vorigen Jahrhundert und der neuern Materialien wird wahrscheinlich einst vorgenommen, und also eine Vorarbeit über die ältern Data, in welcher nicht ohne Nothwendigkeit dem Rechner vorgegriffen ward, stets ein brauchbares Hilfsmittel sein. Hierzu wird ohne Zweifel auch der Umstand günstig beitragen, dass auf dem Vorgebirge der guten

1. In Burckhardt's Tafeln.

Hoffnung die, in neuester Zeit errichtete, Sternwarte diesem Gegenstande schon ihre Aufmerksamkeit gewidmet hat.

Olufsen giebt <sup>1)</sup> nun den Weg an, den er bei der Entwicklung der allgemeinen Bedingungsgleichung, die man durch die Verbindung zweier correspondirenden Beobachtungen für die Bestimmung der Mondsparrallaxe erhält, genommen hat. Zu der numerischen Rechnung hat Olufsen fast alle correspondirenden Beobachtungen benutzt, welche auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung von Lacaille, zu Greenwich von Bradley, in Paris von Cassini de Thury, zu Berlin und Bologna von Lalande und Zanotti vom Juni 1751 bis Sept. 1752 angestellt worden sind.

Aus diesen Beobachtungen erhellet, dass die Observatoren besonders darauf bedacht gewesen sind, den Einfluss aller Fehler der Reductionselemente, so wie der Theilungen der Instrumente zu vermeiden. In dieser Absicht hatten sie die Anordnung getroffen, dass der Mond jedesmal auf allen, an diesen Beobachtungen theilnehmenden, Sternwarten mit gewissen, vorher bestimmten und der Declination nach nicht sehr verschiedenen, Sternen verglichen werden sollte. Es wurden hierzu überall Instrumente angewandt, die im Meridian aufgestellt waren. Die hiermit gemessenen und schon reducirten Zenithdistanzen des Mondes und der Sterne, die jedes Mal für alle Beobachter zur Bestimmung der Declination des Mondes dienen sollten, sind also die Data für Olufsen's Untersuchung. Da von der Differenz der scheinbaren Declinationen die Richtigkeit des Resultats hauptsächlich abhängt, und das von den Beobachtern zur Ermittlung gedachter Differenz befolgte Verfahren im Allgemeinen als zweckmässig anerkannt werden muss: so beschränkte sich der Kopenhagener Astronom auf einige Bemerkungen über das Detail der Ausführung, weil er ohne Zweifel einige Ursachen kennen lernte, deren Zusammenwirkung die unter den einzelnen Resultaten vorkommenden Abweichungen mitunter grösser gemacht hat, als man sie wahrscheinlich durch eine ähnliche, in neuerer Zeit angestellte, Expedition finden würde. Zuerst also fehlen bei allen Beobachtungen die thermometrischen

1. *Astron. Nachr.* XIV. S. 210. u. f.

und barometrischen Angaben, obgleich zugestanden werden muss, dass die hierdurch in der Berechnung nothwendig gewordene Vernachlässigung des Unterschiedes zwischen der wahren und mittleren Refraction in den meisten Fällen wahrscheinlich nur unbedeutende Fehler zur Folge gehabt hat, weil die Sterne immer nahe auf demselben Parallel mit dem Monde standen, und überdies die fehlenden Data wenigstens für die Greenwicher Beobachtungen aus den später herausgegebenen Tagebüchern dieser Sternwarte supplirt werden konnten. Unangenehmer war der Umstand, dass die genaue Angabe der Zeit für die Mondsbeobachtung häufig, z. B. bei allen Greenwicher Beobachtungen ausgelassen ist. Olufsen musste also ohne weitere Prüfung voraussetzen, dass die Beobachtungen entweder in der Culmination angestellt, oder doch auf diesen Zeitpunkt schon reducirt waren. Die wesentlichste Einwendung endlich besteht ohne Zweifel darin, dass die Beobachter überhaupt den möglichen Einfluss der zufälligen Beobachtungsfehler nicht genug beachtet haben. Denn es lässt sich behaupten, dass der Vortheil, der durch die correspondirenden Sternbeobachtungen gewonnen werden sollte, nur unvollständig erreicht worden sei, weil man sich gewöhnlich auf die Beobachtung einer nur kleinen Anzahl Sterne beschränkt hat.

Die Zahl der bei jeder Mondsbeobachtung vorkommenden Sterne übersteigt selten zwei. Wenn auch Lalande bisweilen mehrere beobachtet hat, so konnte doch Olufsen solche Ausnahmen nicht berücksichtigen, weil die Sterne in einer so grossen Entfernung vom Monde waren, dass die Reduction bei dem unbekanntem Zustande der Quadranten und den fehlenden meteorologischen Angaben unsicher geworden wäre. Um nun die, durch die eben angeführten Ursachen entstandene, Unsicherheit möglichst zu beseitigen, hat Olufsen einige bei Hornsby aufgesuchte Greenwicher Beobachtungen hinzugezogen, welche um so mehr beachtet zu werden verdienen, als sie sämmtlich der Periode 1752 Oct. 28. — 1755 Febr. 15. angehörten, in welcher von den übrigen europäischen Sternwarten keine Beiträge zu erhalten waren. Bei der Anwendung dieser Beobachtungen, welche nicht ursprünglich wegen der Parallaxe angestellt waren, und also nicht hinsichtlich der Sterne mit den



Lacaille'schen correspondirten, musste Olufsen die Declinationen der Sterne als bekannt annehmen. Da ausserdem etliche Mal zufälliger Weise nicht dieselben Sterne an beiden Orten beobachtet worden sind, so gab Olufsen mit Rücksicht hierauf der Rechnung die Form so, dass überall die Bestimmung der Declinationen und Zenithdistanzen des Mondes durch die, an jedem Abend beobachteten, Sterne geschah. Die Positionen dieser letztern, wenn es nicht Fundamentalsterne waren, sind deshalb aus den *Fundam. Astron.* genommen worden. Obgleich durch diese Anordnung die Berechnung der Differenz der scheinbaren Declinationen des Mondes im Allgemeinen auf dem Kataloge in den *Fundam. Astron.* beruht, so sind doch die meisten Fälle von der Art, dass die etwaigen Fehler dieses Katalogs so wie die der Instrumente vollständig eliminirt werden konnten. Wenn auch durch die Anwendung der zuletzt erwähnten Beobachtungen einige Fälle übrig blieben, in welchen man nicht geradezu dasselbe behaupten darf, so glaubt dennoch Olufsen, dass der beabsichtigte Vortheil nicht ganz unerreicht geblieben sei. Hiernach wäre über das Detail in diesem Theile der Rechnung nur anzuführen, dass die Polhöhe von Lacaille's Sternwarte aus den Circumpolarsternen  $55^{\circ}55'24''$  gefunden wurde, und dass übrigens alle Reductionen nach den Tab. Regiomont. gemacht sind. Da ferner alle Bradley'schen Beobachtungen in jener Zeit mit dem ältern Graham'schen Quadranten angestellt sind, und Bessel bewiesen hat, dass der Gradbogen dieses Instruments in einem hohen Grad veränderlich gewesen: so unterliess Olufsen nicht, bei Erwähnung dieses Resultats zugleich zu erinnern, dass die mit Rücksicht auf diesen Umstand nöthigen, in den *Fundam. Astron.* enthaltenen, Correctionen von ihm, und zwar wie die erhaltene Uebereinstimmung gezeigt hat, mit dem besten Erfolg in Anwendung gebracht worden sind. Olufsen hat als Endresultat seiner Berechnungen die sogenannte Constante der Mondstafeln 3422,64 Secunden (Burckhardt nimmt bekanntlich 3420'',5 an) gefunden, und hierdurch 1,0006555 als denjenigen Factor, womit die aus Burckhardt's Tafeln berechneten Parallaxen zu multipliciren sind.

Seit Damoiseau's, Plana's und Carlini's Arbeiten war nichts Neueres über Mondstheorie, was wesentlich wichtig wäre,

wieder bekannt geworden, als bis zum Jahre 1834. Da erschien zu Stuttgart C. L. v. Littrow's Uebersetzung: *Physische Astronomie* von Airy, und 1838 Hansen, der sich schon mit den schwersten Problemen der physischen Astronomie beschäftigt hatte, die *Fundamenta nova investigationis orbitae verae quam Luna perlustrat, quibus annexa est solutio problematis quatuor corporum breviter exposita.* (Gothae 1838.) In diesem ausgezeichneten Werke beschäftigt sich dessen Verfasser zuerst mit den Differentialgleichungen, welche die Bewegung jedes Systems von Körpern, die der gegenseitigen Anziehung unterliegen, bestimmen, untersucht alsdann die Gleichungen, welche zur Bestimmung der Bewegung des Mondes dienen, und giebt eine allgemeine Entwicklung aller dieser Gleichungen. Hierauf stellt Hansen den Calcul auf, durch den die erste Approximation, um die wahren Werthe der Mondstörungen zu erhalten, bewerkstelligt wird. Zuletzt zeigt der Verfasser nicht nur, wie die zweiten und folgenden Approximationen auszuführen, sondern auch wie die Berechnungen anzustellen sind, um die Grössen  $p_1$  und  $q_1$ , d. h. die Breite und Reduction der Länge zu erhalten. — Der siebente (oder letzte) Abschnitt des Werkes begreift eine kurze Darstellung des Problems der vier Körper in sich, und ist in vier Paragraphen zerlegt, deren erster die Darstellung der endlichen Differentialgleichungen enthält, von deren Integration die Auflösung des Problems abhängt. Der zweite und dritte Paragraph beschäftigen sich mit der Integration dieser Gleichungen, und der vierte endlich mit der Bezeichnung und Bestimmung der willkürlichen Constanten, die in jenen Integrationen eingeführt wurden. — Dieses Werk erregte bald nach seinem Erscheinen die Aufmerksamkeit fast aller ausgezeichneten Mathematiker und Astronomen. So kam es denn, dass auch Pontécoulant ein besonderes Mémoire ausarbeitete, das in näherer Beziehung zu Hansen's Untersuchungen stand. Hansen aber betrachtete das Mémoire von Pontécoulant, welches sich in den Additions der *Conn. de T.* befindet, in einem französisch abgefassten in No. 348. der *Astron. Nachr.* stehenden ausführlichen Aufsätze in der Beziehung, dass Pontécoulant in seinem Mémoire eine richtige und klare Idee von Hansen's *Fundamenta nova investigatio-*

*nis orbitae verae quam Luna perlustrat* hat geben wollen. Hansen suchte nämlich durch die endlich gefundenen enormen Unterschiede zwischen ihm und Pontécoulant, zwischen letzterem und Laplace, so wie durch den geringen Unterschied zwischen Laplace und Hansen zu beweisen, dass die Analyse Pontécoulant's einer sehr sorgfältigen Revision bedürfe. Die Veranlassung zur Entstehung von Hansen's, oben angeführtem, Werke lag in der Absicht des Verfassers, auf einem andern Wege als Plana das Ziel zu erreichen, d. h. die theoretische Entwicklung einer ganz neuen Ansicht zu geben. Hansen selbst begann, gleich nach Erscheinen seines trefflichen Werkes, die Anwendung der daselbst gegebenen Vorschriften für die numerische Berechnung der Mondstörungen. Zur Zeit nun, als Hansen damit bald zu Ende war, hatte bei der Ertheilung der Preismedaille an Plana J. Herschel in der k. astronomischen Gesellschaft zu London Hansen's Arbeiten vollkommen anerkannt, und zugleich eine glückliche Beendigung derselben gewünscht. Dies geschah auch von Airy, obschon dieser die Befürchtung ausgesprochen, dass viele Jahre noch vergehen würden, ehe Hansen's Arbeiten Einfluss auf die Mondstafeln äussern würden. Wegen dieser Aeusserung Airy's gab nun Hansen <sup>1)</sup> den Astronomen Bericht über den Fortgang seiner Berechnungen seit der Erscheinung der Fundamenta. Er theilte namentlich den Ausdruck für  $\log. \text{br. sin. (Par. hor. aeq. lunae)}$  mit und erwähnte zugleich, dass die Störungen des Logarithmus von dem Radius Vector des Mondes schon so genau ermittelt sind, dass die Coefficienten des vorhin erwähnten Ausdrucks bis auf wenige Hunderttheile von Secunden sicher daraus hervorgehen. Hansen nahm ferner eine Vergleichung der, von ihm gefundenen, Constante (5422'',06) des Ausdrucks für den Sinus der Horizontalparallaxe des Mondes mit der von Olufsen (S. 151.) bestimmten Constante vor, und schloss mit einigen Bemerkungen über die von ihm (Hansen) gewählte Form der Störungsgleichungen. Die hauptsächlichste Abweichung von der bisherigen Form besteht nämlich darin, dass Hansen die Störungen der Länge an die mittlere Länge

1. *Astron. Nachr.* No. 403.

anbringt, während man sie bisher an die wahre Länge anbrachte. Die Vortheile dieser Aenderung bestehen darin, dass erstens die Berechnungsausdrücke der Störungen einfacher werden, und für jeden einzelnen Coefficienten mehr convergirende Reihen geben, und dass zweitens diese Störungscoefficienten unter einander convergirendere Reihen bilden, als die Störungscoefficienten der wahren Länge.

Noch hat Hansen in seinem mehrerwähnten berühmten Werke auch nachgewiesen, dass es nicht unumgänglich nöthig sei, für die Berechnung der Störungen eines Himmelskörpers sich der rein elliptischen Elemente desselben zu bedienen. Durch die Einführung dreier, im Werke, mit  $b$ ,  $\xi$  und  $\eta$  bezeichneten, Grössen hat es Hansen bewirkt, dass er sich zur Berechnung der Mondstörungen für den Werth der Bewegung der mittlern Anomalie bedienen konnte, welcher Werth aus den Beobachtungen ohne Rücksicht auf die Störungen folgt. Eben so konnte sich nun Hansen des Werthes der Excentricität bedienen, welcher durch den rein elliptischen Ausdruck sich aus dem grössten Gliede der Mittelpunktsgleichung ergibt, ob schon diese nicht die rein elliptischen Werthe dieser Elemente sind. Seite 77 des genannten Werkes zu Anfange des Art. 20. hatte der Verfasser einen andern Gebrauch jener Grössen  $b$ ,  $\xi$   $\eta$  angedeutet, allein nur ganz kurz. Diese Anwendung nun, welche auf die Anwendung osculirender Elemente als Grundlage für die Berechnung der Störungen eines Planeten hinführt, hat Hansen im Sommer 1840 ausführlicher gezeigt.

Schliesslich müssen wir noch einer verdienstlichen Arbeit Clausen's erwähnen, die in No. 406 der *Astron. Nachr.* vorkommt, und eine bequeme übersichtliche Zusammenstellung der Längen-, Breiten- und Parallaxengleichungen von Bürg's, Burckhardt's und Damoiseau's Mondstafeln enthält. Weil alle drei Autoren hinsichtlich der Parallaxe nur die Theorie zu Grunde gelegt haben, so scheinen die Abweichungen in Burckhardt's Coefficienten bedeutend, die sich nach Clausen nur durch die Annahme erklären lassen, dass Burckhardt aus Versehen unterlassen habe, sie nach seinen Längenargumenten umzuformen. Indessen giebt es eine ganz gleiche Zusammen-

1. *Astron. Nachr.* No. 423 bis 425.

stellung (mit nur geringen Abänderungen) in dem schon früher erschienenen Werke: *Lubbock's Theorie of the Moon*. Von diesem Werke aber ist es nothwendig, in einer gewissen Hinsicht hier zu sprechen.

Gegen Ende des Jahres 1841 machte Hansen einige Bemerkungen über die Behandlung der Theorie der Mondstörungen deshalb bekannt <sup>1)</sup>, weil Lubbock, der die *Theorie of the Moon* geschrieben, in dem vierten Theile dieser Theorie ein Urtheil über Hansen's Arbeiten in der Störungstheorie im Allgemeinen ausgesprochen hat, welches deshalb gänzlich verfehlt ist, weil Lubbock den Hauptzweck derselben übersieht, ja diesen, wie es scheint, gar nicht ahnet. Seine Absicht bei seinen Arbeiten in dieser Theorie ist, vorhandene Rechnungen, namentlich Plana's analytische Ausdrücke für die Coefficienten der Mondstörungen, hinsichtlich ihrer Richtigkeit zu untersuchen. Nun hat Hansen in seinen „Bemerkungen“ umständlich und klar zu zeigen gesucht, dass Lubbock ihn gar nicht einmal gehörig verstanden habe, und weist zugleich den Engländer, der ihn in seiner Theorie oft sehr stark besprochen hat, in die gebührenden Schranken zurück. Auch hat Hansen am Schlusse seiner „Bemerkungen“ den Wunsch ausgesprochen, künftig nicht mehr durch ähnliche übereilte Angriffe, wie die Lubbock's, in seinen Arbeiten über die Mondstheorie gestört zu werden, und dass es ihm scheine, als könne man ruhig die Vollendung derselben erst abwarten, und dann, wenn das Ganze vor Augen liegt, jede gegründete Berichtigung dem Verfasser entgegenstellen, welche dieser natürlich nicht ungern sehen werde.

Auf eine solche Höhe der Ausbildung ist also jetzt die Mondstheorie gekommen. Als die besten Mondstafeln sieht man die Burckhardt'schen und Damoiseau'schen an; jene sind auf Erfahrung und Theorie zugleich, diese auf Theorie allein basirt. Im Berliner astronomischen Jahrbuche werden noch immer alle Mondrechnungen auf Burckhardt's Tafeln begründet, von welchen die Damoiseau'schen nirgends sehr unterschieden zu sein scheinen. Weil, dem Urtheile eines sehr

1. *Astron. Nachr.* No. 435. bis 437.

competenten Richters zufolge, die Genauigkeit der Burckhardtschen <sup>1)</sup> Mondstafeln in den letzten Jahren sich sehr bewährt hat, so werden sie von Encke den, mehr auf Theorie begründeten, noch immer vorgezogen. Doch bringt man hierbei jetzt Bessel's Notation an.

Als etwas sehr Merkwürdiges theilte Bode Folgendes mit. Ein Landmann, Namens Nieburg, zu Schadendorf im Holsteinischen, hatte sich bereits vor dem Jahre 1820 im astronomischen Calcul ohne allen mündlichen Unterricht selbst gebildet, und auch neue (freilich blos mit der ältern bekannten Verbesserung des Mondlaufs) Mondstafeln berechnet, und mittels derselben die Momente der Sonnenfinsterniss vom 7. Sept. 1820 für den Ort Uetersen berechnet.

Noch darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Theorie der Libration, die seit Tob. Mayer's Zeiten keine erhebliche Berichtigung wieder erhalten hatte, im Laufe des ersten Decennium dieses Jahrhunderts von Laplace und Bouvard, später von Poisson <sup>2)</sup> und in neuester Zeit von Bessel und Mädler aufs neue und gründlicher untersucht worden ist. — Eine Reihe guter, von Bouvard mittels eines Bellet'schen Aequatoreals angestellter, Beobachtungen gab zwar den französischen Astronomen Laplace und Bouvard keine wesentliche Verbesserung der Mondslibration, aber Bessel ist nur erst vor wenigen Jahren tiefer in diesen wichtigen Gegenstand eingedrungen. Die Beobachtungen nämlich, welche Bouvard, Arago und Nicollet über die Mondflecken angestellt hatten, sollten nicht nur eine neue Bestimmung für die Neigung der Drehungsaxe des Mondes gegen die Erdbahnebene ergeben, sondern auch über das Vorhandensein einer wirklichen Libration in merklicher Grösse entscheiden. Die aus jenen erwähnten Beobachtungen abgeleiteten Resultate haben, nach Bessel's Meinung, einen hohen Grad von Sicherheit. Sie lassen auch nicht zweifelhaft, dass die wirkliche (physische)

1. In No. 445 S. 221 der *Astron. Nachr.* findet sich ein vollständiges Verzeichniss von Fehlern dieser Tafeln, von Clausen bekannt gemacht.

2. *Com. d. T.* 1821.

Libration zwar bloß einen geringen, jedoch für recht genaue Observationen merklichen, Umfang besitzen kann. Dass aber die, aus ihnen hervorgegangenen, Werthe verschiedener Theile dieser Libration so viel Gewicht hätten, dass sie als unzweifelhafte Beobachtungsergebnisse betrachtet und weiteren Folgerungen untergelegt werden könnten, scheint mit den beträchtlichen Unvollkommenheiten der einzelnen Beobachtungen <sup>1)</sup> unvereinbar zu sein. Eine vollständige Kenntniss der Mondlibration ist von selenographischem und sogar auch von allgemeinem Interesse, da sie, wie Bessel bemerkt, sowohl zu einer Kenntniss der Figur des Mondes führen, als auch einen der seltenen Fälle darbieten kann, in welchem etwas auf den ursprünglichen Zustand des Weltsystems sich Beziehendes zugänglich wird.

Bessel hoffte daher eine Beobachtungsmethode der Mondflecken angewandt zu sehen, die einen weit grössern Erfolg zu versprechen scheint, als die bisher angewandte. Da die verdienstvollen Selenographen Beer und Mädler nun nicht abgeneigt waren, eine neue Untersuchung dieses Gegenstandes zu unternehmen, so hat ihnen Bessel die eben erwähnte Beobachtungsmethode vorgeschlagen, auch letztere selbst und die Berechnungsart der hierauf gegründeten Beobachtungen bekannt gemacht <sup>2)</sup>. Zugleich behauptet Bessel, dass die gewünschte genauere Kenntniss der Libration des Mondes durch Beobachtungen mit kleinern Fraunhofer'schen Heliometern verhältnissmässig eben so leicht, wie durch die Beobachtungen mit den grössern Heliometern, erstrebt werden könnte.

Die Libration wirkt offenbar erschwerend auf die Entwerfung eines übereinstimmenden Mondbildes. Es ergibt sich mithin die Nothwendigkeit, jede Messung und jede Zeichnung auf eine und dieselbe Libration zurück zu führen, wozu am natürlichsten die sogenannte mittlere Libration gewählt wird. Leider hat Schröter diese Reduction bei seinen sonst trefflichen Zeichnungen vernachlässigt, weshalb sie bloß von sehr beschränktem und zugleich schwierigerem Gebrauche sind.

1. *Conn. d. T.* 1822. p. 265.

2. *Astron. Nachr.* No. 376 u. 377.

In den ersten Decennien dieses Jahrhunderts haben Herschel, Huth und Harding zwar manche interessante Beobachtung in Betreff der Natur des Mondes gemacht, allein diese Beobachtungen sind nachher sowohl der Zahl, als auch der Genauigkeit nach, von den Beobachtungen eines Lohrmann's, Beer's und Mädler's weit übertroffen worden. Ueber die äussere Configuration des Mondes hat zwar Schröter bekanntlich vieljährige Beobachtungen mit einem 7- und 15füssigen Teleskop gemacht und hierauf physisch-mathematische Untersuchungen angestellt; aber dieselben haben aus mancherlei Ursachen, von denen eine der vornehmsten sogleich wird angeführt werden, fast allen Werth leider verloren.

Tob. Mayer hat, wie wir wissen, eine kleine, jedoch nach wirklichen Messungen zuerst genau gezeichnete Mondcharte geliefert, die fast bis auf die neuere Zeit die beste blieb. Denn nach Mädler's Urtheil geben selbst Schröter's schön, aber willkürlich ausgeführte Zeichnungen keine, eine feste und bleibende Grundlage gewährende, Darstellung. Schröter stellte nämlich jede Mondgegend so dar, wie sie ihm in einem gewissen Augenblick, also unter einem gegebenen Erleuchtungswinkel und unter einer bestimmten Libration erschienen. Die beiden, allerdings angenehm in's Auge fallenden, Abbildungen des Mondes durch Russel kommen gegen die Lohrmann'schen, welche wir sogleich erwähnen werden, doch nicht in Betracht, da sie zu wenig Einzelheiten, und auch diese nicht bestimmt und genau genug enthalten. — Eine schöne lithographirte Mondcharte von Gruithuisen, die 1822 erschien, abgerechnet, lieferte erst Lohrmann, Sachkenntniss und richtige Einsicht vereinigend, vier prächtige Mondcharten, die ungefähr den neunten Theil der sichtbaren Mondscheibe enthalten, so wie auch eine musterhaft ausgeführte Generalcharte des Mondes. Leider hat Lohrmann's plötzlicher Tod (im Jahre 1840) diese ausgezeichneten Arbeiten ganz unterbrochen. Seine Topographie <sup>1)</sup> übertraf alles, was bis zu ihrer Erscheinung bisher dieser Art bekannt geworden war. Durch

---

I. *Topographie der sichtbaren Mondoberfläche* von W. G. Lohrmann. Erste Abtheil. Mit 6 Kupfern. Dresden und Leipzig. 1824. 4.



eine solche Arbeit ward einem grosse Bedürfniss der Astronomen sehr wesentlich abgeholfen, denn jede Mondlandschaft ist so gezeichnet, wie sie nach einer sehr gut gewählten Projectionart, so wie nach vielen, unter den verschiedensten Erleuchtungswinkeln und Librationsverhältnissen angestellten, Beobachtungen und Messungen wirklich ist.

Da Lohrmann mit der planmässigen Darstellung der Erde vertraut war, so musste der Anblick des Mondes zur Zeit der Viertel ihm die Ueberzeugung verschaffen, dass die Mondberge nach denselben Grundsätzen gezeichnet werden können, die bei Abbildung der Berge der Erde ihre Anwendung finden. Diese Ueberzeugung nun veranlasste Lohrmann im Winter 1821 zu 1822 zu einem Versuche. Er vermass und zeichnete einen Theil der Apenninen, und Eratosthenes lernte dabei die Schwierigkeiten kennen, welche der Verfertigung einer solchen Mondcharte entgegenstehen, und 'wurde durch das Gelingen des Versuchs zur eifrigen Fortsetzung der Arbeit ermuntert. Im Herbst 1822 begann Lohrmann seine ordentlichen Beobachtungen und Berechnungen. Wegen der letztern ist er in theoretischer Hinsicht von Encke und in praktischer von dem Steuereinnehmer Opelt (in Wurzen) unterstützt worden.

Aber die grossartigste und genaueste Bearbeitung der Topographie und der Selenographie begann im Jahre 1830. Denn zu dieser Zeit fingen Beer und Mädler an, eine Mondcharte zwar nach Lohrmann's Plane, jedoch ganz nach eigenen trefflichen Beobachtungen zu entwerfen. So entstand die ausgezeichnete *Mappa Selenographica* <sup>1)</sup> von 4 Blättern, welche

I. Von dieser vortrefflichen, dem König Friedrich VI. von Dänemark dedicirten, Charte war Ende 1834 schon das zweite Viertel erschienen. Schumacher sah das Werk bei seinem Aufenthalt in Berlin im Frühjahr 1834 bedeutend vorgerückt.

Beer und Mädler haben den Massstab von 3 Pariser Fuss für den Durchmesser des Mondes gewählt, denselben, der bei Lohrmann's Charten, an deren Vollendung dieser durch äussere Umstände gehindert ward, zu Grunde liegt. Ebenso haben sie ganz nach dem Lohrmann'schen Plane gearbeitet, was, auch abgesehen davon, dass es der einzig zweckmässige zu sein scheint, schon für die Vergleichen beider Arbeiten Interesse hat. Die Projection der Charte ist die or-

in den Jahren 1834 bis 1836 erschienen ist. Ein Jahr darauf veröffentlichten Beer und Mädler die *Allgemeine vergleichende Selenographie* <sup>1)</sup>. Dieses ausgezeichnete Werk, für welches Beer und Mädler von den Königen von Dänemark und Schweden mit Orden beehrt worden sind, enthält in seinem ersten Theile allgemeine und specielle mathematische Selenographie; Totalübersicht der Mondoberfläche oder allgemeine physische Selenographie; physische Bemerkungen über die Mond- und Sonnenfinsternisse; über das Erdenlicht im Monde; über einige Beobachtungen, welche eine Atmosphäre des Mondes anzudeuten scheinen; über den Einfluss des Mondes auf die Witterung; historische Uebersicht der Selenographie. Der zweite Theil enthält die Topographie des Mondes nach den vier Quadranten. Das Werk gehört zu den Schriften, welche sich nur über specielle Theile der Astronomie verbreiten und in wissenschaftlicher Form abgefasst sind. Allein um die Ansprüche desjenigen Theils des Publikums zugleich zu befriedigen, welcher einer besondern theoretischen Kenntniss entbehrt, haben die Verfasser es für nothwendig erachtet, mit der allgemeinen mathematischen Selenographie zu beginnen. Auch haben sie ohne Bedenken die kürzere und elegantere Form derjenigen aufgeopfert, deren Ableitung ihnen leichter oder doch

thographische und gilt für mittlere Libration. Die Erhöhungen und Vertiefungen sind nach der Lohrmann'schen Methode bezeichnet, doch so, dass erst  $90^\circ$  durch volles Schwarz gegeben ist. Die Bergzüge erhalten dadurch freilich kein so kräftiges, in die Augen fallendes, Ansehen, als wenn  $45^\circ$  Neigung durch volles Schwarz bezeichnet wäre, indessen wird das Bild naturgetreuer. — Ein alphabetisches Verzeichniss zur leichtern Auffindung der Gegenstände auf der Charte findet sich in No. 324 der *Astron. Nachr.* — In Betreff des astronomischen Gebrauchs der Mappa Selenographica hat Mädler in No. 337 und 364 der *Astron. Nachr.* einen sehr beachtenswerthen Aufsatz nebst den zu mancherlei Rechnungen (namentlich zu der Vorausberechnung des Ein- und Austritts der Mondflecken) erforderlichen Formeln gegeben.

I. Der vollständige Titel ist: *Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen oder allgemeine vergleichende Selenographie*. Mit besonderer Beziehung auf die von den Verfassern herausgegebene Mappa Selenographica. Von W. Beer und Dr. J. G. Mädler. Berlin 1837.

elementarer zu sein schien, und den höhern Calcul fast durchaus vermieden. Die Verfasser glauben endlich, dass, wenn auch mancher Leser den ersten Theil des Werkes nicht ganz verstehen sollte, doch alle Leser den zweiten, die Physik und Topographie des Mondes enthaltenden, Theil mit Interesse durchgehen und benutzen könnten. Nur die Ebbe und Fluth, jene Haupteinwirkung des Mondes auf die Oceane der Erde, ist in dem Werke nicht abgehandelt. Noch machen die Verfasser in ihrem „Vorwort“ ein paar sehr wichtige, wohl zu beherzigende Bemerkungen. Wie wenig Bearbeiter nämlich die physische Selenographie bisher gefunden, ist bekannt genug. Allein mehr noch als diesen Mangel muss man die falsche Richtung beklagen, der sich diese Wenigen fast ohne Ausnahme hingegeben haben. Während die Positionen der einzelnen Mondflecken noch so schlecht bestimmt waren, dass man nicht einmal ihre Ein- und Austritte bei Mondfinsternissen mit erträglicher Genauigkeit vorausberechnen konnte; während man noch sehr häufig die grössten und augenfälligsten Flecken mit einander verwechselte: wagte man schon den etwaigen Veränderungen nachzuspüren, welche Natur oder Kunst auf der Mondfläche hervorbringen könnten! Die auf diesen Gegenstand bezüglichen Schlussfolgen eines Schröters, die ein ganzes Menschenalter hindurch ungeprüft gegolten haben, so wie Schröters Verfahren seiner Beobachtungen des Mondes überhaupt, sind als ein warnendes Beispiel anzusehen, wie man es nicht machen müsse. Schliesslich rechtfertigen sich Beer und Mädler in dem Vorwort wegen der Anwendung des, sonst in der Astronomie ungewöhnlichen, Meilenmasses bei den Vergleichen mit geographischen Dimensionen, so wie der bei den Berghöhen gebrauchten Toise.

Es liegt uns nur noch ob, das Merkwürdigste von der physischen Beschaffenheit des Mondes in der Kürze mitzutheilen, wobei wir uns auf die Beer-Mädler'schen Abbildungen beziehen. Wer aber die Mondoberfläche möglichst speciell kennen zu lernen, die Mondlandschaften gleichsam zu bereisen wünscht, der muss beide obengenannte Werke selbst genau durchgehen.

Die grauen Flecken im Monde hielt man sonst für Meere,

die hellern für Landschaften. Die erstere Vorstellung ist jedoch falsch, wie sich bald von selbst herausstellen wird. Die grauen Landschaften zeigen sich meistens eben und die hellern gebirgig. Die vielen stark glänzenden Punkte sind indessen nur schroff absteigende Vertiefungen. Ueberhaupt ist die Gebirgsbildung unstreitig von der auf der Erde vorherrschenden gänzlich verschieden. Sie zeigt sich gewöhnlich als ein kreisrunder und geschlossener Wall mit einer hohlgeböschten Tiefe. Man kennt sie unter dem Namen Ringgebirge, die 2 bis 10 Meilen im Durchmesser haben. Die grössten derselben umschliessen eine ebene Fläche und heissen Wallebenen. Die kleinsten dieser Art dagegen Krater und Gruben.

Vulkane hat der Mond nicht, obgleich man bis jetzt fälschlich geglaubt, es sei von Herschel die Existenz der Mondvulkane behauptet worden. Die Ringgebirge sind mehr in den hellern Mondgegenden. Die grössten derselben trifft man als Wallebenen im südwestlichen Theile des Mondes am häufigsten, und sie scheinen zu den frühesten Bildungen der Mondoberfläche zu gehören. Ptolomäus, Alphons, Plato und Archimedes, sind Ringgebirge, dagegen Plinius und Vitruvius Krater. Uebrigens darf man die lichten Streifen, die häufig durch Wallebenen wie über alle andere Mondgegenden gehen, nicht, wie bisher geschehen, für wirkliche Erhöhungen halten, denn sie werden in schräger Beleuchtung vergebens gesucht. — Den Wallebenen zunächst folgen, der Grösse nach, die eigentlich so genannten Ringgebirge, die sehr häufig der Kreisform genau entsprechen, und in ungemein grosser Anzahl vorhanden sind. Gar oft stehen zwei sehr nahe gleiche dicht beisammen, und berühren sich mit ihren Aussenwällen. Häufig fällt der Wall nach innen und nach aussen in sogenannte Terrassen ab, und im Innern zeigt sich gewöhnlich eine Erhöhung, der man den Namen Centralberg gegeben hat. Die meisten Centralberge erreichen nur eine Höhe von 4 bis 5000 Fuss, während der Wall, vom tiefsten Punkte des Innern an gemessen, bisweilen 12 bis 16000 Fuss hoch ist. Beer und Mädler glauben, dass es auch Ringflächen ohne einen Centralberg geben könne. Bei diesen, so wie da, wo Centralberge stehen, ist das Innere meistens eben so hell als der äussere Wall; in der südlichen Halb-

kugel sind die meisten mit ihrem Walle und der Umgebung desselben an Glanz und Farbe so sehr gleich, dass im Vollmonde nichts mehr von ihnen unterschieden werden kann. Dasselbe findet häufig bei den grossartigsten, am tiefsten abstürzenden, mannigfaltig gegliederten Ringgebirgen und Wallebenen, sogar bisweilen in den grauen Flächen statt; folglich können diese letztern unmöglich Meere sein. (Solcher sogenannten Meere sind das Mare Crisium, M. Foecunditatis, M. Tranquillitatis, M. Serenitatis u. a. m.; Gruithuisen bringt diese Flächen in 5 Klassen.) Daher kommt es, dass der Anblick des vollen Mondes von dem z. B. des ersten oder letzten Viertels gänzlich verschieden ist, weil sich hier Schatten der Höhen und Vertiefungen, dort aber blos verschiedene Farben und deren Schattirungen sich zeigen, so dass man sich oft sehr wundern muss, wie ein und derselbe Weltkörper denselben Theil seiner Oberfläche uns zu verschiedenen Zeiten eben so verschieden zeigt. Es giebt mehr als 1000 Ringgebirge, deren Durchmesser grösser als 2 Meilen ist; dagegen zeigt ein lichtstarkes Fernrohr von 5 Fuss Länge nahe 15 bis 20000 kleinere und kleinste Krater, welche beinahe sämmtlich sehr tief, doch nicht wirkliche bodenlose Schlünde sind; denn die Art, wie der Schatten sich in ihnen darstellt, kann keine andere Meinung zulassen. Der Mond erhält da, wo sich sehr viele dieser, nach Innen bedeutend schroff abstürzenden, Krater befinden, ein gleichsam durchlöchertes Ansehen, und die meisten Krater zeigen im Vollmonde einen starken Glanz, obgleich bei manchen derselben nur der Rand glänzt und das Innere dunkel ist, so dass ein feiner Lichtring wahrgenommen wird. Uebrigens kommen die Krater auf dem Monde überall vor. — Gebirgsketten, wie auf der Erde, kommen zwar auch auf dem Monde hier und da, aber nicht von gleicher bedeutender Länge vor. Auch haben diese, gewöhnlich Kettengebirge genannten, an einander hängenden Berge keinesweges dieselbe Thal- und Gipfelbildung, wie die Gebirgsketten auf unserer Erde, weil sie sich mehr der Kraterform nähern, und nicht in verschiedenen Aesten auslaufen. Eines der grössten Kettengebirge von 200 Meilen Länge sieht man seitwärts vom Cassini und Aristippus bis zu Eratosthenes. Dagegen sind auf dem Monde ganz einzeln stehende

Berge, sogenannte Bergkegel, in ungemein grosser Anzahl vorhanden. Was nun die grauen und flachern, sonst Meere genannten, Mondlandschaften betrifft, so sind dieselben weit verbreitete Ebenen, und durchgängig von langen geraden (oder doch blos in grossen breiten Krümmungen dahinziehenden) Höhenrücken, die ziemlich mit Unrecht Bergadern genannt werden, durchzogen. Sie sind keine Verzweigungen und Ausläufer grösserer Gebirge, und verschwinden im Vollmonde gänzlich, zeigen aber blos bei Auf- und Untergang der Sonne etwas Schatten, wodurch man sie alsdenn erkennt. Ueberhaupt sind sie sehr niedrig, ihre Rückenlinie bildet sanfte Wellen, und manche erstrecken sich auf 60 bis 80 Meilen weit. Dagegen giebt es in den hellern Landschaften wenige und nicht lange Bergadern. — Die hellern und dunklern Theile der Mondscheibe haben zwar ihren Grund wohl nur in der eigenthümlichen Bildung des Mondbozens. Dennoch müssen als sehr merkwürdig und völlig räthselhaft die **Lichtstreifen**, die meistens Strahlensysteme bilden, genannt werden. Diese Lichtstreifen erstrecken sich über alle Gebirge, Thäler und Ebenen, ohne deshalb ihre Gestalt, Farbe oder Richtung zu ändern, sind meistens  $\frac{1}{2}$  bis 3 Meilen breit, und verschwinden bei schräger Beleuchtung nach und nach. Bisweilen vereinigen sie sich gleichsam zu einem Lichtknoten. Was mögen wohl diese starkglänzenden Lichtstreifen sein? — Eine eben so sonderbare Formation lassen endlich die sogenannten Rillen erkennen. So nennt man nämlich äusserst schmale doch tiefe Furchen, die meistens geradlinig durch Ebenen, seltener durch Gebirgslandschaften laufen. Sie sind schwer wahrzunehmen, am deutlichsten noch in dem Mare Serenitatis und Mare imbrium.

Man kannte bis zum Jahre 1840 ungefähr 90 Rillen, die sich im Vollmonde als glänzende Lichtlinien, sonst aber als schwarze Fäden zeigen, in denen zuweilen kleine rundliche Erweiterungen sich befinden, durch welche die Rillen gleichsam wie durch einen Krater gehen. Im Sommer 1841 jedoch kannte **Mädler**<sup>1)</sup> (nunmehr in Dorpat) 60 neue Rillen, und er behauptete, leicht dürfte die Zahl 1000 für die, durch das Dorpater

1. Schumacher's *Jahrbuch* f. 1841. S. 248.

Riesenfernrohr sichtbaren, Mondrillen nicht zu gross sein. Auch zeigten sich mehrere, die dem berühmten Selenographen früher von durchaus parallelen Rändern begrenzt zu sein schienen, bei Anwendung starker Vergrösserungen sehr ungleich. Einige bestehen fast ganz aus einer zusammenhängenden Kette in einander mündender rundlicher Oeffnungen, wie z. B. der grösste Theil der Hyginusrille u. s. w. Diese Rillen können keine Stromsysteme sein oder wenigstens gewesen sein; wohl aber gleichen sie unsern Thalwegen und Strassen. An künstliche Canäle und Chausseen darf man jedoch beim Anblick der Rillen gar nicht denken. Und scheint es überhaupt nicht eine etwas zu voreilige Behauptung zu sein, der Mond habe Wohnungen, Städte, künstliche Strassen, Festungen und andere dergleichen, von den Seleniten aufgeführte Bauwerke, wie namentlich Schröter und Gruithuisen behaupten, und sogar ganz deutlich gesehen haben wollen. So sah Gruithuisen z. B. einen aus regulären Wällen bestehenden Bau in dem Flecken Schröter, und erzählt davon Folgendes: „Dieses ungewöhnliche Mondgebilde fällt jedem geübten Auge mit dem ersten Blicke zugleich als Kunstwerk auf. Man findet es unter  $5^{\circ} 50'$  nördlicher Breite und  $8^{\circ}$  östlicher Länge, und es ist nur sichtbar, wenn es ganz an der Lichtgrenze steht. Es hat von Ost nach West und von Nord nach Süd einen Durchmesser von 5 geogr. Meilen. Es befindet sich in einer der dunkelsten Landschaften des Mondes, ist selbst fast so dunkel, als dessen Umgebung in Osten, und liegt in der Nähe des Aequators, wo man eine grosse Fruchtbarkeit voraussetzen darf. Das ganze Gebäude ist genau nach den Weltgegenden angelegt, doch geht die Richtung der Seitenzüge der Wälle nicht nach Ost oder West, sondern genau nach Südost und Südwest, und diese bilden mit dem grossen Stammwalle Winkel von  $45$  Graden, also unter sich selbst Winkel von  $90$  Graden und haben beiläufig eine Stellung, wie die Rippen eines Erlen- oder Rosenblattes.“

Gruithuisen entdeckte diesen räthselhaften Gegenstand am 12. Juli 1822. Seine spätern Beobachtungen haben die constante Gestalt desselben bestätigt. Einige Jahre später ent-

deckte Schwabe <sup>1)</sup> auch noch einige neue Aussenwälle. Zuweilen fand Gruithuisen aber auch dieses Wallwerk von rauchartigen Nebelwolken so bedeckt, dass nur Spuren einzelner Wälle übrig waren und das Ganze sich bloß unförmlich darstellte. Er hatte übrigens noch mehrere ähnliche, wenn gleich nicht so auffallende, Wallwerke im Monde gesehen <sup>2)</sup>, wie z. B. im Rheticus und im Grimaldi.

Das darf wohl als wahr angenommen werden, dass man über 1000 Fuss im Durchmesser grosse Gegenstände auf dem Monde deutlich, aber nur nicht ihrer Gestalt nach wahrnehmen könne; denn diese Objecte stellen sich bloß als Punkte dar. Und doch glauben Viele, selbst einige Astronomen, mit der fortschreitenden Verbesserung und Vergrößerung der Fernröhre werde es am Ende noch möglich, die Wohnungen der Seleniten und ihre Kunstproducte ganz deutlich wahrzunehmen. Aber diese Personen bedenken dabei gar nicht, dass alsdann auch die Schwierigkeiten und Hindernisse in gleichem Grade zunehmen; sie dürfen z. B. nur an die Atmosphäre der Erde und an das erborgte Licht des Mondes denken. Wirklich ist es von allen Himmelskörpern der Mond, für welchen sich die stärksten Vergrößerungen ziemlich schlecht bewähren <sup>3)</sup>. Dagegen

1. Die Abbildungen s. in Kastner's *Archiv*. Th. I. u. X.

2. Abgebildet in Bode's *Astron. Jahrb.* 1828 u. 1829.

3. Im Jahre 1836 erschien zu Hamburg unter dem Titel: „*Neuer Abdruck der höchst merkwürdigen Berichte über die grossen astronomischen Entdeckungen auf dem Monde, nebst apparenter Bestätigung derselben*“ ein Buch, das zwar anfänglich grosses Aufsehen erregte, aber sehr bald wieder der verdienten Vergessenheit anheim fiel, als man erkannt hatte, welche freche Charlatanerie (sogenannte Münchhausiade) es enthielt. Dies bestätigt sich gleich im Anfange auf der Rückseite des Titelblattes wörtlich also:

Authentisch,

Ich würde es umsonst versuchen, in dem engen Raume eines Briefes Ihnen (Planta (?) in Turin) auch nur einen kleinen Theil der glänzenden und auffallenden Gegenstände, die sich meiner Beobachtung dargeboten haben, zu schildern.

J. Herschel in Afrika,  
auf seinem Landhause bei Windberg am Cap der  
guten Hoffnung.



wird man, sobald die Beobachtungen genau und fleissig fortgesetzt werden, einst in ferner Zukunft mehr von dem Monde zu sagen wissen, weil alsdann mehr und bessere Vergleichen mit den frühern Beobachtungen gemacht und richtigere Schlüsse gezogen werden können, als jetzt, wo seit Herschel und Schröter fast erst angefangen worden ist, mit dem besern Fernrohre den Himmel aufmerksam zu beobachten. Besonders wird die ferne Nachwelt wohl im Stande sein, bisher wirklich stattgefundene Veränderungen der Mondoberfläche evident nachzuweisen; auch werden unsere spätern Nachkommen so manche unserer Ansichten über den Mond belächeln und, als unstatthaft befunden, verwerfen. Aber eine Ansicht stehet gewiss bereits fest, nämlich die, dass die Selenographie oder Mondbeschreibung stets beim Allgemeinen anfangen und zum Besondern fortschreiten müsse, also anders als die Erdbeschreibung zu verfahren habe. Wirklich ist die Selenographie schon der Geographie voraus, da man keine Totalübersicht der Erde wie die von der diesseitigen Mondkugel besitzt <sup>1)</sup>.

Noch verdient erwähnt zu werden, dass Mädler einen recht hübschen Versuch gemacht hat, die Mondfläche sowohl nach ihren Terrain-, als Farbenverhältnissen gleichzeitig und doch zugleich gesondert darzustellen. Diese Darstellung umfasste eine Gegend des südöstlichen Quadranten von etwa 4500 geogr. Quadratmeilen, deren bedeutendster Gegenstand Tycho ist. Auf einer Seite ist das Terrain so dargestellt, wie es im astronomischen Fernrohr direct gesehen erscheint. Die Namen und Buchstaben entsprechen denen der Mappa Selenographica, die Zahlen sind Höhen in Toisen. Die Kehrseite dagegen enthält die in hoher Beleuchtung sichtbaren Lichtverhältnisse, jedoch als Spiegelbild. Betrachtet man nun diese Seite zuerst in einer von einem Fenster abwärts gerichteten Lage, und wendet sich dann damit allmählig so, dass man das Blatt zuletzt gegen das Fenster hält: so hat man eine deutliche Vorstellung von der Art, wie vom Vollmond bis zum letzten Viertel die Farben nach und nach zurücktreten und

1. Ueber die Aehnlichkeit der gegenwärtigen Mondoberfläche mit der ehemaligen Erdoberfläche s. man *Monatl. Corresp.* VI. S. 528.

die früher unsichtbaren Terrainverhältnisse deutlicher werden. Der gewählte Massstab ist der doppelte der Beer-Mädler'schen Mondcharte. — Als das vierte (letzte) Blatt der Mädler'schen Mondcharte im Aug. 1836 fertig und die Arbeit äusserlich abgeschlossen war, so hatte doch Mädler schon im Verlaufe der Arbeit manche Mängel kennen gelernt. Sie sollten in dem selenographischen Werke unverhohlen als solche, bezeichnet und so viel möglich auch verbessert werden. Aehnliches hoffte Mädler von Andern, und wünschte durch solche, von ihm nicht bemerkte, Mängel aufmerksam gemacht zu werden. Hauptsächlich aber wollte er zwei Aufgaben, worauf ihn namentlich Olbers und Poisson aufmerksam gemacht hatten, vornehmen. 1) Eine möglichst detaillirte Zeichnung des Randprofils für jede Libration, so dass in einzelnen Zeichnungen Theile, besonders der gebirgigern Stellen, für die mittlere, äusserste, innerste und etwa noch 4 zwischenliegende Librationen gegeben werden. Indessen weiss jeder Kenner, dass dies erst nach Ablauf einer halben Knotenperiode möglich ist und selbst für diese lange Zeit nicht durchaus verbürgt werden kann, wenn ungünstige Witterung eine selten vorkommende Libration beharrlich vereiteln sollte. 2) Eine Wiederholung der vielbesprochenen, aber noch unerledigten Bestimmung der physischen Libration und der Lage des Mondäquators. Poisson ist nämlich durch die Bouvard-Nicollet'sche Arbeit über diesen Gegenstand noch nicht befriedigt; auch Bessel glaubt (S. 157), dass die angewandte Beobachtungs- (nicht Berechnungs-) Methode wesentlicher Verbesserungen fähig sei. Die Krater Triesnecker B. und C. sollen zu Normalpunkten gewählt werden; die Rectascensionscoordinate eben so wie die der Declination durch Mikrometermessungen bestimmt, und zugleich Rücksicht auf die Ungleichheiten des Randes genommen werden. Da die genannten Punkte fast auf der Mondmitte liegen, so fallen mehrere sonst mit zu berücksichtigende Einwirkungen hinweg und können unschädlich gemacht werden; die Rechnung wird einfacher, die Zahl der Unbekannten geringer und dadurch die herausgebrachten Werthe nothwendig schärfer.

Eine General- und Uebersichtscharte des Mondes von 1 Fuss Durchmesser, aus der Mädler'schen grossen Charte ausgezogen, enthält, soviel der Massstab zugelassen, schon einige Verbesserungen. — Wie es übrigens bekannt ist, dass man Erdkugeln verfertigt, entweder glatt, was am häufigsten geschieht, oder en Relief, eben so sind derartige Versuche in Betreff des Mondes gemacht worden. Um nämlich ein deutliches, augenfälliges Bild von der merkwürdigen Configuration des Mondes in einem Ueberblicke zu erhalten, hatte schon zu Anfange dieses Jahrhunderts Russel eine Mondkugel von 12 Zoll im Durchmesser verfertigt, die mittels eines künstlichen Fusses auch die Schwankung, wie sie von der Erde aus gesehen wird, darstellte. Seitdem ist, unsers Wissens, kein Versuch dieser Art wieder gemacht worden.

Erst im Jahre 1859, als Mädler in Pyrmont war, ward dieser mit einem astronomischen Kunstwerke eigener Art bekannt. Seit einer Reihe von Jahren nämlich hatte sich die Hofrätthin Witte in Hannover damit beschäftigt, die sichtbare Mondhalbkugel en Relief auszuführen, und da hierzu die bisherigen Charten ungenügend waren, durch eigene Beobachtungen auf ihrem kleinen, aber zweckmässig eingerichteten, Observatorium nachzuhelfen. Die zwar kunstreichen, aber misslungenen Versuche wurden zurückgesetzt, als 1834 der erste Quadrant der Mappa Selenographica erschien. Von nun an wählte die Künstlerin diese Charte und die dazu gehörende Selenographie zur einzigen Grundlage ihrer Arbeiten, und das Detail der Charte, so wie die Längen-, Breiten- und Höhenangaben des Werkes sind auf eine Weise benutzt, die sowohl von den gründlichen mathematischen Kenntnissen, als von der Sorgfalt und technischen Geschicklichkeit der Verfertigerin das rühmlichste Zeugniß ablegt.

Mädler hat in Pyrmont diese Kugel in einer Sitzung der naturforschenden Gesellschaft vorgezeigt, durch genaue Prüfung überzeugt, dass hier allen Anforderungen der Kunst und Wissenschaft entsprochen und dass die Nachbildung sehr gelungen ist. Da durch eine leichte einfache Vorrichtung der Mondglobus in jede Lage gebracht und erhalten werden kann, so richtete ihn Mädler gegen die Sonne, producirte so beliebig

alle Phasen des Mondes, und betrachtete ihn nun aus einiger Entfernung durch ein Fernrohr, wo er zu seiner Ueberraschung alle Schattencontouren, abgetrennte Lichtinseln u. dgl., wie sie ihm durch seine zahlreichen Mondbeobachtungen noch sehr gut erinnerlich waren, wiederfand. Die Farbe der einzelnen Mondgegenden ist ebenfalls nach richtigen Verhältnissen wiedergegeben. Die Lichtstreifen aber fehlen.

Es hat also nun, wie Mädler sagt, die Plastik ausgeführt, was die Graphik nicht vermochte: wir können alles auf dem Monde Erkennbare jetzt buchstäblich mit Händen greifen. Gelingt eine Vervielfältigung dieser Arbeit durch Abdrücke (die Künstlerin war damals eifrigst bemüht, eine solche zu verwirklichen), so besitzt dann das Publikum ein Werk, das man vielleicht noch vor 20 Jahren als unausführbar betrachtet hätte.

Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf die Witterung, was früher Olbers und Andere entschieden geleugnet, hat Mädler in Schumacher's *Jahrbuch für 1840* S. 252. u. f. mitgetheilt. Es scheint, als ob man sich in neuester Zeit wieder zu der Ansicht hinneigt, dass der Witterungswechsel sich doch wohl, wenigstens zu einem Theile, nach den Mondvierteln richte. Noch viel weiter ist sogar Schneider (Rechnungsrath in Berlin) gegangen, von dem im Jahre 1840 eine *Astro-Meteorologie* <sup>1)</sup> erschien. In dieser kleinen Schrift sagt der genannte Verfasser, dass er die höchst wichtige Entdeckung gemacht habe, der Luftdruck, die Wärme und die Windrichtungen könnten voraus berechnet werden, wenn man die meteorologischen Beobachtungen bei Auf- und Untergang von Sonne und Mond, zur Zeit des Neumonds und 12 Stunden später anstellt und die Ergebnisse dieser Beobachtungen unter andern auch so zusammenträgt, dass dabei der Stand der Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn mit berücksichtigt werde. — Wäre dies aber nicht etwa als ein Rückschritt zu der Astrologie zu betrachten?

Da der Mond unter allen Himmelskörpern der Erde am

---

1. *Beiträge zur Astrometeorologie* von F. A. Schneider, k. preuss. Rechnungsrathe. Des Merkur erste Periode. Erstes Heft. 1840.

nächsten stehet, folglich mittels der Fernröhre am deutlichsten und speciellsten seine Oberfläche erkennen lässt, so hat man natürlich nicht unterlassen können, seit der Erfindung des Fernrohrs bis auf die neuesten Zeiten die Oberfläche des Mondes so viel als möglich in allen ihren Theilen kennen zu lernen. Wie weit nun diese Kenntniss bis jetzt gediehen ist, wissen wir nun und folglich ist es, auch ohne Berücksichtigung des besondern grossen Interesses, gewiss zu entschuldigen, dass wir eine, streng genommen nicht hierher gehörende, gedrängte Beschreibung der Mondlandschaften gegeben haben. Das bekannte Resultat, dass die Umdrehung des Mondes um seine Axe ganz gleichförmig ist, wurde durch die sorgfältigen Observationen des Fleckens Manilius von Bouvard und Nicollet zu Paris in den Jahren 1806 bis 1810 vollkommen bestätigt.

Noch ist ein sehr wichtiger Gegenstand, nämlich die Frage, ob der Mond eine Atmosphäre habe oder nicht, insofern zu berühren, als Bessel im Jahre 1833 es versucht hat, diese Frage endlich genügend zu beantworten. Es ist so häufig von einer Atmosphäre des Mondes die Rede gewesen, sagt Bessel, dass es einiges Interesse hat, auf eine zwar nicht neue, aber dennoch nicht gehörig durch den Calcul verfolgte Bemerkung, welche dem Dasein einer Atmosphäre von einigermaßen erheblicher Dichtigkeit zu widersprechen scheint, zurückzukommen. Es ist nämlich längst bekannt, dass das Licht eines Fixsterns in dem Augenblicke, in welchem er den Mondrand berührt, nicht merklich von seiner geradlinigen Bewegung abgelenkt wird. Man erkennt dies aus der Vergleichung der beiden Werthe des Mondhalbmessers, welche zum Theil aus der Dauer des Verweilens vor einem Fixsterne abgeleitet werden kann. Wäre eine Strahlenbrechung am Rande des Mondes vorhanden, so müsste die zweite Bestimmung den Halbmesser um das Doppelte derselben kleiner geben, als die erste; allein beide Bestimmungen stimmen so nahe überein, dass kein entschiedener Unterschied derselben gefunden werden konnte.

Um dem Monde dennoch eine Atmosphäre zuzuschreiben, muss man sie entweder als unfähig, die Strahlen zu brechen, annehmen, oder man muss behaupten, dass der Rand des Mondes mit Bergen besetzt und deren Höhe so beträchtlich sei, dass

die Sterne, indem sie an dem Rande derselben verschwinden und wieder erscheinen, durch eine schon so verdünnte Schichte der Atmosphäre gesehen werden, dass sie daselbst keine merkliche Strahlenbrechung mehr erleiden. Die erste Annahme schneidet offenbar alle weitere Erörterungen ab, verstösst aber wohl zu sehr gegen die Analogie aller uns bekannten Flüssigkeiten, als dass man sie für richtig zu halten geneigt sein könnte; die zweite ist von den Vertheidigern der Mondatmosphäre wirklich gemacht worden. Indessen haben diese Vertheidiger unterlassen, die Dichtigkeiten der Atmosphäre in der Höhe der angenommenen Randgebirge an der Oberfläche des Mondes mittels des Mariotte'schen Gesetzes mit einander zu vergleichen, und daher, ohne ihren Glaube rechtfertigen zu können, geglaubt, dass, des Mangels oder der Unerheblichkeit der Strahlenbrechung in der Höhe der angenommenen Gebirge ungeachtet, die Atmosphäre an der Oberfläche des Mondes selbst eine erhebliche Dichtigkeit, welche Schröter auf  $\frac{1}{28}$  der Dichtigkeit unserer Luft schätzt, haben könne. Was hier vermisst wird, suchte Bessel zu ergänzen. Er zeigte nämlich, dass, wenn die Atmosphäre des Mondes der Erde qualitativ gleich sei, die Dichtigkeit jener nur  $\frac{1}{968}$  der Dichtigkeit unserer Luft betragen könne. Aber auch die Annahme anderer Gasarten, die in Bezug auf Strahlenbrechung untersucht sind, so wie anderer Temperaturen gaben dem obigen ähnliche Resultate, so z. B. Sauerstoffgas  $\frac{1}{868}$ .

Beide Messungsreihen lassen keinen Zweifel darüber, dass der Mond sehr nahe kreisförmig erscheint. Die Uebereinstimmung der verschiedenen Halbmesser ist grösser, als die die Genauigkeit der Messungen beeinträchtigenden Ungleichheiten an dem Rande des Mondes vorher erwarten liessen. Bessel führt dies an, weil daraus hervorzugehen scheint, dass man, ungeachtet der Ungleichheiten des Randes, welche oft zwei Secunden übersteigen, den allgemeinen Zug desselben ziemlich sicher erkennen kann, und dass diese Beobachtungen nicht nöthigen anzunehmen, dieser Zug des Randes habe an verschiedenen Stellen einen verschiedenen Halbmesser. Die erste Reihe ergiebt den Halbmesser des Mondes im Mittel ganz übereinstimmend mit den (Burckhardt'schen) Tafeln; die zweite giebt ihn  $0'',73$  grösser. Der Unterschied beider Reihen hat, Bessel's Meinung

nach, seinen Grund in einer Unvollkommenheit der Tafeln in Beziehung auf die Parallaxe. Obgleich es unter solchen Verhältnissen schwer sein wird, eine ganz sichere Bestimmung des Halbmessers des Mondes zu erhalten, so zweifelt Bessel doch nicht, dass der Unterschied der, durch Sternbedeckungen und durch directe Messungen bestimmten, Halbmesser des Mondes nicht für so weit unbestimmt gehalten werden kann, dass er in der Wirklichkeit zwei Secunden betrüge.

Die Berge, welchen Schröter die grösste Höhe von 4000 Toisen beilegt, hat er gerade am Rande gefunden, und auch ihre Höhen durch ihre Hervorragung über den allgemeinen Zug des Randes bestimmt. Man hat also weder in den vorher angeführten Messungen, noch in dem Anblicke, welchen der Mondrand gewährt, und den Schröter, durch seine Messungen der Randgebirge, selbst anerkennt, einen Grund, welcher die Annahme rechtfertigte, dass die vom Monde bedeckt werdenden Sterne immer am hohen Gebirge verschwinden und wieder erscheinen. Es ist vielmehr bei weitem wahrscheinlicher, dass am Rande sowohl, als an andern Theilen der Oberfläche Berg und Thal mit einander abwechseln, und dass ein Fixstern sehr häufig im Thale verschwinden und im Thale wieder erscheinen wird. In diesem Falle ist dann die beobachtete Strahlenbrechung unmittelbar für die Oberfläche des Mondes giltig.

Aus diesen Entwicklungen geht hervor, dass die Vereinbarkeit der unerheblichen Dichte der Atmosphäre an der wahren Oberfläche des Mondkörpers nicht so leicht zugegeben werden kann, als die Vertheidiger der Aehnlichkeit des Mondes mit der Erde geglaubt haben. Bessel kennt keinen andern Ausweg, dem Monde seine Atmosphäre zu retten, als die Annahme einer nicht strahlenbrechenden. Ob man sich lieber hierzu, oder zu der Aufsuchung neuer Erklärungen der Beobachtungen, aus welchen man das Vorhandensein der Atmosphäre gefolgert hat, entschliessen wird, muss von der Zukunft erwartet werden.

Ohne sich auf neue Erklärungen einlassen zu wollen, bemerkt Bessel noch Einiges über die zu erklärenden Beobachtungen. Die unzweideutigste derselben scheint ihm Schröter's Wahrnehmung einer schwachen Erleuchtung nahe an der Licht-

grenze gelegener Flächen zu sein. Dieses schwache Licht schien ihm schwache Erleuchtung nahe an der Lichtgrenze gelegener Flächen zu sein; er schrieb es einer Dämmerung zu, welche nicht ohne Atmosphäre stattfinden kann. Die Höhe der atmosphärischen Schichte, welche Dämmerungslicht noch zu verbreiten im Stande sei, bestimmte Schröter aus der Ausdehnung des von ihm beobachteten Phänomens zu 1515 Toisen. Auch zur Zeit einer Sonnenfinsterniss ist ihm nicht allein der Ausschnitt in der Sonnenscheibe, sondern auch der Rand des vorliegenden Mondes selbst erschienen, was er derselben Dämmerung zuschreibt. Die letzte Erklärung muss man wohl gänzlich zurückweisen, da das helle Licht der Sonne die Anwendung eines Dampfes vor dem Fernrohre fordert, durch welches man keinen Theil des Mondes, wenn derselbe bei Tage am Himmel steht, selbst nicht den dem directen Sonnenlichte ausgesetzt, also noch viel weniger den durch schwache Dämmerung überdies auf der leuchtenden Sonnenscheibe selbst liegenden Rand, sehen kann. Wenn man also diese Erklärung hier nicht annehmen kann, so ist kein Grund vorhanden, welcher zu der Annahme derselben Erklärung der ähnlichen, allein bei Nacht und in Berührung mit der Lichtgrenze wahrgenommenen, schwachen Erleuchtung zwingen könnte. Wenn man aber die Aehnlichkeit beider Wahrnehmungen nicht anerkennen will, so bleibt nur noch die Annahme einer, das Licht nicht brechenden, wohl aber zurückwerfenden Atmosphäre möglich. Gegen eine Atmosphäre dieser Art spricht jedoch nicht nur, dass sie aller Analogie entbehrt, sondern auch die allen Beobachtern bekannte Art der Verschwindung und Wiedererscheinung eines Fixsterns am dunkeln Mondrande. Das Licht desselben bleibt nämlich unmittelbar vor der ersten und nach der andern ungeschwächt. Andere, für Andeutungen einer Atmosphäre des Mondes angesehene, Wahrnehmungen schienen Bessel noch weniger unzweideutig zu sein. Schröter hat z. B. kleine, auf dem Monde vorhandene, Gegenstände zu gewissen Zeiten nicht sehen können, und erklärt diese Unsichtbarkeit durch über ihnen liegende Wolken. Allein wer den Mond unter verschiedenen Beleuchtungen und in verschiedenen Lagen der Gesichtslinie betrachtet hat, wird zahllose Gegenstände bemerkt haben, welche bei die-



sen Umständen sichtbar, bei jenen unsichtbar sind. Bessel zieht nun aus Allem den Schluss, dass gegen die Erklärungen der für Andeutungen einer Mondatmosphäre genommenen Wahrnehmungen kein Grund für das Dasein derselben übrig bleiben wird, welcher wahrscheinlicher als der Grund wäre, den die Unmerklichkeit der Strahlenbrechung am Mondrande gegen dieselbe giebt.

Ehe wir den Mond verlassen, um uns zu den Jupiterstrabanten zu begeben, dürfte wohl noch einer Ansicht gedacht werden, die früher eine Lieblingsmeinung mancher, selbst berühmter Astronomen war, von der aber jetzt Niemand mehr spricht. Man behauptete nämlich in dem ersten Decennium dieses Jahrhunderts die Möglichkeit eines Herabfallens vulkanischer Mondsauwürfe auf die Erde. Laplace und Olbers hatten die Möglichkeit eines solchen Ereignisses gezeigt, am unständigsten aber wohl Cossali in dem *Memorie di soc eta Italiana (Tom. XIII. P. II. p. 101.)* Dass bei günstiger Stellung des Mondes gegen die Erde eine, aus jenem mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 8295 Fuss in der Secunde ausgeschleuderte, Masse binnen etwa 70 Stunden zur Erde herabkommen könnte und zuletzt eine Fallgeschwindigkeit von ungefähr 54000 Fuss haben würde, hielt man damals für unbezweifelt. Ja man fragte sich sogar, ob nicht, bei wirklicher Constatirung einer solchen Ursache der beobachteten Steinregen, der Astronom und Geometer mit der Zeit einst genöthigt sein werde, eine derartige allmälige Verminderung der Mondsmasse als Function einer reellen Säculargleichung des Mondes zu betrachten, die den Trabanten der Erde immer weiter von der letztern entfernt <sup>1)</sup>.

### Die vier Satelliten des Jupiter.

Schwierig, jedoch interessant ist die Bearbeitung der Theorie der Jupiterstrabanten. Fast eben so wichtig, als unser Mond, müssen uns die Satelliten des Jupiter sein, wenn es darauf ankommt,

1. *Monatl. Corresp.* XXII. S. 97.

auf Reisen, namentlich zur See, geographische Längenbestimmungen zu machen.

Die nun fast vollendete Theorie der Jupitersmonde verdanken wir den, in die ersten Jahre des jetzigen Jahrhunderts fallenden, Bemühungen der französischen Astronomen Laplace und Delambre. Ersterer fand höchst merkwürdige Sätze über die constanten Verhältnisse in den mittlern Bewegungen und in den mittlern Längen dieser vier kleinen Weltkörper. Diese Sätze können zu den interessantesten analytischen Resultaten der neuern Zeit gezählt werden. Delambre benutzte die, bereits früher von Laplace gegebenen, Entwicklungen zur Entwerfung der in Lalande's *Astronomie* befindlichen, für geographische Längenbestimmung dienenden Tafeln. Noch weit ausführlicher behandelte Laplace diesen Gegenstand in seiner *Mécanique céleste* (T. IV.). Denn dort sind alle Ungleichheiten der Jupiterstrabanten rücksichtlich ihrer gegenseitigen Anziehung, der der Sonne und der der abgeplatteten Jupiterskugel, sehr vollständig entwickelt. Bouvard, welcher die Coefficienten der analytischen Formeln numerisch bestimmt hatte, unterliess jedoch die, zur Benutzung jener in theoretischer Beziehung allerdings vollendeten, Ausdrücke noch erforderlich grosse, Arbeit. Die Theorie giebt nämlich für die Bahnen der betreffenden Satelliten 12 Differentialgleichungen und durch deren zweimalige Integration 24 willkürliche, die Elemente der Bahn darstellende, Constanten. Ausserdem sind noch die Massen der Satelliten selbst, die elliptische Gestalt des Jupiter, so wie die Lage und Neigung seines Aequators erforderlich. Diese 51, zu einer Bahnbestimmung der Trabanten durchaus nothwendigen Elemente können sämtlich nur aus Beobachtungen hergeleitet werden. Diese mühsame Arbeit ist es, welche Delambre zum zweiten Male ausgeführt hat, denn schon früher hatte dieser Astronom einmal die Theorie der Jupitersmonde mit glücklichem Erfolg bearbeitet. Die neuern Jupiterstrabanten-Tafeln Delambre's sind die Frucht dieser mühevollen Arbeit. Indessen überzeugte sich Hansen im Jahr 1825, als er eben sämtliche, auf das Jahr 1826 fallende, Verfinsterungen der Jupitersmonde vorausberechnet hatte, dass diese neuen Tafeln doch noch manche Unvollkommenheiten haben. So hat z. B. Hansen die Tafel für die Gleichung C, weil sie von Delambre nicht richtig

gegeben ist, gänzlich umgeformt. Besonders wurde das Glied  $0'',74 \cos \frac{3}{2} (\zeta' - \zeta'')$  berücksichtigt, und deshalb die ursprüngliche Form  $+ 0'',74 \sin (\zeta' - \zeta'')$  angewandt, dessen Epochen für 1826 Hansen aus den Angaben der *Mécan. céleste* berechnete. Ferner scheint die Delambre'sche Correction des Arguments B der Tafeln unrichtig zu sein. Endlich ist es wohl kein unbedeutender Uebelstand, dass, vorzüglich bei den 3 äussern Jupitersmonden, die Argumente nicht Stellen genug haben, um die respectiven Gleichungen mit Sicherheit zu geben. Eine Einheitsveränderung in gewissen Argumenten bringt, wie Hansen gefunden, mehrere Secunden in der Conjunction oder in der halben Dauer zuwege.

Die Bestimmung der Jupitersatelliten - Massen geschieht durch Theorie und Beobachtung zugleich. Wesentlich wird der elliptische Lauf dieser vier kleinen Körper durch ihre gegenseitige Anziehung, also durch die Grösse ihrer Massen bedingt. Direct werden nun diese Störungen durch die Beobachtungen gegeben, von der Theorie aber unter der Voraussetzung des Gravitationsgesetzes durch eine Cofunction der Massen. Werden alsdann diese Gleichungen so geordnet, dass in ihnen blos die Massen als unbekannte Grössen enthalten sind, so giebt zuletzt die Vergleichung beider Bestimmungen offenbar die Werthe der Massen. Delambre fand auf eine solche Weise die Massen des 1., 2., 3. und 4. Jupiterstrabanten resp. 0,00557; 0,00720; 0,02755 und 0,01522 der Erdmasse oder resp. 0,5726; 0,4968; 1,8837 und 0,9108 der Mondmasse.

Was die Durchmesser der vier Jupitersmonde betrifft, so haben sich mit deren sorgfältiger Bestimmung Schröter und Harding beschäftigt. Diese ausgezeichneten Beobachter fanden für die, vom Jupiter aus bemerkten, scheinbaren Durchmesser des 1., 2., 3. und 4. Satelliten resp. die Winkel  $55' 16''$ ,  $17' 15''$ ,  $18' 59''$  und  $7' 32''$ . Aus v. Struve's spätern Messungen aber folgte resp.  $51' 11''$ ,  $17' 55''$ ,  $18' 0''$  und  $8' 46''$ . Was ihre von der Erde aus gesehenen scheinbaren Durchmesser betrifft, so bestimmten beide genannten Astronomen dieselben bekanntlich aus der Dauer der Eintritte und Austritte dieser Monde an der Jupiterscheibe. Die von ihnen erhaltenen Durchmesser, auf die grösste Erdnähe Jupiters reducirt, waren für den ersten Mond

1'',405, für den zweiten 1'',15, für den dritten 2'',04 und für den vierten 1'',42. Die hieraus für die mittlere Distanz 5,2029 des Jupiter berechneten Grössen sind resp. 1'',065, 0'',870, 1'',545 und 1'',074. Nun hat aber im Jahre 1826 v. Struve, wie wir sogleich näher erwähnen wollen, 1'',015, 0'',911, 1'',488 und 1'',275 gefunden. Folglich ist zwar die Uebereinstimmung für die drei ersten Trabanten sehr befriedigend. Allein in Beziehung des vierten beruht die ältere Bestimmung blos auf einer einzigen Beobachtung, so dass der hier unverhältnissmässig grössere Unterschied leicht zu erklären ist. Auch sah v. Struve durch den grossen Refractor auf den ersten Blick, dass der vierte Mond bedeutend grösser als der erste sei. Denn die vier Jupitersatelliten zeigten sich in dem Dorpater grossen Fernrohre von Fraunhofer als Scheibe vom messbaren Durchmesser. Nur wurden diese von v. Struve auf eine andere Art bestimmt, als bei Planetendurchmessern, weil die Kleinheit der Scheiben keine solche Beobachtung zulies.

Blos ein Herschel und Schröter konnten sich an die sehr schwierige Beobachtung der Rotationszeiten der Jupiterstrabanten wagen. Die hierauf bezüglichen Untersuchungen scheinen sehr zu bestätigen, dass die Rotationen gedachter Satelliten ihren Revolutionen ganz gleich sind. Nehmen wir nun in Betreff der Saturns- und Uranusmonde ein Gleiches zufolge der Analogie an, so dürfen wir wohl nicht zweifeln, dass die Gleichheit der Revolutionen und Rotationen für die Nebenplaneten ein allgemeines Naturgesetz sei.

In Beziehung endlich auf die Vorausbestimmung der Finsternisse und der täglichen scheinbaren Stellung der Jupiterstrabanten wissen die Berechner astronomischer Ephemeriden gar wohl, wie mühsam und zeitraubend diese Vorausbestimmungen sind. Darum dürfte es nicht auffallen oder wohl gar getadelt werden, dass man noch so manche Jahre die erwähnten Bestimmungen mechanisch mittels der Jovilabien machte. Erst als Delambre gründlich gezeigt hat, dass man die Finsternisse sowohl, als auch die täglichen scheinbaren Stellungen stets durch Rechnung am schärfsten und einfachsten bestimmen kann, sobald man sich seiner zu diesem Zwecke entworfenen Hilfstafeln bedient, ist man ziemlich allgemein und beständig diesem von Delambre

gegebenen Rathe gefolgt. So hat es auch Encke vorgezogen, statt der in den *Berliner Astronomischen Jahrbüchern* von Bode gegebenen graphischen Darstellung der geocentrischen Lage der vier Monde gegen den Jupiter für eine bestimmte Stunde, vom Jahrgange 1850 an mitzuthellen: Die Zeit der geocentrischen obern Conjunction, nebst dem jedesmaligen Axenverhältnisse der scheinbaren elliptischen Trabantenbahn, begleitet von den Reductionstabellen, die, aus der verflossenen Zeit von der nächsten vorhergehenden Conjunction an gerechnet, die geocentrischen Coordinaten der Trabanten in Bezug auf den Mittelpunkt des Jupiter geben. Durch diese Anordnung wird zugleich der Beobachter von Verfinsterungen in den Stand gesetzt, den Ort des Austritts sich genau zu bestimmen, weswegen in dem *astronomischen Jahrbuche* Encke's die Angabe der Coordinaten für diese Momente nicht hinzugefügt ist. Das Nähere s. man im *Jahrbuche für 1830 S. 246.* — Indessen haben wir gefunden und von mehreren geschickten praktischen Dilettanten der Sternkunde vernommen, dass es für die häufigen Beobachtungen der Jupiterstrabanten - Verfinsterungen sowohl, als auch für den Beobachter selbst, namentlich für den Seemann, besser und bequemer sein würde, die graphischen Darstellungen der geocentrischen Lage der vier Monde gegen ihren Hauptplaneten in den Ephemeriden beizubehalten, wie es z. B. in der *Conn. d. Temps* der Fall ist. Und offen gestanden, so scheint uns der Gebrauch, alles in Zahlen auszudrücken, jetzt doch wohl etwas zu weit ausgedehnt zu werden.

### Die sieben Satelliten des Saturn.

Die Theorie der Monde des Saturn blieb lange unbearbeitet. Die Schuld hiervon trug der Umstand, dass die hierher gehörigen Beobachtungen viel zu unvollständig und auch noch in zu geringer Anzahl vorhanden waren, als dass man hätte an die Berechnung der Störungen denken können, zumal selbst die Elemente der Bahnen dieser Monde noch immer als ganz unsicher betrachtet wurden. Uebrigens wusste man, der Theorie zufolge, damals sehr wohl, wenn sehr genaue Beobachtungen über die Elongationen der Saturnsatelliten vorhanden wären, dass man

die Masse des Saturn ziemlich zuverlässig erhalten würde. Darum wünschte v. Lindenau bereits im Jahre 1815 die Anstellung von Beobachtungen der Jupiters- und Saturnsmonde mit Fraunhofer'schen multiplicirenden Heliometern, so wie Bestimmungen ihrer Durchmesser. Damals wurde zugleich erwartet, dass Arago, der mit einem sehr guten Instrumente von Lerebours viele Resultate über diesen Gegenstand gesammelt, bekannt machen würde. Später, zu Ende des Jahres 1817, wünschte Bessel lebhaft, dass man den Saturn 1818 und 1819 recht oft beobachten möchte, um dadurch eine Anzahl guter Ortsbestimmungen der Saturnsmonde zu erlangen. Er versuchte wohl aus den sparsamen und mangelhaften bekannt gewordenen Observationen des 6. Trabanten (des vierten ältern) eine genauere Theorie desselben herzuleiten, allein das Ergebniss war kein Erfreuliches und wies auf neue, in der Zukunft zu erwartende, Bestrebungen hin. Um daher wenigstens die nächsten 1818 und 1819 anzustellenden Beobachtungen zu erleichtern, berechnete Hagen auf Bessel's Veranlassung für jene beiden Jahre eine Ephemeride, die ausser den heliocentrischen und geocentrischen Conjunctionen noch die, nach Bessel's Elementen vorkommenden, Vorübergänge des 6. Trabanten vor dem Saturn, die Bedeckungen durch die Scheibe des Planeten, so wie die Vorübergänge des Schattens und die Finsternisse enthält. Schliesslich machte Bessel ganz richtig darauf aufmerksam, dass man nunmehr mit dem Fraunhofer'schen Heliometer nicht nur Abstände, sondern auch Positionswinkel genau messen könne. Dies würde für den 6. Saturnsmond eben so grossen Nutzen gewähren. — Auch die astronomische Societät zu London stellte, von der grossen Wichtigkeit des Saturnsystems überzeugt, im Anfange des Jahres 1821 eine Preisaufgabe über die Theorie der Bewegungen und Perturbationen der Saturnstrabanten auf.

Die Bahnen der Satelliten des Saturn (und Uranus) sind uns fast unbekannt geblieben, während in der langen Zeit, welche seit der Entdeckung der erstern verflossen ist, die Erkenntniss der Bewegungen aller übrigen bekannten Körper des Sonnensystems fortwährende Anstrengungen veranlasst und dadurch immer neue Erfolge herbeigeführt hat. Als Ursache des Zu-

rückbleibens unserer Kenntnisse dieser Satelliten kann theils die Lichtschwäche derselben, theils der Mangel zuverlässiger Mikrometer genannt werden; allein man muss mit Bessel zugleich zugestehen, dass die Astronomen, auch ohne sehr starke Fernröhre und Mikrometer, den Saturnsatelliten viele, für ihre Theorie nützliche, Beobachtungen hätten abgewinnen können, wenn sie die Durchgangszeiten derselben durch die kleine Axe der Ringellipse fleissiger beobachtet hätten, als sie gethan haben. Wahrnehmungen dieser Art haben wir nur von Halley, von Cassini Vater und Sohn, von Herschel und von Köhler. Huyghens selbst hat keine Beobachtung einer Conjunctionszeit hinterlassen, sondern nur um Mitternacht den 14. März 1659 den Ort des Satelliten so bezeichnet, dass man erkennt, er müsse mehrere Stunden früher in Conjunction gewesen sein. Bernard hat zwar im Jahre 1768 mehrere Conjunctionen beobachtet, allein aus der Berechnung derselben geht hervor, dass er dabei nicht die Sorgfalt angewandt hat, welche, mehr noch als instrumentale Hilfsmittel, nothwendig ist, um brauchbare Resultate zu erlangen. Ein Theil der Nachrichten über den Satelliten, welche man von den genannten Astronomen besitzt, ist, aus Gründen, welche Bessel in seiner Abhandlung anführt, nicht geeignet, Zutrauen einzufüssen, und die keinesweges beträchtliche Anzahl derselben muss noch vermindert werden, wenn die Absicht ist, eine Theorie des Satelliten darauf zu gründen. Inzwischen verrathen schon diese spärlichen Angaben eine Abweichung der Bahn des Satelliten von dem Kreise, sind aber nicht genügend, dieselbe mit einiger Genauigkeit zu bestimmen. Ein Versuch, dieses dennoch zu leisten, welchen Bessel im Jahre 1812 bekannt gemacht hat <sup>1)</sup>, ist daher sehr unvollkommen geblieben und bedurfte wesentlich derjenigen Vervollkommnung, welche er aus, mit dem grossen Heliometer der Königsberger Sternwarte gemachten, Beobachtungen des Satelliten in neuerer Zeit ziehen konnte.

Diejenige Art von Beobachtungen, welche die frühern Astronomen hinterlassen haben, nämlich die Schätzung der Conjunctionszeiten des Satelliten, entweder mit dem Mittelpunkte oder mit einem

1) Königsberger Archiv für Naturwissenschaften und Mathematik S. 113.

Rande des Planeten oder seines Ringes, kann nur dann mit einiger Sicherheit gemacht werden, sobald die Entfernung des Satelliten, von der grossen Axe der scheinbaren Ringellipse klein ist. Dieses findet nur dann statt, wenn der Planet sich in der Nähe der Knotenlinie der Trabantenbahn befindet, und es folgt hieraus, dass alle sichern Beobachtungen des Trabanten in zwei diametral einander entgegengesetzte Theile seiner Bahn fallen, und daher zur Bestimmung aller Elemente, von welchen der Ort des Trabanten in seiner Bahn abhängt, nicht hinreichend sind. Man muss also die bessern Beobachtungen mit schlechtern vermischen, um eine vollständige Bestimmung zu erhalten. Hierin aber liegt die eigentliche Schwierigkeit der Aufgabe. Doch würde dieselbe noch stärker hervortreten, wenn nicht die Apsidenlinie der Bahn eine beträchtliche Bewegung besässe, vermöge welcher ihrer Lage, seit der Huyghens'schen Entdeckung des Trabanten sich bereits um einen Quadranten geändert hat. Diese Bewegung führt immer andere Punkte der Ellipse in die Gegenden der Bahn, welche sicherer beobachtet werden können, und es würden während der langen Zeit, welche die Beobachtungen umfassen, wirklich alle Schwierigkeiten verschwunden sein, wenn von allen Durchgängen des Saturn durch die Knotenlinie so genügende Nachrichten vorhanden wären, als diejenigen sind, welche man Herschel und Köhler verdankt. Will man diese Schwierigkeiten nicht durch die Hoffnung, dass im Verlaufe eines folgenden Jahrhunderts erst nachgeholt werde, was in einem frühern versäumt worden ist, sondern schon jetzt zu beseitigen suchen, so bleibt freilich nur die Anstellung einer Beobachtungsreihe anderer Art übrig, nämlich einer solchen, durch welche der Ort des Trabanten vollständig und in jedem Punkte seiner Bahn mit gleicher Sicherheit angegeben wird. Blos eine solche Beobachtungsreihe kann auch die, zur Erkenntniss der Masse des Planeten nothwendige, Bestimmung der mittlern Entfernung des Trabanten ergeben und die Lage seiner Bahn festsetzen, von welcher bisher angenommen worden, dass sie mit der Lage der Ringebene zusammenfalle. Ist es gelungen, aus solchen Beobachtungen sämtliche Elemente für die gegenwärtige Zeit zu bestimmen, so werden die ältern Nachrichten nur zu Rathe gezogen werden dürfen, um die mittlern Bewegungen der Länge des Trabanten und der



Apsidenlinie und der Knoten seiner Bahn daraus zu erkennen, welche geringere Zahl von Elementen dieselben mit weit mehr Sicherheit ergeben können, als früher die grössere Zahl.

Eine Beobachtungsreihe dieser Art hat nun Bessel vom 11. Dec. 1829 bis zum 20. Mai 1850 mit dem grossen Heliometer angestellt. Diese Beobachtungen stehen in einer Abhandlung, welche die Nummern 193, 194 und 195 der *Astron. Nachr.* bildet, wo zugleich Bessel erklärt, wie solche Beobachtungen anzustellen sind, ferner die Theorie für die Herleitung der Elemente aus diesen Beobachtungen und die Elemente selbst mittheilt. Aus dieser Abhandlung, in welcher auch (zum ersten Male) eine analytische Theorie der Schattenvorübergänge eines Trabanten vor der Scheibe seines Planeten vorgetragen ist, wird man ersehen, dass der Zweck der angestellten Beobachtungen mit beträchtlicher Sicherheit erreicht worden ist, mit einer Sicherheit, die keinen Zweifel darüber lässt, dass eine Fortsetzung derselben Beobachtungen mehrere Jahre hindurch eine Genauigkeit der Resultate geben wird, welche man für einen Saturnsatelliten vielleicht nicht erwartet hat. Wegen dieser weitem Verfeinerung der Resultate will auch Bessel später auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen. Allein bei den damals (1852 und 1855) bevorstehenden Durchgängen des Planeten durch die Knotenlinie der Trabantenbahn sollte es nicht an Elementen fehlen, aus welchen die Zeiten und Umstände der Conjunctionen des Satelliten, seiner Finsternisse und Vorübergänge seines Schattens hinreichend genau voraus berechnet werden könnten. Aus diesen Ursachen zögerte Bessel nicht mit der Mittheilung der auf seinen bisherigen Beobachtungen allein beruhenden Resultate. Denn wenn auch, bemerkte er sehr richtig, die genannten Erscheinungen jetzt, nachdem man durch das Heliometer in den Stand gesetzt ist, den Satelliten in allen Punkten seiner Bahn mit genügender Genauigkeit zu beobachten, ihr früheres Interesse auch zum Theil verloren haben, so wird es doch sehr nützlich bleiben, sie mit der grössten Aufmerksamkeit zu verfolgen.

Am Ende seiner Abhandlung zog Bessel aus den angestellten Untersuchungen noch einige schöne Folgerungen, namentlich Bestimmungen der Massen des Planeten und seines

Ringes. Bessel ist übrigens der erste, welcher möglichst genaue Tafeln der mittlern Bewegungen für die Länge, das Perisaturnium, den Knoten und die Neigung des Huyghens'schen Saturnsatelliten berechnet hat. Diese Tafeln stehen in den *Astron. Nachr.* IX. S. 50 u. 51.

Wegen der beabsichtigten weitern Verfeinerung der Resultate wurde von Bessel später eine zweite Beobachtungsreihe vom 19. Dec. 1830 bis zum 19. Mai 1831 mit dem grossen Heliometer angestellt, und mit den hieraus gewonnenen Verbesserungen von ihm in No. 214 der *Astron. Nachr.* öffentlich vorgelegt. Dieses Mal betrug der mittlere Fehler jeder einzelnen Vergleichung der Theorie mit der Beobachtung  $\pm 0'',2787$ ; die nunmehr verbesserten Elemente der Bahn des Satelliten für 1830 aber waren:

Epoche . . . . .	125 <sup>o</sup> 0' 48'',8
Perisaturnium . . . . .	244 17 56 ,0
Excentricität . . . . .	0,02931442
mittlere Entfernung . . . . .	176'',57545
Knoten . . . . .	167 <sup>o</sup> 59' 4'',7
Neigung . . . . .	27 54 26 ,4

Endlich gab auch hier, wie das erste Mal, Bessel eine vollständige Vergleichung dieser Elemente mit den Beobachtungen, fand jedoch die Masse des Saturn jetzt ein wenig anders,

nämlich:  $\frac{1}{3500,20}$  mit  $\pm 1,94$  Einheiten als mittlern Fehler des

Nenners dieses Bruchs; vorher war das Resultat  $\frac{1}{5497,24}$  mit  $\pm 2,68$  als mittlern Fehler.

Mädler nun ist der erste gewesen, der Bessel's umfassende (oben erwähnte), schöne Arbeit über die Bahn des sechsten Saturnstrabanten dazu benutzt hat, zum allerersten Male möglichst vollständig die Vorausberechnung der Finsternisse dieses Trabanten, nebst den Elementen der Finsternisse, für die Jahre 1852 und 1853 zu geben. Man findet sie, nebst andern hierzu noch nöthigen Bemerkungen in No. 208 der *Astron. Nachrichten*.

Endlich beobachtete Bessel zum dritten Male vom 9. Febr. bis zum 7. Mai 1852 den 6. Saturnsmond, so dass für diesen 26 vollständige Ortsbestimmungen erhalten wurden. Dieselben

finden sich in No. 242 der *Astron. Nachr.*, nebst den von Selander aus Upsala berechneten Resultaten.  $\pm 0'',2634$  war der mittlere Fehler jeder einzelnen Vergleichung der Theorie mit der Beobachtung, die Elemente aber:

Epoche . . . . .	125 <sup>o</sup> 0' 52'',2
Perisaturnium . . . . .	244 35 50 ,0
Excentricität . . . . .	0,2922326
mittlere Entfernung . . . . .	176'',55215
Knoten . . . . .	167 <sup>o</sup> 39' 16'',6
Neigung . . . . .	27 35 46 ,6

Wie das erste und zweite Mal, gab auch hier Bessel die vollständige Vergleichung der neuen Elemente mit den Beobachtungen.

Die beiden innersten Saturnstrabanten, welche Herschel im Jahre 1789, als die Erde durch die Ebene des Ringes ging und dieser selbst in seinem 20füßigen Teleskop nur noch als eine zarte Linie sichtbar blieb, entdeckte und beobachtete, sind seitdem trotz der angestrengtesten Bemühungen unserer vorzüglichsten Astronomen nicht weiter gesehen worden und alles, was wir über ihre Bahnen wissen können, beruht demnach einzig auf jenen alten Beobachtungen. Da nun überdies in jener Zeit die erforderlichen Reductionselemente bei weitem nicht in genügender Schärfe bekannt waren (die berechneten Saturnslängen z. B. wichen nicht selten um einen halben Grad vom Himmel ab), auch Herschel selbst eine genaue Berechnung keinesweges angestellt hat, sondern sich mit ersten Näherungen begnügte und nur im Allgemeinen untersuchte, ob seine Beobachtungen den hieraus hergeleiteten Elongationen nicht widersprächen, so schien den Zweifeln an der Existenz dieser beiden Trabanten allerdings einiger Raum gegeben zu sein.

Eine neue und genauere Discussion der Beobachtungen Herschel's schien daher wohl geeignet, das Interesse der Astronomen in Anspruch zu nehmen. Beer und Mädler versuchten auf Bessel's Veranlassung eine solche und gaben folgende Resultate.

Was zunächst die Existenz der beiden Trabanten betrifft, so kann diese bei einer genauern Prüfung der Herschel'schen Daten nicht bezweifelt werden. Er sah z. B. am 28. Aug.

1789 die 5 alten Trabanten sämmtlich und noch einen 6. gewiss; am 17. Sept. sogar alle 7, beobachtete mehrmals Conjunctionen der innern Trabanten mit einem der älttern u. dergl. Ueberhaupt kommen bei ihm gegen 200 beobachtete Trabantenörter vor, die nach genauer Untersuchung keinem der älttern zugeschrieben werden können, auch nur zum geringern Theil auf der Ringlinie, sondern meist ausserhalb derselben liegen.

Indessen sind die Beobachtungen ohne Ausnahme nur Schätzungen der Distanz in der Richtung der verlängerten Ringlinie, und Bemerkungen wie „*a little north*“ die einige Mal vorkommen, sind nicht geeignet, irgend eine Rechnungsbasis zu gewähren. Auch ist der Massstab der Schätzung nicht ein und derselbe; bei einigen bildet die „Projection“ des hervorragenden Theiles der Ringlinie die Einheit, und alsdann ist die Distanz „*from the edge of the preceeding or following arm*“ angegeben; in andern Beobachtungen ist der scheinbare Diameter Saturns der Massstab, und die Distanz ist, „*from the body*“ gerechnet.

Es lässt sich nun vorher weder bestimmen, wie gross Herschel den Saturn, noch wie gross er die Projection des Ringarmes gesehen habe; seine Messungen beider Grössen sind unter ganz andern Umständen angestellt und weichen bekanntlich sehr von den neuern ab. Man könnte sich nun allerdings begnügen, die geschätzten Distanzen als blossе Relationen in den Calcul einzuführen, da der wahre mittlere Abstand in Secunden aus der Umlaufszeit, mit Zugrundelegung der Bessel'schen Saturnsmasse, gefolgert werden kann; allein das Verhältniss zwischen einer „Projection“ und einem „Diameter“ müsste doch wenigstens bekannt sein, wenn man alle Beobachtungen verbinden will; ein Umstand, der zu einer beinahe völligen Wiederholung der Rechnung genöthigt hat.

Beer und Mädler theilten in No. 295 der *Astron. Nachr.* Herschel's Beobachtungen vom 18. Juli bis 24. Decbr. 1789 mit, so weit sie die innern Trabanten betreffen, und zwar in Abkürzungen, die alles Wesentliche darstellen. Am angeführten Orte können unsere Leser zugleich selbst die Berechnungsweise nachsehen, durch welche folgende Resultate gefunden worden sind. — Für den 6. Trabanten:

Distanz = 1,60396 d

Umlaufzeit = 32 53' 2'',728

Epoche Sept. 14. 11<sup>h</sup> 53' M. Z. von Slough. . . 67° 56' 25'',5  
saturnicentr. Länge des Trabanten.

Der gefundenen Umlaufzeit entspricht, wenn man die Bessel'sche Saturnsmasse anwendet, eine saturnicentrische Distanz des Trabanten von 54'',57998 für den mittlern Abstand von der Erde, und es folgt also, dass Herschel den Halbmesser des Planeten bei diesen Beobachtungen unter einem Winkel von 10'',7174 erblickt habe. Seine Messungen geben ihn = 10'',501.

Ferner für den 7. Trabanten:

Distanz = 1,26845 d

Umlaufzeit = 22<sup>h</sup> 56' 17'',705

Epoche 1789 Sept. 14. 15<sup>h</sup> 26' = 268° 54' 36''

und dann als elliptische Elemente:

halbe grosse Axe = 1,25410 d

Excentricität . = 0,06889 a

Perisaturnium . = 104° 42'

Umlaufzeit . . = 22<sup>h</sup> 56' 17'',705

Epoche 1789 Sept. 14. 15<sup>h</sup> 26' = 264° 16' 36''.

Der Umlaufzeit des 7. Satelliten entspricht eine halbe grosse Axe von 26'',77791; der Saturnshalbmesser, wie Herschel ihn gesehen, also hieraus zu 10'',8489 gross, nur um 0'',1515 von dem oben durch den 6. Trabanten erlangten Resultate abweichend.

Uebrigens kann an Tafeln des mittlern Laufs dieser beiden Monde natürlich noch gar nicht gedacht werden; nur erst dann, wenn man die Umlaufzeit des 6. auf eine und die des 7. auf eine halbe Secunde verbürgen könnte, dürfte die Entwerfung solcher Tafeln vorgenommen werden.

Seit dem April 1856 hat auch Lamont den 6. Saturnstrabanten zum Gegenstande wiederholter Beobachtungen gemacht. Er fand 32<sup>h</sup> 52' 59'',71 als Umlaufzeit für denselben, aus der Vergleichung seiner Beobachtungen aber mit der schätzbaren Reduction der Herschel'schen Observationen, welche, von Beer und Mädler angestellt; vorhin erwähnt worden sind, genauer zu 32<sup>h</sup> 52' 57'',796.

Lamont sieht diese Bestimmung als höchst wahrschein-

lich an (ohne sie jedoch für sicher zu halten), weil über die Zahl der seit der Herschel'schen Epoche gemachten Revolutionen, da indess viele Jahre verflossen sind, ein Zweifel obwalten kann. Tafeln der mittlern Bewegung des 6. Saturnsmondes, von Lamont für den Meridian von Paris berechnet, finden sich in No. 516 der *Astron. Nachrichten*.

### Die sechs Satelliten des Uranus.

Die Uranusmonde, welche unzweifelhaft zu den kleinsten und zartesten Gegenständen des Himmels gehören, sind ausser von Herschel, ihrem Entdecker, wohl bloß noch von Schröter gesehen, aber auch nur gesehen und fast niemals beobachtet worden. Weil es also gänzlich an Beobachtungen fehlte, so konnte nun auch für die Theorie der Uranustrabanten offenbar gar nichts gethan werden. Bloß aus Herschel's Observationen scheint ziemlich gewiss gefolgert werden zu können, dass diese Nebenplaneten sich sämmtlich fast in einer Ebene bewegen, welche gegen die Bahn ihres Hauptplaneten eine beinahe senkrechte Neigung hat. Hinsichtlich der Anzahl der Uranusmonde las Herschel im Jahre 1815 am 1. Juni der Royal-Society eine Abhandlung vor, in welcher er behauptete, dass er sich bis 1814 des Daseins von sieben (?) Trabanten versichert habe. Herschel fügte jedoch hinzu, dass die Beobachtung dieser feinen himmlischen Gegenstände wegen ihrer sehr bedeutenden Entfernung und Lichtschwäche zu schwierig sei, als dass er es gewagt, bestimmte Auskunft über ihre Bahnen öffentlich zu geben. Herschel versichert überdies, dass kein Teleskop unter 20 Fuss Focallänge diese Mende zu zeigen vermöge. Damals war Herschel, der seine Beobachtungen über die Uranusmonde meistens mit einem 25füß. Spiegelteleskop angestellt hat, der Meinung, es sei nicht unwahrscheinlich, dass man mit noch lichtstärkern Instrumenten noch mehr Satelliten des Uranus entdecken werde.

So weit ist jetzt die Bekanntschaft mit unserm Monde und den Satelliten Jupiters, Saturns und Uranus vorgeschritten. Erst seit dem Jahre 1824 hat man angefangen, den Mond mit Einsicht und Beharrlichkeit genau zu beobachten und Abbildungen seiner Oberfläche nach richtigen Principien zu entwerfen. Viel ist hierdurch schon gewonnen, noch mehr muss von der Zukunft, zumal was die Vervollkommnung der Mondcharten und die Höhenmessungen der Mondsberge betrifft, erwartet werden. Ziemlich eben so weit ist man in der Theorie des Jupitersatellitensystems gekommen.

Dagegen ist erst fast in neuester Zeit ein, mit der Zeit interessante Aufschlüsse zu hoffender, Anfang mit dem Saturnsystem durch Bessel begonnen. Leider liegt die Theorie der übrigen fünf Saturnstrabanten noch ganz in der Kindheit; die Schwierigkeiten, diese Himmelskörper nur zu sehen, haben alle bisherigen wenigen Bemühungen einer zuverlässigen Bahnbestimmung vereitelt. Dass dies in noch viel höherm Grade von den Uranussatelliten gilt, braucht wohl nicht erst gesagt zu werden, wohl aber dies, dass es noch manche Astronomen giebt, die es überhaupt bezweifeln, ob die Uranusmonde wirklich existiren oder doch wenigstens die Zahl derselben als eine noch ganz unbekannt betrachten. Ob es noch mehrere Nebenplaneten in unserm Sonnensysteme giebt, weiss man bis jetzt noch nicht; Entdeckungen sind nicht vorgefallen, und vage Vermuthungen zu machen darf der eigentliche Astronom sich nie erlauben. Schliesslich aber werde hier bemerkt, dass nach John Herschel's Meinung ein Fernrohr, das die Duplicität der Sterne  $\beta$  Capric. und  $\beta$  Equuleji erkennen lässt, auch die zwei ersten Saturnsmonde und die äusserst lichtschwachen Satelliten des Uranus ohne Weiteres wahrnehmen lassen soll. Würde sich dies bestätigen, so könnte man wohl von der Zukunft neue und bessere Aufschlüsse über die Zahl und Natur der genannten Himmelskörper zu erwarten berechtigt sein!

aus den Beobachtungen eines Kometen dessen Bahn zu bestimmen, die eine langgestreckte Ellipse ist, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet. Diese Theorie wurde zuerst auf den Kometen von 1822 an gebracht und ist die Bahn von 22 der frühern Kometen, wird fast, dass die

## Fünfter Theil.

### *Die Kometen.*

#### *Die Kometen überhaupt.*

Von den Planeten und deren Trabanten gehen wir jetzt zu jenen äusserst zahlreichen Himmelskörpern über, die gleichsam zwischen den Planeten nebst deren Monden und den zahllosen Fixsternen eine natürliche Mittelklasse zu sein scheinen, nämlich zu den Kometen. Dieselben sind bekanntlich nur ephemere Bewohner des uns zunächst gelegenen Himmelsraumes, weshalb sie uns nur selten und grösstentheils unerwartet erscheinen. Dann verschwinden sie meistens auf Jahrhunderte oder Jahrtausende aus unserm Gesichtskreise, und begeben sich in die entferntesten Regionen unseres Sonnengebietes.

Newton hat zuerst gezeigt, dass die Kometen eben so, wie die Planeten, Weltkörper sind, die zu unserm Sonnensysteme gehören, und dass sie folglich nach denselben Gesetzen, wie jene, ihre Bahnen um die Sonne beschreiben. Diese Behauptungen bewies Newton durch Rechnungen mittels des Gesetzes der Gravitation, und gab zugleich eine Methode an, aus den Beobachtungen eines Kometen dessen Bahn zu bestimmen, die eine langgestreckte Ellipse sein muss, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet. Diese Theorie wandte Halley zuerst auf den Kometen von 1682 an, berechnete auch die Bahnen von 25 der frühern Kometen, und fand, dass die



von 1456, 1531, 1607 und 1682 fast einerlei Bahn hatten. Er behauptete nun, weil auch diese Jahre ziemlich gleichweit aus einander liegen, alle diese Kometen wären nur einer und derselbe gewesen, und prophezeite dessen Wiederkunft auf das Ende des Jahres 1758, was auch nahe eingetroffen ist. Man nennt diesen Kometen den Halley'schen, denselben, den die Astronomen zuletzt in den Jahren 1835 und 1836 beobachtet haben. Wir werden ihn später näher kennen lernen, und zwar bei dem 58. Kometen.

Seit dem Jahre 1801 nun sind über 60 Kometen entdeckt, beobachtet und ihre Bahnen berechnet worden. Man ist so glücklich gewesen, ausser dem schon erwähnten Halley'schen noch drei andere Kometen von bestimmter Umlaufszeit sehr genau kennen zu lernen. Man hat sich ferner mit sehr sorgfältigen Untersuchungen älterer Kometenbahnen beschäftigt, und endlich auch allgemeine theoretische und physisch - mathematische Betrachtungen über die Bahnen und die Natur der Kometen angestellt.

Es wird demnach dieser Theil der Geschichte der Astronomie mit den chronologisch geordneten Entdeckungen von Kometen, deren Beobachtungen und Bahnbestimmungen beginnen.

### Kometenentdeckungen.

1. Komet, 1801 den 12. Juli von Pons in Marseille entdeckt im Kopfe des grossen Bären. Der Komet war rückläufig, klein, rund, ohne Schweif, aber mit einem Lichtnebel umgeben. Mechain, der ihn zuletzt, nämlich den 23. Juli beobachtete, Messier und Bouvard wurden den Kometen kaum einige Stunden später gleichfalls gewahr. Burckhardt hat seine Bahn berechnet. — Pons erhielt von Lalande den von ihm für die zuerst gemachte Entdeckung eines Kometen bestimmten Preis von 600 Livres, und zugleich die Zusicherung von 100 Livres für jede folgende Entdeckung eines Kometen <sup>1)</sup>.

1. *Monatl. Corr.* IV. S. 179. *Astron. Jahrb.* 1805. S. 129 u. 1809 S. 272. *Conn. d. T.* XIII. p. 344 u. 484. *Lalande Bibl. astron.* S. 849. *Monatl. Corr.* V. S. 136 u. XVIII. S. 250.

2. Komet, 1802 am 26. August von Pons aufgefunden zwischen den Sternen  $\zeta$  und No. 20. im linken Schenkel des Ophiuchus. Mechain entdeckte den Kometen am 28. August und Olbers den 2. September. Der rückläufig gewesene Komet wurde bis zum 5. October beobachtet, und seine Bahn von Mechain und Olbers berechnet. Dieses äusserst lichtschwache Gestirn veranlasste wegen seines nur dunstartigen Aussehens Olbers zu der Aeusserung, dass die Natur der Kometen ihm desto räthselhafter werde, je mehr er solche Weltkörper beobachtete. An jenem Abende, wo Olbers den nunmehr im Herkules sichtbaren Kometen aufgefunden, machte er zugleich eine interessante Entdeckung. Er sah nämlich um 9 Uhr einen Stern 10. Grösse von dem Kometen bedeckt, ohne dass der Stern durch den Nebel des letztern an Licht verloren hatte. Mechain sah jedoch in diesem Ereignisse noch keinen Beweis einer Kernlosigkeit des Kometen. — Pons erhielt für seine Entdeckung von Lalande 100 Francs <sup>1)</sup>.

Bei Gelegenheit der Entdeckung dieses Kometen gab Olbers einen Beweis seiner aufrichtigen Anerkennung fremder Verdienste, indem er damals an v. Zach in Seeberg schrieb: „Ob mir nun gleich durch Pons' und Mechain's Auffindung die kleine Ehre der ersten Entdeckung dieses Kometen geraubt wird, so versichere ich doch mit Wahrheit, dass ich mich sehr über diese Nachricht gefreut habe. Es ist ein Beweis, wie sorgfältig immer der Himmel durchmustert wird, da ein so kleiner Komet an drei verschiedenen Orten aufgefunden worden ist. Dies giebt uns die angenehme Hoffnung, dass nicht leicht ein Komet, den unsere Nachtfernrohre sichtbar machen können, unbemerkt bei der Erde vorbeistreichen kann.“

5. Komet, 1804 den 8. März früh 3 Uhr von Pons entdeckt in der Waage beim Stern  $\alpha$ ; Bouvard fand ihn den 10., Olbers aber den 12. März zwischen dem Bootes und der Jungfrau nahe bei 725 Virg. (Bode). Dieser rückläufige Komet, welcher bis zum 1. April beobachtet worden, war zwar

1. *Monatl. Corr.* VI. S. 376, 380, 506 u. 584. *Conn. d. T.* XIII. d. 236 u. 374. *Astron. Jahrb.* 1805 S. 230, 247, 257 u. 266; 1806 S. 129. *Monatl. Corr.* XVIII, S. 250.

blass und unbegrenzt; seine scheinbare Grösse übertraf jedoch die des bekannten Nebelflecks über der Waage am Berge Mänäus, weshalb man den Kometen später auch mit blossen Augen sehen konnte. — Gauss, Bouvard und Wahl sind die Berechner seiner Bahn. Ueber die relative Bewegung dieses Kometen s. *Monatl. Corr.* IX. S. 506. Pons erhielt für diese Entdeckung 100 Francs von Lalande und 500 Francs vom französ. Ministerium des Innern <sup>1</sup>).

4. Komet (erster vom Jahre 1805), 1805 den 20. Oct. fast gleichzeitig von Pons, Bouvard und Huth (zu Frankfurt a. O.) entdeckt bei  $\nu$  und  $\xi$  Ursae maj. (am Hinterfusse). Das Recht der allerersten Entdeckung hätte sich Huth vindiciren können, der den Kometen 1 oder 2 Stunden früher als Bouvard und Pons gesehen haben will. Dennoch bekam Letzterer abermals von Lalande 100 Francs. Dieser rechtläufige Komet war mit blossen Augen nur schwach zu sehen; jedoch glich er, wie Huth berichtete, an Grösse, Farbe und Helligkeit dem bekannten Nebelfleck in der Andromeda nicht wenig, ausser dass er nicht länglich wie dieser, sondern fast kreisrund war. Er lief vom 20. October an bis zum 18. November, wo er völlig unsichtbar ward, von  $166^{\circ}$  Rectasc. und  $53^{\circ}$  nördl. Declin. bis zu  $216^{\circ}$  Rectasc. und  $15^{\circ}$  südl. Declin., nämlich vom kleinen Löwen, dem Haupthaare der Berenice südlich vorbei, durch den nördlichen Flügel der Jungfrau bis zu deren Füssen. Die Beobachtungen stellte Thulis vom 20. October bis zum 9. November, Olbers vom 29. October bis zum 15. November an. — Bessel <sup>2</sup>), Gauss, Legendre und Bouvard haben die Bahn berechnet <sup>3</sup>); aber noch keiner dieser Berechner ahnete damals die kleine elliptische Bahn dieses Kometen, der, wie sich erst  $15\frac{1}{2}$  Jahre später ergeben hat, schon zwei Mal vor 1805 dagewesen ist. Man wird ihn bei dem

1. *Monatl. Corr.* IX. S. 344, 432 u. 503. *Astron. Jahrb.* 1807 S. 229. *Conn. d. T.* XV. p. 374 und *Conn. d. T.* 1808 p. 336. *Monatl. Corr.* XVIII. S. 250.

2. Nachts (10 bis 2 Uhr) vom 1. zum 2. November berechnet.

3. Die Bahnen von Bessel und Gauss finden sich zuerst in der *Monatl. Corr.* XIII. S. 80 u. 83.

Jahn, *Gesch. d. Astronomie.*

25. Kometen unter dem Namen des Encke'schen als einen höchst merkwürdigen Bewohner unsers Sonnensystems näher kennen lernen <sup>1)</sup>).

5. Komet (zweiter vom Jahre 1805), 1805 den 10. November von Pons in der Andromeda entdeckt; es war ein kleiner Komet mit ziemlich scheinbarem Kern, mit blossen Augen ziemlich erkennbar. Bouvard fand erst den 16. und Huth den 22. November das Gestirn, welches nun fleissig beobachtet wurde. Der Komet, rechtläufig in seiner Bewegung, ging Ende Novembers stark südlich und mit zunehmender Geschwindigkeit fort, hatte auch, besonders am 8. December, an Grösse und Helligkeit zugenommen. Beobachtungen dieses Kometen — für dessen Entdeckung Pons abermals von Lalande 100 und vom französ. Ministerium des Innern 500 Francs erhalten hatte — sind besonders von Olbers, Thulis, Schröter, Bouvard, Maskelyne, Gauss und Huth vorhanden. Nach Schröter's Messungen soll der Durchmesser des kugelförmigen Nebels dieses Kometen nahe  $5\frac{1}{2}$  Erddurchmesser betragen haben, der Kern aber nur 50 Meilen im Durchmesser <sup>2)</sup> Nachdem Bouvard und Legendre die parabolischen Elemente der Bahn bestimmt hatten, ward die Aufmerksamkeit der rechnenden Astronomen in hohem Grade rege. Die Elemente der Bahn dieses Kometen näherten sich nämlich denen des im Jahre 1772 von Montaigne entdeckten Kometen nicht wenig, was nunmehr Veranlassung gab, dass Bessel, Gauss und Burckhardt die mögliche Identität beider Himmelskörper umständlicher prüften. Allein zu dieser Prüfung war erst eine vorläufige neue Untersuchung des Kometen von 1772 deshalb durchaus erforderlich, weil dessen Bahn bisher nur aus sehr wenigen Lalande'schen Observationen hergeleitet war. Bessel <sup>3)</sup>, der diese Untersuchung anfangs mittels der parabolischen

1. *Monatl. Corr.* XII. S. 499, XIII. S. 194, XIV. S. 68. *Conn. d. T.* 1808 p. 339 u. 1809 p. 325. *Astron. Jahrb.* 1809 S. 127 u. 182, 1822 u. 1823. *Corr. astron.* 1819. *Legendre nouv. Méthodes pour la détermination des orbites des Comètes.* *Monatl. Corr.* XVIII. S. 250.

2. *Astron. Jahrb.* 1809 S. 142; 1829 S. 124.

3. *Monatl. Corr.* XIV. S. 71 u. 181.

Hypothese geführt, und die Neigung und den kleinsten Abstand in den Bahnen von 1772 und 1805 zu verschieden gefunden, bestimmte nun, um noch sicherer zu gehen, die Umlaufszeit und grosse Axe aus dem Zeitraume von 1772 bis 1805, und endlich die elliptischen Elemente beider Bahnen aus den correspondirenden Beobachtungen. Er kam jedoch auf solche Differenzen, dass die vermuthete Identität sich als ungegründet ergab. Gauss war ebenfalls nicht viel glücklicher als Bessel. Allerdings hatte Gauss bereits durch die Beobachtungen von 1805 allein eine Ellipse gefunden, welche die Beobachtungen besser, als eine Parabel, darstellte. Diese elliptische Bahn gab dem Kometen von 1805 eine Umlaufszeit von nur nahe 5 Jahren. Deshalb würde der Komet, wäre er derselbe von 1772, während dieses Zeitraums etliche Revolutionen beschrieben haben. Aber unter dieser Voraussetzung differirten dann die Elemente beider Kometen zur Zeit ihrer Erscheinungen (1772 und 1805) zu stark. Ungeachtet dieses ungünstigen Resultats hat Gauss damals an der Identität, die Burekhardt und Bessel in Folge ihrer Rechnungen entschieden geleugnet, keinesweges gezweifelt. Nur dies fand Gauss als gewiss, dass nämlich die Beobachtungen mit jeder Ellipse, deren halbe grosse Axe den Werth 2,82 übersteigt, besser als mit der Parabel stimmen. Wie nahe er der Wahrheit schon gekommen war, können wir leicht beurtheilen, sobald man erfährt, dass dieser merkwürdige Komet viele Jahre später unter dem Namen des Biela'schen sehr berühmt geworden ist. Wir werden ihn beim 40. Kometen zum ersten Male näher kennen lernen <sup>1)</sup>.

6. Komet. Am 10. Nov. 1806 von Pons in der Jungfrau entdeckt, alsdann von Thulis und am 7. Dec. von Bessel observirt. Pons erhielt von Lalande wieder 100 Francs. Da der Komet nur einen schwachen Kern und eine bedeutende südliche Declination hatte, so verschwand er, nachdem er bis zum 20. Decbr. beobachtet worden, um Weihnachten, ward aber,

1. *Monatl. Corr.* XIII. S. 84, 194, 311; XIV. S. 72, 181, 382 u. XXVI. S. 360 u. 490. *Conn. d. T.* 1808 p. 340 u. 1809 p. 325. *Astron. Jahrb.* 1809 S. 182. *Legendre Méthodes nouvelles etc.* *Monatl. Corr.* XVIII. S. 251.

nachdem er in der Neujahrsnacht dicht am Südpole des Himmels vorbeigegangen, im Anfange des nächsten Jahres wieder sichtbar. Pons fand den Kometen den 17., Bessel den 25. Jan. 1807 wieder auf. (Am 27. Januar stand der Komet nahe bei No. 29 der Electricirmaschine nach Bode.) Dies gelang um so leichter, da Bessel, nachdem er die Bahn des Kometen berechnet, zugleich eine Ephemeride des Laufs desselben entworfen hatte. Der Komet wurde nun noch bis zum 2. Febr. 1807 beobachtet. Die von Bessel zum zweiten Male bestimmte Bahn schloss sich sämtlichen Beobachtungen so viel als möglich an. Burckhardt ist der zweite Berechner der Bahnen dieses Kometen, der rückläufig war <sup>1)</sup>).

7. Komet. Er erschien im Jahre 1807 und zwar so gross, wie man seit 1769 keinen Kometen wieder gesehen hatte. Er wurde zuerst den 9. September zu Castro Giovanni in Sicilien bemerkt. Sehr bald sah ihn Piazzi zu Palermo, am 20. September Pons zu Marseille, wo der Komet vom 22. an und zu Paris vom 30. September an, auch gleichzeitig von Seth Pease in Nordamerika, beobachtet wurde. In der nördlichen Hälfte Europa's nahm man den Kometen, der rechtläufig gewesen, erst zu Anfange Octobers (den 7. sah ihn Olbers) wahr. In Sachsen wurde der Komet zuerst in Dresden, zu Berlin von v. Humboldt und Oltmanns gesehen <sup>2)</sup>). Die eigentlichen astronomischen Beobachtungen des ausgezeichneten Gestirns erstrecken sich vom 2. October 1807 bis zum 24. Februar 1808; die von Bessel gehen vom 4. October bis zum 16. December, dann bis zum 24. Februar, die von Bode vom 1. October bis zum 10. November, die von Olbers vom 8. October bis zum 30. November. Der Komet ward auch beobachtet von Pasquich in Pesth, zu Utrecht vom 19. bis 31. October, von Santini in Padua vom 3. October bis zum 24. Januar 1808, so wie von Schleiermacher in Darmstadt vom 2. bis 28. October. Zu Mailand beobachtete man vom 2. bis 30. October, in Göttingen im Januar und Februar 1808. Ueberhaupt

1. *Monatl. Corr.* XV. S. 86 und XVI. S. 181. *Astron. Jahrb.* 1810 S. 202. *Conn. des Tems* 1810 p. 298; *Conn. des Tems* 1819.

2. *Monatl. Corr.* XVI. S. 486.

ist dieser schöne Komet, der jedoch im December nicht mehr ohne Fernrohr gesehen werden konnte, von fast allen damals lebenden Astronomen, sogar von Ferrer auf der Insel Cuba, beobachtet worden, zu allerletzt am 27. März 1808 zu Petersburg von v. Wisniewsky. Von diesem Tage an hat wahrscheinlich Niemand mehr den Kometen sehen können. Ausserdem sind auch Beobachtungen von Thulis, Bouvard, Eckhardt, Calkoen, Bugge, Derfflinger, Schubert, Triessnecker, Cacciatore, Bode, Dunbar, Vidal, Ciera und Duc la Chapelle bekannt geworden.

In der Kometographie macht der Komet von 1807 durch seine grosse Lichtstärke und durch seine, ein halbes Jahr lange, Sichtbarkeit eine berühmte Epoche. Sein Kern erschien wie ein Stern zweiter Grösse, allein mit einem mattern Licht. Merkwürdig war der getheilte oder vielmehr doppelte Schweif.

Olbers bemerkte dies zuerst am 20. October. Der Komet hatte nämlich an diesem Tage nicht einen, sondern zwei Schweife, die sich etwa  $1\frac{1}{2}$  Grade vom Körper deutlich trennten. Der nördlichste war am längsten, sehr dünn, blass und ganz gerade. Olbers sah ihn zuweilen über  $10^0$  lang. Der südliche Schweif war viel kürzer, breiter, heller und stark nach Süden gekrümmt, etwa  $4\frac{1}{2}^0$  lang, die hohle Seite sehr schlecht begrenzt. Ueber den Naturbau des Kometen haben Herschel, Schröter und Olbers die wichtigsten Beobachtungen angestellt. Herschel <sup>1)</sup> fand den Durchmesser des Kerns 558 englische Meilen (Schröter aber 900 deutsche Meilen) und hiernach sein Volumen  $\frac{1}{5128}$  des der Erde. Schröter's Werk über diesen Himmelskörper <sup>2)</sup> ist bekannt genug. Besondere Lichtphasen des Kometen, die nicht vom Sonnenlicht allein entstehen konnten, machen es wahrscheinlich, dass dieses Gestirn auch eigenes Licht besitze. Dies ist vorzüglich Schröter's Ansicht. Allein Olbers bemerkte, dass der Komet allerdings sich auszeichnete und mit vorzüglich lebhaftem Lichte glänzte,

1. *Monatl. Corr.* XX. S. 512.

2. *Monatl. Corr.* XXV. S. 362.

jedoch weit hinter dem zurückblieb, was ein Planet in derselben Entfernung und Stellung hätte zeigen müssen <sup>1)</sup>).

Der Komet fand eine Menge Berechner für die Elemente seiner Bahn; die bekanntesten sind: Bouvard, Gauss, Beck Calkoen, Burckhardt, Bröjelmann, Oriani, Ferrer, Lemeur, Triesnecker, Bessel, Santini, Bowditch, Damoiseau, Montfort und Cacciadore. Bessel ist als der vorzüglichste Berechner zu betrachten. Denn er gab nicht nur anfangs einige parabolische und elliptische Bahnen, sondern er erweiterte auch seine Untersuchungen bedeutend, und stellte dieselben im Zusammenhange in einer besondern Schrift <sup>2)</sup> auf. Die in dieser enthaltenen Bestimmungen sind nicht nur die genauesten von allen, sondern auch auf eine bisher noch nie gekannte Weise gefunden worden. Zuerst bestimmt nämlich Bessel aus allen Beobachtungen die diesen am vollkommensten entsprechenden Elemente, entwickelt alsdann die Störungen dieser elliptischen Elemente durch die Einwirkung der Planeten auf den Kometen, und berechnet nun mit Berücksichtigung dieser Störungen die wahre Bahn. (Vor Bessel hatte noch kein Astronom die Störungen eines Kometen in seiner Bahn numerisch bestimmt.) Nachdem Bessel alle Beobachtungen auf 6 Fundamentalörter reducirt hat, vergleicht er dieselben mit der mittels der Störungen gefundenen Bahn, und entwickelt aus diesen Vergleichen 12 Bedingungsgleichungen, in welchen Bessel's Verbesserungen der elliptischen Elemente enthalten sind, die nun mittels der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt werden. Dies gab endlich die wahren elliptischen Elemente der Kometenbahnen zur Zeit des 22. Septembers 1807:

Durchgangszeit durch das Perihel 1807 Sept.	18,745566
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . .	266° 47' 11",45
Neigung der Bahn . . . . .	65 10 28 ,10
Abstand des Perihels vom aufsteigenden Knoten . . . . .	4 7 30 ,49

1. Ueber den grossen Kometen von 1807 (Gött., Vandenhoek 1811) S. 74, 105.

2. Untersuchungen über die scheinbare und wahre Bahn des im Jahre 1807 erschienenen grossen Kometen. Königsberg 1810.



Kleinster Abstand . . . . .	0.64612582
Excentricität . . . . .	0.99548781
halbe grosse Axe . . . . .	145 195
Umlaufszeit . . . . .	1713,5 Jahre.

Am Schlusse seiner ausgezeichneten Arbeit, die im Jahre 1812 vom Pariser Nationalinstitut mit der Lalande'schen Preismedaille (600 Francs werth) belohnt ward, findet Bessel unter Annahme von Fehlern, deren wirkliches Vorhandensein sich zum wahrscheinlichen wie 1 zu 2048 verhält, dass die Umlaufszeit des Kometen von 1807 sich in den Grenzen von 1404 und 2157 Jahren sich befinden würde. — Es muss mithin dieser Himmelskörper zu den wenigen Kometen gezählt werden, von denen man hinsichtlich ihrer geschlossenen Bahn und Wiederkehr etwas Bestimmtes weiss <sup>1)</sup>.

8. Komet (erster vom Jahre 1808), 1808 den 6. Februar früh 4 Uhr von Pons entdeckt zwischen dem Halse der Schlange und der Zunge der Waage. Der Komet war sehr klein, wurde blos zu Marseille beobachtet, und diese Beobachtungen sind sehr dürftig, auch reichen sie wegen des starken Mondscheins blos bis zum 9. Februar. Eine Bahn ist nicht berechnet worden <sup>2)</sup>.

9. Komet (zweiter vom Jahre 1808), 1808 den 25. März entdeckt im Kamelopard. Pons erhielt als Entdecker von Lalande 500 Francs, bald darauf 200 Francs von unbekannter Hand. Der Komet war sehr klein und ward zu Marseille bis zum 31. März beobachtet. Nur v. Wisniewsky hatte zu Petersburg ebenfalls diesen Kometen entdeckt und beobachtet, was aber erst volle 18 Jahre später bekannt und gewiss wurde.

1. *Monatl. Corr.* XVI. S. 488, 562; XVII. S. 80, 478, 554; XVIII. S. 88, 243 und XIX. S. 521. *Philos. Transact.* 1808 p. II. *Astron. Jahrb.* 1811 S. 117, 159; 1812 S. 100; 1813 S. 186, 245 und 1814 S. 148. *Conn. d. T.* 1809 p. 495; 1810 p. 379, 417 et 1811 p. 404, 409. *Della Cometa apparsa in Sett. 1807, osserv. e Resultati di Nic. Cacciadore.* *Transact. of the Americ. phil. Soc. Vol. VI.* 1809 p. 345, 368. *Triesnecker*, 5. *Samm. astron. Beob.* S. 86. *Schröter, Beob. des grossen Kometen v. 1807.* *Maskekyne, astron. Observ.* 1807 S. 110. *Eph. astr. di Milano* 1809 p. 11.

2. *Monatl. Corr.* XVIII. S. 252.

Als nämlich Olbers die von v. Wisniewsky angestellten Originalbeobachtungen empfangen und an Encke gesendet hatte, stellte dieser, in Verbindung mit der ausführlichen Mittheilung der Observationen, eine sorgfältige Discussion <sup>1)</sup> an. Am 29. März (Dienstag) 1808 hatte v. Wisniewsky zu Petersburg in der 10. Abendstunde einen Kometen im Kamelopard, 5° über dem Polarsterne, entdeckt, welcher rund war, 3 Minuten im Durchmesser hielt, keinen Schweif hatte und einem verwaschenen Nebelfleck vollkommen ähnlich sah. Am 31. März war der Komet lichtschwächer, und den 2. April sehr lichtschwach, an welchem Tage mithin die letzte Beobachtung geschah. Encke hat nun aus seiner Discussion gefunden, dass es keinem Zweifel zu unterliegen scheine, dass der von Pons 1808 den 25. März entdeckte Komet identisch mit dem von v. Wisniewsky 1808 den 29. März entdeckten ist. Encke hat nicht nur die Elemente berechnet, sondern auch zugleich auf die Aehnlichkeit einiger Elemente des Kometen mit dem ebenfalls nur kurz beobachteten vom Jahre 1797 aufmerksam gemacht, jedoch mit der Bemerkung, wie gering die Wahrscheinlichkeit für die Identität dieser beiden Himmelskörper sei <sup>2)</sup>.

10. Komet (dritter vom Jahre 1808), 1808 den 24. Juni Abends um 11½ Uhr von Pons entdeckt im Schwanze des Kamelopard. Für diesen rechtläufig, ungemein klein gewesenen Kometen hat Bessel aus den nicht sehr genauen, besonders in den Declinationen unsichern, Marseiller Observationen vom 26. Juni bis zum 3. Juli <sup>3)</sup> eine parabolische Bahn berechnet.

11. Komet (vierter vom Jahre 1808), 1808 den 5. Jul entdeckt von Pons, und zwar wieder im Kamelopard. Der Komet war klein und wurde nur in Marseille, aber nicht lange und ziemlich roh beobachtet <sup>4)</sup>.

12. Komet, 1810 den 22. August im Kopfe des Kamelo-

1. *Astron. Nachr.* No. 97. S. 6.

2. *Astron. Nachr.* No. 20. *Monatl. Corr.* XVIII. S. 252. *Astron. Jahrb.* 1811 S. 215; 1812 S. 227.

3. *Monatl. Corr.* XVIII. S. 247, 359. *Berl. Jahrb.* 1812 S. 128.

4. *Monatl. Corr.* XVIII. S. 249.

pards von Pons (zu Marseille) entdeckt. Dieser äusserst kleine Komet, welcher rechtläufig war, hatte das Ansehen eines schwachen, runden Nebelflecks, und blieb bis zum 8. October sichtbar, an welchem Tage der Komet in den Jagdhunden verschwand. Er konnte blos vom 29. August bis zum 21. September und nur sehr zweifelhaft beobachtet werden. Auch kennt man ausser den Marseiller Observationen keine andern. Bessel hat die parabolischen Elemente <sup>1)</sup> der Bahn berechnet <sup>2)</sup>.

15. Komet (grosser Komet vom Jahre 1811), 1811 den 26. März von Flaugergues (zu Viviers), am 11. April von Pons im Sternbilde des Schiffes entdeckt. In Europa ward der Komet vor seinem Perihel bis zum 2. Juni, nach seinem Perihel vom 20. August an bis zum 11. Januar 1812, am spätesten von v. Zach, beobachtet. Bowditch's Mittheilungen zu Folge ward der Komet im ersten Zweige seiner Bahn zur Zeit der Monate März, April und Mai 1811 auch auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung und noch an andern südlich vom Aequator gelegenen Orten gesehen und beobachtet. Auch verdient es als etwas Ungewöhnliches angeführt zu werden, dass der (rückläufig gewesene) Komet von v. Wisniewsky am 21. Juli 1812 noch ein Mal wieder aufgefunden und vom 8. bis zum 17. August beobachtet worden ist.

In Deutschland konnte der Komet während der ersten Epoche seiner Sichtbarkeit wegen seiner damaligen ungemeynen Lichtschwäche nicht gesehen werden. Dagegen wurde er zu Marseille von v. Zach bis zum 2. Juni, und von Flaugergues, so wie von Bouvard ebenfalls im April und Mai öfters beobachtet. Mittels der von Gauss und Burckhardt gelieferten Bahnbestimmungen konnte das Gestirn in der zweiten Hälfte Augusts ohne Mühe im kleinen Löwen aufgefunden werden. Bouvard sah zuerst den Komet am 20. August, an welchem Tage man ihn auch zu Königsberg, Bremen und Göttingen entdeckte.

Der Komet gab also einen schönen Beweis, wie viel der Geometer vermag. In sehr mattem Lichte zeigte sich nämlich das Gestirn vom März bis Juni dieses Jahres, und verschwand

1. *Monatl. Corr.* XXIV. S. 71.

2. *Astron. Jahrb.* 1814 S. 179. *Monatl. Corr.* XXIII. S. 302.

dann ganz in den Strahlen der Sonne. Nur südlichen Astronomen gelang es, eine kleine Zahl von Beobachtungen während einer ersten Sichtbarkeit anzustellen. Funfzehn Grad der heliocentrischen Bahn betrug der ganze beobachtete Bogen. Dennoch war dieser hinlänglich, um dadurch die ganze Bahn mit einer solchen Sicherheit zu bestimmen, dass man Ende Augusts nur einen Kometen sucher auf den durch Gauss's Elemente bestimmten Ort des Himmels zu richten hatte, um auch augenblicklich, ohne Zweifel und Suchen, den Irrstern zu sehen. War dies nicht ein Triumph der Wissenschaft und des menschlichen Geistes? Ein fremdes Gestirn erschien am Firmament; aus weiter Ferne lieferte der Beobachter dem Geometer seine scheinbaren Oerter am Himmel; in eine regelmässige Bahn wusste dessen Kunst ihn zu binden; Millionen Meilen durchlief, dem Menschen unsichtbar, im ungeheuren Raume der irrende Körper; doch gefesselt war sein Lauf. Denn wo des Geometers Gleichung, des Rechners Zahl ihm Zeit und Ort bestimmt hatte, da musste er von neuem erscheinen. Der Geist des Menschen eilte mithin der Natur voraus, und seinem Ausspruch mussten jene folgen, denn irrungslos ist dieser, gestützt auf des Gesetzes ewige Wahrheit.

Dieser grosse, besonders in seiner Form sehr merkwürdige Komet ist übrigens beinahe von allen damaligen Astronomen fleissig und sorgfältig beobachtet und berechnet worden. Das Letztere geschah vorzüglich von Burckhardt <sup>1)</sup>, Gauss, Flaugergues, Bowditch, Bouvard, Nicolai, Piazzi, Calandrelli, Argelander, Conti <sup>2)</sup> und Oriani. Elliptische Elemente haben Bowditch, Flaugergues, Argelander, Conti, Bessel und Calandrelli bestimmt. Calandrelli lieferte in seinen Opuscoli eine sehr detaillirte Untersuchung der elliptischen Elemente. In Argelander's Abhandlung <sup>3)</sup> hat dieser ausgezeichnete Schüler Bessel's eine Bahn mitgetheilt, die er für die wahrscheinlichste hält. Allein die zu den

1. *Monat. Corr.* XXIII. S. 599.

2. *Monat. Corr.* XXVIII. S. 31.

3. *Untersuchungen über die Bahn des grossen Kometen vom Jahre 1811.* Königsberg, 1822. 4.

verschiedenen Zeiten der Erscheinung gemachten Observationen liessen sich durch keine Bahn nach Kepler's Gesetzen völlig befriedigend, sondern nur sehr nahe darstellen. Bessel fand für den Kometen eine Umlaufszeit von 3538 Jahren in der Ellipse.

Durchgang durchs Perihel Sept. 12. 6 Uhr 2 Min. 51 Sec.

Mittl. Z. Paris 1811

Länge des Perihels . . . . .	75° 1' 9"
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . .	140 24 50
Winkel zwischen Perihel und Knoten . . . . .	65 25 21
Neigung der Bahn . . . . .	75 2 56
kürzester Abstand . . . . .	1,0554090
Log. der mittl. Bewegung . . . . .	9.9574605
Excentricität . . . . .	0.9954056
Bewegung . . . . .	rückläufig.

Noch eine andere Bearbeitung des Kometen lieferte der nord-amerikanische Astronom Bowditch, der zu Salem vom 6. September bis zum 20. December beobachtet hatte <sup>1)</sup>, in den *Memoirs of the American Academy Vol. III. P. II.* Er bediente sich zur ersten Bahnbestimmung seiner eigenen Beobachtungen und der Laplace'schen Methode.

Gehört dieser Komet in Hinsicht seiner Grösse und langen Sichtbarkeit unter die seltensten Naturerscheinungen, so ist dies in Rücksicht seiner Gestalt und Helligkeit nicht minder der Fall, besonders was seinen ganz eigenthümlichen Schweif betrifft. Die hierauf sich beziehenden Beobachtungen sind am zahlreichsten und sorgfältigsten mit den besten Teleskopen unstreitig von Herschel angestellt. Ein lesenswerther Auszug aus einer am 19. Dec. 1811 vorgelesenen Abhandlung Herschel's über den grossen Kometen <sup>2)</sup> enthält das Wichtigste der Beobachtungen und Bemerkungen Herschel's.— Calandrelli machte einen eigenthümlichen Versuch, die Masse des Kometen zu bestimmen. Er ging nämlich von dem Grundsatz aus, dass sich jede Kometenatmosphäre bis zur Attractionsgrenze zwischen der Sonne und dem Kometen ausdehne. Sind nun die Dimensionen des Schweifes, so wie der Durchmesser des scheinbaren

1. Zeitschrift f. Astron. III. S. 221.

2. Monatl. Corr. XXVIII. S. 455 u. 558.

Kerns gegeben, so findet sich alsdann Masse, Volumen und Dichtigkeit des Kometen. Allein Calandrelli's Verfahren war ein sehr unzuverlässiges, weil der erwähnte Grundsatz zu hypothetisch ist. — Ausser den Herschel'schen Beobachtungen über den Schweif des grossen Kometen giebt es auch noch mehrere nicht unwichtige von Schröter, Olbers, v. Zach, v. Lindenau und Gauss<sup>1</sup>); Abbildungen nach eigenen Beobachtungen lieferten Herschel, Harding und Matthieu (zu Paris)<sup>2</sup>). Eine sinnreiche Ansicht über die Bildung der Kometenschweife stellte damals Olbers auf, und Brandes gab eine theoretische Bearbeitung dieses Gegenstandes. — Piazzi's Schrift: *Della Cometa del 1811 osservata Nella Specola di Palermo Dai 9. sett. agl. 11. Gennajo. 1812.* (ohne Druckort) darf gleichfalls nicht unerwähnt bleiben; in ihr finden sich Beobachtungen vom 9. September 1811 bis 8. Januar 1812<sup>3</sup>). — Mehrere Jahre später hat Brandes<sup>4</sup>) nochmals ausführliche Untersuchungen über die wahre Gestalt des Schweifes des grossen Kometen von 1811 angestellt<sup>5</sup>).

14. Komet (zweiter vom Jahre 1811), 1811 Nachts vom 16. zum 17. November von Pons zwischen dem Hasen und Eridanus entdeckt. Der Komet war sehr lichtschwach, besass jedoch einen Kern und hatte eine rechtläufige Bewegung. Olbers, v. Zach, Gauss, v. Lindenau, Burekhardt, Oriani u. A. beobachteten ihn vom 5. Januar bis zum 12. Februar 1812; Olbers machte die letzte Beobachtung am 16. Februar. Die Berechner der Kometenbahn sind Werner, Gauss, Nicolai, v. Zach und Oriani<sup>6</sup>).

15. Komet, 1812 den 20. Juli um 2 Uhr Morgens von Pons entdeckt im Sternbilde des Luchses. Der Komet gleich

1. *Monatl. Corr.* XXIV. S. 305., 310., 313. u. a. O.

2. *Monatl. Corr.* XXVII. S. 299.

3. *Monatl. Corr.* XXVII. S. 356.

4. *Zeitschr. f. Astron.* I. S. 394.

5. *Monatl. Corr.* XXIII. bis XXVIII. *Astron. Jahrb.* 1813 S. 186., 1815 u. 1816. *Conn. d. T.* 1820. *Philos. Transact.* 1808, p. 156.; 1812.

6. *Monatl. Corr.* XXIV. S. 556. u. 595; XXV. S. 91., 95., 198., 292.; XXVII. *Conn. d. T.* 1820.

einem unförmlichen Nebelfleck, der weder Kern noch grosse Helligkeit besitzt, und war nur durch Fernröhre zu erkennen. (Seit 10 Jahren waren also von Pons 16 Kometen aufgefunden worden.) Das nebelige Gestirn wurde bis gegen Ende Septembers (durch v. Zach vom 23. Juli bis zum 27. September, Bouvard vom 2. August bis zum 22. September, Triessnecker vom 25. August bis zum 26. September, Oriani vom 1. bis 22. September, v. Lindenau vom 8. bis 16. September, u. s. w.) beobachtet. Die Berechner der Bahn dieses rechtläufig gewesenen Kometen sind Werner, Nicolle, Bouvard, Oriani und Encke. Letzterer hat, als er noch Adjunct der Sternwarte Seeberg war, die Berechnungen am vollständigsten und schärfsten durchgeführt<sup>1)</sup>. Zuerst fand Encke eine Ellipse von  $72\frac{1}{2}$  Jahren Umlaufszeit.

Endlich entwickelte nach den bekannten besten Methoden Encke die wahrscheinlichsten elliptischen Elemente:

Durchgangszeit durch's Perihel 1812 Sept. 15,3411815 M. Z.  
zu Göttingen.

Länge des Perihels . . . . .	92° 18' 45'',75
Länge des aufst. Knotens . . . . .	255 1 2,45
Neigung der Bahn . . . . .	75 57 5,41
Excentricität . . . . .	0,9545412
Excentricitätswinkel . . . . .	72° 39' 27'',86
kleinster Abstand . . . . .	0,7771403
halbe grosse Axe . . . . .	17,09549
tägl. mittl. sider. Bewegung . . . . .	50'',19775
sider. Umlaufszeit . . . . .	70,6855 Jul. Jahre
Bewegung . . . . .	rechtläufig;

hierbei sind die Grenzen der halben grossen Axe  
16,4209 und 17,82746,

die der Umlaufszeit 66,5452 und 75,2756 Jul. Jahre.

Zuletzt machte Encke noch den Versuch einer Bahnbestimmung für die Hypothese einer Umlaufszeit von 100 Jahren, fand aber, dass diese Annahme einer hundertjährigen Umlaufszeit die Abweichungen beinahe um die Hälfte vergrössere<sup>2)</sup>.

1. *Zeitschr. f. Astr.* II. S. 377.

2. *Monatl. Corr.* XXV. S. 410; XXVIII. *Conn. de T.* 1820. *Zeitschr. f. Astron.* 1817.

16. Komet, 1815 den 4. Febr. von Pons bei dem Sternbilde der Eidechse entdeckt. Dieser Komet war sehr klein, ohne Schweif, nur wie ein confuser Nebelfleck, und zog von der Eidechse aus über das Schwert in Friedrich's Ehre nach dem Kopfe der Andromeda hin. Er wurde zu Paris vom 18. Februar an bis zum 7. März, überhaupt aber bis zum 11. März beobachtet. — Werner und Nicollet haben die Bahn dieses Gestirns, das eine rückläufige Bewegung hatte, berechnet <sup>1)</sup>.

17. Komet (zweiter vom Jahre 1815), 1815 den 2. April von Pons (am 3. April von Harding) im Sobiesky'schen Schild entdeckt. Dieser Komet war rückläufig, lief jedoch nicht so schnell als der vorige Komet, und ward (zu Bremen vom 14. bis 25., zu Paris vom 19. bis 23. und zu Göttingen vom 7. bis zum 25. April) nur bis zum 29. April beobachtet. — Daussy, Werner, Nicollet, Encke und Gerling sind die Berechner der Bahn dieses Kometen <sup>2)</sup>.

18. Komet (Olbers'scher Komet), 1815 den 6. März von Olbers in der Fliege beim Perseus entdeckt, und von Gauss zuletzt beobachtet am 25. August. In den Füßen der Jungfrau hörte der Komet auf sichtbar zu sein. Der Komet hatte mithin vom 6. März bis zum 25. August einen heliocentrischen Bogen von  $129^{\circ} 9'$  durchlaufen, und seine Bewegung war rechtläufig. Die Beobachtungen von Olbers (6. März bis 15. Juli), von Gauss (20. März bis 25. August), von Bessel (29. März bis 15. Juli), von Nicollet (vom 29. März bis zum 29. Juni), von Santini (24. Apr. bis 2. Juli), von Nicolai und v. Lindenau (29. März bis 5. Juni) finden sich in der ausgezeichneten Abhandlung Nicolai's <sup>3)</sup>, welcher daselbst auch die Bahn des Kometen sehr sorgfältig bestimmt hat. Triesnecker beobachtete den Kometen vom 21. März bis zum 9. Juli <sup>4)</sup>. In Russland soll der Komet mit blossen Augen gesehen worden sein, während dies keinem Astronomen in Europa möglich ge-

1. *Monatl. Corr.* XXVII. S. 194., 392. *Conn. d. T.* 1820.

2. *Monatl. Corr.* XXVII. S. 386.; XXVIII. *Conn. d. T.* 1820.

3. *Zeitschr. f. Astron.* I. S. 283. u. f.

4. *Zeitschr. f. Astron.* II. S. 320.



wesen ist. Bessel, Gauss, Encke, Olbers und Nicollet haben die Bahn scharf bestimmt. Aus den Untersuchungen von Bessel <sup>1)</sup> und Gauss erfolgte mit grösster Bestimmtheit das höchst überraschende Resultat, dass dieser Komet in einer elliptischen Bahn mit  $73\frac{3}{4}$  jähriger Umlaufzeit sich bewege. Nach Gauss sind die Elemente:

Durchgang durch's Perihel 1815 Apr. 25. 25 Uhr 51 Min. 0 Sec.

Mittl. Z. Paris

Länge des Perihels . . . . .	148° 58' 48''
Länge d. aufst. Knotens . . . . .	83 26 21
Winkel zwischen Perihel u. Knoten . . .	65 52 27
Neigung der Bahn . . . . .	44 50 45
kürzester Abstand . . . . .	1,213490
Log. d. mittl. Bewegung . . . . .	9,8340840
Excentricität . . . . .	0,9331490
Bewegung . . . . .	direct.

Ausser Bessel und Gauss hat sich, wie schon erwähnt, Nicolai mit der Bahnbestimmung des Olbers'schen Kometen beschäftigt. Seine Resultate gab Nicolai in v. Lindenau's u. Bohnenberger's *Zeitschr. f. Astron. I. S. 283. u. f.* Durch die Berechnungen ergab sich ferner, dass dieser, nach seinem berühmten Entdecker genannte Komet glücklicher Weise keinem grössern Kometen so nahe kommt, dass er Störungen wie der Komet von 1770 erfahren sollte. Bessel hat berechnet, dass nach Berücksichtigung aller Störungen der Komet bereits 1887 den 9. Februar 9 $\frac{1}{2}$  Uhr seine Sonnennähe wieder erreichen werde, mithin 824 $\frac{1}{2}$  Tage früher als nach den rein elliptischen Elementen.

Durch die bei dem Olbers'schen Kometen beobachteten Erscheinungen wurde die Vermuthung bestätigt, dass diese Himmelskörper bloß aus einer nebelartigen Materie von sehr unbedeutender Dichtigkeit bestehen und von dem Zustande einer planetenartigen Ausbildung noch sehr entfernt sind. An dem Olbers'schen Kometen hat man niemals eine Spur von einem Kern wahrgenommen, vielmehr die kleinsten Sterne durchschimmern sehen, wie Bessel am 26. April und v. Lindenau

1. *Zeitschr. f. Astron. I. S. 342. u. f.*

am 11. Mai 1815 gefunden hatten. Dennoch wäre es leicht möglich, dass man ihn im Jahre 1887 in etwas mehr verdichteter, körperlicher Gestalt erblicken wird.

Während der Sichtbarkeit des in Rede stehenden Kometen kam auch die Frage in Anregung, ob solche Himmelskörper, die ihre Laufbahn in kürzerer Zeit, als die Hauptplaneten beschreiben, nicht auch nothwendig Planeten zu nennen wären, wofür sich besonders v. Zach sehr bestimmt erklärte. Allein v. Lindenau meinte, dass die Benennung Planet (*πλανήτης* a *πλανάομαι*, erro) wesentlich den Begriff von umherirren, bewegen mit sich führe, und dass sonach die Kometen allerdings auch unter dieser generellen Bezeichnung begriffen wären. Da jedoch das Wort *κομήτης* den Begriff eines haarigen, nebel- und schweifartigen Gestirns ausdrücke, so werde auch die Benennung neu entdeckter Himmelskörper nicht blos durch die Natur ihrer Bahnen, sondern ganz wesentlich von der ihrer äussern Beschaffenheit bedingt, und sonach würde dem Oibers'schen Gestirn die Benennung „Komet“ verbleiben müssen<sup>1)</sup>.

19. Komet, 1817 den 1. November auf der westlichen Schulter des Ophiuchus entdeckt von Scheithauer in Chemnitz und Olbers in Bremen, die beide den Kometen nur ein Mal (sonderbar!) beobachten konnten. Da nun dieses Gestirn von keinem andern Astronomen gesehen, noch viel weniger beobachtet worden ist, so giebt es auch keine Bahnbestimmung dieses Kometen.

20. Komet (zweiter vom Jahre 1817), 1817 am 26. December von Pons zwischen Cepheus und dem linken Flügel des Schwans, den 1. Januar 1818 von Bürg in Wien entdeckt. Am 7. Januar 1818 Abends 8 Uhr traf Pons den Kometen auf dem Parallel von No. 59 und 62 Cygni (Piazzi), den 10. Januar Abends 8 Uhr auf dem Parallel von  $\alpha$  Cygni und den 20. desselben Monats bei  $\gamma$  des nämlichen Sternbildes. Der Komet, der zu den rechtläufigen gehört, war wegen seiner Lichtschwäche schwer zu beobachten, doch hatte er gegen Ende Februars etwas an Licht zugenommen. Encke und v. Lindenau beob-

1. *Astron. Jahrb.* 1818, 1819. *Astron. Beob. zu Königsb.* 2te Abthlg.; *Zeitschr. f. Astron.* I. S. 342. u. f.; *Abhandl. d. Berl. Akad.* 1812 bis 1815. *math. Klasse.*

achteten ihn vom 30. März bis zum 5. April <sup>1)</sup>, Olbers vom 5. bis zum 28. März; letzterer hat wahrscheinlich den Kometen am längsten verfolgt, denn er sah ihn noch am 1. Mai. — Die Elemente der Bahn sind von Olbers, Niccollet, Gauss und Encke berechnet <sup>2)</sup>.

21. Komet, 1818 den 25. Februar von Pons auf der Brust des Wallfisches entdeckt. Der Komet hatte weder Schweif noch Bart, sein Mittelpunkt war etwas heller und der Nebel wenig ausgedehnt; er wurde am 26. Februar von Pons mit  $\sigma$  und den Tag darauf mit  $\tau$  Ceti verglichen <sup>3)</sup>. Pons hat den Nebel dieses Kometen für den mattesten gehalten, den er jemals gesehen habe. Encke hat hierüber Vergleichen angestellt. Man mochte den Kometen als selbstleuchtend oder als von der Sonne erleuchtet ansehen, so hätte er am 1. Mai, als man ihn aus dem Gesichte verlor, viel mehr Licht haben sollen, als im Februar, wo er sich am besten zeigte. Es musste also in ihm nach seiner Sonnennähe eine Veränderung, die fast einer allmäligen Auflösung ähnlich sah, vorgegangen sein <sup>4)</sup>.

22. Komet (zweiter vom Jahre 1818), 1818 den 19. November entdeckt von Pons in Marseille, von Scheithauer in Chemnitz am 20. und von Bessel den 22. December am Halse des Schwans aufgefunden. Der Komet war sehr klein, ohne Kern und Schweif, und ohne Fernrohr nicht sichtbar; er lief bis zum 27. Januar 1819 vom Halse des Schwans durch dessen südlichen Flügel bis unterhalb der Eidechse hin. Harding hat den Kometen zuletzt, nämlich am 30. Januar, beobachtet. Die Bahn dieses Gestirns, welches eine rückläufige Bewegung gehabt, wurde von Niccollet, Bessel, Rosenberger und Scherek bestimmt <sup>5)</sup>. Es scheint, als sei die Bahn des Kometen hyperbolisch <sup>6)</sup>.

1. *Zeitschr. f. Astron.* V. S. 181.

2. *Astron. Jahrb.* 1821. *Zeitschr. f. Astron.* IV. S. 483.; V. S. 148., 152. *Conn. d. T.* 1821.

3. *Zeitschr. f. Astron.* V. S. 150.

4. *Astron. Jahrb.* 1821. S. 165.

5. *Astron. Jahrb.* 1821 u. 1824. *Conn. d. T.* 1821. *Corr. Astron.* II. p. 187.

6. *Astron. Jahrb.* 1824 S. 145. *Corr. astron.* V. p. 557.

Jahn, *Gesch. d. Astronomie.*

25. Komet (dritter vom Jahre 1818), der wieder erschienene Encke'sche Komet, 1818 am 26. November von Pons zu Marseille an dem Halse des Schwans entdeckt. Der rechteckige Komet ist bis zum 12. Januar 1819 beobachtet worden. Nicolle und Encke haben sich vorzüglich mit der Bestimmung seiner Bahn beschäftigt. Erst bei der diesmaligen Erscheinung ist es den ausgezeichnetsten Bemühungen Encke's gelungen, zu erkennen, dass dieser Komet bereits zwei Mal, nämlich 1795 und 1805 dagewesen sei, und dass man bestimmt weiss, dass der Komet zwischen 1805 und 1819 schon 4 Umläufe vollendet habe. So hatte man nun drei Kometen von bestimmter Umlaufszeit, diesen, den Olbers'schen und Halley'schen; Encke, der seine Berechnungen im Juni 1819 angestellt <sup>1)</sup>, machte seine drei erhaltenen Systeme von Elementen <sup>2)</sup> bekannt:

	1795	1805	1819
Durchgang durch's Perihel	Dec. 21,471	Nov. 21,550	Jan. 27,275
Länge des Perihels . . .	156°50'	156°47'	156°55'
Länge des aufst. Knotens	554 48	554 20	554 55
Neigung der Bahn . . .	13 42½	13 55½	13 59
Excentricitätswinkel . . .	58 5	57 48	58 7
Log. d. halb. grossen Axe	0,54499	0,54499	0,54500

Hier sind die Längen sämmtlich vom mittlern Aequinoctium 1806 an gerechnet, die Zeiten des Durchgangs mittlere Seeberger. Geht man nun mit der Umlaufszeit, die dieser grossen Axe zukommt (etwa 1205 Tage) von 1795 rückwärts, so findet sich, dass der Komet im Anfange des Jahres 1786 sein Perihel erreicht haben musste. In der *Conn. d. T. 1819* führte Burckhardt zwei Beobachtungen eines Kometen (der nachher nicht wieder aufgefunden werden konnte) von Mechain und Messier an, die um diese Zeit angestellt waren. Olbers zeigte noch, dass dieser Komet zwischen 1786 und 1819 von den europäischen Sternwarten nicht wohl öfterer gesehen werden konnte. Denn

1. Die von Gauss gefundenen beiden Systeme scharfer Elemente sind in dem bekannten Olbers'schen Kometenverzeichnisse enthalten.

2. *Astron. Jahrb. 1822.*

um diesen sichtbar zu sein, muss die Zeit seiner Sonnennähe zwischen den October und Februar fallen. Olbers vermuthete auch damals mit Recht, dass man deshalb den Kometen erst im J. 1828 wieder sehen werde. — Um Encke's grosse Verdienste würdigst anzuerkennen, ist dieser Komet von so kurzer Umlaufszeit der Encke'sche Komet genannt worden. Nach Encke's damaligen Untersuchungen ergab sich auch das merkwürdige Resultat, dass der Komet sich keinem der ältern oder neuern Planeten so sehr nähern könne, dass eine allzustarke Aenderung seiner Bahn zu befürchten wäre. Nur Jupiter würde stets den bedeutendsten Einfluss ausüben. Indessen bestimmte dennoch Encke ein Jahr darauf alle Störungen, welche der Komet möglicher Weise vom Jupiter bis 1822 erleiden könnte, sehr sorgfältig, und brachte für seine Wiedererscheinung im J. 1822 zwei Bahnen heraus, deren erstere Encke für etwas sicherer hielt als die zweite. Auch entwarf er eine Ephemeride, welche vom 25. Febr. bis zum 27. Juli dieses Jahres reicht, und welche im *Astron. Jahrb. f. 1823 S. 218. u. 219.* steht, wo überhaupt Encke's ganze Untersuchung sich findet. Encke glaubte damals ziemlich fest, dass der Komet im J. 1822 werde so weit sichtbar für die südliche Hemisphäre der Erde hervortreten, dass man ihn bei einiger Kenntniss seines Ortes sogar mit blossen Augen werde sehen können. Wirklich hat ihn Rümker 1822 den 2. Juni in der noch hellen Abenddämmerung zu Paramatta in Neusüdwaies zuerst erblickt, und zwar mit  $\nu$  und  $\gamma$  Zwillinge im Dreieck. Der Komet war 9 Tage nach seinem Perihel am Abendhimmel hervorgetreten. Er lief alsdann durch den kleinen Hund nach dem Einhorn. Der englische Astronom auf dem Cap der guten Hoffnung konnte den Kometen in Folge sehr anhaltend ungünstiger Witterung nicht wahrnehmen<sup>1)</sup>. (Im Jahre 1795. vom 9. bis zum 27. Nov. bewegte sich der Komet von der Gegend zwischen Schwan und Leier durch den Cerberus bis zur Brust des Schlangenträgers, also von  $294^{\circ}$  Rectascension und  $37^{\circ}$  nördl. Declin. bis  $258^{\circ}$  Rectasc. und  $5^{\circ}$  nördl. Declin.)

1. *Corresp. Astron.* 1819. *Astron. Jahrb.* 1823. *Conn. d. T.* 1822. *Astron. Jahrb.* 1826. S. 106. u. 124.

24. Komet. Anfang Juli's 1819 zeigte sich derselbe für Europa, aus den Sonnenstrahlen plötzlich hervortretend, in bedeutender Grösse. Zuletzt wurde er im October, und zwar zu Dorpat und Bremen, beobachtet. Dieser rechtläufig gewesene Komet ist deshalb merkwürdig, weil er den Berechnungen zufolge am 26. Juni vor der Sonnenscheibe vorübergegangen war. Indessen hat der 77jährige Generalmajor v. Lindener zu Glatz, der an diesem Tage früh 5 bis 7 Uhr zufällig die Sonne beobachtet hatte, dieselbe ohne alle Flecken gesehen. Dasselbe versicherte auch Schumacher. Dagegen hat Pastorff an dem nämlichen Tage um 8 Uhr 26 Min. Morgens mehrere Sonnenflecken wahrgenommen, wie er in den *Astron. Nachr.* IV. (Beil. zu No. 87.) ausführlich erzählt. Cacciatore glaubte, am Kometen Lichtphasen zu bemerken. Indessen kann dies wohl Veränderungen im Kometen selbst andeuten, aber nicht durch eine Erleuchtung von der Sonne erklärt werden, indem der am meisten erleuchtete Theil eine Zeit lang nicht gegen die Sonne zugekehrt war, sondern die durch die Hörner gezogene Linie nach dem Schweife zuing<sup>1</sup>). Uebrigens behauptete Arago, dass dieser Komet Spuren von Polarisirung des Lichtes gezeigt habe, die sich nur bei reflectirtem Lichte so zeigen können<sup>2</sup>), was sehr für Olbers' Ansicht spricht, der die Kometen für an sich dunkle Körper hält, die blos durch zurückgeworfenes Sonnenlicht sichtbar werden. — Dirksen, Cacciatore, Sniadecky, Encke, Nicolai, Bouvard und Brinkley haben die Bahn des Kometen bestimmt<sup>3</sup>).

25. Komet (zweiter Komet des Jahres 1819), wurde von Pons am 12. Juni 1819 entdeckt, und nur zu Marseille und Mailand bis zum 19. Juli beobachtet. Blos Encke's Bahnbestimmung ist den Beobachtungen, die sich in keine Parabel fügten, genügend. Auch Carlini hat Elemente dieses rechtläufig gewesenen, gewöhnlich Löwenkomet genannten

1. *Ann. de Chim. et Phys.* XIV. p. 217.

2. *Biblioth. univers.* XXXIV. p. 247. *Annal. de Chimie et Phys.* XIII. p. 108.

3. *Astron. Jahrb.* 1821, 1822, 1823. S. 133. (interessante von Olbers gegebene Notizen). *Conn. d. T.* 1822. *Corr. Astron.* 1819.

Gestirns berechnet. Vierzehn Jahre später äusserte Clausen die Vermuthung, dass derselbe mit dem Kometen (No. 69.) vom Jahre 1766 identisch sei. Seine Elemente für 1819 deuteten schon auf eine starke Annäherung an den Jupiter vor  $1\frac{1}{2}$  Periode, so dass vermuthlich auch daraus eine Verschiedenheit der Bahnen, wenn sie sich nach genauer Berechnung des sehr unvollkommen beobachteten Kometen von 1766 noch gross zeigen sollte, erklärt werden könne<sup>1</sup>). —

26. Komet (dritter des Jahres 1819), von Blanpain zu Marseille am 28. November 1819 entdeckt. Man beobachtete den Kometen auch zu Bologna und namentlich in Paris, zuletzt zu Mailand am 25. Januar 1820. Die Bahn dieses sich rückläufig gezeigten Gestirns wurde von Encke und Carlini bestimmt. Die starke Abweichung der Bahn von einer Parabel war zwar nicht zu bezweifeln, dennoch haben sich die Grenzen der Umlaufszeit wegen der zu kurzen Zwischenzeit der zum Theil ungewissen Beobachtungen nicht angeben lassen<sup>2</sup>). —

27. Komet. — Am 21. Januar 1821 entdeckt von Nicolle<sup>t</sup> zu Paris und Pons zu La Marlia zugleich, am 30. Januar auch von Olbers, im Sternbilde Pegasus. In Europa wurde dieser Komet bis zum 7. März, nach seinem Perihel aber vom 1. April an bis zum 5. Mai zu Valparaiso von Hall, Robertson und Forster (Freunden der Sternkunde) beobachtet. Während der ganzen Dauer der europäischen Observationen war die scheinbare Bewegung des Kometen sehr langsam. Encke, Bessel, Rümker, Nicolai, Nicolle<sup>t</sup>, v. Staudt, Brinkley und Rosenberger sind die Berechner der Elemente dieses rückläufigen Kometen. Rosenberger, ein ausgezeichnete Schüler Bessels, konnte alle europäischen und amerikanischen Beobachtungen durch seine Parabel befriedigend darstellen, und wirklich scheint die wahre Bahn sehr wenig von einer Parabel abzuweichen<sup>3</sup>). Noch ist hier eines für Kmeth (und

1. *Astron. Jahrb.* 1822 S. 243. u. 1823 S. 221. *MaLinder Ephem.* 1820. *Corresp. Astron.* 1819.

2. *Astron. Jahrb.* 1824. *Conn. d. T.* 1824. *Corresp. Astron.* 1820.

3. *Astron. Jahrb.* 1824. Schumacher's *Astron. Nachr.* No. 2, 11. u. 2'. *Conn. d. T.* 1824. *Corr. Astron.* 1822. *Philosoph. Transact.* 1822. P. I. *Edinb. Philos. Journ.* No. XIV. p. 382.

anfangs selbst für v. Littrow) nicht rühmlichen Ereignisses mit einigen Worten zu gedenken. Der Adjunct an der Ofener Sternwarte, Kmeth, beschuldigte in seinem 1825 Juli 25. datirten, an Schumacher geschriebenen, Briefe seinen Vorgesetzten Pasquich, die in No. 2. der *Astron. Nachr.* stehenden Positionen des (25.) Kometen nicht aus den Beobachtungen hergeleitet, sondern sie verfälscht zu haben. Es zeigte sich jedoch Pasquich's Unschuld sehr bald und factisch. Nun erfolgte für Pasquich eine glänzende Ehrerettung von Schumacher. Auch Bessel, Olbers, Encke, Hansen und Gauss traten, nachdem sie sich von dem wahren Stande der ganzen Sache gehörig unterrichtet hatten, mit aller Energie und gerechtester Indignation auf. Von Littrow gab alsdann ziemlich klein zu, und Kmeth musste ganz schweigen <sup>1)</sup>.

28. Komet. Am 12. Mai 1822 fand Gambart diesen Kometen zuerst, nämlich im Sternbilde des Fuhrmanns, zwei Tage später auch Pons, v. Biela aber erst den 16. Mai. Dieses Gestirn ward bis gegen Ende des Monats Juni beobachtet, und seine Bahn von Carlini, Ursinus, Hansen, Nicolle, Gambart und Encke berechnet. Der Komet hatte eine retrograde Bewegung <sup>2)</sup>.

29. Komet (zweiter des Jahres 1822) oder der Encke'sche Komet. Rümker hat (v. S. 211.) ihn zu Paramatta am 2. Juni aufgefunden und bis zum 22. desselben Monats beobachtet <sup>3)</sup>. Die nach diesen Rümker'schen Beobachtungen von Encke verbesserte Bahn ist:

Durchgang durch's Perihel 1822 Mai 25. 23 Uhr 51' 52" Mittl.

Z. Paris

Länge des Perihels . . . . .	157° 11' 29"
Länge d. aufst. Knotens . . . . .	534 19 52
Winkel zwischen Perihel und Knoten . . . . .	182 51 57
Neigung der Bahn . . . . .	15 22 25

1. *Astron. Nachr.* III. No. 53.

2. *Corr. Astron.* 1822. Cah. III., IV. et V. *Astron. Nachr.* No. 19., S. 298. und No. 20. S. 309. *Astron. Jahrb.* 1825.

3. *Astron. Nachr.* No. 78.



Abstand im Perihel . . . . .	0,545795
Log. d. mittl. Bewegung . . . . .	0,6519047
Excentricität . . . . .	0,8445479
Bewegung . . . . .	direct.

Encke berechnete für die Wiederkehr des Kometen sehr genaue Elemente, so wie eine Ephemeride <sup>1)</sup>, machte auch darauf aufmerksam, dass Damoiseau's Elemente im geocentrischen Orte sehr stark abwichen, jedoch die von Damoiseau vernachlässigte Einwirkung des Saturn diese Abweichung leicht auf die Hälfte herabbringe. — Allein die wichtigste Entdeckung, die Encke später gemacht hat, ist die, dass der nach ihm benannte Komet einen gewissen Widerstand des Aethers erfahre. Encke schrieb nämlich am 26. Mai 1823 von Seeburg aus an Bode in Berlin unter anderm Folgendes. „Nach meinen sorgfältig angestellten Rechnungen ergibt sich, dass schon die Grösse der übrig bleibenden Fehler in keinem Verhältniss mit der Güte der Beobachtungen steht. Wenn aber auch die vernachlässigten Glieder diese Fehler verringern sollten, so würden doch die beiden beobachteten Erscheinungen 1786 und 1822 in directem Widerspruche mit dem neuen Werthe der Jupitersmasse stehen. Man erhält nämlich Unterschiede von fast zwei vollen Tagen, die durch keine Störung der übrigen Planeten wird gehoben werden können. — Ich glaube es demnach als erwiesen annehmen zu dürfen, dass eine Massenänderung allein nicht ausreicht, und diese Ueberzeugung hatte mich bewogen, eine empirisch gefundene Correction, dem Quadrate der Zeit proportional, bei der Bestimmung der Sonnennähe für 1822 anzubringen.“ Encke sagt nun, die berechnete Zeit habe mit der beobachteten nahe übereingestimmt, auch entspreche eine solche dem Quadrate der Zeit proportionale Correction der Epoche einer der Zeit proportionalen Zunahme der mittlern Bewegung. Endlich zeige die höhere Mechanik, dass bei einer im Weltraume verbreiteten ruhenden Materie, deren Widerstand der jedesmaligen linearen Bewegung eines Wandelsterns direct entgegenwirke, eine stete Verkürzung der halben grossen Axe, folglich eine Vermehrung der mittlern Bewegung und eine Abnahme der Excen-

1) *Astron. Nachr.* No. 79.

tricität stattfindet, dagegen Knoten und Neigung der Bahn unveränderlich bleibe, welche Erscheinungen sämmtlich bei dem Encke'schen Kometen stattfänden. Schon vor Encke's Resultat der Rechnung hatte Olbers sich gegen v. Lindenan geäußert, dass er im Voraus vermuthet hätte, die Kometen, die oft bei 1000 Mal grösserem Volumen wahrscheinlich 1000 Mal weniger Masse als die dichten und festen Planeten enthalten, müssten einen Widerstand vom Weltäther erfahren, besonders der Encke'sche Komet von dem Stoffe des Zodiacallichtes. — Encke hat nun unter der Voraussetzung eines Widerstandes des Aethers und des (oben erwähnten) Gesetzes für seinen Kometen gefunden:

Durchgangszeit durch das Perihel	1822 Mai 25,96915 Mittl.
Par. Zeit	
Länge des Perihels . . . . .	157° 10' 25",2
Länge des $\odot$ . . . . .	554 25 14 ,3
Neigung der Bahn . . . . .	15 20 25 ,4
Excentricitätswinkel . . . . .	57 57 55 ,5

Als in dem Jahrbuche f. 1825 v. Biela auf den zweiten Kometen aufmerksam gemacht und gesagt, er sei geneigt, ihn für identisch mit dem Encke'schen Kometen zu halten, so meinte Encke, dass der Komet von 1766 allerdings merkwürdig insofern sei, als Burckhardt's Untersuchungen auf eine stark elliptische Bahn hindeuteten, allein jener Komet habe eine rückläufige Bewegung gehabt, während die jetzige rechtläufig sei <sup>1)</sup>.

50. Komet (dritter vom Jahre 1822), 1822 von Pons Nachts vom 30. zum 31. Mai entdeckt, in der Nähe von  $\beta$  Pisc. und  $\gamma$  Aquar. Die Anzeige der Entdeckung findet sich in der *Corr. astron.* VI. p. 585, und die Beobachtungen in dem nämlichen Bande p. 482. Es sind deren vier von Caturegli zu Bologna, nur in Minuten ausgedrückt und zwei aus Marseille. Dieser Komet ward nur wenige Tage vom 8. bis zum 12. Juni beobachtet. Zwei parabolische Bahnen hat v. Heiligenstein berechnet, allein die Uebereinstimmung dieser Elemente mit den

1. *Astron. Jahrb.* f. 1826. S. 124 u. f. *Astron. Nachr.* No. 27 S. 39.

Beobachtungen ist sehr gering, was auch nicht anders sein kann, da die angestellten Beobachtungen nur ziemlich roh sind <sup>1)</sup>.

51. Komet (vierter vom Jahre 1822), 1822 entdeckt am 15. Juli von Pons zu La Marlia und bis zum 22. October beobachtet. Diesen Kometen fand v. Biela am 19. August nicht weit von  $\xi$  am Kopfe des Drachen. In Paris ward er ebenfalls am 15. Juli entdeckt. Die Bahn dieses rückläufigen Himmelskörpers ist von Schnürlein, Argelander, Gambart, Nicolai, Hansen und Encke berechnet worden. Nach dem letztern kam der Komet am 28. August um 15 Uhr der Erde am nächsten, und seine Umlaufszeit in einer Bahn von 0,96617805 Excentricität beträgt 194,072 Jahre <sup>2)</sup>.

52. Komet. Dieser Komet ward in den letzten Decembertagen des Jahres 1825 von mehreren Nichtastronomen mit blossen Augen wahrgenommen und so den eigentlichen Astronomen zuerst angezeigt. Schulz in Düren sah den Kometen am 30. December um 6 Uhr Morgens beim Kopfe des Herkules. Er wurde zuerst beobachtet in Prag am 50. December 1825, zuletzt dagegen von v. Wisniewsky zu Petersburg am 28. März 1824. Dieser rückläufig gewesene Komet war vorzüglich dadurch merkwürdig, dass er vom 22. bis 51. Januar ausser dem gewöhnlichen, von der Sonne abgewendeten, Schweif auch einen der Sonne gerade zugekehrten zeigte. Knorre in Nicolajew hat diesen Kometen vom 15. Januar 1824 bis zum 51. März beobachtet. Die Berechner seiner Bahn sind Hansen, Nicollet, Nicolai, Encke und Schmidt <sup>3)</sup>.

53. Komet. Ward von Rümker in Neusüdwaales am 14. Juli 1824 als ein Komet mit Nucleus, aber sehr schwachem Schweife im Sextanten Urania's entdeckt, und vom 15. Juli bis zum 6. August beobachtet. In Europa war dieses Gestirn, das eine rückläufige Bewegung gehabt, nicht sichtbar. Rümker hat seine Bahn berechnet <sup>4)</sup>.

1. *Astron. Nachr.* IV. S. 447 u. erste Beil. zu No. 96.

2. *Corr. Astron. Cah. V.* *Astron. Nachr.* No. 20 S. 307; No. 21 Beil.; No. 22 S. 361 und 1. Beil.; No. 23 S. 393 u. Beil.; Beil. zu No. 24.

3. *Astron. Nachr.* II. S. 455 u. III. S. 27. *Astron. Jahrb.* 1827 S. 133. *Conn. d. T.* 1827 p. 123.

4. *Astron. Nachr.* IV. S. 107 u. f.

34. Komet (zweiter des Jahres 1824) entdeckt den 25. Juli 1824 im Herkules nahe an der Milchstrasse von Scheithauer in Chemnitz, von Pons den 24. und von Gambart den 27. Juli, von Harding den 2. August. In Dorpat ward der Komet durch v. Struve vom 25. Aug. bis 4. Nov. beobachtet, von Argelander in Abo vom 17. Sept. bis zum 10. Dec., zu allerletzt am 25. December in Neapel von Capocci. Dieser Himmelskörper war seines blassen Lichtes und unbestimmten Kerns wegen schwer zu observiren, und es blieb sogar etwas ungewiss, ob die Bahn wirklich hyperbolisch ist, wie sie nach den Beobachtungen in den ersten Monaten der Sichtbarkeit zu sein schien. Bouvard, Hansen, Argelander und Encke haben die Bahn bestimmt, in welcher der Komet eine rechtläufige Bewegung hatte. Encke sprach die Vermuthung aus, dass dieser Komet wohl stets eine hyperbolische Bahn behalten werde, und theilte die einfache Berechnung derselben nach Gauss' Vorschriften mit <sup>1)</sup>.

35. Komet. Gambart entdeckte ihn 1825 am 20. Mai früh 3 Uhr bei  $\xi$  Cassiop. Olbers sah ihn zuerst den 5. Juni und am 24. bemerkte er, wie der Komet einen Stern 8. Grösse bedeckte, und zwar so, dass das Licht des letztern ungeschwächt blieb, jener aber fast gänzlich verschwand <sup>2)</sup>. Harding beobachtete ihn vom 9. bis zum 27. Juni, Nicolai vom 8. Juni bis zum 2. Juli <sup>3)</sup>, Pons sah den Kometen noch zu allerletzt, nämlich am 14. Juli. Auch ausser Europa, nämlich in Paramatta, ward der Komet vom 19. bis zum 15. Juli im Löwen von Rümker beobachtet. Dieser Komet war rückläufig; seine Bahn ist berechnet worden von Gambart <sup>4)</sup>, von Nicolai <sup>5)</sup>, Harding, Schwerd, Hansen und Clausen, so wie von Rümker. Die Elemente haben zwar einige Aehnlichkeit mit

1. *Astron. Nachr.* III. S. 244, 257, 323 u. IV. S. 123. *Corr. astron.* Vol. X. et Vol. XII. *Astron. Jahrb.* 1827 S. 200.

2. *Astron. Jahrb.* 1828 S. 151. Mehrere Beispiele giebt v. Zach an, *Corr. astron.* VII. p. 232, VIII. p. 87, und Herschel *Phil. Tr.* 1795 p. 60, 1807 p. 266.

3. *Astron. Nachr.* No. 83.

4. *Astron. Nachr.* No. 85.

5. *Astron. Nachr.* No. 81.

denen des zweiten Kometen von 1790, sind aber doch wohl zu verschieden, als dass man beide Himmelskörper für identisch halten könnte <sup>1)</sup>.

36. Komet (zweiter des Jahres 1825), von Pons im Stier den 15., am 19. Juli 1825 durch v. Biela bei  $\alpha$  Tauri entdeckt. Harding fand ihn den 9. Aug. bei No. 62 Tauri. Beobachtet wurde er von Hansen vom 1. Sept. bis 6. Octbr., von Nicolai vom 12. bis zum 25. August, von Hallaschka vom 11. Sept. bis 9. October, von v. Littrow vom 18. bis zum 25. August; Göbel beobachtete den Kometen vom 10. Sept. bis zum 5. Octbr., v. Biela vom 12. Aug. bis zum 5. Octbr. <sup>2)</sup>, Schwarzenbrunner in Kremsmünster vom 18. Sept. bis zum 12. October, Argelander vom 21. Aug. bis zum 5. Oct., zu Altona vom 25. Aug. bis zum 8. Oct. <sup>3)</sup>. Rümker in Stargard sah den Kometen erst am 2. October und beobachtete ihn bis zum 20. December, also meistens zu einer Zeit, wo das Gestirn in Deutschland nicht mehr gesehen werden konnte. Rümker's Originalbeobachtungen und berechnete Elemente finden sich in No. 102 der *Astron. Nachr.*

Als Pons diesen Kometen auffand, dachte er, es sei der erwartete Encke'sche Komet. — Bahnberechnungen von Clüver, Talquist, Schwerd und Morstadt stehen resp. in den *Astron. Nachr.* No. 84, 87, 89 und 91 S. 595, Ephemeriden von Schwerd und Peters in No. 89 u. 91 der *Astron. Nachr.* Hansen berechnete elliptische Elemente <sup>4)</sup>, und fand für den Kometen eine rückläufige Bewegung und eine Umlaufszeit von 582 Jahren. Olbers, welcher im Sept. den Kometen beobachtet hat, glaubt nicht an die Identität dieses Himmelskörpers mit dem ersten Kometen von 1792, wohl aber hat er auf die sonderbaren Fehler aufmerksam gemacht <sup>5)</sup>, welche die Elemente des Kometen (No. 94) von 1792, auch in Delambre's und von v. Zach's Tafeln, entstellen.

1. *Astron. Nachr.* IV. Circular u. S. 509. *Astron. Jahrb.* 1828 S. 151.

2. *Astron. Nachr.* No. 91.

3. *Astron. Nachr.* No. 99.

4. *Astron. Nachr.* No. 87 und 99.

5. *Astron. Nachr.* IV. S. 223.

Der Komet kehrte im Jahre 1823 noch einmal zurück, aber viel lichtschwächer, im Monat Mai von Nicolai und Harding beobachtet.

37. Komet (dritter vom Jahr 1825), ist der wieder erwartete Encke'sche und ward von Harding am 20. und von Olbers am 24. Juli aufgefunden, von v. Struve in Dorpat den 11. August, von Encke den 15. und von Schwerd am 22. August wahrgenommen. Argelander beobachtete ihn vom 17. bis zum 31., v. Littrow aber vom 15. bis zum 27. August. Auf der Sternwarte Seeberg hatte man den Kometen im Ganzen nur 4 Mal (den 15., 23., 24. u. 25. August) beobachtet. Rümker hat ihn dies Mal nicht gesehen. Es verdient bemerkt zu werden, dass die letzte Beobachtung vor dem Perihel (16. Sept.) am 6. September geschah <sup>1)</sup>. Eine Abhandlung über den Encke'schen Kometen nebst einer Ephemeride für das Jahr 1825 gab Damoiseau in der *Conn. d. T. 1827*. Zwar war die Ephemeride auf die Berücksichtigung der Perturbation des Kometen durch Jupiter begründet, dennoch aber auf 4 bis 6 Grade falsch.

38. Komet (vierter vom Jahre 1825), 1825 am 25. Aug. von Harding im Orion nicht weit von  $\gamma$  Gemin. wahrgenommen als sehr kleines, aber lichtstarkes Gestirn ohne Schweif und Kern. Inghirami beobachtete diesen rückläufigen Kometen schon vom 10. bis 25. August; aus seinen Beobachtungen haben Peters und Clausen <sup>2)</sup> parabolische Elemente berechnet <sup>3)</sup>.

(Bemerkung. Im Jahre 1825 hat vom 18. October bis zum 18. December Dwerhagen in Buenos-Ayres Beobachtungen eines rückläufig gewordenen Kometen angestellt.)

39. Komet (fünfter des Jahres 1825). Abermals von Pons und zwar am 7. November 1825 als ein kleiner und blasser Fleck im Eridanus entdeckt. Es beobachteten ihn Nicolai vom 1. Jan. bis zum 15. März 1826, Inghirami am 17. Nov. und vom 30. Dec. 1825 bis zum 4. März 1826, vom

1. *Astron. Nachr.* No. 84, 85 und 87.

2. *Astron. Nachr.* No. 89.

3. *Astron. Nachr.* V. S. 265 u. f. D.

51. März bis 11. April, Schwerd vom 26. Jan. bis zum 10. Februar, Harding vom 2. Febr. bis zum 10. März. Olbers fand den Kometen erst den 27. Januar 1826, Clausen den 28. Januar; Olbers beobachtete ihn bis zum 7. Febr. Clausen hatte zwar anfänglich eine Ellipse von 265 Jahren Umlaufszeit berechnet, kam jedoch später wieder auf parabolische Elemente zurück. Auch von Hansen, Peters und Morstadt giebt es berechnete parabolische Elemente dieses rechtläufigen Kometen <sup>1)</sup>. Von Heiligenstein lieferte für No. 98 der *Astron. Nachr.* eine nach Nicolai's parabolischen Elementen berechnete Ephemeride.

40. Komet oder der Biela'sche Komet. Er ward durch v. Biela zu Josephstadt 1826 am 27. Februar Abends 8 Uhr <sup>2)</sup> bei No. 28 Arietis (n. Bode) als ein kleiner, runder Nebel mit einem sehr feinen Lichtpunkte in der Mitte entdeckt. Gambart fand den Kometen am 10. März im Wallfisch, Harding 2 Tage später und beobachtete ihn vom 8. bis 27. April, Schwerd vom 10. bis 16. März, Olbers vom 7. bis 10., zum letzten Male den 30. April, Argelander vom 5. bis 9. April, Inghirami bis zum 6. Juni, Schwarzenbrunner vom 25. bis 30. Mai. — Der Entdecker hat den Kometen nicht nur am 27. Februar, sondern auch den 28. Februar, 5., 12. und 29. März, dann vom 25. Juli bis zum 5. October <sup>3)</sup> beobachtet; das Gestirn zeigte sich in den letzten Tagen seiner Sichtbarkeit in starkem Glanze, und der Schweif zum mindesten 14 Grad lang, doch mit stets kleinem Kern. Von Biela selbst war der erste, welcher am 25. März an Schumacher schrieb, dass er fest glaube, sein Komet habe eine Umlaufszeit von  $6\frac{3}{4}$  Jahren, auch vermuthete er, die Kometen von 1772, 1779 <sup>4)</sup> und

1. *Astron. Nachr.* No. 90, 91, 95 und 96, 112 F.

2. *Astron. Nachr.* IV. 2te Beil. zu No. 92. *Astron. Jahrb.* 1829 S. 114 u. f.

3. *Astron. Nachr.* No. 112. S. 269. E.

4. Unterm 4. April 1826 schrieb v. Biela an Bode: „Dass Ihr am 6. Januar 1779 entdeckter Komet der jetzige sei, glaube ich nun nach besserer Untersuchung nicht mehr. Den von 1812 kann ich mir aber nicht helfen, mit dem jetzigen für einerlei zu halten, trotz der dort angegebenen grossen Neigung der Bahn,“ u. s. w.

1805 seien identisch mit dem von ihm jetzt entdeckten, in dessen Bahn die halbe grosse Axe 3,57509 betrage. Seine Ansichten bestätigten sich sehr bald, und so hatte v. Biela die berühmte Entdeckung eines Kometen gemacht, der nun als der vierte zu betrachten, welcher eine bestimmte Umlaufszeit habe. Die drei erstern Kometen von bekannter Umlaufszeit waren nämlich bisher der Halley'sche, Olbers'sche und Encke'sche Komet; nunmehr war der jetzt entdeckte als vierter Komet von bekannter Umlaufszeit hinzugekommen, und führt mit Recht den Namen des Biela'schen Kometen, der eine rechtläufige Bewegung hat. Seine Elemente sind berechnet worden von dem Entdecker <sup>1)</sup>, von Clausen, Gambart, Hansen. Gambart hat auch die Bahn dieses Kometen für 180 $\frac{5}{8}$  berechnet <sup>2)</sup>. „Was den Kometen,“ sagt Olbers, „so merkwürdig macht, ist das, dass er nur etwas mehr als doppelt so weit von der Erdbahn entfernt blieb, als der grösste Abstand des Mondes von der Erde beträgt. Keiner unter allen bisher berechneten Kometen, den von 1680 ausgenommen, ist der Erdbahn so nahe gekommen. Auch giebt die Möglichkeit der ganz genauen Berechnung der jedesmaligen Bahn des Biela'schen Kometen und der scharfen Bestimmung aller Störungen, welche sie erleidet, ein hohes

1. Von Biela's zuerst berechnete parabolische Elemente, jedoch ohne Verbesserung, waren:

Zeit des Perihels 1826 März . . . . .	15,45653
Länge des Perihels . . . . .	96° 27' 33"
Länge des aufst. Knotens . . . . .	245 57 0
Neigung der Bahn . . . . .	15 28 23
Log. d. kürzest. Abstandes . . . . .	0,00506
Bewegung . . . . .	direct;

die später verbesserten aber:

Zeit des Perihels 1826 März . . . . .	18,4579
Länge des Perihels . . . . .	106° 58' 37"
Länge d. aufst. Knotens . . . . .	248 18 14
Neigung der Bahn . . . . .	13 40 30
Log. d. kürzest. Abstandes . . . . .	9,96994
Bewegung . . . . .	direct.

2. Weit genauere Elemente werden beim 52. Kometen gegeben werden. *Astron. Nachr.* IV. S. 466, 470, 471, 502, 507; No. 96 u. 98.



Interesse. Auch ist es wenigstens denkbar, dass unsere Nachkommen noch dereinst eine Verfinsternung dieses Kometen durch den Erdschatten beobachten, und so die Frage über das eigenthümliche Licht der Kometen völlig entscheiden können. Ueberhaupt wird der Umstand, dass dieser Komet uns zuweilen beträchtlich nahe kommt, hoffentlich dazu beitragen, uns die Natur dieser noch immer räthselhaften Weltkörper besser kennen zu lehren.“ Auch hatte Olbers <sup>1)</sup> im Voraus angezeigt, dass der Komet im Jahre 1832 der Erdbahn bei seinem niedersteigenden Knoten sehr nahe komme, so wie dass die Bahnen dieser beiden Weltkörper in den folgenden Umläufen des Kometen durch die Störungen, die der Komet von den Planeten erleidet, sich bald einander noch mehr nähern, bald sich auch weiter von einander entfernen könnten. — Damoiseau hat nun (im Jahre 1827) nach Berechnung dieser Störungen für die nächste Wiederkunft dieses Kometen im Jahre 1832 folgende Elemente (in Edinburg, *Journ. of Science. Jul. 1827*) gefunden:

Zeit der Sonnennähe 1832 Nov. 27,4808 Paris von Mitternacht an gerechnet.

Länge der Sonnennähe .	109° 56' 45"
♄ . . . . .	248 12 24
Neigung . . . . .	15 13 13
e . . . . .	0,751748
halbe grosse Axe . .	3,55685

Nach diesen Elementen kommen sich beide Bahnen im Jahre 1832 ganz ungemein nahe. Der Komet ging in den Jahren 1805 und 1826 ausserhalb der Erdbahn durch seinen niedersteigenden Knoten, 1832 aber wird er diesen innerhalb der Erdbahn erreichen.

Aeusserst nahe werden sich beide Bahnen 1832 kommen, wenn man die von Damoiseau bestimmten Elemente der Kometenbahn als ganz sicher und genau ansieht. Kleine, sehr mögliche Abweichungen der wirklichen Bahn von der berechneten können indessen diese kleinste Distanz beider Bahnen leicht um mehrere Erdhalbmesser vergrössern oder verkleinern. So viel kann man nur als gewiss ansehen, dass der Komet im Jahre

1. *Astron. Nachr. IV. Band. S. 501.*

1852 der Erdbahn sehr nahe kommen werde, d. h. nur der Erdbahn: denn beide Weltkörper selbst bleiben 1852 weit von einander entfernt. Der Komet wird nämlich am 22. October der Erde am nächsten und zwar fast bis auf 11 Millionen Meilen nahe kommen.

In etwa 2500 Jahren ist nur einmal eine starke Annäherung dieses Kometen an die Erde zu erwarten<sup>1)</sup>. Soll aber diese Annäherung wirklich so gross werden, so muss der Komet nicht blos an einem bestimmten Tage, sondern sogar in einer bestimmten Stunde seine Sonnennähe erreichen, was nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit äusserst selten stattfinden kann. Bedenkt man nun noch, dass die Annäherung beider Bahnen für jeden Umlauf des Kometen bald grösser, bald kleiner ist, so bleibt es zwar stets möglich, dass die Erde und der Komet sehr nahe zusammenkommen, ja einander berühren können: aber die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses ist für jede einzelne Wiederkunft des Kometen fast unendlich klein.

Von einem Weltkörper, der mit unserer Erde gewissermassen in so genauer Relation steht, ist es doppelt interessant, seine Grösse zu kennen. Der Biela'sche Komet gehört zu den kleinern. Als er am 8. Decbr. 1805 Abends seiner damaligen Erdnähe nahe war, schätzte Olbers den Durchmesser der leichten unbegrenzten Dunstmasse auf wenigstens 40 Mi-

---

1. Wenn etwas der Wahrscheinlichkeit nach sich in 2500 Jahren nur einmal zutragen wird, so folgt gar nicht daraus, dass es sich gerade nach 2500 Jahren ereignen werde. Solche thörichte Vorhersagen hatte man Olbers leider zugeschrieben. So lange dies nur in Journalen oder Schriften geschah, deren Verfasser keine Beweise ihrer astronomischen Kenntnisse gegeben hatten, konnte er diese Anschuldigungen nur verachten. Aber es hat Olbers wehe gethan, dass auch der achtbare Redacteur der so schätzbaren *Biblioth. Universelle* ihm solche Ungereimtheiten zutrauen und jene Verläumdungen aus der *Revue Britann.* Mai 1826 in dem Juniheft 1826 abdrucken lassen konnte. Statt aller Widerlegung theilte nun Olbers seine berühmte Abhandlung (*Monatl. Corr.* 27. Band S. 409) in No. 128 der *Astron. Nachr.* nochmals mit. Von dieser Abhandlung wird das Wesentlichste erst nahe am Ende dieses Theils mitgetheilt werden, da der Inhalt zu interessant ist, als dass er mit Stillschweigen übergangen werden könnte.

nuten. Der Abstand des Kometen von der Erde war damals nach Clausen's Berechnung aus seiner für 1805 bestimmten Ellipse = 0,05767. Daraus folgt der Halbmesser dieser Dunstmasse = 5,27 Halbmessern der Erde. Nach obiger Rechnung wird also wirklich, wenn Damoiseau's Elemente richtig sind, am 29. Octbr. 1852 ein Stück der Erdbahn innerhalb des Kometennebels liegen. Letzterer ist Olbers immer auch, im Vergleich mit dem Nebel anderer Kometen, ungewöhnlich leicht und dünn vorgekommen. Von einem Schweife hat dieser Komet bei keiner der drei bisher beobachteten Erscheinungen die geringste Spur gezeigt.

Das, was als ein kleiner Kern in dem Kometennebel erschien, hat am 8. Decbr. 1805 Schröter zu messen gesucht, und den hellsten Theil  $4''052$  im Durchmesser gefunden. Der sogenannte Kern würde also etwa 15 bis 24 Meilen im Durchmesser haben. Aber auch die geringste dieser Grössen, 15 Meilen, kann man noch gar nicht für den Durchmesser eines wirklich festen Kerns halten. Der grösste Theil desselben besteht unzweifelhaft noch aus mehr verdichtetem Dunst. Durch seine Masse und Anziehungskraft kann daher dieser kleine Komet nie sehr merkliche Aenderungen in der Bahn der Erde oder auf deren Oberfläche selbst hervorbringen. Von seinem sehr feinen Nebel lassen sich gleichfalls keine bedeutenden und schädlichen Folgen erwarten, selbst dann nicht, wenn sich auch einst ein Theil des Nebels mit unsrer Atmosphäre vermischen sollte.

41. Komet (zweiter des Jahres 1826). Derselbe ward von Flaugergues in Viviers, als er den Biela'schen Kometen aufsuchte, am 29. März 1826 Abends 8 Uhr oberhalb des linken Armes Orions entdeckt, und von ihm mehrere Tage hindurch, in der Voraussetzung, es sei der Biela'sche, beobachtet. Sonst scheint kein Astronom diesen Kometen gesehen zu haben <sup>1)</sup>. Flaugergues selbst hat ihn bis zum 6. April jedoch wie es scheint, nicht sehr genau beobachtet. Neun Jahre später <sup>2)</sup> versuchte Clüver zwei ganz verschiedene

1. *Astron. Nachr.* No. 120. zweite Beilage.

2. *Astron. Nachr.* No. 281.

parabolische Bahnbestimmungen, die jedoch beide sehr starke Abweichungen von den Beobachtungen ergaben. Wo die erstern Elemente den aufsteigenden Knoten setzen, dahin bringen die andern Elemente ungefähr den niedersteigenden; für jene ist der Komet rückläufig, für diese rechtläufig. Nach den erstern Elementen entfernte er sich von der Erde, nach den zweiten näherte er sich der Erde und der Sonne zugleich, mithin hätte ihn Flaugergues nicht aus dem Gesichte verlieren können.

42. Komet (dritter vom Jahre 1826), 1826 den 7. Aug. von Pons zu Florenz, den 15. August von Gambart in Marseille beim Stern 27 Eridani als ein sehr unscheinbares, rundes und kleines Gestirn ohne Kern entdeckt. Beobachtet wurde der Komet vom 8. bis zum 10. zu Florenz, von Schwarzenbrunner zu Kremsmünster vom 30. August bis zum 18. October <sup>1)</sup>, von Harding vom 31. August bis zum 3. September, von Schwerd zu Speier vom 31. August bis 12. September, von Büttner in Prag vom 12. September bis 6. November. Der Komet, welcher während des Monats September ungeachtet des hellen Mondscheins in den Fernröhren sehr schön wahrzunehmen gewesen, lief vom Orion und Einhorn durch den kleinen Hund, Krebs und Löwen bis zum Haupthaare der Berenice. Schwerd berechnete parabolische Elemente <sup>2)</sup>, und Nicolai gab ausser einer Bahnbestimmung auch eine Ephemeride <sup>3)</sup>.

45. Komet (vierter vom Jahre 1826), 1826 den 4. September von Rümker im Orion entdeckt, von Pons am 8. und von Gambart am 15. Septbr. im Eridanus aufgefunden. Dieser Komet ward in Europa bis Ende Novembers beobachtet. Eine der allerletzten Observationen hat Olbers den 26. November angestellt.

44. Komet (fünfter vom Jahre 1826), 1826 den 26. December entdeckt von Pons (zu Florenz) im Herkules als ein kleiner, aber sehr heller Nebelfleck ohne Kernpunkt, jedoch mit einem kurzen Schweife. Schwarzenbrunner's Beobachtungen gehen vom 20. bis zum 27. Januar 1827 <sup>4)</sup>; Clüver

1. *Astron. Nachr.* No. 119 und Beil. zu No. 120.

2. *Astron. Nachr.* V. S. 171.

3. *Astron. Nachr.* V. S. 180.

4. *Astron. Nachr. Beil. zu No. 120.*

hat die Elemente der Bahn berechnet <sup>1)</sup>. Von diesem Kometen weiss man zufolge der Rechnungen, dass er auf der Sonnenscheibe vorübergegangen ist.

45. Komet, 1827 den 20. Juni von mehrern Astronomen zugleich, auch von Pons, in der Cassiopeja entdeckt. Letzterer hat diesen Himmelskörper während der ganzen Dauer seiner Sichtbarkeit, also vom 21. Juni bis zum 21. Juli, beobachtet. Valz fand am 6. Juli diesen rückläufigen Kometen im grossen Bär. Die Elemente seiner Bahn hat v. Heiligenstein berechnet <sup>2)</sup>.

46. Komet (zweiter vom Jahre 1827), entdeckt von Pons 1827 den 5. August früh 2 Uhr im Luchs, und beobachtet bis zum 15. desselben Monats. Gauss hat diesen Kometen beobachtet vom 20. bis zum 22. August, Nicolai (als der einzige Astronom) nach dem Perihel am 16. October. Schwerd, welcher ihn vom 17. bis zum 29. August beobachtet hat, wollte durch die von ihm berechneten Elemente <sup>3)</sup> gefunden haben, dass dieser rückläufige Komet eine kurze Umlaufszeit habe und höchst wahrscheinlich mit dem ersten Kometen von 1780 identisch sei. Peters, Nicolai und Clüver haben, der letztere etliche Mal, die Bahn bestimmt, Nicolai eine Ephemeride gegeben. Olbers meinte zwar, dass die erwähnte Identität wahrscheinlich sei, aber noch sehr eines Beweises bedürfe. Denn der Unterschied in der Länge des aufsteigenden Knotens ist  $25^0$ , also bedeutend, besonders da man hier, der Lage der Bahn nach, keine starke Einwirkung der Planeten auf die Veränderung derselben vermuthen könnte. Die von Olbers gewünschte Untersuchung, wie sich die Elemente jenes Kometen von 1780 ändern, wenn man statt der unendlich grossen Axe der Parabel eine der Umlaufszeit von  $\frac{47}{m}$  Jahren zugehörige voraussetzt, ist von Clüver angestellt worden. Allein die von diesem berechnete Ellipse <sup>4)</sup> von 47 Jahren wollte

1. *Astron. Nachr.* No. 120.

2. *Astron. Nachr.* No. 128. S. 159.

3. *Astron. Nachr.* No. 120 zweite Beilage.

4. *Astron. Nachr.* No. 127 S. 147.

eben so wenig, wie eine von noch kürzerer Umlaufszeit, passen; sie gab 10 bis 12 Minuten betragende Abweichungen von den Beobachtungen. Hierzu machte Nicolai die Bemerkung, dass es von Interesse sei zu erfahren, wie die Fälle, wo zwei Kometenbahnen, ohne identisch zu sein, doch einige Aehnlichkeit in ihren Elementen haben, nicht so gar selten zu sein scheinen. Auch habe man schon seit dem Jahre 1825 diesen Fall zwei Mal erlebt, denn die Bahn des Kometen vom Juni 1825 (s. S. 218. 35. Komet) hatte einige Aehnlichkeit mit der des dritten Kometen von 1790, ohne dass eine Identität zwischen beiden stattfindet <sup>1)</sup>).

47. Komet oder der Encke'sche Komet, bei seiner Wiedererscheinung im Jahre 1828. Wahrscheinlich haben Kunowsky und Encke ihn zuerst, nämlich den 7. October erblickt. Encke beobachtete sein Gestirn vom 15. Oct. bis zum 16. December. Auch in Italien ward der Komet vor dem Mondschein im October bemerkt; v. Struve erkannte ihn den 6. dieses Monats mit Bestimmtheit in  $15^{\circ} 17'$  Rectasc. und  $+ 28^{\circ} 40'$  Declin.; seine Beobachtungen gehen vom 28. October bis zum 26. December, und wurden von Encke für die genauesten gehalten. Gambart und Valz fanden den Kometen am 28. October, und ersterer setzte seine Beobachtungen bis zum 5. November fort. Auch Nicolai fand ihn am 28. October als einen äusserst schwachen Nebel, Harding einen Tag zuvor; letzterm erschien der Komet im 10füss. Herschel'schen Teleskop als ein feiner, ausgebreiteter und sehr verwaschener Nebel, aus dessen Mitte ein ungemein schwaches Lichtpünktchen hervorschimmerte. Olbers hat den Kometen vom 3. November an, wo er nahe bei 56 Pegasi stand, sichtbar an Lichtstärke und Helligkeit zunehmend, bis zum 15. December beobachtet. In den ersten Tagen des November sah man den Kometen im Kometensucher sehr gross und augenfällig, und den 25. des nämlichen Monats bemerkte Olbers, dass der noch immer unbegrenzte Nebel gegen die Mitte zu viel heller war, aber ein eigentlicher Kern nicht durchblickte. Zu Padua war das merkwürdige Gestirn vom 31. Oct. bis zum 19. December

1. *Astron. Nachr.* No. 123. S. 45 u. *Beilage*; No. 148 S. 62.

beobachtet worden <sup>1)</sup>, zu Mannheim von Nicolai vom 4. November an bis zum 19. December. Dieser Astronom fand am 27. November den Kometen bedeutend heller; auch v. Struve bemerkte am 30. November und 7. December eine so auffallend zugenommene Lichtstärke des Kometen, dass dieser mit blossem Auge wie ein Stern 6. Grösse gesehen werden konnte. Nicolai und v. Struve sahen ihn noch zuletzt, jener am 25. und dieser den 27. December in der Abenddämmerung, und gegen das Ende des Jahres 1828 war der Komet schon tief unter den Sonnenstrahlen verborgen. Ausserdem haben den Kometen beobachtet Argelander vom 29. Oct. bis 25. Dec., Schwarzenbrunner vom 29. Oct. bis 16. Decbr., David vom 4. Nov. bis zum 16. December, Hansen, der ihn am 4. Nov. bestimmt erkannte, vom 10. Nov. bis 15. December und Weisse in Krakau vom 30. Nov. bis zum 7. December. Auch zu Speier wurden Beobachtungen vom 29. October bis zum 6. December, zu Nismes vom 2. Nov. bis zum 24. December, zu Makerstown vom 26. Oct. bis zum 25. Dec. und zu Greenwich vom 4. Nov. bis 11. Dec. angestellt. Encke hatte sich während der Sichtbarkeit seines Kometen so anhaltend mit der Ausfeilung der elliptischen Elemente der Bahn beschäftigt, dass er bereits im Januar 1829 mit dieser mühsamen Arbeit zu Ende gekommen war. — Noch vor der Wiederkehr des Kometen waren in der *Conn. d. T. 1827* Elemente seiner Bahn, neuere aber von Damoiseau in derselben Ephemeride für das Jahr 1850 erschienen.

Ueber die physische Beschaffenheit des Kometen ward v. Struve durch seine Beobachtungen zu folgenden interessanten Bemerkungen veranlasst.

Als der Komet zuerst gesehen worden ist, hatte er einen Durchmesser von 2 bis 3 Minuten, und war dennoch höchst schwierig zu erkennen. Der Encke'sche Komet gehört also sehr wahrscheinlich zu denen, welche blos durch reflectirtes Sonnenlicht leuchten, worüber Olbers sich im Jahre 1816 bereits näher ausgesprochen hatte. Wahrscheinlich besitzt der Encke'sche Komet keinen, oder doch nur einen sehr kleinen

---

1. *Astron. Nachr.* No. 160.

Kern, denn mehrere Mal in der ersten Zeit seiner Sichtbarkeit sind Sternbedeckungen von dem Kometen wahrgenommen worden. Schon am 7. November unterschied sich ein Centralnebel deutlich von der allgemeinen Nebelhülle. Auch scheint nicht bezweifelt werden zu können, dass die Nebelhülle sich mit der Annäherung des Kometen zur Sonne zusammengezogen hat, denn am 30. November fiel ihre Grenze mit der Begrenzung des Centralnebels theilweise zusammen. Die schärfer begrenzte Seite sowohl der Nebelhülle, als des Centralnebels war stets die von der Sonne abgewandte. Im Jahre 1825 hatte v. Struve den Kometen als eine fast gleichförmige planetarische Scheibe gesehen, und v. Struve fand daher jetzt eine wesentliche Veränderung im Aeussern des Kometen. — Dass übrigens Valz geglaubt hat, bei dem Encke'schen Kometen zeige sich ein Schweif nur 15 Tage vor dem Perihel, ist wohl nicht richtig, sondern die Sichtbarkeit des Schweifes muss, wie Schumacher bemerkt, von andern Umständen als blos von des Kometen Abstände von der Sonne abhängen; auch hat Olbers im Jahre 1805, bei der damaligen Sichtbarkeit des Encke'schen Kometen, 21 Tage vor der Sonnennähe, einen deutlichen Schweif an demselben wahrgenommen.

Es ist hier wohl der schicklichste Ort, noch Einiges über die seitherigen Bemühungen in der Kürze mitzutheilen, welche dahin gingen, alle bisherigen Beobachtungen des Encke'schen Kometen so zu vereinigen, dass sie durch eine einzige Bahn möglichst genau dargestellt würden.

Ausser Encke und Plana hat sich nämlich Damoiseau besonders mit dem Encke'schen Kometen beschäftigt. Damoiseau hat die Störungen desselben berechnet, und mit den gefundenen Elementen den Lauf des Kometen bestimmt, wie er im Jahre 1825 und 1828 sich zeigen würde. Die Resultate seiner Arbeit und der, dem Institute von Frankreich darüber erstattete, Bericht findet sich, wie schon oben erwähnt, in der *Conn. d. T. für 1827*. Bei einer aus drei Epochen gefundenen gleichförmigen mittleren Bewegung war jedoch die Einführung einer neuen Hypothese nicht nur unnöthig, sondern sie würde sogar nachtheilig gewesen sein.

Die Rechnungen Damoiseau's sind im Allgemeinen nicht



als unsicher zu betrachten. Es tritt hier aber der Umstand ein, der nachher, nur in anderm Sinne, auch bei Encke's eigenen Rechnungen einwirkte, dass nämlich die von ihm benutzte Periode 1819 — 1822 hauptsächlich für die Entscheidung über die Nothwendigkeit der Hypothese ungünstig und unanwendbar ist. Denn in ihr sind die Jupiterstörungen so überwiegend, dass eine Correction, die aus dem Unterschiede zweier von den Störungen befreiter Perioden allein abgeleitet werden kann, nicht mit völliger Sicherheit aus dieser Periode bestimmt wird. Sie hängt von der angewandten Jupitersmasse und den einzelnen Rechnungswerthen in diesem Falle zu sehr ab<sup>1)</sup>.

Eine geringe Aenderung der angenommenen Massen oder eine etwas verschiedene Rechnung wird bei der sehr ungleichen Einwirkung, im Verhältniss von 4:1 in Bezug auf die Anzahl der Perioden, und 3:2, in Bezug auf die Epochenstörungen, die Möglichkeit, eine kleine Grösse aus der Differenz beider Zwischenzeiten abzuleiten, so gut wie vernichten. Aus dem Obigen geht hervor, dass die frühern Epochen 1786 — 1819 für sich die Veranlassung zu der Aufstellung der Hypothese gaben. Nun war dies Damoiseau zwar nicht unbekannt, er glaubte jedoch, dass die Beobachtungen von 1786 und 1795 so unbrauchbar wären, dass sie gar nicht berücksichtigt werden müssten<sup>2)</sup>. Dies ist nicht begründet, so wie es überhaupt ein Princip sein würde, welches nur nachtheilige Folgen haben könnte, wenn man ältere Beobachtungen oder überhaupt weniger genauere ganz bei Seite schieben wollte. In Bezug auf diesen Umstand wurde Damoiseau von Encke im Jahre 1826 gebeten, wo möglich seine Rechnungen auch auf 1795 und 1786 ausdehnen zu wollen, da eine so unabhängige Prüfung auf zwei ganz verschiedenen Wegen von dem grössten Werthe sein musste. Es geht aber leider aus seiner Antwort nicht deutlich hervor, ob diese Vermehrung der Arbeit von ihm

1. Nach den Zahlen Damoiseau's betrug, wenn  $\Delta M$  die Correction der mittlern Anomalie wegen der Störungen bezeichnet, aus

$$1805-1819. 4 \text{ Perioden } \Delta M = + 15436, \Delta \mu = + 3,091$$

$$1819-1822. 1 \text{ Periode } \Delta M = - 9858, \Delta \mu = - 7,363.$$

2. *Com. d. T.* 1827. p. 225.

hat ausgeführt werden können. Da Damoiseau indessen bei der Anzeige des Laufs für 1828 diesen Umstand erwähnt <sup>1)</sup>, ohne Encke's Angaben zu widerlegen, so glaubt nun Letzterer mit ziemlicher Sicherheit schliessen zu dürfen, dass Damoiseau den seinigen ganz ähnliche Resultate gefunden hat.

Es würde, besonders da die spätern Beobachtungen von 1825 und 1828 sich auf keine Weise mit der Annahme einer gleichförmigen mittlern Bewegung vereinigen lassen <sup>2)</sup>, überflüssig gewesen sein, diese Umstände hier von neuem zu erwähnen, wenn nicht in einigen neuern Lehrbüchern der Astronomie die Resultate Damoiseau's und der Bericht aus der *Conn. d. T. 1827* den Hauptsachen nach wörtlich wiederholt, und dadurch eine Erklärung über die Verschiedenheit der Ansichten nothwendig geworden wäre. Das Argument, worauf hauptsächlich von Anfang an die Einführung der Hypothese sich stützte: die Unmöglichkeit der Vereinigung aller Beobachtungen von 1786 — 1819, ist in dem Berichte nicht berücksichtigt, geschweige denn widerlegt worden. Und der Grund, welcher aus der möglichen Vereinigung der Epochen von 1805, 1819 und 1822, unter Voraussetzung der strengen Richtigkeit, sowohl der Rechnungen, als der Massenannahmen bei Damoiseau, gegen die Hypothese geltend gemacht wird, wäre schon nach dem Obigen an und für sich nicht über alle Zweifel erhoben, wenn auch die folgenden Beobachtungen sich nicht für die Hypothese erklärt hätten.

Wir können hier noch erwähnen, dass etliche Jahre später Hansen sich mit den Störungen beschäftigt hat, die ein widerstehendes Mittel hervorbringt. Er fand, dass sie auf sehr convergirende Reihen führen. Im Frühjahr 1855 machte Hansen folgende zwei Resultate für den Encke'schen Kometen bekannt:

$$\begin{aligned} & \text{Störungen der mittlern Länge (oder der mittlern Anomalie)} \\ & = 62'',56647 g^2 - 8'',7820 g \sin f + 2'',9075 g \sin 2 f \\ & - 7'',25 \cos f + 2'',54 \cos 2 f - 0'',25 \cos 3 f \\ & - 0'',01 \cos 4 f; \end{aligned}$$

1. *Conn. d. T.* 1830.

2. *Astron. Nachr.* IV. S. 159, VII. S. 118.

Störungen der siebenten Stelle des Brigg'schen Log. des Rad.

$$\text{Vectors} = -157,115 g + 144,693 g \cos f - 55,7 \sin f \\ + 16,0 \sin 2f + 1,2 \sin 3f + 0,5 \sin 4f,$$

wo  $g$  die mittlere Anomalie, deren Einheit der Umkreis ist, und  $f$  die excentrische Anomalie bedeutet.

48. Komet, wurde 1850 am 18. März zuerst am südlichen Himmel erblickt, beobachtet von Kiernau und Dwerhagen zu Buenos-Ayres bis zum 11. April. Dieser Komet nahm an Licht bald ab, hatte keinen Schweif, und bestand bloß aus einem Kerne mit sehr schwachem Haar umgeben.

49. Komet. Entdeckt 1850 den 21. April von Gambart im kleinen Pferd, beobachtet von Petersen zu Altona (29. Apr. bis 20. Mai), von Santini (30. Apr. bis 30. Juni), von Weisse in Krakau (11. Mai bis zum 12. Juni), von Nicolai (18. Mai bis 25. Juni) und von Bessel (30. Aug. bis zum 5. Oct.) Eine sehr schöne Reihe von Beobachtungen, welche Pompilio Tanzini zu Florenz angestellt hat, und welche in der Beilage zu No. 200. der *Astron. Nachr.* mitgetheilt sind, reichen vom 30. April bis zum 17. August. — Die Elemente dieses Kometen sind von Olbers, Nicolai, Santini, Hardenkampf und Mayer (von beiden letztern für eine elliptische Bahn) berechnet worden <sup>1)</sup>.

50. Komet, zuerst von Knorre in Nicolajew den 12. Januar 1851 wahrgenommen und bis zum 7. Februar beobachtet worden. In Kensington sah man den Kometen schon am 8. Januar. Beobachtet wurde derselbe von Encke vom 20 bis 28. Januar, in Altona vom 21. Jan. bis zum 19. Februar, von Rümker in Hamburg vom 21. Jan. bis 21. Februar, von Cacciatore zu Palermo vom 23. Jan. bis zum 11. Febr., und von Nicolai vom 10. bis 14. Februar. Zu Prag hat David über diesen Kometen, der vom Ophiuchus durch die Waage und Schlange bis zur Jungfrau lief, Beobachtungen vom 21. Jan. bis zum 5. März angestellt. Dieser rückläufige Komet bildete zur Zeit der ersten Hälfte des Februar eine fast runde, gleichförmig beleuchtete Nebelmasse von 3 bis 4 Minuten Durchmesser, ohne merkliche Verdichtung nach der Mitte zu. Noch muss

1. *Astron. Nachr.* No. 185., S. 317.; No. 201. u. 208.

erwähnt werden, dass zu Boston in Nordamerika der Komet am 7. Januar des Morgens zuerst erblickt, aber wegen Mangels an Instrumenten nicht beobachtet werden konnte. — Die Bahn des Kometen haben Wolfers, Peters, Santini (welcher vom 21. Jan. bis zum 8. März beobachtet hatte) und Knorre bestimmt; der erste gab auch eine Ephemeride <sup>1)</sup>.

51. Komet. Entdeckt 1852 den 19. Juli Ab. 11 Uhr von Gambart in  $16^{\text{h}} 54'$  AR. und  $+25^{\circ} 55'$  Declin., also nahe bei  $\epsilon$  Herculis. Der Komet, welcher keinen Kern und Schweif hatte, ward von seinem Entdecker bis zum 16. August, dann vom 20. bis 27. August beobachtet, von Santini vom 20. Juli an bis zum 27. August. Harding fand ihn den 29. Juli Ab. 10 Uhr in der Schlange des Ophiuchus, den 1. August aber zwischen  $\delta$  und No. 16 desselben Sternbildes, und sah ihn den 21. August zum letzten Male. Nicolai's Beobachtungen reichen vom 16. bis zum 21. August. Der Abstand dieses rückläufigen Kometen nahm schon vom Tage seiner Entdeckung an immer und seiner rückläufigen Bewegung halber ziemlich schnell zu; daher kam es, dass der Komet gegen Ende August's schon sehr viel an Licht verloren hatte. — Petersen, Selander, Olbers, Gambart, v. Heiligenstein, Peters, Bouvard und Santini haben Elemente berechnet; v. Heiligenstein machte übrigens auf die Aehnlichkeit der Elemente mit denen des zweiten Kometen von 1822 <sup>2)</sup> aufmerksam. (Von diesem letztern Kometen finden sich in den *Transact.* 1833 mehrere Beobachtungen vor <sup>3)</sup>). Für seine diesmalige Entdeckung erhielt Gambart die vom Könige von Dänemark (Frederik ten sitte) gestiftete Kometenmedaille, was deshalb als historisch merkwürdig angeführt werden muss, weil diese Medaille hier zum ersten Male als Prämie für die Entdeckung eines teleskopischen Kometen ertheilt ward.

52. Komet (zweiter vom Jahre 1852), oder der zum zweiten

1. *Astron. Nachr.* No. 196, S. 83; No. 200, S. 147; No. 201, S. 174; No. 207 u. 208; auch No. 221, S. 67 u. f.

2. *Astron. Nachr.* No. 96.

3. *Astron. Nachr.* No. 230, S. 270; No. 232, S. 262 u. 268; No. 233, S. 269; No. 235 S. 305 u. No. 236 S. 322.

Mal wahrgenommene Biela'sche Komet. — Wie schon bekannt (S. 221 u. f.), hatte dieses merkwürdige Gestirn damals so sehr die allgemeinste Aufmerksamkeit erregt, dass seiner im Jahre 1852 bevorstehenden Wiederkunft von den Astronomen mit gespanntester Aufmerksamkeit, von dem grossen Publikum dagegen mit ängstlicher Erwartung entgegen gesehen wurde. Um die Aufsuchung zu erleichtern, machte man den Weg bekannt, den der Komet nach seiner Wiedererscheinung unter den Gestirnen nehmen werde. Dieser Weg wurde so angedeutet: In der Mitte Septembers des Jahres 1852 geht der Biela'sche Komet die südlichste Fussspitze des Perseus vorbei, von wo er sich nach der Spitze des westlichen Ellenbogens Castor's in den Zwillingen, und dann mitten durch den Krebs bewegt. Zu Anfange des November ist der Komet beim Stern Regulus im Löwen, und von da zieht er nach dem Raben, und wird endlich in dem östlichsten Ende der Wasserschlange den Blicken des Beobachters verschwinden. — Er scheint zuerst in Rom auf der Sternwarte des Collegium Romanum, nämlich am 23. August 1852, gesehen und dann bis zum 20. September als ein sehr lichtschwaches und nebliges Gestirn beobachtet worden zu sein. Doch fand man es fast unglaublich, dass der Komet wirklich schon im letzten Drittel des Monats August gesehen worden ist. Henderson am Cap der guten Hoffnung beobachtete ihn vom 25. Sept. 1852 bis zum 3. Jan. 1853, an welchen Beobachtungen J. Herschel indessen nur bis zum 4. November Antheil genommen hat. Nach dem 19. October 1852 ward der Komet sehr bald fast auf allen europäischen Sternwarten aufgefunden, so von Gambart in Marseille und von Valz (beob. bis zum 4. Dec.) zu Nimes Nachts vom 19. zum 20. Oct., von v. Struve (bis zum 28. Nov. beob.) und Bessel den 20. October (beob. bis zum 26. Nov.<sup>1</sup>), von Nicolai am 21. October (bis zum 22. Nov. beob.) als eine kleine äusserst lichtschwache, nur mit grosser Augenanstrengung erkennbare Nebelmasse im Sternbilde des Krebses. Santini beobachtete den Kometen vom 31. Oct. bis 26. December, David vom 20. bis 25. und Koller zu Kremsmünster vom 20. bis 26. November als einen sehr lichtschwachen

---

1. *Astron. Nachr.* No. 294.

Nebel ohne erkennbaren Kern. Einen sehr ausführlichen Bericht seiner Beobachtungen gab v. Struve in No. 266. der *Astron. Nachr.* — Santini, welcher die von Damoiseau für das Jahr 1852 vorausberechnete Ephemeride des Biela'schen Kometen nicht ganz richtig gefunden, bestimmte neue Elemente, die er neben die von Damoiseau aufstellte, entwarf auch zwei Ephemeriden, theilte später zwei neue Systeme von Elementen, und alsdann abermals Verbesserungsrechnungen und verbesserte Elemente mit <sup>1)</sup>. Im December 1854 hat Santini eine schöne Zusammenstellung der Elemente für die Jahre 1826, 1852 und 1859 nebst einer guten Ephemeride für das Jahr 1839 geliefert <sup>2)</sup> — Auch Nicolai, Valz und Baranowsky haben für den Biela'schen Kometen sehr genaue Bahnbestimmungen und, mit Ausnahme Valz's, Ephemeriden berechnet. Ungefähr ein Jahr nach der Wiedererscheinung des Biela'schen Kometen erinnerte Encke an eine Vergleichung, die zwischen den Elementen des Kometen vor und nach seiner Wiederkehr geradezu anzustellen sei. Die Elemente vor der Wiederkehr hatte Olbers <sup>3)</sup> aus der Verbindung der Damoiseau'schen Störungen mit der Clausen'schen Ellipse von 1826 als die wahrscheinlichsten Elemente, behufs der Vorbereitung auf die Wiederkehr 1852, bekannt gemacht, dagegen die Elemente nach der Wiederkehr Nicolai aus seinen eigenen Beobachtungen ohne weitere Voraussetzung als die derselben grossen Axe (wie bei Olbers' Elementen) berechnet. Beide Systeme von Elementen stimmen nun in allen

1. *Astron. Nachr.* No. 230, S. 220; No. 241, S. 5 u. No. 251, S. 195.

2. Diese Zusammenstellung ist folgende:

	Per Pepoca o Gennajo 1826.	o Gennajo 1833	o Gennajo 1839
	g	g	g
Passagio al perielio . . .	1826 in 77,450463	in 331,153170	in 204,03907 T. M. in Padova.
Longitudine del perielio . . .	109°45'58"	110° 0'55",05	110° 6'16",33
Longitudine del nodo . . . . .	251 28 14	248 15 36 ,69	248 13 18 ,59
Inclinazione all'eclittica . . .	13 33 56	13 13 0, 92	13 12 24 ,49
Angolo di eccentricità . . . .	48 17 35,6	48 42 34 ,96	48 43 16 ,80
Moto diurno siderale medio	527",9599	533",736084	533",935407
Loy. semiasse maggiore . . .	0,5516037	0,5484533	0,5483436.

3. *Ephemeriden* von Harding f. 1832 S. 97.

andern Theilen so nahe überein, dass man deutlich sieht, die stärkere Abweichung des beobachteten Ortes von der vorausgerechneten Ephemeride bei dem Biela'schen Kometen könne bloß hauptsächlich von der verschiedenen Durchgangszeit durch's Perihel herrühren. Weil diese aber der Beobachtung nach früher fällt, so muss — dies behauptet nun Encke — bei dem Biela'schen Kometen eine ganz ähnliche Einwirkung wie bei dem Encke'schen stattgefunden haben. Man sieht hieraus deutlich, wie sehr Encke bemüht ist, seiner Ansicht von dem Widerstande des Aether möglichste Geltung zu verschaffen <sup>1)</sup>. —

Mehr über den Biela'schen Kometen wird in der Folge noch mitgetheilt werden.

53. Komet (dritter vom Jahre 1852) oder der 1852 wieder erwartete Encke'sche Komet. Noch ehe er erschien, hatten die von Encke vollständig durchgeführten Störungsrechnungen, die auf ein früher mittels der Durchgänge von 1819, 1822 und 1825 verbessertes System von Elementen begründet worden waren, sehr genaue Elemente <sup>2)</sup> ergeben, nach welchen sodann eine schöne Ephemeride <sup>3)</sup> entworfen worden war. Aus diesen Rechnungen ergaben sich für die Dauer der, im Jahre 1852 stattfindenden, Sichtbarkeit folgende sehr bemerkenswerthe Umstände. Der Komet wird am 4. Mai der Sonne (bis auf 7 Millionen Meilen) und am 16. Juni der Erde (bis auf 5 Mill. Meil.) am nächsten stehen, aber dennoch nur schwer, selbst durch Fernröhre, wenigstens für die europäischen Astronomen, sichtbar sein. Dies erhellet daraus, weil er nur in der Abenddämmerung erscheinen und bald nach der Sonne unterge-

1. *Astron. Nachr.* No. 235, S. 305; No. 242, S. 30 u. 241; No. 271, S. 115 u. No. 324.

2. Diese Elemente sind:

Epoche 1832 Mai 4,0 mittl. Pariser Zeit.

Mittlere Anomalie. . . . .	0°	0'	26",86	
mittl. tägl. sider. Bewegung . . . . .	0	0	1071,32651	
Länge des Perihels . . . . .	157	21	32,2	mittl. Aeq.
Länge des aufst. Knotens . . . . .	334	32	4,1	4,0
Neigung der Bahn . . . . .	13	22	12,3	
Excentricitätswinkel . . . . .	57	43	17,0	

3. *Astron. Nachr.* No. 220, S. 62.

hen wird, und weil er im Juni, wo er sich doch der Erde sehr schnell nähert, wieder so tief am Horizonte steht, dass er in dessen Dünsten nur mit grosser Mühe erkennbar sein und schon zu Johannis gänzlich unsichtbar sein wird, da er alsdann nicht mehr aufgeht. Allein auf der südlichen Hemisphäre der Erde wird man den Kometen nun bis Ende Juli's sehr schön und deutlich erblicken <sup>1)</sup>. Endlich wird er, was seinen scheinbaren Lauf unter den Sternen betrifft, im Anfange des März östlich vom Schweife des westlichen Fisches vorbeigehen, im Anfange Aprils beim westlichen Ohre des Widders stehen, im Mai nahe östlich an den Plejaden, und von da durch die Vordertatzen des Wallfisches nach dem chemischen Ofen, Phönix, Toukan, Pfau und der südlichen Krone sich fortbewegen, und im letztgenannten Sternbilde sich den Blicken der Erdbewohner gänzlich entziehen. — Die oben angeführten Resultate wurden nun nicht nur durch die Erfahrung wirklich bestätigt, sondern auch, was die Befürchtungen wegen der ungünstigen Verhältnisse für die diesmalige Sichtbarkeit betraf, sogar noch übertroffen. Denn man fand, als der Encke'sche Komet im Jahre 1852 sich wieder eingestellt, seine Kleinheit und Lichtschwäche in so ausserordentlich bedeutendem Grade, dass man nicht anders glauben konnte, als der Komet habe nicht geringe physische Veränderungen wirklich erlitten. Da er in seiner Erdnähe so ungemein schwach erschien, so konnte es, in Berücksichtigung der angestellten Vorausberechnungen, auch gar nicht auffallen, dass er in Europa vor der Zeit seiner Sonnennähe vergeblich gesucht worden ist. Dagegen ist der Komet in der That auf der südlichen Hälfte der Erdkugel ziemlich schön als ein kleiner Nebelfleck ohne Kern wahrgenommen und beobachtet worden, so z. B. in Buenos-Ayres von Mosotti vom 1. Juni bis zum 6. Juli <sup>2)</sup>, und von Henderson und John Herschel auf dem Cap der guten Hoffnung vom 2. bis zum 28. Juni <sup>3)</sup>. Aus diesen angestellten Beobachtungen nun und in Verbindung mit den frühern Rechnungen fand Encke, unter

1. *Astron. Nachr.* No. 210, S. 330.

2. *Astron. Nachr.* No. 251, S. 191.

3. *Astron. Nachr.* No. 251, S. 190.



Voraussetzung der Jupitersmasse  $\frac{1}{1055,924}$  und der (von Encke

selbst eingeführten) störenden Widerstandskraft  $U = \frac{1}{912,625}$

die verbesserten Elemente:

Epoche: 1819 Jan. 27,25 Mittl. Z. Paris

mittlere Anomalie . . . . . 559° 59' 45'',80

tägl. mittl. sider. Bewegung . . . . . 0 0 1076 ,92409

Excentricitätswinkel . . . . . 58 3 37 ,9

Länge des Perihels . . . . .	156	59	44 ,2	} mittl. Aeq. 1819
Länge des aufsteigenden Knotens	554	52	57 ,6	

Neigung der Bahn . . . . . 15 36 55 ,9

welche bis auf wenige Minuten den Ort des Kometen im Jahre 1858 genau angeben dürften <sup>1)</sup>).

Nach den Erfahrungen von 1822 und 1852 ist es bei dem Encke'schen Kometen unwidersprechlich der Fall, vor dem Perihel in weit grössern Abständen von der Sonne und der Erde sichtbar zu sein, als nach derselben.

Diese höchst merkwürdige und auffallende Eigenschaft des Encke'schen Kometen ist bisher noch nicht hinreichend herausgehoben worden. Die Lichtstärke eines himmlischen, nicht selbst

leuchtenden, Gegenstandes ist der Theorie nach  $\frac{M}{R^2 D^2}$ , wenn R

und D die Abstände von Sonne und Erde bedeuten, und M von der eigenthümlichen Grösse und Beschaffenheit des Gegenstandes abhängt. Ist M unveränderlich, so ist die Lichtstärke blos im

Verhältniss von  $C = \frac{1}{R^2 D^2}$ . Pons entdeckte den Kometen

1818, wie  $C = 0,956$  war. Später, wie Encke seinen Ort vorher berechnet hatte, konnte man ihn 1825 und 1828 bei einem noch viel kleinern C finden. Bei seiner Entdeckung 1805 war  $C = 7,26$ , und da ward er mit blossen Augen gesehen, und einem Sterne 4. Grösse gleichgeschätzt. Hingegen nach dem Perihel verschwand er Rümker'n 1822, wie  $C = 15,18$  war. Eben dieses C hatte bei seiner Auffindung 1852 den

1. Astron. Nachr. No. 251, S. 185. u. f.

Werth = 12,12, wo ihn doch beide Beobachter Henderson und Mosotti als sehr lichtschwach beschrieben, und er entzog sich Henderson's Augen und Fernrohr, wie C noch = 7,97, mithin grösser als 1805 war, da er die Lichtstärke eines Sterns 4. Grösse hatte. Es scheint, dass die Einwirkung der Sonnenstrahlen, wenn er dieser näher kommt, den leichten Dunst, woraus dieser Komet in seiner Totalität zu bestehen scheint, so sehr ausdehnt, dass die äussern Theile ganz unsichtbar, und auch die dem Schwerpunkte nähern Theile wenig geschickt werden, Sonnenlicht zurückzuwerfen. Ferner dass der Komet bei seiner Wiederentfernung von der Sonne sich erst langsam wieder zusammenziehe, und seine zerstreuten Bestandtheile wieder einsammeln kann.

54. Komet. Entdeckt im September 1855 von Dunlop zu Paramatta. Dunlop's Beobachtungen gehen vom 1. bis zum 16. October. Der Komet stand anfangs in der Waage unter Zubeneschemali ( $223^{\circ}$  AR. und  $-19^{\circ}$  Decl.) und zuletzt in der Milchstrasse, zwischen dem Scorpion und Schützen, nahe beim Stern  $\epsilon$  Ophiuchi ( $255^{\circ}$  AR. und  $-24^{\circ}$  Decl.). Dunlop erhielt für seine Entdeckung die Kometenmedaille (die zweite, welche ertheilt ward). — Henderson und Peters haben die Elemente des Kometen berechnet <sup>1</sup>).

55. Komet. Er ward 1854 den 8. März von Gambart in Marseille entdeckt. Auch Dunlop in Paramatta entdeckte diesen Kometen, jedoch erst später, und beobachtete ihn vom 21. März bis zum 14. April, anfangs in  $526^{\circ}$  Rectascension und  $13^{\circ}$  südlicher Declination (in der Schwanzspitze des Steinbocks), zuletzt in  $0^{\circ}$  Rectascension und  $3^{\circ}$  nördlicher Declination (unterhalb  $\omega$  Piscium). Gambart erhielt dieses Mal wieder die Kometenmedaille. Henderson hat die Elemente dieses Kometen berechnet <sup>2</sup>).

56. Komet. Entdeckt 1855 in der Nacht vom 20. zum 21. April von Boguslawsky zwischen dem Raben und Becher, Beobachtet wurde dieser Komet von Boguslawsky (21. bis 25. Apr.), von Bessel (1. u. 2. Mai), von Nicolai (2. u. 5.

1. *Astron. Nachr.* No. 271 u. 272.

2. *Astron. Nachr.* No. 271.

Mai), von Peters in Hamburg und Petersen in Altona (26. Apr. bis zum 2. Mai) und von Kreil zu Mailand, der den Kometen am 14. Mai erkannte (vom 18. bis 27. Mai). Der Komet war beinahe ganz rund, nahm an Lichtschwäche fortwährend zu, und konnte zuletzt nur noch als ein formloser Lichthauch wahrgenommen werden, zeichnete sich durch seinen grossen Abstand ( $42\frac{1}{2}$  Mill. Meil.) im Perihel von der Sonne aus. Seine Elemente haben Bessel, Nicolai, Rümker und Wilhelm Bessel berechnet. Rümker berechnete auch für die Zeit vom 20. April bis zum 1. Mai ziemlich scharf die geocentrischen Oerter des Kometen, und Wilhelm Bessel verglich die von ihm bestimmten Elemente mit den Beobachtungen <sup>1)</sup>).

57. Komet (zweiter vom Jahre 1835) oder der 1835 abermals erwartete Encke'sche Komet. Es war dem berühmten Berliner Astronomen zwar nicht möglich gewesen, die Störungsrechnungen für die Wiederkehr seines Gestirns im Jahre 1852 vollständig durchzuführen, indessen hielt er die von ihm nach seinen neuesten Elementen:

1855 August 4,5 Mittl. Zeit Berlin

Epoche der mittlern Anomalie . . . . .	355°	28'	45''
mittl. tägl. sid. Bewegung . . . . .	0	0	1070,865
Länge des Perihels . . . . .	157	24	10
Länge d. aufst. Knotens . . . . .	334	24	50
Neigung der Bahn . . . . .	13	21	20
Excentricitätswinkel . . . . .	57	40	50

berechnete Ephemeride <sup>2)</sup> für sehr nahe richtig, wenigstens für so genau, dass die Wiederauffindung des Kometen, wenn sonst nicht die ungünstige Stellung desselben sie unmöglich machen sollte, dadurch erschwert werden dürfte.

So schwach nun auch die Hoffnung war, den Kometen dieses Mal aufzufinden, so gelang dies nach vier vergeblich geopfertten Nächten dennoch v. Boguslawsky, ihn Nachts vom 30. zum 31. Juli aufzufinden <sup>3)</sup> und 4 Mal am Kreismikrometer zu

1. *Astron. Nachr.* No. 279 S. 253; No. 280 S. 271; No. 281 S. 281; No. 282.

2. *Astron. Nachr.* No. 275 S. 182.

3. *Astron. Nachr.* No. 288 S. 407.

beobachten. Die Dämmerung aber, vielleicht auch die Undurchsichtigkeit der Luft, nahmen so schnell zu, dass ein nochmaliges Beobachten ganz unmöglich ward. Man hoffte nun zwar vom Vorgebirge der guten Hoffnung Beobachtungen zu erhalten, allein man bekam von dorthier nur die Bestätigung des nahen Zutreffens der Ephemeride, denn John Herschel hatte an Caroline Herschel von Feldhausen aus unterm 24. October 1835 geschrieben: *The stars 90 on very well, though for the last two months the weather has been chiefly cloudy, which has hitherto prevented seeing Halley's Comet. Encke's escaped me owing to trees and the table mountain, though I cut away a good gap in our principal oak Avenue to see at it. However Maclean at the Observatory succeeded in getting three views of it with the 14foot Newtonian of my fathers, on the 14th, 19th and 24th of Sept. — It was on or near the calculated place, but no measures could be got. It looked as he saw it in England.*

Aber zu Mailand fand Kreil, der Observator der dortigen Sternwarte, den Encke'schen Kometen in der Nacht des 22. Juli <sup>1)</sup>, doch verhinderte an diesem Tage, so wie den 24. Juli, Mondschein und Morgennebel eine vollständige Beobachtung. Auch am 25. Juli und 6. August beschränkten sich die Beobachtungen auf eine Vergleichung in gerader Aufsteigung und eine in Abweichung. Nur am 29. und 30. Juli gelang eine grössere Anzahl von Beobachtungen. Der Encke'sche Komet scheint im Jahre 1835, ausser zu Breslau und Mailand, wohl nirgends in Europa wahrgenommen worden zu sein, wenigstens sind seitdem keine anderweitigen Beobachtungen zur öffentlichen Kenntniss gelangt.

Schon bei der letzten Erscheinung 1835 war es Encke nicht möglich gewesen, die Störungsrechnungen in derselben Ausdehnung wie früher durchzuführen, und er hatte sich begnügen müssen, die Jupiterstörungen beiläufig zu berechnen, und die übrigen Planetenstörungen zu schätzen. Die daraus berechnete Ephemeride hatte sich indessen über Erwartung bewährt. Bremiker liess sich weder durch die grosse Länge

1. *Astron. Nachr.* No. 312 S. 385.

der Rechnung und den damit verknüpften Zeitaufwand, noch durch die grosse Mühe abschrecken, die Störungsrechnungen für zwei Umläufe durchzuführen. Die grosse Sorgfalt, die er darauf verwendete, verbunden mit der Prüfung, welche die Differenzen darbieten, liess für Encke keinen Zweifel übrig, dass er sie nicht eben so genau gemacht hat, als er sie nur hätte machen können. Wenn nun auch hieraus die befriedigendste Belohnung für ihn selbst hervorgegangen ist, dass die vollständige Durchführung einer so bedeutenden Rechnung ihm die gründlichste Einsicht in das Wesen derselben, und die dabei zum Grunde liegenden Formeln der physischen Astronomie gegeben hat, so konnte er doch nur lebhaft wünschen, dass auch ein günstiger Erfolg ihn für die darauf verwandte Mühe und Zeit einigermaßen entschädigen möchte.

Den Störungen wurden die Elemente zum Grunde gelegt <sup>1)</sup>, welche aus den Erscheinungen bis 1829 abgeleitet worden waren, sowohl in Bezug auf die Massen, als auf die Constante und das Gesetz des Widerstandes. In den dort gebrauchten Zeichen betragen die Störungen von

1829 Jan. 9,72 bis 1852 Mai 4,0 M. Par. Zeit.

$$\Delta i = + 92'',144$$

$$\Delta \Omega = - 11 145$$

$$\Delta \varphi = + 502,924$$

$$\Delta \tau = + 21,198$$

$$\Delta \mu = + 1,469544$$

$$\Delta M = + 1226,845$$

Betrag der Präcession . . . 2', 46''/447.

Diese sind noch von Encke berechnet. —

An sie schlossen sich die Störungsrechnungen von Bremiker an, welche gaben.

1852 Mai 4,0 — 1855 Aug. 26,5.

$$\Delta i = - 54'',786$$

$$\Delta \Omega = + 1,912$$

$$\Delta \varphi = - 145,890$$

$$\Delta \tau = - 17,887$$

1. *Astron. Nachr.* No. 210.

$$\Delta\mu = - 0,559504$$

$$\Delta M = + 541,874$$

$$\text{Betrag der Präcession} \quad . \quad . \quad 2' 46',516.$$

Bei der Geringfügigkeit der Fehler (die zugleich als Prüfung für die Rechnung Bremiker's in gewissem Sinne diente) glaubte nun Encke nicht, an den Elementen irgend etwas ändern zu dürfen. Es würde nämlich theils eine etwas geänderte Jupitersmasse wohl anzuwenden sein, da Encke's Angabe noch etwas verschieden ist von der Bestimmung von Airy, die unstreitig den Vorzug verdient; theils würde eine kleine Vernachlässigung in Rücksicht auf die Reducirung der Bahn auf eine feste Ebene zu verbessern nothwendig sein, so dass ein nochmaliges Zusammenstellen aller Rechnungen über die Erscheinungen seit 1819 bei einer Verbesserung der Elemente erforderlich wäre. Dies aber von den nächsten Beobachtungen zu thun, schien dem berühmten Berliner Astronomen ein unnützer Aufwand von Zeit zu sein, weil die neuen Beobachtungen doch wieder mit den frühern hätten vereinigt werden müssen. Bei dem grossen Einflusse der Merkursmasse war erst abzuwarten, welche Grösse man ihr beizulegen hatte; auch sicherte überdem die Kleinheit der obigen Fehler vollkommen gegen die Schwierigkeit des Auffindens des Kometen im Anfange. Kaum befürchtete nämlich Encke, dass die ersten Oerter um mehr als höchstens 5 Minuten abweichen würden, weil die Bestimmung der Durchgangszeit durch das Perihel bei ihnen von geringem Einfluss ist. Es blieb also der Zukunft überlassen, unmittelbar zu zeigen, in wiefern ein System von Elementen, aus 10jährigen Beobachtungen (1819—1828) abgeleitet, sich für die nächsten zehn Jahre (1828—1838) bewähren würde.

Die Störungsrechnungen Bremiker's für die neue Periode ergaben:

1835 Aug. 26,3 — 1838 Dec. 19,0

$$\Delta i = + 11'',504$$

$$\Delta \varnothing = - 66,986$$

$$\Delta \varphi = + 52,855$$

$$\Delta \pi = + 47,649$$

$$\Delta\mu = + 0,416711$$

$$\Delta M = - 262,009.$$

Betrag der Präcession . . . 2' 46'',510,

womit die Elemente folgen:

1858 Dec. 19,0 mittl. Berl. Zeit.

$$M = 0^{\circ} 0' 0'',59$$

$$\mu = 1071'',18572$$

$$\pi = 157^{\circ} 27' 34'',8 \left. \vphantom{\pi} \right\} \text{M. Acquin.}$$

$$\Omega = 334 \quad 56 \quad 51,8$$

$$\varphi = 57 \quad 41 \quad 44,0$$

$$i = 13 \quad 21 \quad 29,0$$

58. Komet (dritter vom Jahre 1855) oder der 1855 wieder erwartete Halley'sche Komet. Da dieser Komet im Jahre 1759 vielfältig und ziemlich genau beobachtet worden war, so haben nach diesen Beobachtungen die neuern Astronomen die Bahn sicher zu bestimmen gesucht. Schon im Jahre 1812 setzte die Akademie zu Turin einen Preis auf die, mit aller Genauigkeit geführte, Berechnung der Bahn des Halley'schen Kometen. Damoiseau's Berechnung wurde für die beste von allen anerkannt und gekrönt. Burckhardt und Pontécoulant haben gleiche Arbeiten, später aber Rosenberger und Lehmann in ausgezeichnete Weise geliefert. Von den grossen Bemühungen dieser Männer werden wir in der Folge mehr hören. -- Wegen der Wiedererscheinung im Jahre 1855 machte man, auf die Damoiseau'schen Berechnungen fussend, schon frühzeitig Folgendes über den scheinbaren Lauf des erwarteten Gestirns bekannt: In dem Sternbilde des Stiers wird man im August 1855, wenn auch Anfangs dieses Monats nur mit Fernröhren, zwischen den beiden Hörnern des Stiers den Halley'schen Kometen von seiner, 75 Jahre währenden, Reise angekommen erblicken. Noch über 40 Millionen Meilen ist er daselbst von der Erde entfernt, daher das matte Licht, mit dem er erscheint, und welches er fast bis zum 31. August behält, zu welcher Zeit er bei seiner täglichen Annäherung zur Erde immer noch von dieser 28 Mill. Meilen absteht, mithin nicht merklich grösser geworden ist. Vom Stier bewegt er sich nun mit allmählig zunehmender Geschwindigkeit und grösserm Glanze nach den Zwillingen, geht über deren Köpfe hinweg, und ist Ende Septembers bei den

Vorderfüßen des grossen Bären angelangt, wo er nur noch 6 Mill. Meilen von der Erde abstehet. Je weiter der Komet jetzt östlich fortrückt, um so früher geht er nun auf, und wenn dies Mitte Augusts zwischen 11 und 12 Uhr Abends geschah, so ist es Mitte Septembers schon zwischen 9 und 10 Uhr der Fall. Vom 25. September an bis zum 6. October bleibt der Halley'sche Komet fortwährend über dem Horizonte. Von den Vorderfüßen des grossen Bären an zieht er sich in den ersten Tagen des Octobers mit stets zunehmender Geschwindigkeit, welche hier während der ganzen Dauer seiner Sichtbarkeit am grössesten ist, wieder nach Süden. Am 5. October steht der Komet 5 Mill. Meilen (also am nächsten) der Erde nahe, folglich ist er um diese Zeit am schönsten und glänzendsten. Nun entfernt er sich wieder allmählig von der Erde mit abnehmender Geschwindigkeit, jedoch so, dass er Ende Octobers schon wieder 22 Mill. Meilen von uns entfernt, der Sonne aber so nahe gerückt ist, dass er nur noch Abends und nicht lange beobachtet werden kann. Bald geht der Komet so zeitig unter, dass er gar nicht mehr sichtbar für uns ist und sich in den Strahlen der untergehenden Sonne verliert, was bereits in der ersten Hälfte des Novembers geschehen wird. Wahrscheinlich wird er den 4. dieses Monats seine grösste Annäherung zur Sonne, d. h. sein Perihel, erreicht haben, von der er sich alsdara nach und nach entfernt. Gegen Ende des Jahres wird der Komet, welcher sich während dieser Zeit bis auf 39 Mill. Meilen entfernt hat, mit blossen Augen wieder wahrzunehmen sein, und zwar in den Morgenstunden von 6 bis 7 Uhr, mit schwachem Glanze, aber vielleicht langem Schweife, in dem Sternbilde des Scorpions. Von da geht er in den Monaten Januar und Februar des Jahres 1836, bis zu welcher Zeit er sich der Erde wieder auf 29 Mill. Meilen nähert, immer südlicher durch den Wolf und Centaur, und ist in den Morgenstunden von 3 bis 6 Uhr, freilich nur sehr niedrig am Horizonte, sichtbar. Im Monat März steigt er jedoch nördlicher herauf, nimmt seinen Weg unterhalb des Raben durch die Wasserschlange nach dem Becher, entfernt sich aber dabei stets von der Erde, so dass er Anfang Aprils schon wieder 54 Mill. Meilen von uns entfernt ist. Er geht um diese Zeit Abends nach 8 Uhr auf und des Morgens



vor 4 Uhr unter. — Seine Entfernung von der Erde nimmt nun im April zu. In diesem Monate steigt er immer nördlicher zum Kopf der Wasserschlange empor; wir werden ihn aber wohl bloß bis Mitte Aprils kaum wahrnehmen. Um diese Zeit also wird er sich auf weitere 75 Jahre den Blicken der Sterblichen entziehen.

Es dürfte übrigens, wegen der Wichtigkeit des bevorstehenden Schauspiels, durchaus nicht befremden, dass eine Menge von Schriften schon theils ein, theils zwei Jahre voraus erschienen, welche sich auf die Wiederkunft des Halley'schen Kometen bezogen. Wir nennen nur z. B. die Schrift von L. Wöckel (Nürnberg 1855); von C. L. v. Littrow (Wien 1854); von A. F. Möbius (Leipzig 1855 zweite Auflage); von G. A. Jahn (Leipzig 1855); der schöne Halley von G. A. Hecht (Ilmenau 1855); die Kometen des 4. Jahrzehents vom 19. Jahrh. (Grätz 1851); Was hat die Welt zu fürchten von dem Kometen des Jahres 1854 v. Fr. F. Hartmann. Das zuletzt angeführte Schriftchen hat durch seinen sonderbaren Titel am meisten zu der, damals in einem grossen Theile des deutschen Publikums herrschenden, Verwirrung beigetragen. Die Schrift von Hecht und die in Grätz erschienene enthielten nichts als kometographische Extravaganzen. Die drei zuerst angeführten Schriften dagegen sind, namentlich die von v. Littrow und Möbius, ausgezeichnet. Uns scheint es, als ob der Halley'sche Komet weit mehr Schriften, Fragen, Unterhaltungen u. s. w. (letztere mündlich und schriftlich) hervorgerufen habe, als der eigentlich gefährlichere Biela'sche Komet. Dies möchte wohl seinen Grund darin haben, dass der Biela'sche Komet nicht so in die Augen gefallen war, als man dies von dem Halley'schen Kometen erwartet hatte, da einige Schriftsteller, wie Olbers im Jahre 1854 erwähnte, beim Publikum eine sehr übertriebene Vorstellung von dem Glanze und der Pracht erregt hatten, mit denen ihrem Vorgehen nach dieser Komet im Octbr. 1855 erscheinen würde. Olbers, dieser beglückte Columbus der Planeten- und Kometenwelt und genauer Kenner derselben, bemerkte damals ganz richtig, dass die Erwartung sehr getäuscht werden und der Komet sich nur wie im Jahr 1607 zeigen würde, welche Er-

scheinung Kepler beschrieben und nicht als besonders ausgezeichnet gerühmt hat. Gegen den Kometen von 1811 werde er sehr zurückstehen, und sich etwa dem Stierkometen von 1825, wie dieser seinen besten Glanz über dem Horizonte entfaltete, ähnlich zeigen, der auf das grosse Publikum bekanntlich keinen besondern Eindruck gemacht hatte. Nur der Kopf des Halley'schen Kometen werde wahrscheinlich heller und merkwürdiger gebildet erscheinen, als beim Kometen von 1825 <sup>1)</sup>. Denn als Inghirami unter dem heitern Himmel von Florenz diesen Kometen bis zum 8. Juli 1826 verfolgen konnte <sup>2)</sup> und damals der Abstand des Kometen von der Sonne 3,147 betrug, was von dem Abstände 3,461, den der Halley'sche Komet am 22. März 1835 von der Sonne haben wird, nicht sehr verschieden ist, so — dies glaubte man zu jener Zeit — muss die Hoffnung, den Halley'schen Kometen schon im Frühjahr 1835 sehen zu können, sehr verstärkt werden. Diese Hoffnung ist jedoch, wie der Erfolg gezeigt hat, nicht in Erfüllung gegangen.

Wir kommen nun zur Wiedererscheinung des Halley'schen Kometen selbst.

Der Halley'sche Komet ist wohl auf keinen Fall vor dem 1. August 1835 von irgend einem Astronomen aufgefunden worden, obgleich man schon im Frühjahre auf den Sternwarten zu Mannheim, Altona und Padua dem Kometen anhaltend nachgespürt hatte. Erst am 5. August fand Dumouchel zu Rom den sehnlichst Erwarteten oberhalb  $\xi$  Tauri (in  $5^h 26'$  AR. und  $+ 22\frac{1}{2}^\circ$  Declination) <sup>3)</sup>. In der Nacht vom 20. zum 21. August erkannte v. Struve in Dorpat den Kometen, indem dieser sehr nahe an dem, von Rosenberger vorausbestimmten, Orte stand, und beobachtete ihn nun anhaltend bis zum 5. November <sup>4)</sup>. Nachts vom 21. zum 22. August entdeckte Kunowsky in Berlin das Gestirn in  $85^\circ$  Rectasc. und  $24^\circ$  nördl. Decl., also in der Milchstrasse nahe über der

1. *Astron. Nachr.* No. 268 S. 62. und 63.

2. *Astron. Nachr.* V. S. 150.

3. *Astron. Nachr.* No. 309.

4. *Astron. Nachr.* No. 303.

Ekliptik zwischen den Hörnerspitzen des Stiers und den Zwillingen, als einen sehr schwachen Nebelfleck. Aber es ist hierbei bemerkenswerth, dass v. Struve und Kunowsky im Kometausucher nichts vom Kometen hatten wahrnehmen können. Am 21. August, in den ersten Stunden nach Mitternacht, wurden v. Boguslawsky, v. Littrow jun. und Koller (in Kremsmünster) den Kometen zum ersten Male, und zwar als einen ausgebreiteten Nebel gewahr. Nunmehr wurde das berühmte Gestirn sehr aufmerksam beobachtet, von: South und Hussey in England vom 23. an <sup>1)</sup>, Argelander seit dem 25. Aug., Mayer zu Ofen vom 30. Aug. bis zum 26. Septbr., Nicolai (vom 28. Aug. an), zu Altona (31. Aug. bis 14. September), von Bessel seit dem 26. August, Petersen in Altona (24. August bis 1. September) <sup>2)</sup>, Encke zu Berlin <sup>3)</sup>, Bianchi in Modena (22. Sept. bis 22. Dec.), Kreil zu Mailand (30. Dec. 1855 bis 19. Apr. 1856), Weisse in Krakau (2. Sept. 1855 bis 9. April 1856), Santini zu Padua (1. Sept. 1855 bis 27. Jan. 1856), Airy in Greenwich und Koller (bis zum 21. Jan. 1856), v. Boguslawsky (bis 26. Oct.), ferner von: Lamont in Bogenhausen (14. Jan. bis 4. März) <sup>4)</sup>, in England zu Cambridge und auch zu Madras (19. Febr. bis 21. März 1856). Schwabe in Dessau, der den Kometen bis zum 6. November sehr aufmerksam beobachtet hat, gab eine ausführliche Beschreibung und treffliche Abbildung in No. 298 der *Astron. Nachr.* — Am 29. Aug. fand Pastorff den Kometen noch sehr lichtschwach, doch, obwohl der Nebel desselben bloß  $\frac{3}{4}$  Minuten gross im Durchmesser schien, wenigstens doppelt heller als den Encke'schen Kometen bei seiner Sichtbarkeit im Jahre 1828, da dieser vier Minuten scheinbaren Durchmesser hatte. Am 5. September schien der Halley'sche Komet bereits eine längliche Gestalt angenommen und ungefähr 2 Minuten im Durchmesser zu haben, war aber noch so unbestimmt begrenzt und so kernlos, als wenn er nur ein

1. *Astron. Nachr.* No. 298.

2. *Astron. Nachr.* No. 430.

3. *Astron. Nachr.* No. 310 S. 349.

4. *Astron. Nachr.* No. 316 S. 57.

blosser Nebeldunst wäre. Doch von dieser Zeit an nahm seine Helligkeit zu. South zeigte in den Times an, dass am 2. October der Schweif mittels eines Kometensuchers nicht unbemerkt bleiben könnte. Wirklich sah South selbst den 5. October früh nach 4 Uhr den Schweif über 4 Grade lang, und Tags darauf den Kometen schon mit blossen Augen. Am 14. desselben Monats fand v. Boguslawsky den Schweif 20, und 24 Stunden später mit freien Augen sogar 24 Grade lang. — Dagegen konnte Nicolai den blassen Schweif am 15. und 17. October nur bis auf etwa 9 Grade verfolgen; denn bei der Zartheit des Schweiflichtes hing die beobachtete Ausdehnung desselben offenbar mit von dem grössern oder geringern Grade der Reinheit der Luft ab, weshalb auch die Angaben für die Länge des Schweifes nicht wenig differirten. — Das Interessanteste jedoch, was man beim Halle'schen Kometen bemerkt hat, war unstreitig die Ausströmung der Lichtmaterie, welche Bessel am 2. Octob. zuerst wahrgenommen hatte. Denn an diesem Tage sah er den sogenannten Kern des Kometen, der früher ziemlich unscheinbar gewesen, plötzlich so hell glänzen, dass Bessel beim ersten Anblicke glaubte, der Komet bedecke einen Stern der 5. oder 6. Grösse. Es fand sich aber bald, dass der Komet seit dem vorigen Tage sehr viel Licht entwickelt hatte, und dass dieses, von dem hellsten Theile aus, der Sonne zuströmte. An den folgenden Tagen war der Glanz des Kerns wieder verschwunden, und von der Ausströmung nichts zu bemerken. Am 8. October sah Bessel den Kometen stärker als 6 Tage früher glänzen, auch die Ausströmung lebhafter und grösser, sogar von etwas veränderter Figur. Am 12. October hatte sich die Lichtausströmung weit mehr ausgebildet und zeigte eine starke Veränderung ihrer Richtung. Tags darauf war sie ganz unendlich geworden, und bestand in einem unbegrenzten Lichte, während sie früher eine fast scharf begrenzte conische Form gezeigt hatte. Am 14. war diese Form noch grösser und augenfälliger geworden als früher, den Tag darauf aber wieder anders und schwächer, obgleich noch deutlich zu erkennen. — Dass die Nebelhülle den Kern des Kometen unmittelbar umgab, und nicht wie bei dem Kometen von 1811 durch einen dunkeln Zwischenraum von ihm abgesondert war, hat man auch schon

bei den frühern Erscheinungen des Halley'schen Kometen beobachtet. Der Kern hatte, wie Nicolai berichtet, im Fernrohre bei weitem nicht das funkelnde Licht eines Fixsterns der ersten Grösse, sondern ein viel matteres. Einen eigentlich planetenartigen Körper hat Nicolai durchaus nicht wahrnehmen können. An den wenigen heitern Abenden, die zu Mannheim der Himmel um die Mitte Octobers für die Beobachtungen gestattete, hat Nicolai eine vom Kern ausgehende der Sonne zugewendete Lichtausbreitung, welche die Form eines Kreisabschnittes zeigte, an dessen Spitze sich der Kern befand, wahrgenommen. Das Licht dieses Sectors, der ungefähr ein Viertelkreis sein mochte, war merklich schwächer als dasjenige des Kometenkerns, aber auffallend heller als der den Kern überall umgebende Nebel. In diesem verlor sich auch allmählig auf der, der Sonne zugekehrten, Seite die äussere Begrenzung dieses Lichtsectors, in grösserer Distanz von seinem Mittelpunkte, d. i. vom Kern des Kometen, unter stufenweiser Abnahme seiner Helligkeit, während die Begrenzung desselben an seinen beiden Radien viel bestimmter zu sein schien. — Am 22. October sah Bessel die bis zum 14. d. M. beobachtete Lichtausströmung äusserst glänzend; dieselbe ging bis etwa eine halbe Minute weit, krümmte sich hier aber zu beiden Seiten, und bildete sonach den Ausgang zweier Schenkel des Schweifes. Den 25. und 27. October konnte Nicolai den, von ihm früher bemerkten, Lichtsector bei weitem nicht mehr so deutlich erkennen, als an den frühern Tagen. Bessel hält die so eben beschriebenen Erscheinungen, von denen er eine Theorie<sup>1)</sup> zu geben versucht hat, für das Merkwürdigste, was der Halley'sche Komet bei seiner Sichtbarkeit im 19. Jahrhundert dem aufmerksamen Beobachter gezeigt hat. Aehnliches hat man zwar früher bei andern Kometen nie wahrgenommen, allein dies scheint nur zu beweisen, wie flüchtig sonst solche Himmelserscheinungen überhaupt beobachtet worden sind.

Der Halley'sche Komet ist dem Kometen von 1744, welchen Heinsius vortrefflich abgebildet hat, in Bezug auf die Aus-

1. *Astron. Nachr.* No. 300 S. 193 u. f., wo sich auch 12 schöne Abbildungen des Halley'schen Kometen befinden.

strömung des Lichts ganz analog: die Figur, welche dieser am 2. Februar zeigte, ist den von Bessel für den 22. October gezeichneten fast gleich, da zwischen beiden kein anderer Unterschied ist, als die bei der erstern schon weiter fortgeschrittene Ausbildung des Schweifes. Am 50. October war die Form des Halley'schen Kometen nach Encke's Beobachtung so verändert, wie sie die Heinsius'sche Zeichnung am 51. Jan. zeigt, und sowohl hier als in den folgenden Tagen zeigte sich dieselbe Ungleichheit in den Seitenarmen, nach welcher der nördliche weit stärker und länger hervortrat. — Am 7. November, wo der Komet schon weiter als die Sonne von der Erde entfernt war, betrug die Länge des Schweifs kaum noch einen Grad, aber das Licht desselben hatte beträchtlich mehr Intensität, als zur Zeit der Erdnähe um die Mitte Octobers, was wohl klar beweiset, dass der Halley'sche Komet sein Licht nur von der Sonne erhält, und dass die Intensität desselben mit der Annäherung zur Sonne zunimmt. Wäre daher, sagt Nicolai, die Erdnähe mit dem Perihel nahe zusammen gefallen, so würde der Komet unstreitig sehr prachtvoll erschienen und gewiss nichts zu bemerken gewesen sein, woraus man auf eine Abnahme des Kometen hätte schliessen können. Sollte bei den künftigen Wiedererscheinungen des Kometen sein Durchgang durch das Perihel gegen das Ende des Monats Juli erfolgen, so würde er alsdann den Erdbewohnern eine ungemein prachtvolle und glänzende Erscheinung darbieten.

Während der Sichtbarkeit des Halley'schen Kometen haben sich vorzüglich Rosenberger <sup>1)</sup>, Clüver <sup>2)</sup> und Santini <sup>3)</sup> mit Berechnung neuer Elemente aus den nunmehr schon angestellten Beobachtungen, so wie auch mit der Entwerfung von Ephemeriden für die nächste Zeit (gewöhnlich 1 oder 2 Monate umfassend) beschäftigt. Burckhardt's berechnete Elemente, welche mit den Rosenberger'schen nahe übereinstimmen, stehen in der *Conn. d. T. 1819 p. 375*, gehören also

1. *Astron. Nachr. No. 281, 289. S. 15; 292 S. 59; 293 S. 71 u. 294, so wie das Circular zu No. 307.*

2. *Astron. Nachr. No. 281.*

3. *Astron. Nachr. No. 307 S. 306.*

noch einer frühern Zeit an. Kaum hatte der Komet die Erdnähe passirt, so untersuchte Bessel, wie genau sich durch Rosenberger's, aus der Erscheinung von 1759 und den Störungsrechnungen gefolgerte, Elemente die ganze Erscheinung des Kometen darstellen liess. Es ging aus dieser Untersuchung hervor, dass sehr unbedeutende Verbesserungen der Elemente hinreichen würden, sie mit der ganzen Beobachtungsreihe in Uebereinstimmung zu bringen, denn die Erscheinung des Halley'schen Kometen war der Art, dass auch kleine Fehler der Elemente bedeutend wurden. Das Urtheil über die bewundernswürdige Richtigkeit der Rosenberger'schen Rechnungen, welches man schon nach den allerersten Beobachtungen aussprechen konnte, hatte hierdurch die höchste Vollständigkeit erhalten, indem die Möglichkeit einer gegenseitigen Vernichtung von Fehlern der fünf, aus Rosenberger's Rechnungen hervorgegangenen, Fundamentalorte, die allerdings bei einer einzelnen Beobachtung vorhanden war, dadurch ausgeschlossen wurde. Die dabei zu Grunde gelegten Elemente für 1759 bleiben daher auch stets ein grosses Verdienst von Burckhardt und Rosenberger.

Anmerkung. Mehreres über den Halley'schen Kometen, insbesondere über Bestimmungen der Bahn desselben, wird noch später folgen.

59. Komet oder der Encke'sche Komet bei seiner Wiedererscheinung im Jahre 1858. Zuerst von v. Boguslawsky am 14. August wahrgenommen in ungefähr  $2^h 20'$  Rectasc. und  $+ 26^{\circ} 40'$  Declin., jedoch unabsehbar schwach, und bis zum 16. September beobachtet, an welchem Tage erst Galle (in Berlin) den Kometen als einen ungemein schwachen Nebel auffand. Encke muthmasste daher, dass v. Boguslawsky etwas Andres für den erwarteten Kometen angesehen habe. In Berlin ward dieser bis Anfang Octobers beobachtet, wo er zwar an Licht zugenommen hatte, jedoch immer noch sehr schwach und formlos war. South in England hat um diese Zeit den Kometen gleichfalls gesehen. Derselbe wurde beobachtet zu Greenwich vom 29. October bis 25. November <sup>1</sup>

1. Tagebuch der Greenwicher Sternw. f. 1841.

durch Schwabe vom 29. Sept. an, wo er zwischen Algol und  $\gamma$  Trianguli stand, bis zum 15. November, hauptsächlich in physischer Hinsicht <sup>1)</sup>. Am 11. October hatten Kreil in Mailand und Koller in Kremsmünster erst den Kometen wahrgenommen, und jener ihn bis zum 23., dieser bis zum 14. Nov. beobachtet, Nicolai jedoch vom 9. Oct. bis zum 25. November. Der Komet war vorzüglich im October sehr lichtschwach und ohne Kern, im November aber bedeutend lichtstärker, so dass ihn z. B. Koller am 7. dieses Monats mit freien Augen wahrnehmen konnte <sup>2)</sup>.

Die bedeutenden Störungen des Merkur auf den Kometen während seines Umlaufs 1855 bis 1858, welche, nach der Laplace'schen Masse des Merkur berechnet, bis zum November 1857 in mittlerer Anomalie  $+ 116''$  betragen, wonach also der Komet um fast 5 Stunden früher sein Perihel hätte erreichen müssen, liessen keine gute Uebereinstimmung der Beobachtungen mit den vorausberechneten Ephemeriden erwarten. Denn während der diesmaligen Sichtbarkeit kam der Komet nahe an die Erde, und folglich konnte ein geringer Fehler in der mittlern Anomalie einen bedeutenden Einfluss auf den geocentrischen Ort des Kometen haben. Wirklich trafen die vermutheten Unterschiede ein, wie Bremiker in Berlin <sup>3)</sup> gezeigt hat. Dieser theilte zugleich die Bedingungsgleichungen mit, welche die beiden aus den Beobachtungen in den Jahren 1852 und 1855 abgeleiteten Normalörter geben, so wie neue Elemente und eine schärfere Ephemeride für 1858.

Uebrigens verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass die Wiederkehr des Encke'schen Kometen im Jahre 1858, der am 19. December 1858 sein Perihel erreichte, zu den interessantesten gehört, die überhaupt sich ereignet haben. Der Komet, dessen Lauf dem ganz ähnlich war, welchen er im Jahre 1795 nahm, wo er am 21. Decbr. der Sonne am nächsten stand, kam am 7. November der Erde so nahe, als es überhaupt nur geschehen kann. Im Jahr 1795 ward er gleichzeitig an

1. *Astron. Nachr.* No. 372.

2. *Astron. Nachr.* No. 371 und 375.

3. *Astron. Nachr.* No. 375.



drei Orten, zu Slough, Paris und Berlin entdeckt, was als Beweis für seine Helligkeit dienen kann. Wenn die übrigen Elemente einst mit grösserer Sicherheit aus späteren Erscheinungen bestimmt sein werden, so kann dies auch zu einer Bestimmung der Merkursmasse dienen, welche eigentlich (wenigstens bei Laplace) noch völlig unbekannt und nur nach einer etwas willkürlichen Hypothese angenommen ist.

Unter allen Himmelskörpern, die in geschlossenen Bahnen sich bewegen, kommt keiner, wie Oibers sogleich zu Anfange <sup>1)</sup> es bemerkte, dem Merkur so nahe wie dieser Komet, so dass er im Minimum selbst bis auf 0,018 sich ihm nähern kann. Bei den frühern Erscheinungen war eine bedeutende Annäherung und damit die Möglichkeit, aus den Störungen, die sie mit sich führt, auf die störende Masse zu schliessen, nicht eingetreten, aber den 25. August 1855 näherten sich beide Himmelskörper einander so sehr, dass die kleinste Entfernung nur 0,12 betrug. Die, durch den Merkur in dieser Nähe bewirkten, Aenderungen in den Elementen des Kometen traten bei der Erscheinung im Jahre 1858 so merklich hervor, dass sie die Wiederkehr zum Perihel um 0,1 Tag früher bewirkten, als es ohne den Merkur der Fall gewesen wäre. Schon vorher ersah Encke aus seinen Untersuchungen, dass die bei der grossen Nähe an der Erde beträchtliche Grösse des Einflusses dieser Aenderung auf den geocentrischen Ort die Ursache sein werde, dass zur Zeit der besten Sichtbarkeit des Kometen der Einfluss der Merkurstörungen in

1858.	Gerade Aufsteigung.	Abweichung.
Oct. 15.	15' 8"	+ 7' 26"
25.	15 52	+ 17 12
Nov. 2.	— 57 54	+ 16 50
12.	— 41 48	— 8 16
25.	— 24 55	— 8 22

beträgt, so dass über die Richtigkeit der Merkursmasse, wenn ein sehr bedeutender Irrthum dabei stattfinden sollte, schon die blosser Vergleichung der Ephemeride mit den Beobachtungen ent-

1. *Astron. Jahrb.* 1822. S. 197.

scheiden würde. Man wird künftig, wenn die Durchgangszeit des Perihels, sofern sie von den andern Umständen abhängt, auf Hundert- oder Tausendtheile eines Tages zu bestimmen möglich sein sollte, auch eine verhältnissmässig geringe Grenze für die Sicherheit der Merkursmasse erhalten, da allerdings die auffallende Vergrösserung des Einflusses bei dem geocentrischen Orte nur scheinbar zu der grössern Genauigkeit beiträgt, weil sie bei den übrigen Störungen der Durchgangszeit eben so einwirkt.

60. Komet, 1859 den 2. December um  $17\frac{3}{4}$  Uhr zu Berlin von Galle entdeckt, und zwar im Sternbilde der Jungfrau (in  $12^h 58\frac{1}{2}'$  Rectasc. und  $2^o 10'$  südl. Declination). Der Komet zeigte einen sehr bestimmten Punkt im Innern seines sonst ziemlich gleichförmigen Nebels, abwärts von der Sonne aber eine schweifartige Verlängerung. Im Anfange betrug seine tägliche Bewegung  $+ 2^o 12'$  in gerader Aufsteigung und  $+ 0^o 19'$  in der Abweichung <sup>1)</sup>; am 10. December befand sich das Gestirn in  $208^o 8' AR.$  und  $+ 0^o 27'$  Decl. — Es sind Beobachtungen angestellt worden zu Berlin vom 3. bis 10., von v. Boguslawsky (7. bis 11. Decbr.), zu Altona und Hamburg vom 9. bis 14. December, von Rümker 10. Dec. 1859 bis 4. Febr. 1840 <sup>2)</sup>, von Argelander in Bonn (9. Dec. 1859 bis 8. Febr. 1840) <sup>3)</sup> und von Koller (7. bis 14. Jan.) Der rechtläufig gewesene Komet durchlief im Januar 1840 die Sternbilder Herkules, Ophiuchus und Bootes. — Die Elemente seiner Bahn sind von Koller, Lundahl, Petersen, Rümker, Encke und Argelander bestimmt worden <sup>4)</sup>. Encke und Lundahl lieferten überdies Ephemeriden. Wolfers fand die Sonderbarkeit, dass der Komet vom Jahre 1764 gleichen Knoten, Abstand und gleiche Neigung (natürlich innerhalb gewisser Grenzen) mit dem jetzigen Kometen habe, dass aber des erstern Perihel um  $180^o$  verschieden und der Komet selbst rückläufig sei. Da nun Messier den Kometen von 1764 beob-

1. *Astron. Nachr.* No. 387 S. 47.

2. *Astron. Nachr.* No. 410 S. 23.

3. *Astron. Nachr.* No. 392.

4. *Astron. Nachr.* No. 394 S. 159, No. 395 S. 171, No. 389, 391 S. 110, No. 390 S. 96, No. 392 S. 113.

achtet hat, so hielt es Wolfers für keine unnütze Arbeit, die Beobachtungen Messier's nochmals einer sorgfältigen Untersuchung zu unterwerfen.

Anmerkung. Im Anfange August's 1839 suchten v. Boguslawsky und Schumacher den Kometen etliche Mal vergeblich, welcher zu Rom im Sternbilde des Drachen kurze Zeit vorher entdeckt worden sein sollte.

61. Komet (erster vom Jahre 1840), 1840 den 25. Jan. um 10 $\frac{3}{4}$  Uhr zu Berlin von Galle entdeckt im Drachen unweit des Sterns e. Dieser Komet war beträchtlich lichtschwächer, als der am 2. December 1839 entdeckte, ohne merklichen Schweif, gleichsam ein rundlicher Nebel, in welchem die Stelle der grössten Helligkeit etwas excentrisch sich befand. Rümker in Hamburg beobachtete das Gestirn vom 29. Januar an bis zum 24. März <sup>1)</sup>. Ausserdem hat man Beobachtungen (11. Februar bis 1. April) von Koller in Kremsmünster, von Argelander (3. Febr. bis 19. März <sup>2)</sup>, von Petersen, Encke und aus Genf. Der Komet war rückläufig und entfernte sich von der Sonne. — Encke, Petersen, Rümker <sup>3)</sup>, Koller <sup>4)</sup> und Kysaeus zu Bonn haben Elemente, letzterer auch eine Ephemeride <sup>5)</sup>, für diesen Kometen berechnet.

62. Komet (zweiter vom Jahre 1840), 1840 den 6. März um 17 Uhr zu Berlin von Galle (dessen dritte Entdeckung) im Sternbilde des Schwans entdeckt, nämlich in 322° 58' AR. und + 29° 19' Decl. <sup>6)</sup>. Der Komet, welcher einen Schweif zeigte, stand am 23. März, wo ihn Koller, Astronom zu Kremsmünster, das erste Mal beobachtete, in 25<sup>h</sup> und 11' AR. und + 25° 53' Decl. Rümker sah diesen rechtläufig gewesenen Kometen schon am 10. März, v. Boguslawsky den Tag darauf; der Erstere beobachtete dann nochmals vom 20. bis zum 24. März, und berechnete Elemente, was auch von Pe-

1. *Astron. Nachr.* No. 402 S. 285 und No. 405 S. 321.

2. *Astron. Nachr.* No. 395 S. 172, No. 400 S. 249.

3. *Astron. Nachr.* No. 396 S. 159.

4. *Astron. Nachr.* No. 414 S. 87.

5. *Astron. Nachr.* No. 399 S. 237.

6. *Astron. Nachr.* No. 396 S. 185.

tersen<sup>1)</sup> und dem Entdecker<sup>2)</sup> geschah. Galle bemerkte überdies, dass die Elemente seines Kometen sich durch ihre Uebereinstimmung mit den Elementen des Kometen von 1097 auszeichnen, so wie dass auch 1468 ein Komet mit langem Schweife gesehen worden ist. Die beiden letztern Erscheinungen fielen in den Herbst. Wenn es also der jetzige Komet war, und derselbe sich in der Gegend seines niedersteigenden Knotens befand, wo er der Erde nahe war und die Sonnennähe bereits passirt hatte, so musste derselbe in der That weit glänzender erscheinen, so dass eine Umlaufszeit von etwa 570 Jahren sehr wahrscheinlich ist. Auch Encke glaubte, dass des Kometen Periodicität aus den Daten, die über den zweiten Kometen von 1468 gegeben worden, ziemlich erfolge, und dass der Komet in 571 Jahren und nicht in einem aliquoten Theile dieser Zeit seinen Umlauf vollende.

65. Komet (dritter vom Jahre 1840), 1840 den 26. October Abends  $8\frac{1}{4}$  Uhr von Bremiker (zu Berlin) als einen schwachen Nebel etwas südlich von  $\alpha$  Draconis entdeckt. Der Komet stand am 27. October Abends 10 Uhr  $17' 46''$  in  $280^{\circ} 16' 58''$  Rectascension und  $+ 60^{\circ} 55' 55''$  Declination<sup>3)</sup>. Dieser in seiner Bewegung rechtläufige Komet, welcher am 1. November sich in  $286^{\circ} 28'$  AR. und  $+ 60^{\circ} 54\frac{1}{2}'$  Decl., den 12. November aber in  $504^{\circ} 5'$  AR. und  $+ 59^{\circ} 49'$  Decl. befand, lief bis zum 25. Januar 1841, an welchem Tage kaum noch eine Spur von ihm zu sehen war vom Drachen aus durch die Andromeda und die Fische nach dem Widder und Wallfisch<sup>4)</sup>. Beobachtet wurde das Gestirn von Rümker (31. Oct. bis 4. Nov., 5. Nov. bis zum 27. Dec.), von Koller (12. Novbr. bis 4. Decbr., 16. Dec. 1840 bis 25. Jan. 1841), von Conti und Santini zu Padua (25. bis 27. Nov.) und von Argelander (8. Nov. 1840 bis 11. Jan. 1841<sup>5)</sup>. — Die

1. *Astron. Nachr.* No. 399 S. 229.
2. *Astron. Nachr.* No. 396 S. 187.
3. *Astron. Nachr.* No. 412 S. 63.
4. *Astron. Nachr.* No. 420 S. 183.
5. *Astron. Nachr. Beilage zu No. 420, No. 414 S. 83 u. 85.*

Bahn des Kometen wurde von Petersen, Rümker, Encke und Koller genau berechnet <sup>1)</sup>).

64. Komet oder der 1842 wieder erwartete Encke'sche Komet. Fast zu spät für den wirklichen Gebrauch erfolgte die, von Encke berechnete, Ephemeride für die Wiederkehr im Jahre 1842. Diese Verspätigung lag daran, dass Encke, den frühern Beobachtungen zufolge, geglaubt hatte, der Komet werde in Europa nicht sichtbar sein, weshalb er es für überflüssig gehalten, eine Ephemeride bekannt zu machen, dieselbe jedoch an Airy geschickt mit der Bitte, sie nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung weiter zu befördern. — Am 8. Febr. 1842 ward der Encke'sche Komet von Galle in Berlin fast genau an dem Orte, den ihm die Ephemeride anweist, entdeckt. Die neuen Elemente für 1842 sind:

Epoche: 1842 April 12. 0 Uhr Mittl. Z. Berlin			
mittlere Anomalie . . . . .	359° 58'	54",5	
mittl. tägl. sider. Bewegung	0	0 1070	61455
Excentricitätswinkel . . . . .	57	59	15,8 (e = sin $\varphi$ )
Länge des Perihels . . . . .	157	50	4,7
Länge des aufst. Knotens . . . . .	554	59	1,8
Neigung . . . . .	15	20	24,8

welche so entstanden, dass von 1858 bis 1842 nur die Jupiterstörungen angebracht sind. Die Ephemeride ward auch dieses Mal von Bremiker berechnet <sup>2)</sup>. — Zu Berlin ist von Encke und Galle der Komet sehr eifrig und möglichst lange verfolgt worden, zumal bei der jetzigen Sichtbarkeit zum ersten Male die Möglichkeit vorhanden war, gute Beobachtungen vor und nach dem Perihel zu erhalten. Vom 8. bis zum 12. Febr. war der Komet jedoch so schwach, dass bei den Beobachtungen keine Art von Beleuchtung anzuwenden möglich war. Die Beobachtungen konnten bis zum 7. April fortgesetzt werden. In den *Comptes rendus 1842 No. 11* ist eine Pariser Beobachtung vom 12. März angeführt, die, wie die Berliner Beobach-

1. *Astron. Nachr.* No. 412 S. 63, No. 413 S. 67 u. 69, No. 414 S. 87, No. 417 S. 140.

2. *Astron. Nachr.* No. 443.

tungen, auch sehr nahe mit der Ephemeride stimmt. Auch Airy in Greenwich hat gleich nach der ersten Wahrnehmung eine sehr gute Beobachtung machen können. Uebrigens hoffte Encke, dass, wenn vom Vorgebirge der guten Hoffnung Beobachtungen vom Mai und Juni 1842, wie die liberale Unterstützung der Bekanntmachung in England hoffen liesse, eingehen würde, sämtliche Beobachtungen des Encke'schen Kometen 5 Monate umfassen könnten<sup>1)</sup>.

Anmerkung. Mehreres über den Encke'schen Kometen wird noch nachfolgen.

65. Komet oder Laugier'sche Komet. Er ward 1842 den 28. Oct. Abends 7 Uhr im Sternbilde des Drachen (16 Uhr 41 Min. Rectasc. und  $68^{\circ} 44'$  nördl. Decl.) von Laugier, Gehilfen an der Pariser Sternwarte, entdeckt. Nach 6 Stunden hatte sich des Kometen gerade Aufsteigung um  $5' 54''$  (in Zeit) vergrössert, seine Abweichung aber um  $20'$  vermindert<sup>2)</sup>. Im *Journal VInstitut* No. 462. 3. Nov. stehen die ersten Pariser Beobachtungen vom 28. und 30. October. In Göttingen beobachtete Goldschmidt den Kometen am 5., in Berlin Encke ebenfalls den 5., in Hamburg Rümker am 7. und 8. November; auf der Altonaer Sternwarte gehen die Beobachtungen vom 7. bis 21. November<sup>3)</sup>. Die ersten Elemente dieses rückläufigen Kometen, der sehr lichtschwach war und keinen Schweif hatte, berechnete Petersen<sup>4)</sup>; sie beruhen auf den Beobachtungen vom 28. Oct., 5. und 8. Nov. — Obgleich nun der Abstand des Perihels vom Knoten, die Neigung der Bahn und die kürzeste Distanz sehr nahe mit denen des unvollständig beobachteten Kometen von 1780 (No. 79. des Olbers'schen Verzeichnisses) übereinkommen, so fallen doch die damals angestellten Observationen viel zu weit ausserhalb der Bahn des Laugier'schen Kometen, als dass man eine Identität beider Gestirne annehmen dürfte. Auch Galle lieferte Elemente,

1. *Astron. Nachr.* No. 450.
2. *Astron. Nachr.* No. 461 S. 79.
3. *Astron. Nachr.* No. 466 S. 163—166.
4. *Astron. Nachr.* No. 462 S. 102.

so wie Laugier selbst, Valz<sup>1)</sup>, Rümker. Eine Ephemeride vom 14. Nov. bis zum 4. Dec. 1842 hatte Petersen entworfen<sup>2)</sup>. Kaiser gab ebenfalls<sup>3)</sup> eine vorläufige Bahnbestimmung, und fand, dass die Bahn viel Aehnlichkeit mit der des Kometen von 1558 habe. Argelander's Elemente stehen in No. 466. (S. 162) der *Astron. Nachrichten*, wo auch seine Beobachtungen des Kometen vom 5. bis 21. November angegeben sind.

Aus dem so eben gegebenen Verzeichnisse von den 65 in den Jahren 1801 bis 1842 entdeckten und berechneten Kometen ergibt sich nun, zumal wenn man diese Anzahl mit der Zahl der in den Jahren 1769 bis 1800 entdeckten Kometen vergleicht, ohne Weiteres, dass die Kometen nicht so selten, auch nicht so schwer aufzufinden sind, als man bis fast auf die neuere Zeit geglaubt hat. Einen sehr augenfälligen Beweis hierfür hat Pons, der mit Ehren Kometenjäger genannte Clerk der Marseiller Sternwarte gegeben, der einen, zwei, manches Mal drei, bisweilen auch vier Kometen in einem Jahre entdeckte. Lalande ermunterte ihn, wie wir erfuhren, zu Aufsuchung solcher Gestirne durch Geschenke, was auch nach Lalande's Tode durch das *Bureau des Longitudes* und die Marseiller Akademie der Wissenschaften geschah.

Bereits vor 70 Jahren hatte Lambert den sinnreichen Vorschlag gethan, die Thurmwächter in Städten, wo es Sternwarten giebt, mit Kometensuchern zu versehen und sie in der Aufspürung dieser Gestirne einzulernen. Wenn sie, sagte Lambert, auf etwas Nebelartiges stiessen, so sollten sie es den Astronomen anzeigen, welche die Entdeckung untersuchen, und wenn sie sich constatirte, den Kometen sofort ordentlich beobachten würden. Wirklich wäre man, wenn Lambert's Vorschlag durchgegangen, in dem Besitze einer viel grössern Anzahl beobachteter und berechneter Kometen.

Ueberhaupt muss man sich wundern, wie es gekommen ist, dass man ehemals, sogar lange noch nach Lalande's Tode,

1. *Astron. Nachr.* No. 466 S. 167 u. f.

2. *Astron. Nachr.* No. 462 S. 103 u. 104.

3. *Astron. Nachr.* No. 463 S. 113 u. f.

als die grossen Kometen von 1807 und 1811 das ziemlich erstorbene Interesse an diesen räthselhaften Himmelskörpern von Seiten der Astronomen wieder sehr erneuert hatten, die Entdeckung von Kometen, wie es fast scheint, ganz dem Marseiller Kometenjäger überlassen hatte. Denn wenn auch Olbers, Mechain, Huth und Bouvard, später Gambart, Dwerhagen, Rümker, Galle, Bremiker, v. Boguslawsky und v. Biela Kometen entdeckt haben, so wissen wir doch aus dem Vorgehenden, dass in der Regel Pons die Entdeckung schon gemacht hatte, was offenbar darauf hinweist, dass die genannten Männer nur gelegentlich, wenn sie Zeit oder Lust hatten, sich nach Kometen umsahen, mithin keinesweges ein Hauptgeschäft aus dem Kometensuchen machten.

Wir möchten daher die, vorhin gerügte, Theilnahmlosigkeit als aus Mangel an Belohnung, sei nun dieselbe eine Medaille oder eine Summe Geldes, entstanden erklären. Denn es bedarf wohl keiner Frage, dass diejenigen, welche sich mit der Aufsuchung von Kometen befassen wollen, um so mehr durch ehrenvolle oder pecuniäre Belohnungen zur anhaltenden Fortsetzung aufgemuntert werden müssen, da das erwähnte Geschäft eine eigene Geschicklichkeit und Ausdauer, auch nicht wenig Zeit in Anspruch nimmt.

Fast bis auf die neueste Zeit wurden diese eben so einfachen, als wahren Gründe stillschweigend anerkannt, aber sie vermochten weder eine Regierung, noch einen reichen Mäcen der Sternkunde zur Befolgung der Gründe zu veranlassen. Im Jahre 1825 schon wünschte Olbers lebhaft, dass die Entdecker von Kometen stets und sobald als möglich ihre Entdeckungen bekannt machen sollten. Deshalb erbot sich auch Schumacher, jede ihm sofort zukommende Nachricht der Art unverzüglich als Extrablatt seiner Astron. Nachr. drucken zu lassen, und mit der Post an alle Astronomen zu senden, von denen alsdann gute Beobachtungen zu erwarten wären. Endlich aber unternahm es der verstorbene König Friedrich VI. von Dänemark, selbst Kenner der Astronomie, im Jahre 1831 eine ehrende Auszeichnung für Entdecker teleskopischer Kometen zu begründen. Er hat nämlich, um den Eifer zum Durchsuchen des Himmels nach teleskopischen Kometen neu zu beleben, am



17. Dec. 1841 eine goldene Medaille <sup>1)</sup> (an Gewicht 20 Ducaten) gestiftet, welche jedem, der zuerst einen teleskopischen Kometen auffindet, unter den im X. Bande (S. 66) der *Astron. Nachr.* stehenden Bedingungen ertheilt wird. Als nächste Veranlassung zu dieser Stiftung wurden folgende Betrachtungen angeführt. — In der That scheinen sich weniger Astronomen, als es die Wichtigkeit des Gegenstandes erfordert, mit dem Aufsuchen dieser Weltkörper zu beschäftigen, und man könnte Pons' Alterschwäche und Tod, Gambart's Kränklichkeit und v. Biela's Dienstreisen in der geringen Zahl der, seit mehreren Jahren entdeckten, Kometen erkennen. Es versteht sich, dass Astronomen, denen die Verwaltung einer wohl eingerichteten Sternwarte zu Theil geworden, keine Zeit übrig haben, den Himmel so scharf und anhaltend zu durchsuchen, wie es zur Auffindung dieser lichtschwachen Körper nöthig ist. Dagegen scheint es gewiss, dass den Liebhabern der Astronomie, die nur mit wenigen Beobachtungsmitteln versehen sind, kaum eine nützlichere Thätigkeit als diese zu empfehlen sein möchte. — Noch wurde ausdrücklich bemerkt, dass die Kometen, welche schon dem unbewaffneten Auge sichtbar werden, auf Olbers' und Bessel's Rath ausgeschlossen sind. Ferner, dass die unmittelbare Anzeige einer Entdeckung besonders deswegen eine unerlässliche Bedingung sei, damit die Nachricht davon so schnell als möglich durch die *Astron. Nachrichten* oder auch durch besondere *Circulars* verbreitet und mehrere Astronomen in den Stand gesetzt werden können, den aufgefundenen Kometen zu beobachten. Sollte daher der erste Entdecker diese Anzeige unterlassen, so würde die Medaille Demjenigen ertheilt,

1. Diese in No. 249 der *Astron. Nachr.* abgebildete, in Rom von Christensen ausgeführte, Medaille enthält auf der einen Seite das Brustbild des Königs von Dänemark, auf der andern die *Urania*, aufblickend und den Ort des entdeckten Kometen auf dem Globus bestimmend. Die aus Virgil entlehnte Inschrift: *Non frustra signorum obitus speculamur et ortus* deutet darauf, dass die Kometen vorzüglich am Abendhimmel nach Sonnenuntergang und am Morgenhimmel vor Sonnenaufgang zu suchen sind. In die Exergue wird das Datum der Entdeckung gesetzt, und der Name des Entdeckers dem Rande eingeprägt.

der unter den Entdeckern, welche unmittelbar die Anzeige gemacht haben, der erste wäre. Schumacher werde übrigens die öffentliche Anzeige sofort zu machen, gewiss nicht unterlassen, vielmehr ein für die Anzeige bestimmtes Circular aufsetzen und in Druck geben, um es in der möglich kürzesten Zeit an alle Astronomen zu versenden.

Im Jahre 1840 machte Schumacher bekannt, dass die von dem verstorbenen Könige von Dänemark gestiftete Kometenmedaille zwar bestätigt worden sei und in Wirksamkeit verbliebe, dass aber die nachstehenden neuern Bedingungen zum Theil von den frühern verschieden wären, nämlich:

- 1) Die Medaille wird Dem ertheilt, der zuerst einen Kometen entdeckt, welcher zur Zeit seiner Entdeckung nicht mit blossen Augen, sondern nur durch Fernröhre sichtbar ist, und dessen Umlaufszeit nicht bekannt ist.
- 2) Der Entdecker, wenn er in Europa lebt (Grossbritannien ausgenommen), ist verpflichtet, seine Entdeckung unmittelbar Schumacher in Altona anzuzeigen. Lebt der Entdecker in Grossbritannien oder in einem andern Welttheile als Europa, so ist er eben so verpflichtet, von seiner Entdeckung unmittelbar Francis Baily (57 Tavistockplace, London) eine Anzeige zu machen.
- 3) Eine solche Anzeige muss mit der ersten Post, die nach der Entdeckung abgeht, gemacht werden, und wenn an dem Orte der Entdeckung keine Posteinrichtung sein sollte, mit der ersten Gelegenheit, die sich darbietet, ohne in beiden Fällen auf mehr Beobachtungen zu warten. Eine genaue Befolgung dieser Bedingung ist unerlässlich. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, und ist der Komet nur von Einem gesehen, so wird gar keine Medaille zuerkannt werden. Erfüllt der erste Entdecker diese Bedingung nicht, aber einer oder mehrere der folgenden, so wird demjenigen, der unter denen, die sie erfüllen, der erste ist, die Medaille zuerkannt.
- 4) Diese erste Anzeige muss nicht allein die Zeit der Entdeckung, so genau sie sich ausmitteln lässt, enthalten, um nach dieser Zeitangabe zwischen streitigen Ansprüchen entscheiden zu können, sondern auch die Ortsbestimmung des Kometen und die Richtung seines Laufes, sobald diese Punkte, wenn auch

nur genähert, sich aus den Beobachtungen einer Nacht ableiten lassen.

5) Sind die Beobachtungen der ersten Nacht nicht hinreichend, um diese Punkte genau zu bestimmen, so muss der Entdecker seine Entdeckung, wie es in 5) verlangt ist, unverzüglich anzeigen, und sobald er eine zweite Beobachtung erhält, eben so unmittelbar, wie es bei der ersten Beobachtung gefordert wird, auch Anzeige von dieser zweiten machen, und dabei die geogr. Länge des Ortes, an dem der Komet entdeckt ist (wenn sonst die Entdeckung nicht auf einer bekannten Sternwarte gemacht ist), angeben. Die Hoffnung eine zweite Beobachtung zu erhalten, kann aber nie als Entschuldigung gelten, wenn die Mittheilung der ersten Beobachtung aufgeschoben ward.

6) Die Medaille wird 12 Monate nach der Entdeckung des Kometen zuerkannt, und kein Anspruch nach dem Verlaufe dieser Periode angenommen.

7) Baily und Schumacher entscheiden, ob eine Entdeckung als constatirt zu betrachten ist, oder nicht. Sollten sie verschiedener Meinung sein, so entscheidet Gauss in Göttingen zwischen ihnen. Uebrigens sind Baily und Schumacher übereingekommen, sich gegenseitig unmittelbar jede dem Einen angezeigte Entdeckung mitzuthellen. —

Diejenigen Dilettanten der praktischen Astronomie, welche Lust haben, ihr Glück im Entdecken teleskopischer Kometen zu versuchen, haben also durch die ausgesprochene Verleihung der oben beschriebenen Kometenmedaille eine sichere Aussicht auf die ehrenvolle Belohnung ihrer beharrlichen Bemühungen.

Es seien uns jedoch einige Aeusserungen und Fragen in Betreff der gestifteten Kometenmedaille vergönnt. Warum nicht ein halbes Jahr nach der Entdeckung, wie es ursprünglich angeordnet gewesen, sondern erst 12 Monate nachher die Verleihung der Medaille erfolgen soll, vermögen wir nicht recht einzusehen. Sollte es denn bei den jetzigen, so ausserordentlich schnellen Postbeförderungen nicht möglich sein, die Entscheidung bereits ein halbes Jahr nach der Entdeckung zu bewerkstelligen? wie nun, wenn, ehe noch die 12 Monate verflossen sind, der Entdecker schon gestorben wäre, welches Ereigniss doch möglich ist? Was dann, wenn der Todesfall wirklich er-

folgte, die Hinterlassenen des verstorbenen Entdeckers, die gewiss fast immer keine Astronomen sein werden, mit dieser Medaille wohl anfangen? Ferner würde es zweckmässig gewesen sein, wenn in den Bedingungen gesagt worden wäre, dass man auch ausnahmsweise Geld statt der Medaille als Belohnung verabfolgen lasse, denn es wird leicht und oft der Fall sein, dass ein Entdecker, eben weil er nicht sehr bemittelt ist, das Geld lieber als die Medaille empfangen würde, um sich damit irgend ein kleines, doch gutes Fernrohr oder sonstiges Instrument anzuschaffen. Wir können versichern, dass diese Aeusserungen und Fragen nicht von uns allein ausgehen, sondern dass wir sie auch schon seit zwei Jahren von mehreren Freunden der Astronomie gehört haben.

Olbers hat eine sinnreiche, zum Theil auf die Erfahrung basirte, Abhandlung geschrieben: Ueber die Art und Weise, wie und wo Kometen aufzusuchen sind <sup>1)</sup>. Diese Abhandlung verdiente mehr studirt und beherzigt zu werden, als bisher noch immer der Fall gewesen zu sein scheint. Auf eine elegante Weise bestimmt Olbers in seiner Abhandlung den Raum des Himmels, in welchem sich bei einer vorausgesetzten mittlern Lichtstärke des Kometen dieser befinden muss, um sichtbar zu sein, und findet, dass zur Erfüllung dieser Bedingung der Komet nicht ausserhalb der Marsbahn erscheinen muss. Wird nun diese Bedingung mit der wahrscheinlichen Anzahl der jährlich innerhalb der Marsbahn sich bewegendenden Kometen, mit der Dauer ihrer Sichtbarkeit über dem Horizonte und mit den Hindernissen (Mondschein, Dämmerung u. s. w.) verbunden, so folgt daraus, dass ein Astronom, welcher sich mit Aufsuchen von Kometen abgiebt, die Wahrscheinlichkeit für sich besitzt, aller 20 bis 25 Abende einen solchen Himmelskörper aufzufinden. Allerdings kommt dabei, wie Olbers besonders erinnert, sehr viel auf die Bekanntschaft des Astronomen mit dem gestirnten Himmel und auf die Art der Aufsuchung an. Letztere rieth Olbers in der Nähe der Sonne vorzunehmen an, und zwar mit einem unachromatischen Kometensucher aus freier Hand.

1. *Astron. Jahrb.* 1809. S. 240 u. f.

Auch wir stimmen hinsichtlich des Gebrauches eines unachromatischen Suchers, weil dieser weit mehr Licht als ein achromatischer Kometsucher haben kann, mit Olbers überein. Aber besser ist es doch, den Sucher auf einem Stative, am geeignetsten auf einem parallaktischen, angebracht, zu gebrauchen. Dass übrigens ein Kometsucher ein möglichst grosses Gesichtsfeld, 4 bis 6 Grade, haben müsse, versteht sich offenbar ganz von selbst.

Man hat verschiedene Kometenverzeichnisse, von denen das im ersten und dritten Hefte von Schumacher's „*Astron. Abhandlungen*“ befindliche Olbers'sche seine Entstehung einem Wunsche verdankt, den Th. Young im Jahre 1822 gegen Schumacher in Betreff einer solchen Tafel geäußert hatte. Diese Olbers'sche Kometentafel<sup>1)</sup> ergänzt gewissermassen die Delambre'sche, und verdient fortgesetzt zu werden.

Auch hinsichtlich der Bezeichnung und Benennung einzelner Kometen geschah von Seetzen und v. Zach ein Vorschlag, der noch jetzt alle Beachtung verdient. Seetzen, welcher als ein berühmter Reisender im Sept. 1811 in der Mokka gleichsam den Märtyrertod für Erd- und Völkerkunde gestorben ist, befand sich gerade zu Kahira, als im J. 1807 der schöne Komet zu sehen war. Seetzen schlug damals vor, den Kometen Eigennamen berühmter Personen beizulegen, die wesentliche Verdienste um die Sternkunde besitzen, und stellte zugleich die Frage auf, ob wohl eine Belohnung und Gedächtnissweise passender sein könnte, als durch eine solche Verewigung. Er schlug beispielsweise für folgende Kometen Eigennamen vor:

Komet von	371	v. Chr. Geb.	Eudoxia,
„	146	„	Hipparch
„	64	n. Chr. Geb.	Seneca
„	603	„	Muhamed.
„	1240	„	Mamun (der Caliph)
„	1577	„	Tycho Brahe
„	1607, 1682, 1759	„	Halley
„	1618	„	Kepler
„	1680	„	Newton
„	1729	„	Cassini.

1. *Monat. Corr.* XXVI. S. 328, 463—497.

Denselben Vorschlag, aber aus einem ganz andern Grunde, machte 5 oder 4 Jahre später v. Zach. Dieser Grund ist nämlich in den Augen v. Zach's die Verwirrung, welche der Gebrauch der Nummern der bisher berühmten Kometen veranlassen könnte. Denn neu aufgefundene Beobachtungen irgend eines, in Vergessenheit gerathenen, Kometen haben schon einige Male die Einschaltung seiner berechneten Bahn nothwendig gemacht. Hierdurch aber, so wie auch durch das Wegstreichen grundloser Kometen, kann nun in den numerirten Kometenverzeichnissen leicht manche Confusion und Undeutlichkeit entstehen. Zwar könnte man, fährt v. Zach fort, einwenden, dass auch die Ertheilung der Eigennamen für die Kometen überflüssig sei, da man die letztern bloß wie bisher nach den Jahreszahlen, in welchen sie durch ihr Perihelium gehen, bezeichnen dürfte. Erschienen überdies mehrere in einem Jahre, so dürfte man nur noch eine römische Nummer hinzufügen; z. B. 1808. I., 1808. II., 1808. III., 1808. IV. Allein auch diese Bezeichnung muss bisweilen zu Zweifel und Irrthum führen. Als Beispiel und Beleg zugleich führte v. Zach den zweiten Kometen von 1805 an, der nach Gauss 1806 den 2. Jan., nach Bessel den 31. Dec. das Perihel passirte. Sollte man nun für diesen Kometen 1806. I. (weil es in diesem Jahre noch einen zweiten Kometen gab) oder 1805. II. schreiben? — Würde man aber die berechneten Kometen mit Eigennamen versehen, so könnte man dann sowohl noch nicht gekannte Kometen noch einschalten, als auch andere als grundlos befundene Kometen wieder wegstreichen, ohne dass hierdurch in das Kometenverzeichniss Zweifel und Verwirrung käme. Nach v. Zach<sup>1)</sup> würden also z. B. die beiden grossen Kometen von 1807 und 1811 resp. Magnus und Jul. Caesar heissen.

Die grosse Wichtigkeit dieses, in seinen Folgen äusserst nützlichen, Vorschlags scheint man seit jener Zeit gar wohl, wenigstens stillschweigend, anerkannt zu haben. Man spricht nämlich bereits von einem Olbers'schen, Halley'schen, Biela'schen und Encke'schen Kometen, indem man die Namen der Berechner oder Entdecker dieser vier merkwürdigen Kometen zu deren Bezeichnung gewählt hat.

1. *Monatl. Corr.* XXVI. S. 497.

Dennoch könnte, nach unserm Dafürhalten, auch gegen diesen Gebrauch manches eingewendet werden. Wir wollen blos daran erinnern, dass es möglich sein könnte, es werde z. B. Encke, der bereits die Umlaufszeit eines (nach ihm benannten) Kometen gefunden, so glücklich sein, die Umlaufszeit eines neuen Kometen wiederum zuerst zu erkennen. Wie soll es dann in einem solchen Falle gehalten werden? soll etwa der neue Komet nach seinem Entdecker benannt werden? wie aber, wenn z. B. v. Biela der Entdecker sein sollte, da die Benennung Biela'scher Komet schon vorhanden und allgemein angenommen ist? — Sollte also ein solcher Fall ein Mal mit der Zeit sich ereignen, so würden wir hier unmassgeblich eine Ausnahme zu machen vorschlagen. Diese Ausnahme bestünde darin, den Kometen nach dem Sternbilde zu benennen, in welchem er entdeckt worden ist. Sollte es sich hierbei treffen, dass in einem und demselben Jahre zwei Kometen in dem nämlichen Sternbilde (wie es im Jahre 1808 sogar drei Mal der Fall gewesen) entdeckt worden wären, so könnte man dieselben mit römischen Zahlen bezeichnen, wodurch gewiss keine Ungewissheit und Verwechslung zu besorgen sein würde. Ja man könnte sogar diesen Vorschlag, statt blos ausnahmsweise, durchgängig in Anwendung bringen, wie wir jetzt die Nummern unsers obigen Kometenverzeichnisses anwendend, zeigen wollen:

1. 1801 Komet des grossen Bären
2. 1802 Komet des Schlangenträgers.
3. 1804 Komet der Waage.
4. 1805 Komet des grossen Bären.
5. 1805 Komet der Andromeda.
6. 1806 Komet der Jungfrau.
7. 1807 Komet.
8. 1808 Komet der Schlange.
9. 1808 Komet I. des Kamelopard.
10. 1808 Komet II. des Kamelopard.
11. 1808 Komet III. des Kamelopard u. s. w.

### *Untersuchungen der Bahnen älterer Kometen.*

Eben so mühsam und verdienstlich, als die Entdeckungen und Berechnungen neuer Kometen, waren die Untersuchungen über die Bahnen älterer Kometen. Diese Untersuchungen sind in dem gegenwärtigen Jahrhundert zahlreicher und gründlicher, als in dem vorhergehenden, angestellt worden. Zwar ist die Zahl der Astronomen, welche sich mit diesem schwierigen Theile der rechnenden Astronomie beschäftigten, nicht gross: denn Burckhardt, Bessel, Encke, Rosenberger, Pontécoulant, Clausen, Damoiseau und Clüver sind die einzigen, welche seit dem Jahre 1801 bis zu Ende des Jahres 1841 dieses Feld bearbeitet haben. Doch der Fleiss dieser Männer vervielfachte die Resultate. Genauere Sternbestimmungen und bessere Methoden machten es möglich, aus ältern Beobachtungen sichere Resultate herzuleiten, und stets führen Untersuchungen dieser Art ein vorzügliches Interesse mit sich, da es nur auf diesem Wege gelingen kann, sich der Identität der, in verschiedenen Zeiträumen erschienenen, Kometen zu versichern.

Die Bearbeitung der, durch v. Zach bekannt gemachten, Torporley'schen und Harriot'schen Observationen des Kometen von 1607 war die erste astronomische Arbeit Bessel's <sup>1)</sup>. Eine ähnliche Untersuchung gab er im Jahre 1805 aus Cysat's und Harriot's Beobachtungen des Kometen von 1618, wo seine Elemente die Beobachtungen weit besser, als die früher von Halley berechneten, darstellten. — Nur sehr spärlich war der zweite Komet von 1748 zu Harlem von Klingenberg beobachtet worden. Allein eine neue Bahn, die Bessel im Frühjahr 1806 herleitete, leistete drei Beobachtungen sehr gut Genüge, und bewies hiernach deren Güte. — Durch seltene Grösse und lange Sichtbarkeit war der Komet von 1769 merkwürdig. Die beste Arbeit über denselben hatte früher Asclepi geliefert, der mit sorgfältiger Auswahl der Beobachtungen nach einer, von Boscovich gegebenen, Methode eine Ellipse bestimmte, die sich einer gegebenen Reihe observirter

1. *Monatl. Corr.* X. S. 425. u. f.



Oerter so genau als möglich anschloss. Bessel übernahm im Jahre 1806 eine nochmalige, aber bessere Berechnung, die als Vorläufer seiner noch schärfern Bearbeitung des Kometen von 1807 gelten konnte. Bei der neuen Reduction aller Beobachtungen verdient die, hier zum ersten Male vom Verfasser in gehöriger Vollständigkeit gegebene, Methode, kreismikrometrische Beobachtungen vom Einfluss der Strahlenbrechung zu befreien, einer besondern Erwähnung, da vorher nirgends eine bestimmte ausreichende Anweisung hierüber gegeben worden war. — Zur Bestimmung der elliptischen Elemente selbst bediente sich Bessel einer eigenthümlichen Methode, durch welche die Bedingungen, die er sich über die Harmonie der beobachteten und berechneten Orte gemacht, erfüllt wurde, und fand eine Umlaufszeit von 2090 Jahren. Werden die beobachteten Orte um 5 Sekunden fehlerhaft angenommen und zwar so, dass alle Fehler in einem Sinne wirken, so würden die Grenzen der Umlaufszeit auf 1692 und 2675 Jahre fallen. Hiernach kann auch dieser Komet unter diejenigen gerechnet werden, welche sich sehr wahrscheinlich in einer elliptischen Bahn bewegen. Bessels Arbeit wurde als Preisschrift betrachtet und erhielt den, von einem Ungenannten zu Berlin ausgesetzten, Preis von 15 Friedrichsd'or. Dem Pariser Institut schien der berüchtigte Komet von 1770 einer neuen Bearbeitung werth. Burckhardt unternahm dieselbe, und seine Abhandlung erhielt <sup>1)</sup> am 5. Jan. 1801 den Preis (ein Kilogramm in Golde ungefähr 900 Thaler). Nach der sorgfältigen und ganz neuen Reduction sämtlicher Beobachtungen zeigte Burckhardt durch eine Menge mühsamer Rechnungen, dass die Beobachtungen durchaus in keiner parabolischen Bahn dargestellt werden könnten, sondern dass eine der Lexell'schen sich sehr nähernde Ellipse die einzige sei, die den Beobachtungen Genüge leisten könnte. Bei der, nach dieser Ellipse stattfindenden, Revolution von mehr als etwa fünf Jahren kam es noch darauf an, zu untersuchen, ob der Komet nicht schon früher oder später beobachtet worden sei, oder was wohl die Ursachen seiner Verschwindung sein könnten. Ganz verneinend fiel die Beantwortung der erstern Frage aus,

1. *Mém. de l'Institut pour 1806 p. II.*

da sich bei keinem andern Kometen eine Identität mit diesem zeigte, und wegen jener Ursachen hatte Burckhardt nur Vermuthungen äussern können<sup>1</sup>). Durch die spätern Untersuchungen Laplace's ist jedoch das Räthselhafte zum grössern Theil aufgeklärt worden. Die Bahn des Kometen, welcher in den Jahren 1767 und 1779 dem Jupiter sehr nahe gekommen, hatte nämlich durch diesen solche Störungen erlitten, dass der Komet nur bei seinem Durchgange im Perihel 1770 sichtbar sein konnte. Auf Laplace's Wunsch unternahm Burckhardt die numerische Entwicklung der, im 4. Bande der *Méc. cél.* für Kometenstörungen gegebenen, analytischen Ausdrücke, und wirklich zeigte es sich, dass die frühern Jupiterstörungen von solcher Beschaffenheit gewesen, dass der Komet dadurch im Jahre 1770 der Erde bedeutend genähert, dann aber wieder so entfernt wurde, dass er blos 1770, allein keinesweges bei seinen spätern Durchgangszeiten in der Erdnähe, sichtbar sein konnte<sup>2</sup>).

Doch die vortrefflichste Bearbeitung des Kometen von 1770 hat Clausen geliefert. Als nämlich in der neuern Zeit die kön. Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen auf eine noch genauere Bestimmung der, nach 1779 von diesem Kometen beschriebenen, Bahn einen Preis setzte, beschäftigte sich Clausen gerade mit der analytischen Entwicklung einer genauen Summationsmethode der Störungen der Himmelskörper in dem Falle, dass sie dem störenden Körper sehr nahe kommen. Clausen versuchte daher deren Brauchbarkeit an dem Kometen in seiner Erdnähe. Da nun das Ergebniss ihn ganz befriedigte, und Burckhardt die Formeln für diesen Fall nicht gehabt hat, so erhielt Clausen durch die Möglichkeit, jetzt alle Beobachtungen, die einen Zeitraum von 109 Tagen umfassen, zugleich anwenden zu können, offenbar die Aussicht auf eine viel genauere Bestimmung der Umlaufszeit, als sie Burckhardt hatte erhalten können, wenn überdies auf Refraction und Parallaxe Rücksicht genommen wurde, und die Elemente nach der

1. *Allgem. Geogr. Ephem.* III. S. 174 u. 432. *Monatl. Corr.* III. S. 618, u. IV. S. 149, 264 u. 369.

2. Eine nach Laplace's Angaben gezeichnete Figur in Brande's *Vorles. über die Astronomie* I. Taf. X. macht dies noch deutlicher.

Methode der kleinsten Quadrate, die zu jener Zeit noch sehr unbekannt war, bestimmt wurden. Indem es nun, um die grosse Störung durch den Jupiter im Jahre 1779 bestimmen zu können, zuerst nöthig war, eine möglichst genaue Bestimmung der Bahn des Kometen zur Zeit seiner Erscheinung zu haben, da sich auf diese natürlich die ganze Rechnung gründen musste, so hat Clausen die Burckhardtsche Berechnung nochmals, aber mit den oben angeführten bessern Hilfsmitteln unternommen und vollendet. Für diese ausgezeichnete Arbeit hat Clausen, obschon er sie zu spät eingesendet, den von obiger Gesellschaft ausgesetzten Preis erhalten. Diese Abhandlung ist in den *Astron. Nachr.* No. 439 bis 441 abgedruckt. — Die Beobachtungen, welche Clausen zur Bestimmung der Bahn angewendet hat, befinden sich in *Mém. de l'Acad. de Paris* 1776 p. 597. u. Maskelyne's *Observ.* 1770.

Clausen's Endresultate seiner trefflichen Arbeit sind die Elemente der zu Anfange und Ende der Sichtbarkeit vom Kometen beschriebenen Bahn, wie folgt:

	Juni 15,55	October 2,67
Perihel 1770 Aug.	13,541266	13,546840 M. Z. Paris
kleinster Abstand .	0,6745327	0,6744478
Excentricität . . .	0,7862730	0,7861193
Länge des Perihels	356° 16' 5",0	356° 17' 11",7
Länge d. aufst. Knot.	152 31 45 ,5	151 59 16 ,9
Neigung der Bahn	1 33 5 ,6	1 34 27 ,5

Hierbei sind die Längen vom wahren Aequinoctium der resp. Zeitpunkte gezählt. Die Umlaufszeit des Kometen ist folglich vor seiner Erscheinung 2047,924 und nach derselben 2045,351 Tage, welche Bestimmungen einen wahrscheinlichen Fehler von etwas über 2 Tagen in sich enthalten. Nachdem Clausen die Unterschiede, welche obige Elemente mit den Beobachtungen ergeben, mitgetheilt, findet er aus den 220 Bedingungsgleichungen des zweiten Zweiges der Bahn die Correctionen der Elemente, und erwähnt zuletzt, dass, den obigen Elementen zufolge, die Zeit der grössten Erdnähe Juli 1,219056 M. Z. Paris stattgefunden, mithin die kleinste Entfernung 365 Erdhalbmesser betragen habe. Es ist dies überhaupt die kleinste Entfernung desjenigen Kometen, welcher uns am nächsten gekommen ist.

Jahn, Gesch. d. Astronomie.

In einem Briefe Bessel's (vom 20. März 1842) an Schumacher äusserte ersterer sich über Clausen's Preisschrift so: „Welche herrliche, oder richtiger, meisterhafte Arbeit ist die von Clausen über den Kometen von 1770! sie ist eine Leistung unserer Zeit, welche unsere Nachkommen ihr anzurechnen nicht vergessen werden!“

Mit dem Kometen von 1769 hat sich Burekhardt ebenfalls beschäftigt. Auch hat dieser unernüdtliche Rechner alles gesammelt und benutzt, was ältere und neuere Schriftsteller über die Kometen von 240, 539, 565, 989, 1097, 1501, 1551, 1562, 1701, 1765, 1771, 1772 und 1775 <sup>1)</sup> an zuverlässigen Bestimmungen darboten, um darauf ihre Bahnen mit einiger Sicherheit begründen zu können. Auch v. Lindenau hat Nachrichten über einige noch unberechnete Kometen gegeben <sup>2)</sup>. Der Komet von 1771 zeigt das Merkwürdige, dass dessen beobachtetes Bahnstück mit Bestimmtheit eine hyperbolische Bahn anzudeuten scheint. Auch die kleinen Kometen von 1818 und 1824 scheinen sich in Hyperbela zu bewegen <sup>3)</sup>. — Wie ungeheuer weit sich übrigens die Bahnen vieler Kometen erstrecken mögen, zeigte der vom Jahre 1775, welcher ungeachtet einer sechsmonatlichen Beobachtungsperiode doch nur so wenig Ab-

1. *Monatl. Corr.* II. 302. u. f. 414 u. f. X. S. 162. u. f. 507. u. f. XVI. S. 497. u. 515. XIX. S. 477. XXI. S. 439 u. 440. — M. s. auch *Monatl. Corr.* XXVI. S. 278. u. f. — So verdienstlich auch Untersuchungen der Beobachtungen älterer Kometen sind, um hierdurch neue Bahnbestimmungen zu gewinnen, so glauben wir doch nicht, dass viele brauchbare Resultate gewonnen werden möchten. Dies hat wenigstens auch die Erfahrung bisher gelehrt. Und woran liegt es? Offenbar nur an dem einzigen Umstande, dass die alten Beobachtungen zu ungenau und zu dürftig sind, als dass sich durch dieselben ein befriedigendes Ergebnis herbeiführen liesse. Denn in frühern Zeiten glaubten ja selbst Astronomen vom ersten Range, wie Hevel, Lahire u. A., dass die Kometen keine Weltkörper wären. Darf man sich dann noch wundern, dass die Kometen so wenig beachtet und noch viel weniger genau beobachtet wurden?

2. *Monatl. Corr.* XXVIII. S. 426.

3. *Astron. Jahrb.* f. 1824 S. 145. *Corr. astron.* V. p. 557.

weichung von der Parabel verrieth, dass Burckhardt eine Ellipse von 7354 Jahren Umlaufszeit fand.

Für sehr schlecht galten früher bei den meisten Astronomen Montaigne's Beobachtungen des Kometen von 1780. Olbers, der denselben zu Göttingen, wenn auch nicht beobachtet, doch wenigstens gesehen hatte <sup>1)</sup>, nahm sich jener Beobachtungen an, und bestimmte aus ihnen eine Bahn, die jene nicht als verwerflich darstellt.

Noch vor Ablauf des Jahres 1815 hatten sich Olbers und Burckhardt noch zweier andern Kometen aus älterer Zeit angenommen. Der Komet von 1558 wurde von Olbers untersucht. Pingré hatte ihn wohl mit aufgeführt, jedoch ohne Elemente anzugeben. Die Beobachtungen schienen zu fehlerhaft zu sein, um die Feststellung einer Bahn seither gestattet zu haben. Erst Olbers erhielt durch eine eben so einfache als sinnreiche Verbesserung einer falschen Lesart im Cornelius Gemma vier brauchbare Beobachtungen und hieraus folgende Elemente der Kometenbahn:

Zeit des Perihels 1558 Aug. 10. 15 Uhr Bremen	
kleinster Abstand . . . . .	0,5773
Länge des Perihels . . . . .	329° 49'
Länge d. aufst. Knotens . . . . .	532 36
Neigung der Bahn . . . . .	75 29
Bewegung . . . . .	retrograd.

Burckhardt gab die Bahn des zweiten Kometen vom Jahre 1786. Dieses Gestirn war bisher noch nirgends erwähnt worden. Leider gab es bloß zwei Beobachtungen, so dass, um den dritten Ort zu ersetzen, von Burckhardt eine hypothetische Voraussetzung über einen Abstand des Kometen von der Erde zu Hilfe genommen werden musste. Buache versprach zwar, in Schifferjournalen und andern Reisenachrichten die Auffindung einer dritten Beobachtung zu versuchen. Indessen ist, so viel wir wissen, weder dies, noch eine öffentliche Bekanntmachung von Burckhardt's gefundenen Elementen geschehen.

Eine der ausgezeichnetsten Leistungen ward im Jahre 1818

---

1. *Astron. Jahrb.* f. 1804. S. 172.

durch die, mit dem Motto: *Et voluisse sat est* begleitete, Abhandlung, betitelt: Versuch einer Bestimmung der wahrscheinlichsten Bahn des Kometen 1680; mit Rücksicht auf die planetarischen Störungen während der Dauer seiner Sichtbarkeit<sup>1)</sup> bekannt. Diese höchst mühsame, aber stets sehr verdienstvoll bleibende Arbeit ist das Werk des berühmten Encke. Sie enthält zuerst die genaueste Reduction der sämtlichen Beobachtungen. Eine vorläufig nach Olbers' Methode berechnete Parabel giebt die genäherten Werthe für die curtirten Distanzen des Kometen von der Erde; hierauf folgt eine berechnete Ellipse, mit welcher die 5 Fundamentalbeobachtungen verglichen und nach Gauss die Bedingungsgleichungen abgeleitet sind, wodurch sich nun eine sehr verbesserte Ellipse von 0,99995446617 Excentricität und 1589,2 Jul. Jahre Umlaufszeit mit der Summe 10495 der Fehlerquadrate ergab. Alsdann wird eine Ephemeride, vom 6. Nov. 1680 bis zum 5. April 1681 gehend, mitgetheilt. Nun beginnen die eigentlichen Reductionen, die zuweilen von den Halley'schen bedeutend abweichen, wie eine beigegefügte Tafel zeigt. Diese Unterschiede müssen aus (von Halley gebrauchten) unrichtigen Sternpositionen erklärt werden. Hierauf werden alle Beobachtungen des Kometen von 1680 mit der grössten Sorgfalt geprüft. Das Resultat ist, dass Flamsteed's und Newton's Observationen sich so darstellen lassen, dass der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Ortsbestimmung kaum 20 Secunden übersteigt. Hierauf geht der Verfasser zu der Reduction auf eine reine Ellipse über. Denn die neuere Theorie erlaubt nicht mehr, die unmittelbar beobachteten Oerter in einer reinen Ellipse anzunehmen. Es müssen nämlich zwei Correctionen vorgenommen werden. Eine, die durch eine wirkliche Veränderung der Kometenbahn während der Zeit der

1. Im Sommer 1816 hatte nämlich ein Unbekannter an v. Lindennau eine Summe von 100 Ducaten übersendet zur Verwendung für einen astronomischen Preis. Zwei Preisfragen wurden aufgegeben, von denen die eine lautete: Die wahrscheinlichste Bahn des Kometen von 1680 mit Berücksichtigung der dabei stattfindenden planetarischen Störungen zu bestimmen. M. s. Zeitschr. f. Astron. II, S.157. u. f.

Beobachtungen veranlasst wird, und eine zweite, die in der Veränderung der Lage des Beobachtungsortes und der Ebenen, auf welche die Kometenörter bezogen sind, ihren Grund hat. Die Berechnung der ersten Correction, d. i. der planetarischen Störungen, ist fast ganz nach den Formeln Bessel's in dessen Werken über die Kometen von 1807 und 1815 geführt. Es ergiebt sich, dass der Einfluss der Störungen ganz unbedeutend ist. Die zweite Correction besteht in der Befreiung der Beobachtungen von dem Einflusse der Präcession, Aberration, Nutation und Parallaxe. Alsdann folgen die beobachteten rein elliptischen Oerter des Kometen von Flamsteed, Newton, Cassini und Kirch. Der Verfasser verfolgt nun die eigentliche Bahnbestimmung. Es werden zu diesem Behuf die beobachteten rein elliptischen Kometenörter mit genäherten Elementen verglichen. Nicht eine gute Anschliessung an die Beobachtungen, sondern die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Bahnen, die sie darstellen können, ist hier der Hauptzweck. Deshalb werden für die Beobachtungen 56 Bedingungsgleichungen nach Bessel und Nicolai entwickelt, und daraus die wahrscheinlichste Bahn mit 8815,8 Jul. Jahren Umlaufszeit bestimmt <sup>1)</sup>. Gegen das Ende der Abhandlung theilt Encke noch 1) die wahrscheinlichsten Elemente bei vorausgesetzter Umlaufszeit von circa 570 Jahren mit, so wie die Fehler dieser Elemente; 2) die wahrscheinlichsten Elemente bei vorausgesetzter Excentricität  $0,99998541681 + \Delta e$ ,  $\Delta e$  in Einheiten der 7. Decimale ausgedrückt, so wie die Fehler dieser Elemente; 3) den Beweis, dass die Halley'sche Hypothese und die Euler'sche Bahn aufzugeben sind; 4) die wahrscheinlichste Parabel, so wie die Fehler der Elemente derselben; 5) die Elemente der Hyperbel, deren wahrscheinliche Fehler eben so gross wie bei der Halley'schen Ellipse sind, und 6) die wahrscheinlichste elliptische Bahn, nur aus Flamsteed's und Newton's Beobachtungen abgeleitet. Als Endresultat seiner ganzen Arbeit stellt Encke Folgendes auf: Die Natur der Bahn des Kometen von 1680 und die ungünstige Vertheilung der Beobachtungen erlaubt, wenn auch für die übr-

1. Astron. Zeitschr. VI, S. 157.

gen Elemente, doch für das Wichtigste, die Umlaufszeit nämlich, nicht, einigermassen enge Grenzen zu bestimmen. Indessen ist die wahrscheinlichste Angabe, nach einer beträchtlichen Anzahl für die damalige Zeit ganz vortrefflicher Kometenbeobachtungen, dass dieser Komet noch nie, so weit die älteste Geschichte Andeutungen von diesen Erscheinungen aufbewahrt hat, den Erdbewohnern sichtbar geworden ist. Mit noch grösserer Wahrscheinlichkeit lässt sich behaupten, dass eben diese Beobachtungen, ohne bedeutenden Zwang zu leiden, keine Umlaufszeit unter 2000 Jahren zulassen. An eine Berechnung der Störungen für die ganze Dauer der Umlaufszeit des Kometen war übrigens unter solchen Umständen nicht zu denken <sup>1)</sup>).

Einen Rechnungsfehler, welchen *Lacaille* begangen, als er für den Kometen, welcher den 8. Jan. 1760 zu Paris in beträchtlicher Grösse gesehen, die Geschwindigkeit des Laufes berechnet und viel zu gross gefunden hatte, wies *Olbers* im Jahre 1826 nach. Letzterer erwähnt zugleich, dass viele Physiker und Astronomen, sogar auch *Pingré*, *Lalande* und *Delambre*, ohne alles Bedenken die, von *Lacaille* gefundene, unerhört geschwinde Bewegung jenes Kometen stets nachgezählt hätten.

Im Laufe des Jahres 1850 hat *Rosenberger* eine sehr gründliche Untersuchung in Betreff der Elemente des *Halley'schen* Kometen während seiner Sichtbarkeit im Jahre 1759 angestellt. Diese ist um so verdienstlicher, da man, bei einer umfassenderen Bearbeitung dieses Gestirns, von einer genauern Kenntniss seiner Elemente um die Zeit seiner beiden letzten Erscheinungen ausgehen muss.

*Rosenberger* hat seiner Arbeit alle Beobachtungen zum Grunde gelegt, welche einer neuen Reduction fähig waren, und verdankte ausserdem die Mittheilung einer noch ungedruckten Reihe von *Bradley's* Beobachtungen der Gefälligkeit *Rigaud's* in Oxford. Obgleich diese Beobachtungen nicht so viel Detail enthalten, als zu einer neuen Reduction erfordert wird, so hat *Rosenberger* doch geglaubt, bei ihnen diesen Mangel wegen der bekannten Sorgfalt des Beobachters übersehen zu dürfen,

1. *Zeitschr. f. Astron.* VI. S. 27.



und sie daher mit in Rechnung gezogen. Die sehr beträchtlichen Störungen, welche der Komet während seiner Sichtbarkeit durch die Wirkung sämmtlicher alten Planeten zu erleiden hatte sind berücksichtigt und die halbe grosse Axe seiner Bahn für den Anfang des Jahres 1759 = 18,083275 vorausgesetzt, wie sie Damoiseau in seiner gekrönten Preisschrift <sup>1)</sup> angiebt. Diese Angabe bezieht sich eigentlich auf den Augenblick des Periheliums; Rosenberger hat sie aber ungeändert für den Anfang des Jahres gelten lassen, was um so leichter entschuldigt werden kann, da einmal Damoiseau's Arbeit bloß die Störungen durch Jupiter, Saturn und Uranus berücksichtigt und überdies in Rosenberger's Aufsatz die Aenderungen angegeben sind, welche jedes Element bei einem veränderten Werth für die grosse Axe erleiden muss, um den Beobachtungen so genau als möglich Genüge zu thun.

△ Fünf mittlere Oerter des Kometen, für den 25. Januar, 2. Februar, 7. April, 5. und 18. Mai aus den zahlreichen Beobachtungen Messier's um die angeführten Zeitpunkte abgeleitet, gaben die folgenden, auf das mittlere Aequinoctium des Oten Januar 1759 bezogenen, sehr genäherten Elemente:

- Halbe grosse Axe der Bahn . . . . . a = 18,083275
- Excentricität . . . . . e = 0,96768269
- Durchgangszeit durchs Perihelium . . . . . (— T) =  
Jan. 17,56261 od. 12,56261 Mittl. P. Z.
- Länge des aufsteigenden Knotens . . . . . n = 55° 47' 56",84
- Länge des Perihels vom Knoten . . . . . ω = 110 57 8 ,25
- Neigung der Bahn . . . . . i = 162 21 51 ,35

Rosenberger nahm nun die halbe grosse Bahnaxe des Kometen am Oten Januar 1759 zu 18,083275 + (Δa) an, und fand nach der bekannten Eliminationsmethode von Gauss und ihrer schönen Erweiterung in der *Theoria Combinationis observ. error. min. obnoxiae* die kleinste Quadratsumme M der übrigbleibenden Fehler

$$M = 270264'' + 50895'' (\Delta a),$$

alsdann die Verbesserungen der zum Grunde gelegten Elemente

<sup>1)</sup> I. *Memorie della Reale Academia delle scienze di Torino*. Tom. XXIV, p. 36.

und endlich diese Elemente selbst für die Kometenbahn am Mittage des Otten Januar 1759, bezogen auf das mittlere Aequinoctium zu derselben Zeit, nämlich:

Halbe Axe . . . . .	=	18,083275+( $\Delta a$ )
Excentricität . . . . .	=	0,96767572+0,0017766( $\Delta a$ )
Durchgangsz. durchs Per. =	Mz. 12,57095+0,04281( $\Delta a$ )	
Länge d. aufst. Knotens =	53° 47' 46'',88—44'',29( $\Delta a$ )	
Länge d. Perih. v. Knot. =	110 57 29 ,55+257 ,61( $\Delta a$ )	
Neigung der Bahn . . . . .	=	162 21 45 ,70—41 ,90( $\Delta a$ )

Ganz auf ähnliche Weise hat dieser ausgezeichnete Astronom später die Elemente des Halley'schen Kometen zur Zeit seiner Sichtbarkeit im J. 1682 zu bestimmen gesucht <sup>1)</sup>, und folgende Elemente, die für eine halbe grosse Axe  $a=18,17819+\Delta a$  gelten, gefunden:

Excentricität . . . . .	0,9679456+0,0017635 $\Delta a$
Zeit des Perihels . . . . .	Sept. 14,81418—0,02562 $\Delta a$
Länge d. Perihels v. Knoten .	109° 6' 56'',06—114'',56 $\Delta a$
Länge d. aufst. Knotens . . .	50 57 59 ,52+112 ,05 $\Delta a$
Neigung der Bahn . . . . .	162 15 15 ,17—55 ,16 $\Delta a$

Auch hat Rosenberger noch vor der Wiedererscheinung des Halley'schen Kometen allgemeine Störungsformeln, so wie deren Anwendung auf die Störungen des genannten Kometen während seines Umlaufs um die Sonne vom 15. Sept. 1682 bis zum 15. März 1759 ausführlich mitgetheilt <sup>2)</sup>.

Eben so mühsame und dankenswerthe Arbeiten über denselben Gegenstand haben Damoiseau und Pontécoulant geliefert <sup>3)</sup>, doch weichen die Resultate dieser ausgezeichneten französischen Astronomen von denen Rosenberger's zum Theil ab. Damoiseau's allerdings vortreffliche Preisschrift, die das Perihel auf 16,6 Nov. 1855 setzt, kann jedoch bloß als erste Näherung angesehen werden. Denn dieser berühmte Geometer hatte nur die vom Jupiter, Saturn und Uranus abhängigen Perturbationen in Rechnung gebracht. Aber offenbar ist auch

1. *Astron. Nachr.* No. 196.

2. *Astron. Nachr.* No. 250.

3. *Memoire della Reale Accademia delle scienze di Torino Tom. XXIV.* p. 36; *Conn. d. T.* 1832 p. 25; 1833 p. 104.

die Einwirkung der kleinern Planeten nicht zu vernachlässigen, und im Jahre 1759 ging der Halley'sche Komet der Erde so nahe vorbei, dass ihre Anziehung die Umlaufszeit 1759—1855 nach Alb. Euler's Rechnung, um mehr als einen Monat, nach Burckhardt's genauern Untersuchungen (im Jahre 1816) um 16 Tage verkürzen musste<sup>1)</sup>.

Endlich unternahm es auch (kurz vor dem Eintritte der Wiedererscheinung des Halley'schen Kometen im Jahre 1855) Lehmann, die Berechnungen zur Bestimmung der Wiederkehr des Halley'schen Kometen auf's Reine zu bringen. Er nennt seine ausgezeichnete und höchst mühsam gewesene Arbeit sehr bescheiden einen „Versuch“, dessen Gang und vorzüglichsten Resultate Lehmann<sup>2)</sup> veröffentlicht hat. Er sagt zuerst, dass der Gang, welchen eine gründliche Erforschung der Störungen eines Kometen von so langer Umlaufszeit nehmen muss, um zum erwünschten Ziele zu führen, die Rückkehr bis zum Perihel auf einige Tage genau voraus zu bestimmen, schon im Allgemeinen von Laplace<sup>3)</sup> angedeutet worden ist. Deshalb musste die ganze Rechnung von einer gründlichen Discussion aller bekannt gewordenen Beobachtungen dieses Kometen in den Jahren 1682 und 1759 ausgehen. Burckhardt hat zwar eine solche Discussion mit grösster Sorgfalt, aber nicht wissenschaftlicher Vollendung vorgenommen. Nun erwähnt Lehmann der grossen Leistungen Rosenberger's auf die rühmlichste Art, kann jedoch den Endergebnissen der Abhandlung<sup>4)</sup> des grossen Halle'schen Astronomen darum nicht unbedingt beistimmen, weil Rosenberger nach dem Beispiele der Franzosen die excentrische Anomalie als absolute Variable betrachtet habe. Ihm (Lehmann) hingegen sei es weit angemessener und richtiger erschienen, die Zeit als absolute Variable in die Rechaung einzuführen und die Besselschen Formeln zu Grunde zu legen, so wie die Bewegung des Kometen während des grössten Theils seiner Bahn durchgängig auf den Mittel-

1. *Astron. Jahrb.* 1828 S. 149.

2. *Astron. Nachr.* No. 287.

3. *Méc. cel.* L. IX. p. 214.

4. *Astron. Nachr.* No. 250.

punkt der Sonne zu beziehen, während Rosenberger den Schwerpunkt des Sonnensystems gewählt habe. Da Lehmann's berühmte Abhandlung keines Auszugs fähig ist, ohne unverständlich zu werden, so mögen aus derselben wenigstens ein paar Zusammenstellungen hier mitgetheilt werden, indem dieselben von hohem Interesse sind.

I. Elemente, bezogen auf das jedesmalige gleichzeitige mittlere Aequinoctium.

Im Perihel 1607:		Im Perihel 1682:		Im Perihel 1759:	
Zeit des Perihels	1607 Oct. 27,0148	1682 Sept. 14,81427	1759 März 12,57124		
kleinst. Abstand von der Sonne . . .	0,584175	Excentricität . . .	0,96795150	0,96769257	
halbe grosse Axe . . .	17,94945		18,174752	18,092089	
Länge d. aufsteigenden Knotens . . .	48° 14' 9"		51° 10' 29", 9	55° 47' 44", 9	
Perihel in der Bahn	500 46 59	Abst. d. Per. v. Knot. . .	109 14 54, 5	110 57 21, 9	
Neigung der Bahn . . .	17 6 17, 1	Neigung . . .	162 15 56, 16	162 22 7, 00	
Bewegung . . .	rückläufig.				

Diese Elemente, in der die Zeit stets mittlere Pariser, vom Mittage an gerechnet, ist, sind mit Rücksicht auf den Widerstand des Aethers in aller Schärfe bestimmt.

Elemente im Perihel 1855, auf das gleichzeitige mittlere Aequinoctium bezogen. (Die Zeit ist vom Mittage an gerechnet.)

II. Pontécoulant's neueste Elemente:

Zeit des Perihels 1855 Nov. 12,7 mittl. Par. Zeit	
kleinster Abstand von der Sonne . . . . .	0,584539
halbe grosse Axe . . . . .	17,997554
Länge des aufst. Knotens . . . . .	55° 29' 57"
Perihel . . . . .	304 31 45
Neigung der Bahn . . . . .	17 44 24
Bewegung . . . . .	retrograd.

III. Nach Rosenberger's Störungen bis zum 296. Grad der excentrischen Anomalie, verbunden mit den Damoiseau'schen von 296° bis 360°:

Zeit des Perihels 1855 Nov. 11,576 (Nov. 3,844):	
kleinster Abstand von der Sonne . . . . .	0,58657
halbe grosse Axe . . . . .	17,98792 (17,98297)
Länge d. aufst. Knotens . . . . .	55° 11' 21"
Perihel . . . . .	304 30 59
Neigung der Bahn . . . . .	17 43 25

IV. Nach Lehmann's Rechnung:

Zeit des Perihels 1855 Nov. 16,27 mittl. Berl. Zeit	
kleinster Abstand von der Sonne . . . . .	0,586782
halbe grosse Axe . . . . .	17,86452
Länge des aufst. Knotens . . . . .	55° 9' 45"
Perihel . . . . .	304 30 11
Neigung der Bahn . . . . .	17 44 46
Bewegung . . . . .	retrograd.

Bei Rosenberger's Angaben beziehen sich die eingeklammerten Zahlen auf die Wirkung des hypothetisch angenommenen Widerstandes; bei Lehmann's grosser Axe ist schon die halbe Totalwirkung des Widerstandes angebracht, die erfahrungsmässig aus den Beobachtungen von 1607 gefolgert wurde.

Gleich darauf, nachdem Lehmann's Abhandlung bekannt geworden, erschien <sup>1)</sup> ein Aufsatz von Rosenberger, be-

1. Astron. Nachr. No. 288.

titelt: Einige Bemerkungen, Störungsrechnungen überhaupt, zunächst aber meine und Herrn Dr. Lehmann's Rechnungen über den Halley'schen Kometen betreffend. In diesem Aufsatz suchte Rosenberger hauptsächlich darzuthun, dass der Grund der abweichenden Resultate unmöglich darin zu suchen sei, dass Rosenberger die excentrische Anomalie, Lehmann die Zeit als ursprünglich veränderlich betrachtet habe.

Im Jahre 1816 gab Olbers einige bis dahin noch unbekannt gebliebene historische Nachrichten. Dieselben betreffen die Kometen von 1602, 1647, 1660, 1750, 1752 den 27. Febr. und 1750 und eine Anfrage wegen des Kometen von 1611 im Frühjahre <sup>1)</sup>. Im Jahre 1825 gab Olbers, welcher vorzugsweise die Literatur der Kometographie betrieb, abermals geschichtliche Mittheilungen. Sie betreffen die Wiederauffindung des Halley'schen Kometen zu Weihnachten 1758 durch den bekannten astronomischen Bauer Palitzsch, den Dr. Chr. Gotth. Hofmann in Dresden als Verfasser von der Schrift: „Nachricht von dem Kometen, welcher seit dem 25. Dec. 1758 gesehen wird“; ferner den Zwirnhändler Gärtner zu Dolkwitz und endlich auch die bisher wenig benutzten Beobachtungen des Halley'schen Kometen von 1682, welche J. D. Cassini angestellt hatte. Sein Enkel Cassini de Thury gab sie heraus in dem Werkchen: *Observations de la Comète de 1531 pend. le temps de son ret. en 1682 etc. 1759. Paris chez Durand.* 8. Olbers ist auch der Meinung, dass ausser den Beobachtungen von Lahire, Picard und Hevel keine andern wirklich brauchbaren für die Erscheinung des Kometen im Jahre 1682 vorhanden sind. Später erfolgten von Olbers noch einige treffliche Bemerkungen, so wie interessante Mittheilungen wegen des Schweifes des Halley'schen Kometen während der Sichtbarkeit in den Jahren 1607 und 1759 <sup>2)</sup>. Auch kurz vor der Wiedererscheinung des Kometen im Jahre 1855 <sup>3)</sup> hatte sich der berühmte Bremer Astronom in mehrfacher Beziehung und zugleich über die Hypothese von dem Widerstande des Aethers sehr sinnreich ausgesprochen.

1. *Zeitschr. f. Astr.* I. S. 130 u. f.

2. *Astron. Nachr.* No. 289.

3. *Astron. Nachr.* No. 268.

Clausen hat bei Untersuchungen über die Identität einiger Kometen, aus denen aber kein genügendes Resultat hervorging, die Bahn des Kometen von 1685 aus Flamsteed's Originalbeobachtungen von neuem berechnet. Er fand nach scharfer Reduction dieser Originalobservationen folgende Ellipse:

Perihel 1685 Juli 12,75256 M. Par. Z.	
Log. des kürz. Abst. . . . .	9,7450148
Excentricität . . . . .	0,9852470
Abstand d. aufst. Knot. v. Per.	86° 46' 35"
Länge des aufst. Knotens . . . . .	173 17 48 Mittl. Aequin.
	Jan. 0,1685
Neigung der Bahn . . . . .	83 47 46
Bewegung . . . . .	retrograd.

Im Spätherbste des Jahres 1852 glaubte Clausen einen neuen Fund in der Kometentheorie gemacht zu haben, dass nämlich die beiden Kometen von 1745 Jan.<sup>1)</sup> und 1819 Nov. sehr wahrscheinlich identisch sind, und zwar mit einer Umlaufszeit von 6,727 Jahren vor 1758 und 5,60 Jahren nach 1817. Demnach hätte er müssen im Herbste 1856 wieder zu seiner Sonnennähe zurückkehren.

Da indessen die parabolischen Elemente nicht so genau sein können, als zu einem genügendem Resultate erforderlich ist; so hat Clausen in der Voraussetzung dieser halben grossen Axe aus drei Beobachtungen von Zanotti<sup>2)</sup> vom 12., 20. und 28. Februar folgende Elemente berechnet:

Zeit des Perihels 1745 Jan. 8,20055 in Par. Zeit.	
Log. q . . . . .	9,9552858
$\varphi$ . . . . .	46° 9' 45",45
P— $\odot$ . . . . .	6 25 6,4
$\odot$ . . . . .	86 54 29,2 im Aeq. 1745 Jan. 0
i . . . . .	1 55 42,8.

Um Elemente für dieselbe grosse Axe zur Zeit der Erscheinung 1819 zu erhalten, interpolirte Clausen zwischen den beiden Bahnen von Encke und erhielt so:

1. Von diesem Kometen hat hinsichtlich der ersten Beobachtungen Olbers anderweitige Notizen gegeben.

2. *Mém. de l'Ac.* 1743.

Zeit des Perihels 1819 Nov. 20,518945

Log.  $q$  . . . 9,9500721

$\varphi$  . . .  $45^{\circ} 31' 8'',8$

P— $\oslash$  . . . 550 6 59

$\oslash$  . . . 77 52 46

$i$  . . . 9 10 56 vom mittl. Aeq. 1820 Jan. 0.

Der Komet ist also erst im dritten Umlaufe nach 1745 mit dem Jupiter zusammengekommen; eben so auch in seinem Umlaufe von 1819, woraus zu erklären ist, dass die Perioden mit der Umlaufszeit von 1819 nicht rückwärts gezählt mit der Epoche des Zusammentreffens mit dem Jupiter im dritten Umlaufe nach 1745 zusammenpasst. Schliesslich bemerkt Clausen, dass bei mehreren starken Veränderungen der Bahnen dieselben immer nahe zu an einem Punkte stattfinden; dass also in obiger Bestimmung der beiden halben grossen Axen zur Zeit der beiden Erscheinungen keine das Resultat ganz entstellende Fehler zu erwarten sind.

Die genaue Berechnung der Störungen scheint Clausen eine fast unüberwindliche Arbeit zu sein. Er glaubt aber, dass die Rückkehr im Jahre 1856 um nicht viele Monate fehlerhaft aus den Elementen von 1819 folgen wird, welches Resultat, wenn auch noch ganz roh, doch, wie es scheint von Werth ist.

Olbers fügte hier noch einige Bemerkungen hinzu: „Dass die Bahn des ersten dieser Kometen von einer Parabel sehr verschieden sei, war mir schon bei meinen Untersuchungen über dieselbe auffallend, auch von mir in den Astron. Nachrichten geäussert; aber an eine mögliche Identität mit den Kometen von 1819 zu denken, fiel mir besonders wegen der grossen Verschiedenheit der Neigung nicht ein. Jetzt halte ich diese mit Clausen für fast erwiesen. Allerdings würde es eine ungeheure Arbeit sein, die Perturbationen dieses Kometen von 1745 bis 1856 wirklich zu berechnen, aber, wenn auch schwer und mühsam, scheint es mir doch fast nothwendig, die vom Jupiter abhängenden Störungen zwischen 1819 und 1856 zu berechnen, wenn man auch nicht in's schärfste Detail gehen will und zu gehen braucht. Denn bei seinem Vorübergange vor dem Jupiter im Jahre 1829 ist er diesem mächtigen Planeten wieder so nahe gekommen, dass sich seine



Bahn wieder sehr merklich geändert haben kann. — Wenn sich, wie ich hoffe, Clausens Entdeckung bestätigen wird, so haben wir einen höchst merkwürdigen Weltkörper, der durch die grossen Störungen, die er von Zeit zu Zeit erleidet, die rechnenden Astronomen noch lange beschäftigen wird.“

Ueber einen im Jahre 1639 erschienenen Kometen hat der Beobachter Placidus de Titis Nachrichten gegeben, die keinen Zweifel erregen können. So mangelhaft nun des Placidus de Titis Bericht über diesen nur zwei Tage lang gesehenen Kometen auch ist, und so viel er zu wünschen übrig lässt, so kann er doch sehr nützlich werden, wenn derselbe Komet einst wieder erscheint, und dann die Umlaufszeit in der genau berechneten Bahn zu bestimmen oder zu berichtigen ist. An der Wahrheit und Zuverlässigkeit dieser Kometenerscheinung kann man wohl nicht zweifeln. Alles in dem Bericht hängt ordentlich zusammen, und Titis Berufung auf einen vornehmen Genuesischen Edeln, der damals noch lebte, verbürgt noch mehr die Glaubwürdigkeit. Aus den angegebenen Umständen lässt sich schliessen, dass der Komet den 27. und 28. October der Erde ziemlich nahe, und auch seiner wahren Bewegung nach rechtläufig war. Er ging zu seinem Perihel, das innerhalb der Erdbahn, und vielleicht tief innerhalb der Erdbahn lag, war an sich nur klein, und ohgleich seine geocentrische südliche Breite 40 bis 50 Grade betrug, so wird die heliocentrische Breite doch wohl nicht über 4 bis 5° gewesen, und auch die Neigung seiner Bahn wahrscheinlich nur mässig sein. Dies ist alles, was sich mit einiger Sicherheit aus dem Bericht folgern lässt. Uebrigens hilft dieser Komet von 1639, mit dem von 1625, die grosse Lücke einigermaßen ausfüllen, die bisher in allen unsern Kometenregistern zwischen den Jahren 1618 und 1647 stattfand.

Noch Einiges von Wichtigkeit in Betreff des Kometen von 1661 <sup>1)</sup> und 1737 und von 1744 <sup>2)</sup> theilte v. Zach mit. Nicht Zanotti, sondern der Jesuit Christoph Maire (Boscovich's Gehilfe bei dessen Gradmessung) hat die Bahn

1. *Monatl. Corr.* VIII. S. 37.

2. *Monatl. Corr.* XXI. S. 311 u. f.

des Kometen von 1744 berechnet; v. Zach verbreitet sich hierüber umständlich im III. Bande (S. 176) der *Zeitschr. f. Astron.*, wie auch über die Kometen von 1757 und 1742 ebendas. III. S. 259 u. f. Noch ausführlichere und sehr schätzbare Notizen gab v. Zach <sup>1)</sup> hinsichtlich des bisher streitig gewesenen Punktes, wer von beiden, Hevel oder Dörfel den Kometen zuerst eine parabolische Bahn zuerkannt hat. Von Zach hat nun aber nachgewiesen, dass keiner der beiden genannten, sondern der Italiener Borelli zuerst Kometen wie Planeten hat um die Sonne laufen, zweitens diesen Lauf in elliptischen oder parabolischen Bahnen vollbringen lassen, und drittens aus der wahren elliptischen Bewegung der Kometen, verbunden mit der der Erde, die scheinbare oder optische Bewegung der Kometen als wahre Weltkörper im Copernicanischen System erklärt habe <sup>2)</sup>.

Ueber den Kometen kurz nach Julius Cäsar's Tode gaben v. Ende <sup>3)</sup> im Jahre 1812 und Mollweide <sup>4)</sup> 1813 historische Aufschlüsse.

Endlich hat auch v. Zach in einem *Chronicon ex capitulari codice veronensi ab a. DCCIX usque ad a. ICCCXXII* zwei Anzeigen von Kometen gefunden: *Anno 1368 stella cometis. Fames aterrima et mortalitas hominum et animantium.* Mehrere Geschichtschreiber erwähnen diesen Kometen <sup>5)</sup>. *Anno 1412 stella cometis.* Dieser Komet kommt bei keinem Kometographen vor.

Dagegen wird in Manzoni's Roman (*Promessi sposi*) von zwei Kometen in den Jahren 1628 und 1650 gesprochen, von welchen sonst keine Nachricht vorkommt. Wegen dieser Kometen beruft sich Manzoni auf Ripamonti's Werke. Diese hat nun zwar Plana in Turin nachgeschlagen und gefunden, dass Ripamonti allerdings jene beiden Kometen erwähne, jedoch ohne alle weitere Nachricht <sup>6)</sup>.

1. *Zeitschr. f. Astron.* III. S. 347 u. 379.

2. *Man s. auch Monatl. Corr.* XXVI. S. 277 u. f.

3. *Monatl. Corr.* XXVI. S. 605.

4. *Monatl. Corr.* XXVII. S. 565.

5. *Vergl. Pingré Tom. I.* S. 441.

6. *Astron. Nachr.* No. 277 S. 217 und No. 289 S. 1.

Was übrigens die angebliche Verfinsterung des Mondes durch einen Kometen im Jahre 1454 betrifft, so hat hierüber Kries 1811 interessante Notizen gegeben <sup>1)</sup>.

Noch zweier, wahrscheinlich identischer, Kometen muss hier besonders gedacht werden. Die Aehnlichkeit der die Lage und Grösse der Bahn bestimmenden Stücke von den, in den Jahren 1264 und 1556 erschienenen, Kometen lässt nämlich ahnen, dass sie eigentlich nur zwei verschiedene Erscheinungen eines und desselben Kometen seien, und dass man also um das Jahr 1848 denselben wieder zu erwarten habe. Da aber bei beiden genannten Kometen nur äusserst unsichere Beobachtungen den Rechnern zu Gebote stehen, so bleibt es in dieser Hinsicht bei einer blossen, weiter nicht verbürgten, Vermuthung.

Nur drei Kometen sind es demnach, die seit dem Anfange des jetzigen Jahrhunderts als periodische, d. h. als solche für gewiss erkannt worden sind, deren Wiederkehr zu ihrem Perihel man fast bis auf den Tag genau kennen gelernt hat. Sie sind der Olbers'sche, Encke'sche und Biela'sche Komet. Der erste wird im Jahre 1887, der zweite im Jahre 1845 und der dritte im Jahre 1846 wiederkommen. Dagegen ist die Erkennung der Periodicität des Halley'schen Kometen bekanntlich ein Eigenthum des vorigen Jahrhunderts.

Wir ersehen nun aus diesem Abschnitte, dass, mit Ausnahme einiger wenigen Kometen, die Untersuchungen älterer Kometen bis jetzt im Ganzen genommen nicht viele und nicht besondere Resultate ergeben haben, wie auch schon S. 274 in der daselbst stehenden Note bemerkt worden ist. Es ist daher, unserer unmassgeblichen Meinung zufolge, eine desto grössere und dringendere Pflicht, von jetzt an alle Aufmerksamkeit auf neu zu entdeckende Kometen zu richten und deren Bahnen nach den neuesten Methoden möglichst genau zu bestimmen, damit die Nachwelt nicht mehr nöthig habe, sich mit Bahnbestimmung früher beobachteter Kometen zu mühen, sondern bereits scharfe Resultate gesammelt vorfinde.

---

1. *Monatl. Corr.* XXIII. S. 196 u. f.

*Bahnberechnungs - Methoden und Betrachtungen der physischen Beschaffenheit der Kometen.*

Die Olbers'sche Methode zur Bestimmung der Kometenbahnen ist seit dem Jahre 1797 bis auf die neueste Zeit in ihrem wohlverdienten Rechte, als die in praktischer Rücksicht brauchbarste stets angewandt zu werden, ganz ungestört verblieben. Es war daher nicht leicht, wenigstens in theoretischer Beziehung etwas Besseres zu liefern. Eine kleine Schrift von Güssmann, über die Berechnung der Kometenbahnen, die zu Wien 1803 erschien, darf hier nicht unerwähnt bleiben, weil ihr Zweck nur dahin gerichtet war, Olbers' Methode zu verkleinern und es zu tadeln, dass dieselbe von v. Zach der Boscovich'schen vorgezogen wird. Es erhellet aus dieser Schrift, dass nicht eben Mangel an Einsicht, sondern bloß böser Wille aus dem Verfasser spricht. Dieser (ein Jesuit) sagt z. B. „Ich habe mehr als einen Kometen aus drei Beobachtungen, die in einem Zeitraum von 3 bis 4 Tagen angestellt waren, nach einer geraden Linie berechnet, und wenn sie nicht dazumal der Sonne oder der Erde zu nahe waren, die Elemente der Bahn wahrhaftig weit weniger von jenen verschieden erhalten, die nachher aus entfernten Beobachtungen herauskamen, als es der grösste Geometer Lagrange verhoffen lässt. Wenn nun für weit kürzere Zeiträume durch Hilfe mächtiger Vergrößerungen ganz genaue Beobachtungen der kleinsten Bewegungen dieser Himmelskörper angestellt werden, so muss nicht nur die Rechnung nach Boscovich's oder nach Euler's Methode der Wahrheit viel näher kommen“ u. s. w. Man bemerke, dass Boscovich's Methode hier vorangeht, Euler ihr demüthig nachfolgt, und Lagrange nur etwas verhoffen lässt, was Güssmann wahrhaftig längst besser gewusst hat! Und warum eifert nun Letzterer gegen die Methode eines Olbers? weil dieser in seinem rühmlichst bekannten Werke sagt: „mit Boscovich das Stück der Kometenbahn zwischen den Beobachtungen als geradlinig und mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchlaufend anzunehmen, ist

etwas zu gewagt und giebt in den meisten Fällen eine noch zu sehr von der Wahrheit abweichende Bestimmung.“ Da Güssmann, wie Boscovich, ein Jesuit ist, so musste ihn eine solche Bemerkung freilich sehr verdriessen, da Boscovich der Newton der Jesuiten ist! wohl mag es überhaupt die Jesuiten verdriessen, dass Feuillée ein Minorit, Piazzzi ein Theatiner u. s. w. war und also nicht zu ihrem Orden gehörte; wer weiss, wenn dies der Fall wäre, was sie alsdann der Gelehrtenwelt aufsticht!!<sup>1)</sup>.

In diesem Jahrhundert<sup>2)</sup> erschienen zwei Werke von Legendre und Pontécoulant. Das des erstern enthält *Méthodes nouvelles pour la détermination des orbites des comètes*. Diese Methode ist Original und verdiente durch die Art, wie aus den beobachteten Kometenörtern zwei Finalgleichungen für dessen Distanzen von Sonne und Erde abgeleitet werden, die damalige Aufmerksamkeit der Astronomen. Legendre nahm freilich an, dass die zur Bahnbestimmung zu benutzenden Beobachtungen nicht über 15 bis 20 Tage von einander entfernt sind, um beim Ausdruck der Coordinaten durch Functionen der Zeit alle Potenzen derselben über die dritte vernachlässigen zu können. Zuletzt führt die Elimination mittels der parabolischen Hypothese auf eine Finalgleichung des sechsten Grades, deren Auflösung Legendre jedoch zu erleichtern gewusst hat. Auch die Bestimmung der übrigen Elemente ist mit Präcision und Eleganz gegeben worden. Später, nämlich bei Gelegenheit des Kometen von 1805, verbesserte Legendre seine Berechnungsmethode noch bedeutend. Merkwürdig ist übrigens das von diesem berühmten Geometer gegebene Verfahren, aus einer Reihe von Gleichungen, deren Zahl grösser ist als die in ihnen vorkommenden unbekanntten Grössen, die wahrscheinlichsten Werthe der letztern zu bestimmen. Legendre macht nämlich die Summe der Quadrate der Fehler zu einem Minimum, und nennt deshalb sein Verfahren *Méthode des moindres carrés*.

1. *Monatl. Corr.* XV. S. 452 u. f.

2. Der erste Band von Laplace's *Méc. céleste*, worin eigenthümliche Methoden zur Bestimmung von Kometenbahnen gegeben sind, gehört noch dem vorigen Jahrhundert an.

Gauss hat diese Methode, welche er im letzten Abschnitte seiner *Theoria motus* auch auf eine ganz originelle Art dargestellt und erwiesen, schon seit 1795 bei seinen Rechnungen gebraucht.

Ehe wir von dem oben angeführten zweiten Werke, dem von Pontécoulant, sprechen, sind hier noch folgende Erweiterungen und Bemerkungen zu Olbers' berühmter Berechnungsmethode hinzuzufügen. — Im Juni 1806 theilte der grosse Bremer Astronom die Formeln mit für den Fall, sobald der, durch die beiden äussersten scheinbaren Oerter des Kometen gezogene, grösste Kreis die Ekliptik nahe bei dem Orte der Sonne in der mittlern Beobachtung schneidet, weil in diesem Falle seine Methode keine sichere Anwendung zulässt. Olbers selbst erwähnt, dass ihm dieser Fall schon bei dem Kometen von 1795 und bei dem ersten von 1805 vorgekommen sei. Zu Anfang des Jahres 1852 lieferte Nicolai einen schönen Beitrag zur Olbers'schen Methode durch seine neue Hilfstafel, um in der parabolischen Bahn eines Kometen aus der Summe zweier Radii Vectores nebst der von ihnen eingeschlossenen Sehne sowohl die Zwischenzeit selbst, in mittlern Sonnentagen ausgedrückt, als auch das Verhältniss kleiner Aenderungen der Radii Vectores und der Sehne zu der ihnen entsprechenden kleinen Aenderung der Zwischenzeit zu berechnen. Schon weit früher, im Jahre 1815, gab Gauss <sup>1)</sup> einige Rechnungsabkürzungen, deren er sich öfters bei der ersten Bestimmung der parabolischen Bahn eines Kometen (nach Olbers) mit Vortheil bediente. Diese Abkürzungen beziehen sich auf die Berechnung der Radii Vectores und besonders der Chorde zwischen dem ersten und dritten Kometenorte. Endlich hat auch Bessel im Jahre 1855, als im April d. J. v. Boguslawsky den 56. Kometen entdeckt hatte (S. 240), analytische Betrachtungen über das Verfahren angestellt, eine nach der Olbers'schen Methode schon näherungsweise bekannte Kometenbahn zu verbessern.

Als Pontécoulant's *Théorie analytique du système du monde* erschienen, und überall, selbst in Deutschland, verdiente

1. *Monatl. Corr.* XXVIII. S. 504 u. f.

Anerkennung gefunden, glaubten Encke <sup>1)</sup> und Hansen <sup>2)</sup>, die im zweiten Theile von Pontécoulant's Werke befindliche Auflösung der Aufgabe: Aus drei Beobachtungen die parabolische Bahn eines Kometen zu finden, einer unparteiischen Kritik unterwerfen zu müssen. Aus dieser Kritik ging hervor, dass Pontécoulant mit der Olbers'schen Methode gänzlich unbekannt geblieben zu sein scheine und des Erstern vortragenes Verfahren nicht neu, sondern eigentlich nur das Legendre'sche schon oben erwähnte sei, ferner dass auch die Olbers'sche Methode stets — selbst in dem Falle, sobald die drei Kometenörter und der mittlere Sonnenort entweder genau oder nahe in einem grössten Kreise liegen — bei Weitem den Vorzug vor der Legendre-Pontécoulant'schen Methode behält. Auch hat Encke darauf besonders aufmerksam gemacht, dass Pontécoulant zwei ganz fehlerhafte Voraussetzungen sich erlaubt habe, nämlich dass der Komet eine gerade Linie mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchlaufe. Von der Olbers'schen Methode sagt übrigens Encke: „Jetzt freilich, wo, hauptsächlich wohl durch Gauss und Bessel, die grösste Schärfe der Rechnung, verbunden mit der bequemsten Form, in fast alle Theile der Astronomie so eingeführt ist, dass sie bei jeder neuen Behandlung unausbleiblich gefordert wird, steht Olbers' Methode nicht mehr so ganz vorzüglich ausgezeichnet unter den Lösungen astronomischer Probleme da. Aber zu der Zeit ihrer Bekanntmachung wurden diese Eigenschaften vereinigt kaum oder gar nicht gefunden; und die schärfste Prüfung ihrer Vorzüglichkeit hat sie eben darin bestanden, dass die gänzliche Umwandlung, welche die praktische Astronomie in diesem Jahrhundert erfahren, ohne wesentliche Einwirkung an ihr vorübergegangen ist.“

Wir wollen schliesslich bemerken, dass in dem *Astron. Jahrbuche für 1833 S. 264 u. f.* Encke die Olbers'sche Methode zur Bestimmung der Kometenbahnen noch ein Mal vollständig abgeleitet und Olbers' eigene neuere Ergänzung beigefügt, so wie überhaupt das Ganze in einem für praktische

1. *Astron. Jahrb. f.* 1833 S. 302 u. f.

2. *Astron. Nachr. No.* 221 S. 71 u. f.

Rechner bequem übersichtlichen Zusammenhänge nebst der zur Auflösung der Lambert'schen Gleichung dienenden Tafel mitgetheilt hat.

Im Jahre 1804 schon gab Burekhardt eine verbesserte, nur nicht wesentlich neue, Berechnungsart der Kometenbahnen<sup>1)</sup>. Es ist zwar die bekannte indirecte Methode, die jedoch durch die Anwendung des schönen Olbers'schen Lehrsatzes, so wie durch einen geschmeidigen Ausdruck der Lambert'schen Formel eine grössere Leichtigkeit erhalten hat. Auch theilte Burekhardt Tafeln für parabolische Sektoren in Delambre's grosser Astronomie und in der *Conn. d. T. 1821* mit. Eine zum Theil eigenthümliche Methode zur Auffindung der Bahn eines Kometen mittels Projection hat Schubert gegeben.

Die in analytischer Hinsicht sehr schwere Aufgabe, die wahre Anomalie in einer von der Parabel nicht sehr verschiedenen Bahn zu bestimmen, ward von Bessel schon vor 1809 mit Erfolg bearbeitet. Später gab auch Gauss in seiner *Theoria motus* die vollständige Auflösung für alle die seltenen Fälle, wo die Excentricität nur sehr wenig von der Einheit verschieden ist. Ueberhaupt enthält das genannte Werk viele elegante Entwicklungen, durch welche die Bestimmung parabolischer Elemente sehr erleichtert wird. — Ivory machte im Jahre 1814 seine Abhandlung: *A new method of deducing a first approximation to the orbit of a Comet from three geocentric observations* bekannt. Diese Arbeit stimmt mit der Olbers'schen Methode vollkommen überein, obgleich man sich wundern muss, dass ein Mathematiker, wie Ivory, das classische Werk eines Olbers noch nach 18 Jahren nicht gekannt hatte. Aber neu und eigenthümlich fand man allerdings Ivory's Darstellungs- und Auflösungsart der Gleichungen zur Bestimmung eines Kometenabstandes von der Erde. Wie in England, so war man auch in Italien um jene Zeit mit der Kometentheorie nicht auf dem alten Wege stehen geblieben. Mosotti gab eine neue Bestimmungsweise parabolischer und elliptischer Bahnen, und wandte sie mit Erfolg auf den Olbers'schen Kometen an. Oriani's Zeugniß und die Aufnahme in die *Mailänder Ephe-*

1. *Monatl. Corr.* IV, S. 209 u. f.



meriden für 1817 sicherten der Mosotti'schen Methode einen bleibenden Werth.

Im Jahre 1805 gab Bessel eine leichte Auflösung der Aufgabe, die wahre Anomalie eines Kometen in einer sich der Parabel nähernden Bahn für eine gegebene Zeit zu finden <sup>1)</sup>.

Noch muss der Curiosität wegen angeführt werden, dass Kramp in Strassburg <sup>2)</sup> das Problem, die Bahn eines Kometen aus drei Beobachtungen zu bestimmen, nach seiner Meinung auf eine neue Weise aufgelöst und gefunden hätte, dass alle von ihm berechneten Kometenbahnen, die man bisher für Parabeln angesehen, ganz bestimmt und gewiss Hyperbeln wären! Kramp war damit natürlich ganz und gar übel angekommen!! denn statt seine Methode auf längst anerkannte Bewegungsgesetze zu begründen, ging er von der Voraussetzung der Proportionalität dreier Grössen  $n, n', n''$  <sup>3)</sup> zu den Zwischenzeiten  $t, t', t''$  aus, was ganz unstatthaft ist. Kramp's neue Methode war nicht einmal als Näherung zulässig, da eine geradlinige Bewegung der ganzen Arbeit zum Grunde lag.

Nur erst vor kurzem (im Sommer 1842) ist von Grunert ein „Versuch einer neuen Methode, die Bahnen der Kometen zu berechnen“ bekannt geworden <sup>4)</sup>. Da aber noch von keinem Sachverständigen über diese, Lagrange nachgebildete, Methode ein Urtheil gefällt worden ist, und wir selbst noch keine Gelegenheit gehabt haben, die Brauchbarkeit derselben durch eine wirkliche numerische Rechnung zu erfahren, so müssen wir uns mit der blossen Anzeige der Abhandlung begnügen.

Im vierten Bande der *Méc. céle.* (IX. Buch) wird nicht von der Bahnbestimmung, sondern nur von deren Störungen durch planetarische Wirkungen gesprochen. Laplace entwickelt dort die allgemeine Methode, diese Störungen zu bestimmen, und giebt dabei zugleich, weil analytische Integrationen nicht möglich sind, das Verfahren an, wie durch mechanische Qua-

1. *Monatl. Corr.* XII. S. 197 u. f.

2. *Ann. des Math. pur. et appliq. par Gergonne et Lavernède.*

3. *Gauss Theoria Art.* 112.

4. *Astron. Nachr.* No. 448 u. 456.

draturen die endlichen Werthe zu erhalten sind. Nur für den Fall, wo die grosse Entfernung des Kometen von dem störenden Planeten die Annahme gestattet, dass der Komet nach dem gemeinschaftlichen Schwerpunkte der Sonne und des Planeten mit der Summe der drei Massen angezogen wird, giebt die Analyse eine strenge Auflösung.

Eine interessante Abhandlung über die relative Wahrscheinlichkeit elliptischer und hyperpolischer Bahnen, lieferte ebenfalls Laplace. Mit Herschel nimmt dieser berühmte Geometer an, dass die Kometen aus der Verdichtung desselben Stoffes entstehen, der die Nebelsterne bildet, folglich in einer nur ganz zufälligen Beziehung zu unserm Sonnensystem stehen, in welchem sie nur dann einheimisch werden, wenn sie dessen Attractionssphäre erreichen.

Nach dieser Voraussetzung hängt es nur von der Art ihres Eintritts in diese Attractionssphäre ab, ob die Hyperbeln oder Ellipsen beschrieben werden. Da aber unter hundert bis jetzt berechneten Kometenbahnen noch keine einzige hyperbolische mit Bestimmtheit vorkommt, so muss ein bestimmter Grund gegen deren Existenz vorhanden sein, und Laplace untersucht es nach den strengen Regeln der Wahrscheinlichkeit, in welchem Verhältniss elliptische und hyperbolische Kometenbahnen in unserm Sonnensystem stattfinden müssen. Nach Laplace's Untersuchung tritt die Theorie der Erfahrung zur Seite, indem nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit 57 gegen 1 zu wetten sind, dass unter hundert beobachteten Kometenbahnen nicht eine einzige bemerkbare hyperbolische sein wird. Doch dieses Resultat ist nicht ganz zuverlässig, da das hierbei von Laplace entwickelte Integral, nach dem Urtheil eines competenten Richters, unvollständig ist. Allein wenn auch die Wahrscheinlichkeitsrechnung nichts für jene Hypothese beweist, so ist sie ihr doch auch keinesweges entgegen, indem sich wegen unserer Unwissenheit über die Grenzen der Geschwindigkeit eines fremden Weltkörpers beim Eintritt in unser System nichts im Allgemeinen darüber bestimmen lässt. Wäre diese Initialgeschwindigkeit = 1803 (die der Erde = 1 gesetzt), so würde man zu der Erwartung berechtigt sein,

dass unter hundert beobachteten Kometenbahnen eine hyperbolische wäre <sup>1)</sup>.

Ueber die Massen der Kometen und ihre Einwirkungen auf das Planetensystem hat im Jahre 1803 Regner eine kleine Abhandlung geschrieben <sup>2)</sup>.

Im Jahr 1818 gab Bessel eine einfache Berechnungsweise des Ortes eines Kometen aus beobachteten Alignements mit 4 Sternen, die noch besser als die Delambre'sche Methode und sehr nutzbar bei neuern Untersuchungen alter Kometenbeobachtungen ist. Allein Olbers machte ein Jahr später sein Verfahren bekannt, das noch etwas kürzer und bequemer als Bessel's Berechnungsweise ist.

Bald nachher haben sich v. Lindenau <sup>3)</sup>, Fischer und Brandes <sup>4)</sup> mit der Theorie der Kometenschweife beschäftigt. Ersterer versuchte auch die physische Beschaffenheit der Kometen überhaupt zu erklären. Nach Brandes lassen sich manche, die Kometenschweife betreffende, Erscheinungen allerdings befriedigend erklären. Indessen hatte es bis damals noch zu sehr an zahlreichen und guten Beobachtungen der Schweife und Nebelhüllen gefehlt, als dass man schon an die Begründung einer allgemeinen Theorie hätte denken können. Dagegen hatte Olbers schon im Jahre 1816 mehrere sinnreiche Bemerkungen über das Licht der Kometen mitgetheilt.

Doch im Jahre 1823 zog Lehmann, ein junger Mathematiker, durch seine neuen Ideen über die Entstehung der Kometenschweife die Augen der Kenner auf sich. In der Hauptsache sieht nämlich Lehmann die Entstehung und Veränderung des Schweifes als eine Art von Ebbe und Fluth der Kometenatmosphäre an, ähnlich derjenigen, die der Mond auf den Luftkreis und die Meere der Erde ausübt.

Brandes hat in Gehlers *Physik. Wörterb.* (neue Ausgabe) V. 2. Abthlg. S. 951 u. f. eine sehr instructive Zusammenstellung der bisherigen vornehmsten Hypothesen über die Bildung der Schweife nebst eigenen Untersuchungen gegeben.

1. M. s. auch *Monatl. Corr.* XI. S. 352.

2. *Monatl. Corr.* VII. S. 221 u. f. Man s. auch XX. S. 402.

3. *Monatl. Corr.* XXV. S. 18 u. f.

4. *Monatl. Corr.* XXVI. S. 533 u. f.

Einen sehr schönen Beitrag zu den Methoden, die Störungen der Kometen zu berechnen, hat Bessel im Jahre 1837<sup>1)</sup> gegeben. Zu diesem Beitrage ward er durch Lagrange's Bemerkung veranlasst, dass die Kraft, welche die Bewegung eines Kometen um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt der Sonne und eines Planeten stört, in grosser Entfernung des Kometen von der Sonne weit kleiner wird, als die die Bewegung um die Sonne störende Kraft. Der grosse Vortheil, den man demnach aus der Betrachtung der Bewegung des Kometen um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ziehen kann, hat Rosenberger's Berechnungen des Halley'schen Kometen abgekürzt. Auch Pontécoulant hat in der *Conn. d. T. 1838* wiederholt an diesen Vortheil erinnert. Allein weil die Mittel, die man anwenden muss, sobald man über diese Annäherung hinausgehen will, noch nicht entwickelt worden waren, so schrieb Bessel seine Abhandlung, deren erster Abschnitt die Entwicklung einer Methode enthält, durch welche man die Bewegung des Kometen, es sei nun um die Sonne oder um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt, auf eine Weise erhält, deren Annäherung an die Wahrheit nur von der Sorgfalt des Rechners abhängt. Im zweiten Abschnitt wird von der Bewegung um den Schwerpunkt ausgegangen, als erster Annäherung, und dann näherungsweise die Verbesserung bestimmt, die dieser noch hinzuzufügen ist. Die hier gegebenen Formeln können zugleich angewandt werden, den Grad der Annäherung zu beurtheilen, den man durch die Voraussetzung der rein elliptischen Bewegung um den Schwerpunkt erhalten würde. Bessel hat es zugleich für nöthig gehalten, ein von den Störungen des Halley'schen Kometen durch die Erde hergenommenes Beispiel vollständig durchzuführen; hierzu ist die Erde und nicht der Jupiter gewählt worden, weil der Verfasser glaubt, dass seine Rechnungsvorschriften vorzugsweise zur Bestimmung derjenigen Perturbationen brauchbar sind, die durch die von der Sonne weniger entfernten Planeten hervorgebracht werden.

Als Bessel's classische Abhandlung über die Störungen der Kometen bekannt geworden, und Lehmann dieselbe gründ-

---

1. *Astron. Nachr.* No. 313—315.

lich studirt hatte, machte Letzterer ebenfalls seine ausgezeichnete Abhandlung <sup>1)</sup> im Jahre 1839 bekannt. Dieselbe enthält die Entwicklung einer ganz eigenthümlichen Methode für die Berechnung der Kometenstörungen, wobei dieselben auf den Schwerpunkt des Sonnensystems bezogen, und die von den einzelnen störenden Massen, deren Quadraten und Producten herührenden Glieder von einander abgesondert werden.

Nachdem sich Encke seit einer Reihe von Jahren mit seinem (nach ihm benannten) Kometen beschäftigt hatte, gab er im Jahre 1850 eine zwar kurze aber vollständige Uebersicht des Ganges <sup>2)</sup>, den er bisher von dem ersten Augenblicke an, wo er so glücklich war, die periodische Wiederkehr des Kometen zu entdecken, in seinen Rechnungen genommen hatte; was um so dankenswerther sein musste, da Encke's bisherige Arbeiten in verschiedenen Zeitschriften <sup>3)</sup> zerstreut vorkommen. In dieser vollständigen Uebersicht zeigte Encke auf eine sehr anziehende Weise, wie er die Entdeckung von der beschleunigten Umlaufszeit des Kometen gemacht habe, und wie er nicht nur zur Annahme der Hypothese von dem Widerstande des Aethers gekommen sei, sondern auch warum er geglaubt habe, die so eben erwähnte Hypothese fortwährend für wahrscheinlich halten zu müssen, indem ihm bisher keine andere Erklärungsweise gleiches Gewicht zu besitzen scheine. Auch erwähnt Encke, dass Olbers mit ihm gleich Anfangs die Ansicht eines Widerstandes des Aethers deutlich ausgesprochen habe, und trägt <sup>4)</sup> die, auf diese Hypothese gegründete, analytische Theorie vor.

Während der Sichtbarkeit des Halley'schen Kometen im Jahre 1835 äusserte Bessel, dass die fortgesetzten Untersuchungen Rosenberger's, Lehmann's, Pontécoulant's und Damoiseau's dem kleinen Unterschiede zwischen der

1. *Astron. Nachr.* No. 367—370.
2. *Astron. Nachr.* No. 210 S. 331.
3. *Astron. Jahrb.* 1822 S. 200; 1823 S. 215 und 217; 1826 S. 128 und 133; *Astron. Nachr.* II. S. 38, IV. S. 126, VII. S. 118. *Correspon. Astron.* Vol. IX. S. 194, XIII S. 354.
4. *Astron. Nachr.* No. 210 S. 332. u. f.

berechneten und der wahren Durchgangszeit durch das Perihel entweder eine genügende Erklärung geben oder nachweisen würden, dass derselbe von bisher unerkannten Ursachen abhängt. Bei dieser Gelegenheit nun war es auch, wo Bessel die merkwürdigen Worte (in einem Briefe an Schumacher) schrieb: „Die beschleunigten Umläufe des, von Encke berechneten, Kometen erscheinen mir zwar durch die Beobachtungen völlig erwiesen, die Annahme eines widerstehenden Aethers zur Erklärung der Beschleunigung aber nicht hinreichend dadurch begründet. Die Thatsache ist einfach, dass die Umläufe sich beschleunigen; es sind hundert Ursachen möglich, welche einen solchen Erfolg hervorbringen, man kann aber nur eine bestimmte davon anzunehmen sich berechtigt fühlen, wenn ihr Dasein anderweitig nachgewiesen ist, oder ihre Annahme noch andere Erscheinungen erklärt. Bei dem widerstehenden Aether ist beides, so viel ich weiss, nicht der Fall; denn wenn man auch den Lichtäther zugeben will, so ist damit das widerstehende Mittel nicht eher zugegeben, als nachgewiesen sein wird, dass er die Kometen nicht durchdringt; etwas anderes als die Bewegung des einen Kometen, was durch einen Widerstand im Weltraume erklärt werden könnte, ist bekanntlich bis jetzt nicht vorhanden, indem der Lauf der Planeten und des Mondes keine Andeutung eines Widerstandes gegeben hat.“

Encke, der durch diese gelegentliche Aeusserung Bessels seine Hypothese des widerstehenden Mittels angegriffen sah, hielt es für seine Pflicht, dem grossen Königsberger Astronomen auf eine möglichst gründliche Weise zu opponiren<sup>1)</sup>. Der Encke'sche Komet hat nämlich die auffallende Erscheinung einer beschleunigten Umlaufszeit, dabei aber auch, was für die Erklärung dieser Abnormität wichtig ist, in den übrigen Elementen keine so ungewöhnlichen Unterschiede gezeigt, dass die nämliche Ursache, welche die mittlere Bewegung gestört hat, auch bei den andern Elementen sichtbar gewirkt haben könnte. Dass die noch so wenig bekannte Natur der Kometen<sup>2)</sup> ver-

1. *Astron. Nachr.* No. 305.

2. *Monatl. Corr.* X. S. 417.; XXV. S. 558 u. f.; XXVII. S. 318 u.

schiedene Erklärungen zulassen mag, ist nicht zu bezweifeln, doch wird die Zahl derselben nicht übergross sein, zumal wenn sie unter einige allgemeine Gesichtspunkte gebracht werden, wie Encke wirklich gethan hat. Sein höchst interessanter Aufsatz <sup>1)</sup> verdient studirt zu werden. Encke hat daselbst vier Haupterklärungen für die, vom Encke'schen Kometen so sichtlich gezeigte, Erscheinung gegeben, und zugleich umständlich darzulegen gesucht, warum der Halley'sche Komet weder für, noch gegen Encke's oder Bessel's Ansicht entscheiden könne. Am Schlusse seines merkwürdigen Aufsatzes äussert Encke, dass seine Ansichten über die ganze Sache keinesweges erst nach dem Erfolge in ihm entstanden wären. Er hatte nämlich zu Weihnachten 1834 zu seiner eben so grossen Ueberraschung als Bewunderung das erfahren, was Lehmann schon ausgeführt, ohne zu wissen, wie weit Rosenberger vorwärts geschritten. Zu jener Zeit war auch keine Hoffnung zu der Rosenberger'schen Ephemeride vorhanden. Deshalb wurde nun Lehmann von Encke dringend ersucht, seine angefangenen Störungsrechnungen bis 1835 fortzuführen und den etwaigen Widerstand des Aethers nicht zu berücksichtigen, da dessen Ermittlung unter diesen Umständen nicht zu hoffen sei. Nun hatte Lehmann anfangs allerdings die Absicht, so zu verfahren, allein, je weiter er seine Rechnungen fortsetzte, desto drückender wurde ihm das Bewusstsein, eine der erwähnten Ausschliessung wegen etwas unrichtige grosse Axe zum Grunde legen zu müssen, weshalb er die Störungsberechnungen beim Jahre 1765 abbrach, um durch Bestimmung der Störungen von 1607 bis 1682 den Widerstand erfahrungsmässig zu erhalten. —

Dieser ganze Aufsatz von Encke veranlasste bald darauf den Königsberger Astronomen mittels einiger, durch einige allgemeine und numerische Berechnungen unterstützten, Bemerkungen über mögliche Unzulänglichkeit der die Anziehungen allein berücksichtigenden Theorie

---

f.; *Philos. Transact.* 1812 p. 115., 229.; *Expos. du Syst. du Monde*, Liv. 2. chap. 5; *Conn. d. T.* 1806 p. 213; 1816 p. 213.

1. *Astron. Nachr.* No. 305 S. 267 u. f.

der Kometen dem Berliner Astronomen nachdrücklich zu entgegenen. Am Schlusse dieser Bemerkungen fügte Bessel hinzu, dass, indem die Wirkung einer Ausströmung auf die Bewegung des Kometen, der sie besitzt, nicht bezweifelt werden kann, keinesweges ihre Existenz, sondern blos ihre Grösse und ihr Gesetz Gegenstände der künftigen Untersuchungen sind. Auch sei von der Verfolgung beider Ansichten (Encke's und Bessel's) bei dem neuesten Zustande der Naturwissenschaften kein Vortheil zu erwarten, da sich beide Hypothesen, die der Ausströmung und die des Widerstandes, der Rechnung offenbar entziehen. Deshalb sieht Bessel jede Verhandlung über diese Sache als eine ganz unfruchtbare an.

Eine neue analytische Theorie der Kometenschweife hat Bessel bald nachher, als der Halley'sche Komet im Jahre 1856 von den Blicken der Erdbewohner Abschied genommen<sup>1)</sup>, gegeben, hierbei Bezug auf manche Heinsius'sche Beobachtung des Kometen von 1744 und auf gewisse Erscheinungen des grossen Kometen von 1811 genommen, und schliesslich darauf aufmerksam gemacht, dass sorgfältige Beobachtungen über die Schweife allerdings der Grund eines Urtheils über das Dasein eines widerstehenden Aethers im Weltraume werden könnten.

Als der Biela'sche Komet im Jahre 1852 erschienen war, äusserte John Herschel, dass, sollte die Berechnung desselben die Thatsache eines erlittenen Widerstandes auch bei diesem Kometen (nach Encke's Hypothese) ergeben, die periodischen Kometen alsdann einen ausserordentlichen Grad von Interesse erlangen würden. Ohne Zweifel, bemerkt Herschel ferper, werden noch viel mehr Kometen entdeckt werden und durch den Widerstand, den sie erleiden, würden Fragen wie folgende entschieden werden. Welches Gesetz der Dichtigkeit befolgt das die Sonne umgebende widerstehende Mittel? Befindet es sich in Ruhe oder in Bewegung? Wenn das Letztere der Fall ist, in welcher Richtung bewegt es sich? In einer geschlossenen krummen Linie um die Sonne, oder geradlinig durch den Raum? In welcher Ebene bewegt es sich im erstern Falle? Es ist offenbar, dass eine Kreis- oder Wirbelbewegung des Aethers

1. *Astron. Nachr.* No. 301 S. 269 u. f.



einige Kometen beschleunigen, andere verzögern würde, je nachdem sie in Bezug auf eine solche Bewegung rechtläufig oder rückläufig wären. Angenommen, die Nähe der Sonne wäre mit einer materiellen Flüssigkeit erfüllt, so ist nicht denkbar, dass der Jahrtausende lang fortgesetzte Umlauf der Planeten in derselben ihr nicht eine Art von Rotation in ihrer eignen Richtung ertheilt haben sollte. Dieser Umstand bewahrt die Planeten vielleicht vor bedeutenden Wirkungen eines angehäuften Widerstandes.

Historische Notizen in Betreff mancher Methoden von Kometenbahn-Bestimmungen gab v. Zach im Jahre 1803 <sup>1)</sup>.

Olbers gab im Jahre 1825 Notizen und Aeusserungen in Betreff eines im Jahre 1625 erschienenen Kometen, und im Jahre 1830 machte er einige interessante Mittheilungen über anomale Kometenschweife bekannt. In der genialen Abhandlung über die Dichtigkeit des Aethers äussert nämlich Valz die Meinung, dass der anomale, nach der Sonne gerichtete Schweif, den man an dem Kometen von 1823 vom 22. bis zum 30. Jan. 1824 wahrnahm, doch wohl ein von der Sonne abgekehrter, nur stark zurückgebogener Schweif gewesen sei, den man perspectivisch hinter dem Kopfe des Kometen wieder hervortreten gesehen, und nach der Sonne gerichtet geglaubt habe. Dieselbe Meinung hatte auch schon früher ein verdienter deutscher Gelehrter behauptet.

Demjenigen, der diesen Schweif selbst gesehen hat, wird dies gleich als unmöglich erscheinen. Der anomale Schweif war wirklich gegen die Sonne, nicht von ihr abwärts gerichtet. Olbers erinnert, dass dieser anomale Schweif völlig 7 Grade lang war, da der von der Sonne wie gewöhnlich abgewandte Schweif nur  $5\frac{1}{2}$  Grad betrug: was schon hinlänglich zeigt, dass wir hier nicht bloß perspectivisch ein kleines Stück eines von der Sonne abgekehrten Schweifs sahen. Auch widersprach die Art des Anschliessens an den Kopf des Kometen ganz einer solchen Vorstellung.

Damals, als Olbers seine Beobachtung dieses anomalen Schweifs bekannt machte, hielt er diese Erscheinung für ganz einzig in ihrer Art, für ganz unerhört. Aber zufällig fand er, dass sie schon einmal, und zwar bei dem berühmten Kometen

1. Monatl. Corr. VIII. S. 56.

von 1680 wahrgenommen ist, und zwar von einem in dieser Hinsicht ganz zuverlässigen Beobachter, dem ersten Entdecker dieses Kometen, Gottfried Kirch.

In seiner neuen Himmelszeitung, darin sonderlich und ausführlich von den zwei neuen grossen im Jahr 1680 erschienenen Kometen u. s. w. Nürnberg 1681. 4. giebt er ein Tagebuch seiner Beobachtungen dieses Kometen.

Olbers hat eine grosse Menge von der Anzahl der Schriften über diesen Kometen durchblättert, aber nicht gefunden, dass irgend ein anderer Beobachter Spuren von diesem anomalen Schweife gesehen habe. Es ist dies jedoch kein Wunder: ein solches schwaches, gar nicht erwartetes Scheinchen, wie es Kirch nennt, konnte gar zu leicht übersehen werden. Sah doch selbst der, sonst so aufmerksame und scharfsichtige, Harding am 22. Jan. 1824 diesen Afterschwanz nicht, ob er gleich den Kometen und seinen gewöhnlichen Schweif sorgfältig betrachtete, und der anomale Schweif schon so sichtbar war, dass er in Berlin und in Böhmen mit einem Operngucker wahrgenommen werden konnte.

Nach der damaligen Lage des Kometen musste der Afterschwanz, weil er unter ihm seine Richtung hatte, gegen die Sonne gerichtet sein. Die Glaubwürdigkeit des braven Kirch ist durchaus nicht zu bezweifeln, und sie kann dadurch nur noch gewinnen, dass er auf diese Bemerkung des anomalen Schweifs gar keinen besondern Werth zu legen scheint.

Man kann also nun folgern: 1) geschwänzte Kometen zeigen zuweilen ausser ihrem gewöhnlichen einen schwächern, gegen die Sonne gerichteten, Schweif. 2) Diese sonderbare Erscheinung dauert nur wenige Tage. 3) Bisher hat man sie nur nach dem Perihel, und ziemlich lange nach demselben gesehen.

Künftig wird man höchst wahrscheinlich dieses Phänomen öfterer bemerken, da man nun weiss, dass es zuweilen vorkommt. Es ist zu wünschen, dass man bei jedem grossen und geschwänzten Kometen recht aufmerksam darauf ist. Eine grosse Aufmerksamkeit ist um so nöthiger, da es sich nur immer schwach, und nur immer bei vollkommen heiterm Himmel ohne Dämmerung und Mondlicht zeigen kann. Wenn dann erst durch mehrere Beobachtungen alle Umstände und Bedingungen, womit

diese Erscheinung verbunden ist, bekannt sind, wird sich an eine Erklärung derselben denken lassen. Gewiss ist es, dass sie das Dunkle und Räthselhafte in der Beschaffenheit dieser so sonderbaren Weltkörper noch sehr vermehrt.

Ueber die Vertheilung der Perihelien von 98 beobachteten und berechneten Kometen hat Bode eine, von ihm abgefasste, Abhandlung am 5. August 1809 der königl. Akademie zu Berlin vorgelesen.

Olbers hatte im Jahre 1801 auch die Frage aufgestellt, ob es wahrscheinlich sei, dass D'Angos am 18. Januar 1798 wirklich einen Kometen vor der Sonne gesehen habe. Mechain und mehrere andere Astronomen hatten grosse Zweifel gegen diese Betrachtung, und nach Olbers' Untersuchung zeigt es sich allerdings, dass eine solche Erscheinung zwar sehr möglich, allein nur wenig wahrscheinlich ist. Von 481 Kometen, die durch ihren, innerhalb der Erdbahn gelegenen, Knoten gehen, kann der Wahrscheinlichkeit nach, nur einer auf die Sonnenscheibe treffen, und wird dann ferner die jährliche Zahl der Kometen und die dabei nothwendige Bedingung ihrer Elemente in Betrachtung gezogen, so findet Olbers, dass eine solche Erscheinung nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit aller 522 Jahre nur ein Mal gesehen werden kann.

Am interessantesten für Astronomen und Nichtastronomen sind aber unstreitig seine Untersuchungen über die Möglichkeit, dass ein Komet mit der Erde zusammenstossen könne, die gegen Ende des Jahres 1810 bekannt wurden, und im Jahre 1826, als der Biela'sche Komet (S. 224) grosse Besorgniss erregt hatte, nochmals in Schumacher's astronomischen Nachrichten abgedruckt worden sind, um diese Besorgniss als ungegründet darzustellen und zu zerstreuen. Schon seit mehr als hundert Jahren hat nämlich der Gegenstand Mathematiker beschäftigt, und oft das grössere Publikum beängstigt, wenn die Meinungen jener bejahend für eine solche Möglichkeit ausfielen. Halley, Whiston, Heyn, Maupertuis und Lambert untersuchten die Wahrscheinlichkeit und Wirkungen eines solchen Zusammentreffens, doch ohne gerade die Frage auf eine sehr mathematische Art zu behandeln. Mehr geschah dies von Lalande und hauptsächlich von Duséjour,

der aus einer weitläufigen analytischen Discussion den Schluss zog, dass zwar das Zusammentreffen eines Kometen mit der Erde nicht absolut unmöglich, aber so unwahrscheinlich sei, dass man das Unendliche gegen Eins wetten könne, ein solches Ereigniss werde nie stattfinden. Allein Duséjour's Analyse war irrig; dies zeigt Olbers, der nach einer richtigern Methode und mit Zuziehung der wahrscheinlichsten Annahme über die Bahn der Kometen und deren Grösse findet, dass von 459 Millionen Kometen, welche der Sonne näher kommen als der Erde, den Regeln der Wahrscheinlichkeit zu Folge, einer mit dieser zusammentreffen wird. Olbers nimmt an, dass im Durchschnitt alle Jahre wenigstens zwei Kometen zu ihrer, innerhalb der Erdbahn gelegenen, Sonnennähe kommen, und dass also hiernach in 220 Millionen Jahren einmal das Zusammenstossen eines Kometen mit der Erde stattfinden kann. Da die Atmosphäre des Kometen immer weit ausgedehnter als der Kern ist, so untersucht Olbers diesen Fall besonders, und findet unter der Annahme, dass im mittlern Durchschnitt der Halbmesser einer solchen Atmosphäre = 6 Erdhalbmesser, die Wahrscheinlichkeit einer Berührung mit dieser für 8 — 9 Millionen Jahre. Da es übrigens aus den fortgesetzten Beobachtungen von Schröter, Herschel und Olbers immer wahrscheinlicher wird, dass die allermeisten Kometen weder einen festen Kern, noch irgend eine bedeutende Masse haben, wie sich dies bei dem von 1770 ganz bestimmt zeigte, indem dieser in einer sehr grossen Erdnähe eben so wenig auf diese, als auf die Jupitersatelliten, deren ganzes System er durchlief, den mindesten störenden Einfluss hatte, so würden selbst noch bei einer weit grössern Annäherung eines Kometen an die Erde bei weitem nicht die schrecklichen zerstörenden Wirkungen stattfinden, wie sie von Halley, Whiston, Maupertuis und Lalande dargestellt worden sind. Fand schon, wie es manche geologische Erscheinungen nicht unwahrscheinlich machen, in frühern Epochen ein solches Zusammenstossen einmal statt, so ist eine ähnliche Gefahr noch weit entfernter, deren Möglichkeit dann wirklich für ein unendlich Kleines angegeben werden kann<sup>1)</sup>.

1. *Monatl. Corr.* XX. S. 397 u. f.

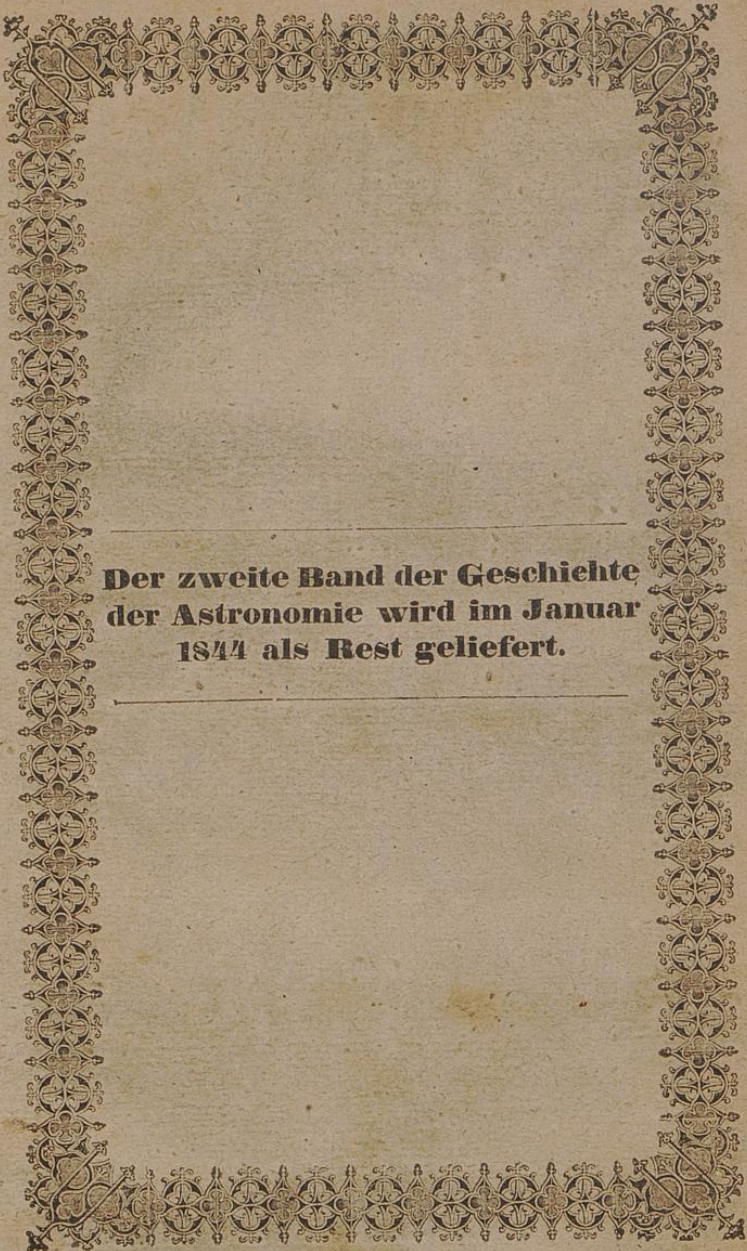
Nach den, in diesem Theile aufgestellten, Erfahrungen, die man in dem Gebiete der Kometenwelt bis jetzt gewonnen hat, und welche noch keinesweges hinreichende, sichere Aufschlüsse über die Natur der Kometen zu geben vermocht haben, kann doch mit Recht behauptet werden, dass die Kometen, mit Ausnahme einiger wenigen, in Ellipsen, nicht aber in Parabeln oder Hyperbeln, ihre unter allen Winkeln gegen die Ekliptik geneigten, meistens sehr excentrischen, Bahnen um die Sonne beschreiben. Dabei müssen sie aber, weil die Kometen höchst wahrscheinlich blosser Dunstmassen, also noch nicht gehörig ausgebildete Weltkörper sind, grosse Störungen in ihrem Laufe erfahren, sobald sie den Planeten, zumal den grössern, zufällig nahe vorbeikommen. Auch darf es nicht auffallen, dass die meisten bisher berechneten Bahnen sehr gross sind, mithin die Umlaufzeiten sich auf Hunderte oder Tausende von Jahren erstrecken. Denn diese Bahnen gehören entdeckten Kometen an, während solche Kometen, die im Laufe nur weniger Jahre die Sonne umkreisen, und welche also nur kleine Bahnen beschreiben, offenbar darum sehr schwer oder nie zu entdecken sind, weil sie (wie Merkur) sich nicht sehr von der Sonne entfernen. Vielleicht ist auch die grosse Nähe der Sonne alsdann Ursache, dass nicht nur die Bahnen solcher Kometen fast immer grosse Veränderungen erfahren, sondern dass auch diese Weltkörper selbst keine lange Dauer haben, indem sie entweder vermöge der übergrossen Sonnenhitze sich ganz und gar in Dunst auflösen, oder sich in die Sonne unmittelbar stürzen, und auf diese Weise völlig vergehen. Und dennoch scheint es nicht unmöglich, ja, vielmehr der Allmacht des Schöpfers völlig angemessen zu sein, die Möglichkeit einer Bewohnbarkeit der Kometen anzunehmen. Denn sollten etwa diese Himmelskörper, welche bei weitem die zahlreichsten der, zu unserm Sonnensysteme gehörenden, Welten sind, und gegen welche die 29 Haupt- und Nebenplaneten ganz verschwinden, völlig unbewohnt sein, blos darum, weil wir Menschen nicht begreifen können, von welcher Art jene, die Kometen bewohnenden, Wesen sein sollen? In der That, es ist eine, die allweise Fürsorge Gottes vollkommen anerkennende, Meinung, als gewiss vorauszusetzen, dass auf jenen, durch so grosse Räume des

Himmels wandernden, Welten gewisse Wesen eben so gut leben und sich eben so glücklich fühlen können, als wir Menschen, die wir uns so gern als die Herren der Erde betrachten! Hätten wir nicht vielmehr volle Ursache, die Kometenbewohner um ihre grossen Reisen durch das Sonnensystem zu beneiden, wo sich ihnen verschiedene Ansichten des gestirnten Himmels darbieten, von welchen die Astronomen keine Ahnung haben können, wo sie Erfahrungen und Kenntnisse einsammeln, gegen welche vielleicht die unsrigen gänzlich verschwinden müssen? Uebrigens ist es durchaus keine Frage, dass in dem jetzigen Jahrhundert, namentlich in der neuern Zeit, die Theorie der Bahnberechnung und der Störungsrechnungen für die Kometen auf eine sehr hohe Stufe der Ausbildung gelangt ist. Eben so können wir endlich auch nach dem, was in diesem Theile Vorzügliches mitgetheilt worden ist, leicht schliessen, dass die Beobachtungen von Kometen die hauptsächlichste Anregung auf die Anfertigung neuer Sternkataloge, die genauer sind und weit mehr Sterne, besonders kleine, enthalten, Bedacht zu nehmen, gegeben haben. Möge denn die Folgezeit neue grossartige Entdeckungen und Aufschlüsse in der, für uns so äusserst merkwürdigen, Kometenwelt recht zahlreich gewähren!

Ende des ersten Bandes.

Druck von Sturm und Koppe in Leipzig.



A decorative border with a repeating geometric and floral pattern surrounds the text. The pattern consists of interconnected circles and lines, creating a lattice-like structure with small floral motifs at the intersections.

---

**Der zweite Band der Geschichte  
der Astronomie wird im Januar  
1844 als Rest geliefert.**

---







