

Handwritten text at the top of the page, likely a title or header.

Second line of handwritten text.

Third line of handwritten text.

Fourth line of handwritten text.

Fifth line of handwritten text.

Sixth line of handwritten text.

Seventh line of handwritten text.

Eighth line of handwritten text.

Ninth line of handwritten text.

Tenth line of handwritten text.

Eleventh line of handwritten text.

Ueber  
die Gestalt  
der  
Cometenschweife  
und  
über die Kräfte, welche ihr Entstehen bewirken.

---

Herschels  
letzte Untersuchungen  
über das  
Weltgebäude.

---

Von  
H. W. Brandes,  
Professor in Breslau.

---

Leipzig 1826.  
Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Unterhaltungen

für

Freunde der Physik

und

Astronomie

von

H. W. Brandes,  
Professor in Breslau.

---

Zweites Heft.

---

Leipzig 1826.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

1777

Geometrie

1777

1777

1777

1777

---

Ueber die Gestalt der Cometenschweife,  
und über die Kräfte, welche ihr Entstehen  
bewirken.

---

Bei Erscheinungen, die so gänzlich außer dem Bereich unsrer Versuche liegen, ja die nicht einmal aus verschiedenen, willkürlich gewählten, Standpunkten betrachtet werden können, wie die Schweife der Cometen, ist es sehr schwierig, ihre wahre Beschaffenheit zu bestimmen und die Ursachen, von welchen sie hervorgebracht werden, zu entdecken. Um hier, so weit es möglich ist, einen sichern Grund zu weiteren Forschungen zu gewinnen, bietet uns die Mathematik auf doppelte Weise ihre Hülfe dar, indem sie erstlich uns lehrt, aus richtigen und genauen Beobachtungen die geometrischstreng Bestimmung des Phänomens abzuleiten, und zweitens uns in Stand setzt, nach mechanischen Principien anzugeben, wie die Erscheinung sein würde, wenn man das Gesetz der dabei wirksamen Kräfte hypothetisch annimmt. Die Anwendung auf die Cometenschweife wird am besten zeigen, wie uns hier, und eben so in vielen andern Fällen, die Hülfe der Mathematik sowohl zur genauen Kenntniß der Erscheinung selbst, als zu Entdeckung ihrer Ursachen höchst nützlich, ja unentbehrlich ist.

Die Cometenschweife zeigen sich in ganz verschiedenen Gestalten, ja derselbe Comet kann in dem einen Theile seines scheinbaren Laufes ganz anders aussehen, als in andern Gegenden seiner Bahn; aber daraus folgt gar nicht, daß die Gestalt seines Schweifes sich wirklich geändert habe,

sondern die ungleiche Stellung der Erde gegen ihn kann diese verschiedenen Erscheinungen bewirken, und da wir keinen andern Standpunct wählen können, um den Cometen-  
schweif zu betrachten, als den, welchen die Erde gerade einnimmt, so haben wir kein andres Mittel als die Geometrie, um das richtig zu beurtheilen, was uns aus einem ungünstigen Standpuncte oft ganz unregelmäßig erscheint.

Aber wenn wir nun auch die wahre Gestalt des Cometen-  
schweifes kennen gelernt haben, wenn wir wissen, welche wahre Veränderungen er im Fortgange der Zeit erlitten hat, so ist es für uns, die wir gar nicht die dort wirkenden Kräfte kennen, doch noch höchst schwierig, über die Entstehung des Schweifes Muthmaßungen, die einigermaßen begründet sind, zu fassen. Der unmathematische Physiker begnügt sich allenfalls, die Electricität, die ja so Vieles erklärt, in Anspruch zu nehmen, oder die Cometen-  
schweife „eine Licht-Erscheinung“ zu nennen, was sie freilich unstreitig sind; aber damit wird gar nicht erklärt, warum sie gerade diese Gestalt haben, warum sie meistens nach der Sonnennähe größer sind, als vorher u. s. w. Wenn also, eine Natur-Erscheinung erklären, nicht bloß heißt, sich in einigen schwankenden Redensarten und oberflächlichen Vergleichen darüber auslassen, sondern vielmehr eine Erklärung der Erscheinung so beschaffen sein soll, daß über jeden einzelnen Umstand Rechenschaft gegeben, und nach Zahl und Maß bestimmt werde, wie die Erscheinung sich zeigen muß: so können solche Erklärungen offenbar nur als ganz nichtig erscheinen. Da wir aber die auf dem Cometen thätigen Naturkräfte nicht kennen, so bleibt uns, um zu einer wahren Erklärung dieser Erscheinungen zu gelangen, einzig der Weg der Hypothesen offen, das heißt, wir müssen fragen, ob Kräfte, die nach gewis-

fen hypothetisch angenommenen Gesetzen wirken, diese Erscheinung genau so hervorbringen können. Damit die Beantwortung dieser Frage sich genau geben lasse, damit eine mathematisch strenge Vergleichung mit der Beobachtung Statt finde, muß das Gesetz der Kraft ein solches sein, das einer mathematischen Rechnung zum Grunde gelegt werden kann, und man muß die Folgerungen aus demselben mit strenger Genauigkeit ableiten; dann ergiebt sich, ob das hypothetische Gesetz der Erscheinung angemessen ist, und man kann beurtheilen, ob sich die Abweichungen der Erfahrung von dem Resultat der Hypothese vielleicht aus mitwirkenden Nebenursachen erklären lassen, oder ob man jene Hypothese ganz aufgeben muß.

Doch es wird besser sein, das, was hier obenhin angedeutet ist, jetzt nicht weiter zu verfolgen, sondern an dem Beispiele, welches die Cometenschweife darbieten, zu zeigen, wie man sich der Mathematik bedienen muß. Vielleicht dient die Darlegung der Resultate dieser Untersuchungen zugleich, um im Allgemeinen begreiflich zu machen, warum die mathematischen Physiker so wenig geneigt sind, denjenigen Erklärungen einer Natur-Erscheinung, die nicht bestimmt genug sind, um zu strengen, in Zahlen anzugebenden Resultaten zu führen, ihren Beifall zu geben.

Ich theile hier diese Untersuchungen ohne alle Formeln mit, da ich gerade denen, die nicht viel von mathematischen Formeln verstehen, den Nutzen dieser Untersuchungen zeigen möchte; — ich theile sie so mit, wie sie, noch unvollendet, jetzt da stehen, in der Hoffnung, daß sie auch so schon Nutzen bringen werden; denn wenn sie auch zu dem Ziele, eine richtige, vollkommen genügende Erklärung der Erscheinungen der Cometenschweife zu erhalten, noch nicht führen, so zeigen sie doch wenigstens, wie die hier zu betrachtende

Hypothese sich schon nahe an die Beobachtungen anschließt, und lassen übersehen, wie viel sich mit Hülfe theoretischer Bestimmungen ausrichten ließe, wenn die Beobachtungen, die man vergleichen könnte, recht zahlreich und genau wären.

Geometrische Untersuchungen, um die wahre Gestalt der Schweife aus den Beobachtungen kennen zu lernen.

Wie wenig wir die wahre Gestalt eines Gegenstandes aus dem bloßen Anblick genau beurtheilen können, ist aus manchen Erfahrungen bekannt genug. Der Künstler, der an einem Gewölbe ein Gemälde ausgeführt hat, stellt uns in den richtigen Beobachtungspunct, und wir glauben nun, er habe an jener Wand Kopf und Fuß seiner menschlichen Figuren in dem Verhältniß gezeichnet, welches in der Natur vorkommt; aber dieses ist keinesweges der Fall, sondern er hat auf der krummen Fläche ganz andre Verhältnisse wählen müssen, damit uns, indem wir die Personen aufrecht stehend zu sehen glauben, alles in der richtigen Proportion erscheine.

Ein andres, der nachherigen Anwendung fast noch mehr entsprechendes, Beispiel bieten die Projectionen des Kreises dar, in welchen man diesen oft durchaus nicht wieder erkennt. Wenn man ein brennendes Lämpchen A, über welchem sich (Fig. 1.) eine kreisförmig ausgeschnittene Metallplatte BC befindet, nahe an eine verticale Wand DE stellt, während die Metallplatte horizontal ist: so stellt sich an der Wand ein hyperbolisch geformter, heller Raum FGE dar, der sich oberwärts immer mehr erweitert, und sich ins Unendliche fort erstrecken würde, wenn die Höhe der Wand dieses erlaubte. Wir wollen uns nun statt des Lämpchens in A ein Auge denken, und annehmen, daß in völlig dun-



Aber Nacht jene verticale Wand DE mit Sternchen besäet wäre, die, ohne den umgebenden Gegenständen ein erhebliches Licht mitzutheilen, doch selbst deutlich gesehen würden; wir wollen annehmen, der Beobachter, dessen Auge wir an die Stelle des Lämpchens gesetzt haben, kenne die Sternbilder der Wand, so wie wir die am Himmel kennen, er wisse aber nicht, wie der dunkle Gegenstand liegt, welcher ihm die Sternchen verdeckt: so wird er, indem er durch den offenen Kreis gegen seine Sternenwand blickt, bemerken, daß ihm nur die in dem hyperbolischen Raume FGEH liegenden Sternbilder sichtbar sind, und er müßte also, nach dem bloßen Anschein, vermuthen, ein dunkler, nicht kreisförmig, sondern hyperbolisch ausgeschnittener, Körper verdecke ihm für jetzt seine Sternenwand. Aber wenn dieser Beobachter ein Mathematiker ist, so braucht man ihm nur zu sagen, die Sternenwand sei vertical, das ausgeschnittene Blech aber horizontal, so wird er berechnen, daß die horizontale Oeffnung kreisförmig sein muß, um jenen hyperbolischen Raum der Wand sichtbar zu lassen, und wenn er zugleich wüßte, in welcher Entfernung über seinem Auge die horizontale Ebene sich befindet, so könnte er sogar die Größe dieses Kreises berechnen \*).

\*) Ich bin überzeugt, daß selbst der, dem die Regeln dieser Rechnung gänzlich fremd sind, an der Wahrheit dieser Behauptungen nicht zweifeln wird; denn er sieht ein, daß die sämtlichen, vom Auge nach dem Umfange jener Hyperbel gezogenen, geraden Linien auf einer krummen Fläche liegen, die damit hinreichend bestimmt ist, und deren horizontale Querschnitte man also, wenn man wirklich solche Ebenen legte, kennen lernen könnte; was aber geometrisch bestimmt ist, das kennen zu lernen, bedarf der Mathematiker nicht mehr nothwendig des Auges, sondern die Rechnung giebt ihm die genauern Abmessungen, die der des Rechnens unkundige mit dem Maßstabe am Gegenstande selbst abnehmen muß. Da wir nun mit unsern Maßstäben nicht überall so leicht-

Auf eine ganz ähnliche Weise verlangen wir nun, außer auf das Himmelsgewölbe projectirten Gestalt des Cometschweifes seine wahre Gestalt zu bestimmen, und um das zu thun, müssen wir freilich von einer Hypothese ausgehen, deren Richtigkeit wir durch gut gewählte Beobachtungen werden bestätigen oder widerlegen können. Diese Hypothese ist, daß wahrscheinlich die Längenrichtung des Schweifes oder die Are des Schweifes in der Ebene der Cometenbahn liege. Nehmen wir also zuerst an, daß diejenige Linie, die uns als Mitte des Schweifes erscheint, die Projection dieser Are sei, so haben wir nur nöthig, uns gerade Linien vom Auge nach den Puncten des Himmelsgewölbes zu denken, wo diese Mittellinie des Schweifes erscheint, und die Durchschnittspuncte dieser Linien mit der Ebene der Cometenbahn bezeichnen die Are des Schweifes in dieser Ebene selbst. Da die Ebene der Cometenbahn aus andern Beobachtungen bekannt ist, so läßt sich die hier angegebene Bestimmung immer erhalten, und bei den meisten Cometen, wo der Schweif nicht ungemein genau beobachtet ist, müssen wir uns mit dieser Bestimmung begnügen und bei günstiger Stellung der Erde läßt sie auch kaum etwas zu wünschen übrig; wäre für einen Cometen die Bahn nicht bekannt, so würde man die Beobachtungen des Schweifes nicht weiter gebrauchen können. \*)

---

ten Zugang finden, wie hier zu dem Blechdeckel unsrer Lampe, so ist es oft unumgänglich nöthig, die Mathematik zu Hülfe zu nehmen. Ich führe dies hier an, um an einem der allerleichtesten Exempel zu zeigen, wie weit uns ungefähr die natürliche Geometrie führt, und wie sie uns freilich dient, zu beurtheilen, was einer strengen Bestimmung fähig ist, ohne doch selbst im Stande zu sein, diese strenge Bestimmung zu geben.

\*) Dieser seltne Fall kommt bei dem zweiten Cometen des Jahres 1618 vor, dessen Schweif in Deutschland gesehen ward, während

Die so gefundenen Angaben für die Are des Schweifes beruhen auf zwei Voraussetzungen, nämlich erstlich, daß die Are in der Ebene der Bahn liege, zweitens, daß die beobachtete Mittellinie des Schweifes wirklich als Projection seiner Are anzusehen sei. Die erste Voraussetzung läßt sich durch Beobachtungen prüfen. Es ereignet sich nämlich zuweilen, daß, während der Comet beobachtet wird, die Erde durch die Ebene seiner Bahn geht, und wenn man in diesem Zeitpuncte die Richtung des Schweifes bestimmt, so findet man, ob seine Mittellinie mit der Ebene der Bahn zusammenfällt. Um dies zu erläutern, muß ich zuerst daran erinnern, daß die Ebene der Cometenbahn allemal eine durch die Sonne gehende Ebene ist, und daß sie daher, sie mag übrigens, welche Neigung sie wolle, gegen die Ebene der Erdbahn haben, diese in einer geraden Linie, die durch die Sonne geht, schneidet. Ist TU diese Linie (Fig. 2.), so befindet sich die Erde in V an der einen, in W an der andern Seite der Cometenbahn, in U oder T aber ist die Erde in der Ebene selbst, in welcher der Comet seinen ganzen Lauf vollendet. Obgleich wir nun, wenn auch die Erde sich in T oder U befindet, am Himmel kein sichtbares Merkmal haben, das uns diese Ebene der Cometenbahn bezeichnete, so können wir doch durch Berechnung den Kreis am Himmel angeben, nach welchem hin wir unsre Gesichtslinien ziehen müssen, damit sie in jener Ebene liegen. Man kennt nämlich \*) aus der Beobachtung des Laufes, den der Comet am Himmel nimmt, die Lage der Knotenlinie TU

sein Kern zu tief südlich stand, um in Europa gut beobachtet zu werden.

\*) Wie man dies findet, habe ich in meinen Astronomischen Briefen 2. Th. 53ter Brief so deutlich als möglich gezeigt.

und die Neigung der Ebene gegen die Ecliptik; da wir hier annehmen, daß die Erde gerade in dieser Knotenlinie sei, so haben wir nur nöthig, den als Knoten angegebenen Punct der Ecliptik am Himmel aufzusuchen, und durch ihn und den Cometen (das heißt den Kern oder Körper des Cometen) einen größten Kreis zu ziehen; diese Linie am Himmel ist ganz das, was wir als sichtbare Bezeichnung dieser Ebene sehen würden, wenn sie körperlich dargestellt im Weltraum vorhanden wäre. Wenn also in dem Augenblick, wo die Erde durch T oder U geht, die ganze Mittellinie des Schweifes diesem größten Kreise folgt, so liegt des Schweifes Ape in der Ebene der Bahn, und unsere Hypothese ist für diesen Augenblick gültig, damit aber auch offenbar für andre Zeiten hinreichend bestätigt.

Die andre Voraussetzung, daß die beobachtete Mittellinie des Schweifes mit seiner wahren Ape übereinstimme, ist bei ungünstiger Stellung der Erde zuweilen minder zuverlässig und bedarf da, wenn sehr gute Beobachtungen eine größere Genauigkeit gestatten, zuweilen einer Verbesserung. Wäre der Cometen Schweif ein bloß in der Ebene der Bahn fächerartig sich ausbreitender Körper oder glänzender Dunst, so könnten wir, um die Gestalt des Schweifes ganz genau kennen zu lernen, jeden Punct seines scheinbaren Umrisses so auf die Ebene der Cometenbahn reduciren, wie ich es eben angegeben habe, und dann die wahre Mittellinie des Schweifes, oder die Ape des Schweifes auf der Ebene der Cometenbahn zeichnen; diese Ape würde nur selten erheblich von dem abweichen, was uns die am Himmel beobachtete Mittellinie, auf die Ebene der Bahn reducirt, giebt. Aber der Schweif hat gewiß nicht diese breit und flach ausgebehnte Gestalt, sondern mag eher kegelförmig sich gegen das Ende hin erweitern; wir können

nicht genau wissen, ob seine Querschnitte, senkrecht auf die Axc, Kreise sind, aber da diese Vermuthung doch am meisten Wahrscheinlichkeit hat, so wird es am angemessensten sein, ihr gemäß zu rechnen, und die Zeit abzuwarten, wo Beobachtungen in günstigen Lagen der Erde angestellt, auch darüber uns vielleicht näher belehren werden. Ist aber der Schweif ein solcher kegelförmiger Körper, (dessen Axc meistens etwas gekrümmt ist, wie wir bald sehen werden,) so liegen die Theilchen, die uns in dem Umrisse des Schweifes erscheinen, nicht gerade in der Ebene der Bahn, sondern (Fig. 3.) wenn FI einen solchen Querschnitt des Schweifes, GH die Ebene der Bahn, E die Erde vorstellt, so sind F und I, wo die Linien FE, IE berühren, Punkte, die uns im Umfange des Schweifes erscheinen; beziehen wir nun diese auf die Ebene der Bahn, so versetzen wir unrichtig die Grenzen des Schweifes nach L und M, und es ist nicht einmal immer richtig, daß die wahre Mitte des Schweifes mit dem Halbierungspuncte der LM zusammenfalle. Wie wir da, wo sehr genaue Beobachtungen diese Mühe zu verdienen scheinen, diesen Ueberlegungen gemäß, die wahre Axc des Schweifes möglichst nahe zu bestimmen suchen können, das werde ich nachher zeigen; zuerst aber will ich die Beobachtungen derjenigen Cometen durchgehen, deren Schweife nicht so sorgfältig beobachtet sind, um eine so strenge Berechnung zu verdienen, bei welcher man also sich begnügen muß, die beobachtete Mittellinie des Schweifes, als seine wahre, in der Ebene der Bahn liegende, Axc angehend anzusehen.

Diese Resultate, die ich hier mittheile, betreffen alle die älteren Cometen, von denen ich Beobachtungen des Schweifes habe auffinden können. Sie gründen sich zum Theil auf Beobachtungen, die keinesweges vollkommen ge-

nau sind, ja unter denen manche vielleicht die Mühe einer sorgfältigen Berechnung nicht verdienen, aber da es zur Kenntniß einer Erscheinung nöthig ist, alle vorhandenen Beobachtungen, wenn man ihnen nicht offenbare Fehler nachweisen kann, zu kennen, da man nur durch Vergleichung aller vorhandenen Erfahrungen dazu gelangen kann, die Gesetze, denen die Erscheinung unterworfen ist, zu bestimmen, und da bei der nur geringen Zahl besserer Beobachtungen auch die mittelmäßigen nothwendig mit zu Rathe gezogen werden müssen, so habe ich die an diese Berechnung gewandte Mühe nicht für überflüssig gehalten. Was ich hier liefere, betrifft nur die bis zum Jahre 1665 erschienenen Cometen, und den Cometen von 1811; ich hoffe aber die Beobachtungen anderer Cometen künftig mitzutheilen. \*)

Ueber die Tafel, welche die sämmtlichen hinreichend beglaubigten Resultate, die ich hier in Zahlen mittheilen will, dem Auge darstellt, muß ich noch einige Bemerkungen beifügen. Sie dient nicht bloß, um die Beobachtungen vereinigt, mit einem Blicke, zu übersehen, die Zunahme und Abnahme des Schweifes, so weit die Angabe der Beobachtungen es gestattet, wahrzunehmen; sondern sie zeigt auch, in welcher Stellung gegen die Erde sich ungefähr der Comet befand. Der Kreis nämlich, dessen Umfangspuncte mit den fortgehenden Monatstagen bezeichnet sind, stellt die Erdbahn vor, in deren Mittelpunct die Sonne steht; die Monatstage zeigen die Puncte an, wo sich an jedem Tage die Erde bei ihrem Umlauf um die

\*) Arbeiten, die mit meinen Vorlesungen und meinem eigentlichen Berufe in näherer Verbindung standen, haben mich gehindert, die schon lange angefangene Untersuchung über die Cometen Schweife zu beendigen; ich hoffe aber noch die Zeit dazu zu finden.

Sonne befindet. Die Bahn eines jeden Cometen ist hier nun freilich in der Ebene der Erdbahn gezeichnet, und die Schweife sind so dargestellt, wie sie in der Ebene der Cometenbahn geformt gewesen sind; man kann sich aber doch von der wahren Lage gegen die Erde eine richtige Vorstellung machen, wenn man die Linie, wo die Ebene der Cometenbahn die Ebene der Erdbahn schneidet, aufsucht. Diese Linie ist da, wo der Comet von der Südseite der Erdbahn zur Nordseite übergang, mit  $\Omega$ , (aufsteigender Knoten) bezeichnet, da hingegen, wo der Comet von der nördlichen Seite der Erdbahn, ihre Ebene durchschneidend, auf die Südseite gelangte, mit  $\omega$  (niedersteigender Knoten) bezeichnet. An dieser Knotenlinie steht zugleich die Neigung der Cometenbahn gegen die Erdbahn und man muß sich daher die Cometenbahn mit allen den auf ihr gezeichneten Schweifen unter diesem Winkel gegen die Ebene der Erdbahn geneigt vorstellen. Wenn man sich so die Cometenbahn in der richtigen Stellung denkt, und nun den Cometen an einem bestimmten Tage, z. B. 11. October 1811 gezeichnet findet, so sucht man die Stellung der Erde an diesem Tage auf, und sieht leicht, ob die Stellung des Cometen gegen sie günstig oder ungünstig war. Man kann auf diese Weise den ganzen Lauf des Cometen verfolgen und die Ursachen erkennen, warum er gerade nur in der Zeit beobachtet wurde u. s. w.

Die Cometen von 1664 und 1665 sind in diese Zeichnung nicht mit aufgenommen. Die Schweife des Cometen von 1664 würden nämlich in der Zeichnung an eben den Ort fallen, den schon die Zeichnung des Cometen von 1618, 1652, 1811 einnahm, und daher die Zeichnung undeutlich machen. Der von 1665 hätte dagegen eine Vergrößerung der Tafel gefordert. Beide werde ich, hoffentlich mit an-

bern berechneten Schweifen, einmal auf einem andern Blatte darstellen.

Warum gerade alle diese Cometen in dem einen Halbfreise der Erdbahn liegen, wird man leicht begreifen. In den langen Winternächten sehen wir die uns nahe kommenden Cometen besser als in den kurzen, hellen Sommernächten; daher bieten fast nur die Wintermonate Beobachtungen großer Cometen dar.

Darstellung der wahren Gestalt beobachteter Cometschweife.

Um die folgenden Zahlen-Angaben verständlich zu machen, muß ich folgende Bemerkungen voranschicken.

Wenn man von der Sonne aus eine gerade Linie nach dem Punkte A zieht, wo der Comet der Sonne S am nächsten kömmt, (Fig. 4.) so heißt AS die Ape der Bahn. Befindet sich nun der Comet in irgend einem andern Punkte B der Bahn, so heißt SB der Radius Vector, und der Winkel ASB die Anomalie des Cometen. Diese beiden Größen müssen bekannt sein, um den Ort des Cometen anzugeben. Verlängert man den Radius Vector nach D, und giebt für einen Punct E des Schweifes an, wie entfernt = BE er vom Cometen war, und welchen Winkel EBD die Linie EB mit BD macht, so hat man eine richtige Kenntniß von der Lage dieses Punctes; ist zugleich noch ein andrer, oder sind mehrere Puncte F der Schweif-Ape bestimmt, so ergiebt sich aus den Winkeln FBD, EBD, ob die Ape des Schweifes gerade oder gekrümmt war. Für Puncte, die im Umfange des Schweifes liegen, dienen eben die Bestimmungen. Den Winkel EBD oder FBD nenne ich die Zurückbeugung.



## Comet von 1456.

Es ist dies der nachher öfter wieder beobachtete Comet, den ich schon hier Halleys Cometen nennen will, obgleich Halley viel später seine Wiederkehr voraus bestimmte. Bei seiner diesmaligen Erscheinung befand sich die Erde in einer günstigen Stellung, im Juni, und sein Schweif erschien daher sehr ansehnlich; aber die einzige Angabe über die Richtung des Schweifes, die Pingré aus einem Geschichtschreiber Ebdorf anführt, ist wohl gewiß fehlerhaft, da sie, fast allen andern Beobachtungen zuwider, ein Vorauseilen des Schweifes vor dem Cometen angiebt.

## Comet von 1472.

Dieser von Regiomontanus beobachtete Comet hatte eine sehr günstige Stellung, indem er in seiner wenig gegen die Erdbahn geneigten Bahn in ziemlich geringer Entfernung von der Erde seinem niedersteigenden Knoten zuzug. Obgleich die zwei vorhandenen Beobachtungen seines Schweifes nicht gerade sehr genau sind, so kann man doch aus ihnen schließen, daß am 20. Januar, 39 Tage vor der Sonnennähe des Cometen, der Schweif  $6^\circ$  zurückgebeugt,  $DBE = 6^\circ$  war, bei einer Länge von 4400000 Meilen, ( $BE = 0,216$ , wenn man den Halbmesser der Erdbahn = 1 nennt), und daß am 2. Febr., 26 Tage vor dem Perihelio, der Schweif  $18^\circ$  zurückgebeugt,  $DBE = 18^\circ$ , und seine Länge  $5\frac{1}{2}$  Millionen Meilen war.

Die Zurückbeugung und Länge des Schweifes hatte also mit der Annäherung zur Sonne zugenommen.

## Comet von 1531.

Der Halleysche Comet, der diesmal im August kurz vor seiner Sonnennähe beobachtet wurde. Von Apian finde

ich nur eine Beobachtung des Schweifes, welche an-  
gibt, daß, 10 Tage vor dem Perihelio, der fast genau mit  
dem verlängerten Radius Vector zusammenfallende Schweif  
3300000 Meilen lang war.

Comet von 1577.

Dieser schöne Comet wurde von Tycho Brahe lange  
und sorgfältig beobachtet, und die Resultate seiner Beob-  
achtungen habe ich vorzüglich bei den Berechnungen benutzt.  
Möstlins Beobachtungen, in einer kleinen Zeichnung darge-  
stellt, verdienen noch damit verglichen zu werden. Gem-  
ma's Beobachtungen sind schon von mir mit berücksichtigt.

Die einzelnen Beobachtungen sind folgende:

Am 13. Nov., als des Cometen Anomalie  $113^{\circ} 19'$ ,  
Rad. Vect. 0,60988 war, (immer den Halbmesser der Erd-  
bahn = 1 gesetzt) erschien der Schweif bogenförmig ge-  
krümmt, am Ende breiter als in der Mitte. Ein Punct  
in der vorangehenden Seite stand so, daß  $EBD = 23^{\circ} 56'$   
 $BE = 0,2329$  war; dagegen war für einen nähern Punct  
in der Mitte des Schweifes  $BE = 0,116$ ,  $EBD = 14\frac{1}{2}$  Grad.

Am 14. Nov., als des Cometen Anomalie  $114^{\circ} 55'$ ,  
Rad. Vect. = 0,63675 war, beobachtete Tycho einen Punct  
im nachfolgenden Theile des Schweifes, für den  $BE = 0,1982$ ,  
 $EBD = 25^{\circ} 53'$ . Ein näherer Punct aber, dessen Ent-  
fernung nur oberflächlich auf 0,1 angegeben werden kann,  
lag so, daß  $EBD = 19^{\circ}$  war.

15. Nov. des Cometen Anomalie =  $116^{\circ} 24'$ , Rad.  
Vect. = 0,66137. Der nähere Theil des Schweifes lag  
so, daß für einen ungefähr 0,12 entfernten Punct  $EBD =$   
 $21\frac{1}{2}$  Gr. war; für einen am äußersten Ende des Schweifes  
liegenden Punct  $BE = 0,2543$ ,  $EBD = 24^{\circ} 2'$ ; für ei-

nen Punct in der nachfolgenden Seite des Schweifes  $BE = 0,166$ ,  $EBD = 27^\circ. 1'$ .

Die Beobachtungen dieser Tage zeigen, daß der vorangehende Schweif (oder die vorangehende Seite des sehr breiten Schweifes) länger war. Die Länge des Schweifes betrug am 13. und 14. Nov.  $4\frac{1}{2}$  Millionen Meilen, am 15. Nov. scheint er über 5 Mill. M. lang gewesen zu sein, wenn er wirklich die Sterne ganz erreichte, auf welche er nach Tycho's Angabe zu ging. Die entferntesten Puncte der Ure des Schweifes lagen in diesen Tagen also so, daß  $EBD = 24^\circ$  bis  $25^\circ$ ; die nähere Hälfte dagegen so, daß die nach der Mitte des Schweifes gezogene Sehne einen Winkel  $EBD = 19^\circ$  bis  $21$  Gr. bildete.

Am 19. Nov. war die vorangehende Grenze des Schweifes von bewundernswürdigem Glanze, wie Gemma sagt; Möstlin zeichnet immer den vorangehenden Rand des Schweifes als deutlich begrenzt, die andre Seite scheint verwaschener gewesen zu sein.

Am 20. Nov. Eine nicht sehr genaue Beobachtung Tycho's giebt die verlängerte Richtung des Schweifes als nur  $16$  Gr. vom Rad. Vect. abweichend.

Am 21. Nov. Des Cometen Anomalie  $123^\circ. 20'$ . Rad. Vect.  $= 0,80468$ . Die von Tycho angegebene Richtung des Schweifes macht den Winkel  $EBD = 14^\circ$ .

Am 23. Nov. hat Tycho eine sehr vollständige Beobachtung des Schweifes. — Des Cometen Anomalie war  $= 124^\circ. 58'$ , Rad. Vect.  $= 0,85313$ ; für einen Punct am Ende des Schweifes,  $BE = 0,246$ ,  $EBD = 14^\circ$ ; der Schweif war aber so gekrümmt, daß die Tangente, an den Endpunct des Schweifes gezogen, mit dem nach diesem Endpuncte gezogenen Radius Vector einen Winkel von  $33\frac{1}{2}$  Gr. machte.

Der Schweif hatte eine Länge von 5 Millionen Meilen.

Am 25. Nov. Anom. =  $126^{\circ}. 33'$ . Rad. Vect. 0,9025. Der Winkel EBD für die Haupttrichtung des Schweifes =  $12\frac{1}{2}$  Gr.

Am 28. Nov. Anom.  $128^{\circ}. 26'$ . Rad. Vect. = 0,9694. Gemma erzählt, daß der Comet außer dem Hauptschweif einen kleinen Nebenschweif hatte. Obgleich es ungewiß ist, ob auch dieser in der Ebene der Cometenbahn lag, so können wir die Berechnung doch nicht anders führen, und können also nur angeben, daß, wosfern wir uns in jener Voraussetzung nicht irren, der kleine Schweif eine Länge = 0,1507 = 3100000 Meilen hatte und unter einem Winkel von 41 Grad zurückgebeugt war.

Am 29. Nov. Anomalie des Cometen =  $129^{\circ}. 11'$ . Rad. Vect. = 0,9937. Tycho's und Gemma's Beobachtungen erlauben eine Bestimmung mehrerer Punkte. Für zwei Punkte in der vorangehenden Seite des Schweifes war für den einen BE = 0,1400, EBD =  $10^{\circ}$ ; für den andern BE = 0,230, EBD =  $24^{\circ}. 10'$ ; für zwei Punkte in der nachfolgenden Seite war für den einen BE = 0,086, EBD =  $30^{\circ}. 30'$ ; für den andern BE = 0,1296. EBD =  $30^{\circ}. 42'$ ; für den Endpunct des Nebenschweifes BE = 0,099, EBD =  $52^{\circ}. 46'$ . Der Schweif würde hiernach an seiner breitesten Stelle 700000 Meilen breit gewesen sein, wenn man den 2 Millionen Meilen langen Nebenschweif nicht mit rechnet.

Am 30. Nov. Anom. =  $129^{\circ}. 55'$ , Rad. Vect. 1,0158. Der Schweif war, auch nach den Beobachtungen dieses Tages, 700000 Meilen breit, und reichlich 4 Mill. Meilen lang. Für den Endpunct der nachfolgenden Schweifseite BE = 0,2064, EBD =  $28^{\circ}$ ; ein Punct etwa in der

Mitte der vorangehenden Seite des Schweifes giebt  $BE = 0,0685$ ,  $EBD = 5\frac{1}{2}^{\circ}$ ; ein Punkt in der Acre giebt  $BE = 0,2131$ ,  $EBD = 21^{\circ}. 10'$ .

Am 1. Dec. Anomalie  $= 130^{\circ}. 26'$ , Rad. Vect.  $= 1,0374$ . Tycho's Beobachtung, wenn sie gleich nicht ganz genau ist, scheint zu ergeben: für die vom Cometen bis zum Ende des Schweifes gezogene Linie  $EBD = 26\frac{1}{2}^{\circ}$ ,  $BE$  etwa  $= 0,15$ ; die Lage der an den Endpunct gezogenen Tangente ungefähr  $33$  Gr. gegen den Rad. Vector geneigt.

Am 2. Dec. Anom.  $= 130^{\circ}. 45'$ , Rad. Vect.  $1,0558$ . Die Zurückbeugung ungefähr  $= 33\frac{1}{2}$  Gr.

Am 9. Dec. Anom.  $134^{\circ}. 2'$ , Rad. V.  $= 1,2035$ . Der Schweif ungefähr  $31^{\circ}$  zurückgebeugt; die Richtung der an seinen Endpunct gezogenen Tangente mußte nach Tycho's Angabe einen noch größern Winkel mit dem Radius Vector machen.

Am 10. Dec. Anom.  $= 134^{\circ}. 36'$ , Radius Vector  $= 1,2240$ . Für den Endpunct war  $BE = 0,4418$ ,  $EBD = 32\frac{1}{2}^{\circ}$ ; die Linie vom Cometen nach einem Punkt in der Mitte der Schweif-Acre gezogen, gab den Winkel  $EBD = 21^{\circ}$ ; hiernach mußte also der Schweif so gekrümmt sein, daß die zwischen Mitte und Ende gezogene Sehne einen Winkel von  $42\frac{1}{2}$  Gr. mit der von der Sonne nach der Mitte des Schweifes gezogenen Linie machte. Der Schweif war 9 Millionen Meilen lang.

Am 18. Dec. Anom.  $= 137^{\circ}. 16'$ , Rad. Vect.  $= 1,3819$ . Der Mondschein erlaubte den Schweif nur matt zu sehen; der sichtbare Theil des Schweifes war  $10$  Gr. zurückgebeugt; — da die Länge des sichtbaren Theils nicht bekannt ist, so läßt sich keine brauchbare Vergleichung mit den vorigen Beobachtungen anstellen.

Am 30. Dec. Anom. =  $140^{\circ} 50'$ , Rad. Vect. = 1,6021.

Der Schweif war  $13\frac{1}{2}$  Gr. zurückgebeugt, und sein deutlich sichtbarer Theil = 0,24 beinahe 5 Millionen Meilen lang; aber ein scharfes Auge glaubte, wie Tycho bemerkt, bis zu viel größern Entfernungen hin noch einen matten Schweif zu entdecken. Nach seiner Angabe müßte dieser matte Schweif sich bis zur Entfernung = 0,473 oder 9700000 Meilen weit vom Cometen erstreckt haben.

Am 5. Jan. 1578. Anom.  $141^{\circ} 39'$ , Rad. Vect. = 1,7091. Für des Schweifes Endpunct war BE = 0,3156, EBD =  $13\frac{1}{2}$  Grad. Der Schweif =  $6\frac{1}{2}$  Millionen Meilen lang.

Am 12. Jan. Anom.  $142^{\circ} 51'$ , Rad. Vect. = 1,8162. Der matte Schweif, der jetzt nur noch 2 Mill. Meilen lang sichtbar war, ward 23 Gr. zurückgebeugt gefunden. Dieser Comet, der in seiner Sonnennähe nur  $3\frac{1}{2}$  Millionen Meilen von der Sonne entfernt gewesen war, wurde erst 18 Tage nach seiner Sonnennähe beobachtet. Der Schweif, der immer sehr breit war, scheint anfangs doch nur eine Breite von 250000 Meilen gehabt zu haben, nachher aber bis auf 700000 Meilen breit geworden zu sein. Diese starke Zunahme der Breite scheint in Verbindung zu stehen mit dem nach Gemma's Angabe um den 28. Nov. entstandenen Nebenschweif, der sehr stark zurückgebeugt war.

Die Länge des Schweifes, die Anfangs etwa 5 Millionen Meilen betrug, nahm einige Zeit nach jenem Entstehen eines Nebenschweifes, der sich am 30. Nov. bis auf 4 Millionen Meilen verlängert hatte, ebenfalls zu, und betrug am 10. Dec. 9 Millionen Meilen. Daß gegen das Ende seiner Erscheinung der Schweif wieder abnahm, mochte

in der stark zunehmenden Entfernung von Erde und Sonne seinen Grund haben.

Die Zurückbeugung des Schweifes schien vom 15. bis 25. Nov. abzunehmen; am 29. Nov. aber hatte sie so zugenommen, daß sie selbst für die nur etwa 0,14 oder 3 Millionen Meilen entfernten Punkte wieder 20 Grade betrug; am 1. Dec. 26 Grade u. s. w. Dies läßt sich vielleicht erklären, wenn man annimmt, daß schwerere Theilchen, wie die, welche den stark zurückbleibenden Nebenschweif bildeten, auch an der vorangehenden Seite aufstiegen und den ganzen Schweif stärker zurück krümmten \*), wenigstens spricht hiefür die Uebereinstimmung in der Zeit beider Erscheinungen.

Späterhin kürzte der Schweif sich wieder ab und seine Zurückbeugung wurde geringer.

Die Lage des Cometen gegen die Erde war im Anfange seiner Sichtbarkeit zu Bestimmung der wahren Gestalt des Schweifes recht günstig, da die nach dem Cometen selbst gezogene Gesichtslinie etwa  $60^\circ$ , die nach dem Ende des Schweifes gezogene Gesichtslinie beinahe  $70^\circ$  gegen die Ebene der Cometenbahn geneigt war. Später wurde die Stellung des Cometen ungünstiger und die auf die Ebene der Bahn bezogene Projection des Schweifegels mußte breiter ausfallen, als dem wirklichen Querschnitt angemessen war. Aber da die Beobachtungen nicht so genau sind, und selbst die Bahn des Cometen vielleicht noch schärfer bestimmt werden müßte, so werden die mitgetheilten Angaben hinreichend sein. Als der Comet unsichtbar wurde, war er von der Sonne 38 Millionen Meilen, von der Erde nicht viel unter 50 Millionen Meilen entfernt.

\*) Im Folgenden wird dies mehr erläutert werden.

## Comet von 1580.

Der Comet wurde vor der Sonnennähe gesehen; die einzige hier brauchbare Beobachtung vom 26. Octbr., das ist 33 Tage vor dem Perihelio, als die Anomalie =  $73^{\circ} 25'$ , Rad. Vect. = 0,9269 war, giebt die Zurückbeugung 16 bis 17 Gr., bei einer Länge = 0,06, =  $1\frac{1}{4}$  Mill. Meilen.

## Comet von 1582.

Der Comet wurde wenige Tage nach der Sonnennähe beobachtet; aber sein scheinbarer Lauf ist nicht genug beobachtet, um zu entscheiden, welche der beiden Bahnen, die Pingré, als den Beobachtungen nahe entsprechend, angiebt, die wahre sei. Die wenigen von Tycho bekannt gemachten Beobachtungen des Schweifes zeigen, daß dieser sehr stark zurückgebeugt war, nämlich am 12. Mai, (etwa 5 Tage nach der Sonnennähe) bei einer Länge = 0,23, also = 5 Mill. Meilen etwa 42 Gr. und am 17. Mai bei einer Länge von  $1\frac{2}{3}$  Mill. Meilen noch 33 Gr. So ergiebt es sich, wenn man Pingrés zweite Elemente zum Grunde legt, wonach der Comet in seiner Sonnennähe nur 820000 Meilen von der Sonne entfernt blieb. Die ersten Elemente scheinen weniger zu passen, denn danach müßte man am 17. Mai dem Schweife eine Zurückbeugung von 55 Gr. bei einer Länge von nur 800000 Meilen beilegen, was gar nicht glaublich ist. Hier könnte also die Untersuchung über die Lage des Schweifes wohl dienen, um zu entscheiden, daß die zweite Bahn Pingrés die richtige sei.

## Comet von 1590.

Dieser Comet ist für uns deshalb merkwürdig, weil er gerade um die Zeit, da die Erde durch die Ebene seiner



Bahn ging, beobachtet wurde. Eine Bestimmung der Gestalt des Schweifes, ob seine — ungefähr in der Ebene der Bahn liegende — Axe gerade oder gekrümmt war, findet daher an den Tagen, da die Erde seiner Ebene ganz nahe stand, (23. und 24. Febr.) gar nicht, und an den folgenden Tagen nur höchst unvollkommen Statt; aber die Frage, ob die Axe des Schweifes in der Ebene der Bahn lag, muß sich hier beantworten lassen. Lag sie wirklich in der Ebene der Bahn, so mußte, als die Erde durch die Ebene der Bahn ging, der Schweif ganz genau der Sonne entgegengesetzt erscheinen, oder die Richtung des Schweifes, über den Cometen hinaus verlängert, mußte die Sonne treffen, so wie sie, nach der andern Seite verlängert, den Punct am Himmel treffen mußte, wo der Knoten lag. Berechnet man nun die Beobachtung Tycho's am 23. Febr., so ergiebt sich, daß die Verlängerung des Schweifes um  $5^{\circ} 19'$  entfernt von der Sonne in die Ecliptik eintrifft; am 24. Febr. lag dieser Einschnitt noch  $4^{\circ} 20'$ ; am 25. Febr. noch  $3^{\circ} 15'$  von der Sonne entfernt; am 26. Febr. lag er schon  $6^{\circ} 26'$  an der andern Seite der Sonne; am 1. März  $5^{\circ} 58'$  an der andern Seite der Sonne. Hiernach muß man schließen, daß die Erde am 26. Febr. durch diejenige Ebene ging, in welcher sich die Sonne und der Schweif des Cometen befand, statt daß sie nach den Angaben für die Bahn schon am 24. Febr. Morgens durch die Ebene der Cometenbahn gegangen sein mußte. Es scheint also der Schweif nicht genau in der Ebene der Bahn gelegen zu haben; und obgleich von der einen Seite die Bahn aus den mittelmäßigen Beobachtungen nicht streng genau bestimmt werden kann, und von der andern Seite die Beobachtungen des Schweifes einige Unsicherheit übrig lassen, so läßt sich doch, nach allen Vergleichen, die ich

nachgerechnet habe, keine erhebliche Unrichtigkeit in der Bahn annehmen, und was die Lage des Schweifes betrifft, so sind die sämmtlichen Beobachtungen ziemlich einstimmig, so daß sie dadurch einiges Vertrauen erregen.

Zweifelhaft, sehr zweifelhaft, bleibt das Resultat immer, und es verdient nur darum aufbehalten zu werden, weil die Möglichkeit einer solchen Ablenkung von der Ebene, so unwahrscheinlich sie ist, doch nicht geradezu geläugnet werden kann. Nimmt man die Bestimmungen alle als richtig an, so war die durch die Sonne und den Schweif gelegte Ebene etwas mehr als 3 Gr. gegen die Ebene der Bahn geneigt, und der Endpunct der Schweif-Are mochte 11000 bis 12000 Meilen von der Ebene der Bahn entfernt sein; der Schweif mußte übrigens nach der Seite hin, welche die Planeten bei ihrem Umlauf später erreichen, aus der Ebene heraus gedrängt sein.

#### Comet von 1596.

Auch dieser Comet ward um die Zeit, da die Erde seinem Knoten nahe war, beobachtet; aber die Beobachtungen seines Schweifes sind so unvollkommen, daß sich gar nichts daraus folgern läßt.

#### Comet von 1607.

Es ist dies abermals der Halleysche Comet, der dieses Mal von Kepler, Longomontanus, Harriot und Torporley beobachtet wurde. Die Beobachtungen sind alle vor der Sonnennähe angestellt, als der Comet, kurz nachdem er den aufsteigenden Knoten erreicht hatte, der Erde ziemlich nahe war. Sein Schweif war bei dieser Erscheinung kurz.

Am 27. Sept. Des Cometen Anomalie =  $68^{\circ} 35'$ ,  
 Rad. Vect. = 0,8615. Der nur 300000 Meilen lange

Schweif wich fast gar nicht vom verlängerten Radius Vector ab.

Am 28. Sept. Anomalie =  $67^{\circ} 1\frac{1}{2}'$ , Rad. Vect. 0,8458. Der Schweif, etwa 400000 Meilen lang, wird als 16 Min. vorausgebeugt angegeben, was so wenig ist, daß wir ihn als mit dem Radius Vector zusammenfallend ansehen können.

Am 29. Sept. gleichfalls wenig vom Rad. Vect. abweichend; diese Beobachtung sowohl, als die vom 1. Oct. giebt eine geringe Zurückbeugung des Schweifes; dagegen eine andere Beobachtung am 1. Oct. Abends eine geringe Vorausbeugung. Die Beobachtung am 2. Oct. giebt ihn wieder fast genau in der Richtung des Radius Vector.

Am 7. Oct. des Cometen Anomalie =  $51^{\circ} 45'$ , Rad. Vect. = 0,7264. Der Schweif war  $10\frac{1}{2}$  Gr. zurückgebeugt.

Am 9. Oct. giebt eine sehr unvollkommene Beobachtung Harriots ihn eher voraus als zurückgebeugt. Auch die folgenden Beobachtungen sind so unvollkommen, daß man sich wenig auf sie verlassen kann. Hiernach scheint erst vom 2. bis 7. Oct. einige Zurückbeugung des Schweifes, der unterdeß  $1\frac{1}{2}$  Millionen Meilen lang geworden war, eingetreten zu sein.

#### Der große Comet von 1618.

Dieser Comet, der kurz nach der Sonnennähe beobachtet wurde, befand sich gerade während der Zeit, da man ihn sah, in der Nähe der Erdbahn und die Erde durchlief gerade denjenigen Theil ihrer Bahn, wo sie dem Cometen am nächsten war. So mußte also dieser an sich große, mit einem sehr langen Schweife ausgestattete, Comet vorzüglich

schön, groß und glänzend erscheinen. Die Länge seines Schweifes betrug zuweilen über 90 Grade.

Die besten Beobachtungen sind von Gysatus, aber auch Kepler, Longomontanus, Harriot und Kirwitzer haben manche Beobachtungen des Schweifes aufbehalten. Gysatus hat ihn für mehrere Tage mit den ihn umgebenden Sternen abgezeichnet.

Die Erde ging, während der Comet sichtbar war, durch die Ebene der Cometenbahn, und die Frage, ob der Schweif sich, seiner Hauptrichtung nach, in der Ebene der Bahn befand, läßt sich daher auch hier beantworten. Nach Bessels sorgfältiger Berechnung der Bahn hatte diese eine solche Lage, daß die Erde am 7. Dec. um 8 Uhr Abends durch sie hindurch ging, und um diese Zeit mußte der Schweif ganz gerade und genau von der Sonne abgewandt erscheinen, wenn er in der Ebene der Bahn lag. Und allerdings bemerkt auch Gysatus am 7. Dec. früh, daß der Schweif nicht so bogensförmig, wie sonst, sondern gerader ausgestreckt erschienen sei. Die genauere Berechnung ergibt, daß der nähere Theil des Schweifes, wenn man ihn bis an die Ecliptik verlängert, noch  $+ 4^{\circ}$ . von dem der Sonne opponirten Punkte einschneidet; zog man dagegen einen Bogen durch den Cometen und einen entfernten Punkt des Schweifes, so lag der Einschnitt in die Ecliptik  $- 0^{\circ}. 20'$ . von jenem der Sonne opponirten Punkte. Am 8. Dec. gab ein durch den entferntern Theil des Schweifes und den Cometen gezogener Bogen wieder  $- 0^{\circ}. 17'$ . Am 9. Decbr. früh war für den verlängerten nähern Theil des Schweifes dieser Abstand schon  $- 1^{\circ}. 50'$ ., für den entferntern schon  $- 8^{\circ}. 36'$ . geworden. Also, so nahe, als sich aus den Beobachtungen schließen läßt, lag die Ase des Schweifes in der Ebene der Bahn.

Schon vor diesem Zeitpunkte war der Comet beobachtet, zuerst in Goa am 26. Nov., als er noch kaum aus der Morgendämmerung hervortrat und sein Schweif nur 2 Grad lang erschien. Aus dieser scheinbaren Länge des Schweifes läßt sich auf seine wahre Länge nicht mit Sicherheit schließen, da seine Richtung gar nicht bekannt ist.

Am 27. Nov. giebt Kirwiger, der in Goa beobachtete, seine Richtung an, und man findet die Zurückbeugung 10 Grad.

Am 29. Nov. früh ist er schon in Deutschland von Kepler beobachtet, und sein Schweif ward von Kepler 80 Grade lang, von Beobachtern in Wien und Rom sogar 58 Grade lang angegeben. Jene Beobachtung würde ihn  $5\frac{1}{2}$  Millionen Meilen, diese sogar 7 Millionen Meilen lang ergeben. Seine Zurückbeugung betrug etwa 13 Grad. Die Anomalie des Cometen betrug schon  $79^{\circ}. 19'$ , der Abstand von der Sonne = 0,6573.

Der Schweif breitete sich gegen das Ende sehr aus, und glich, wie Kepler sagt, einem sperrigen Besen. Das rührte zum Theil davon her, daß sein Ende der Erde sehr viel näher war, als der Comet selbst, und folglich dieses Ende, wenn es auch in der That nicht breiter, als das andere gewesen wäre, doch viel breiter erscheinen mußte.

Am 30. Nov. sah man in Rom nach der ganzen Länge des Schweifes eine helle Linie in der Mitte, die man mit dem Mark im Holze verglich. In dem Kopfe des Cometen zeigte sich (nach Habrechts Beobachtung) in der Mitte ein äußerst heller Kern, der mit einem minder hellen Kreise umgeben war, um den sich eine zweite, glänzendere Hülle wahrnehmen ließ. Der Schweif zeigte sich gekrümmt, und wenn man nach einem 0,0767 entfernten Punkte eine Sehne zog, so war der Winkel EBD =  $19^{\circ}. 56'$ , dagegen für

BE = 0,2096, EBD = 22°. 50'. Des Cometen Anomalie = 81°. 18', Rad. Vect. = 0,6768. Der Schweif scheint an diesem Tage nur  $4\frac{1}{2}$  Millionen Meilen lang gewesen zu sein.

Am 1. Dec. Morg. Anomalie des Cometen = 83°. 7', Rad. Vect. = 0,6958. Die Zeichnung, welche Gysatus von dem Schweife mittheilt, ergiebt für drei Punkte der Aere: für den ersten BE = 0,0801, EBD = 21°. 40'; für den zweiten BE = 0,1580, EBD = 23°. 52'; für den dritten BE = 0,2052, EBD = 25°. 33'. Der Schweif ward 4100000 Meilen lang gesehen, und sein Durchmesser betrug in 2 Millionen Meilen Entfernung vom Cometen 368000 Meilen. — —

Am 2. Dec. Morg. Anomalie = 84°. 52', Rad. Vect. = 0,7150. Die Zurückbeugung scheint sehr zugenommen zu haben; denn drei aus Gysatus Zeichnung genommene Punkte der Aere geben, der erste BE = 0,1747, EBD = 35°. 27'; der zweite BE = 0,2185, EBD = 36°. 29'; der dritte BE = 0,2354, EBD = 37°. 47'. Bei dieser Beobachtung ist zu bemerken, daß die Stellung der Erde nicht vortheilhaft zur Bestimmung der Gestalt des Schweifes war, da sie sich schon zu nahe an der Ebene der Bahn befand, und daher geringe Beobachtungsfehler die daraus hergeleitete Gestalt bedeutend unrichtig machen können, indeß findet sich auch nachher die Zurückbeugung sehr groß, und nur die in einem Tage erfolgte schnelle Aenderung der Richtung macht das Resultat zweifelhaft. An den folgenden Tagen kam nun die Erde der Ebene der Bahn so nahe, daß man keine Bestimmungen für die Krümmung des Schweifes mehr herleiten kann. Wenn man annimmt, daß in diesen Tagen die Zurückbeugung 25 Grad betrug, wie am 1. Dec., so findet man am 7. Dec. die ganze Länge

des Schweifes = 0,3027 =  $6\frac{1}{4}$  Millionen Meilen, seinen Durchmesser = 0,013 = 270000 Meilen in einer Entfernung von  $1\frac{1}{2}$  Millionen Meilen vom Cometen, wo er am breitesten erschien. Am 8. Dec. die Länge des Schweifes =  $6\frac{3}{4}$  Millionen Meilen. Am 9. Dec. war die Länge des Schweifes  $9\frac{1}{4}$  Mill. Meilen, und sein Durchmesser an der breitesten Stelle ( $3\frac{1}{2}$  Millionen Meilen vom Cometen) = 450000 Meilen.

Diese Angaben sind aber wegen der nicht genau bekannten Zurückbeugung des Schweifes nicht ganz sicher. Wäre er 35 Gr. zurückgebeugt gewesen, so betrüge am 9. Dec. die Länge 8600000 Meilen, und auf jeden Fall sind wir genöthigt, eine ungemein starke Verlängerung des Schweifes in diesen Tagen zuzugestehen. Diese Verlängerung des sichtbaren Theiles kann indeß auch durch einen sehr heitern Himmel mit bewirkt worden sein, welcher erlaubte, diejenigen Theile des Schweifes zu erkennen, die bei minder günstiger Luft unbemerkt geblieben wären.

Bis auf die hier angegebene Entfernung vom Cometen war der Schweif, nach dem Zeugniß aller Beobachter, noch deutlich sichtbar; aber Kepler erzählt, daß man zuweilen noch viel weiterhin einzelne hervorglänzende Strahlenschüsse sah, die sich noch 30 Grade weiter erstreckten; diese müssen sich also wenigstens bis auf 13 Millionen Meilen weit erstreckt haben. Vermöge eben solcher Fluctuationen sah man auch, nach Cysatus Bericht, die Breite des Schweifes zuweilen plötzlich stark zunehmen, und dadurch scheint also angedeutet zu werden, daß die dichtere, allen Augen sichtbare Lichtmasse des Schweifes noch von einem dünneren, matterleuchtenden Dunste umgeben war, der nur in günstigen Augenblicken sichtbar ward.

Man hat mehrmals behauptet, dieses Hervorblinken einzelner Theile des Schweifes habe seinen Grund in wirklichen Wenderungen des Glanzes gehabt, ein stärkeres Glänzen habe sich wirklich von einem Ende des Schweifes bis zum andern so schnell fortgepflanzt, daß es in wenigen Sekunden die ganze Länge des Schweifes durchlaufen habe; aber dieses müssen wir wohl als unrichtig ansehen. An sich zwar könnte eine solche, plötzlich durch den ganzen Schweif gehende verstärkte Licht-Entwicklung immer möglich sein, da wir ja gar nicht wissen können, welche Veränderungen dort vorgehen mögen; aber da, nach allen sonstigen Beobachtungen, das Licht eine gewisse Zeit nöthig hat, um aus großen Entfernungen zu uns zu gelangen, so könnte die Erscheinung einer plötzlich zunehmenden Licht-Entwicklung sich uns nicht so darstellen. Um hier für die Umstände, wie sie am 9. Dec. Statt fanden, nur ungefähr zu rechnen, stelle (Fig. 5.) AD den Schweif des Cometen, T die Erde vor; hier war  $TD = 5\frac{1}{2}$  Millionen Meilen,  $TA = 7\frac{1}{2}$  Millionen Meilen. Gesezt nun die Lichtzunahme fand in D und A völlig gleichzeitig Statt, so brauchte das Licht, um von D zu uns zu kommen, etwa 2 Minuten, von A aber brauchte es wenigstens 3 Minuten Zeit, und folglich könnte ein im strengsten Sinne momentan von D bis A gleichzeitig entstehender Glanz uns doch nur in 1 Minute diesen Raum zu durchlaufen scheinen. Es ist daher viel glaublicher, daß die abwechselnd vor dem Cometen vorbeiziehenden reineren Luftmassen jenes Funkeln dadurch hervorbrachten, daß sie gestatteten, diejenigen matt glänzenden Theile des Schweifes zu sehen, die sonst gewöhnlich nicht gesehen werden konnten; unstreitig aber bezeugen diese Beobachtungen eine ungemein weithin gehende Ausdehnung einer mit zum Schweife gehörenden leuchtenden Dunsstoffe.



Vom 9. Dec. an lassen sich die Beobachtungen wieder zur Bestimmung der Gestalt des Schweifes benutzen.

Am 9. Dec. Abends. Anomalie =  $95^{\circ}. 35'$ , Rad. Vect. = 0,8636. Cysatus Beobachtungen ergeben für drei Punkte des Schweifes

für den ersten BE = 0,1734, DBE =  $20^{\circ}. 16'$ ;

für den zweiten BE = 0,2874, DBE =  $51^{\circ}. 47'$ ;

für den dritten BE = 0,4667, DBE =  $56^{\circ}. 11'$ ;

also eine ungemein starke Zurückbengung, die selbst bei einem 10 Millionen Meilen langen Schweife höchst ungewöhnlich scheint. Freilich war die Stellung der Erde noch zu ungünstig für genaue Bestimmungen, aber immer bleiben doch diese Resultate merkwürdig, da Cysatus Beobachtungen im Ganzen viel Vertrauen verdienen und die folgende Beobachtung am 12. Dec. eine ziemlich gleiche Zurückbengung giebt.

Eine Beobachtung von Harriot am 11. Dec. Morgens giebt dagegen die Zurückbengung nur 16 Gr. bei einem Abstände = 5 Mill. Meilen; aber Harriots Angaben sind nicht so vollständig als die von Cysatus.

Am 12. Dec. Abends ergibt sich aus den Angaben verschiedener Beobachter

für einen Punkt BE = 0,1320, DBE =  $23^{\circ}. 0'$ ;

für den zweiten BE = 0,2333, DBE =  $35^{\circ}. 40'$ ;

für den dritten BE = 0,2681, DBE =  $42. 38.$

Nach Kirwigers Beobachtung scheint die Zurückbengung noch stärker.

Am 14. Dec. früh. Anomalie =  $100^{\circ}. 14'$ , Rad. Vect. = 0,9475. Eine Beobachtung von Longomontanus giebt in 0,17 Entfernung die Zurückbengung der Sehne =  $30^{\circ}$ .

Am 15. Dec. in den frühesten Stunden nach Mitternacht. Anomalie =  $101^{\circ} 3'$ , Rad. Vect. = 0,9639. Für einen Punct im Schweif BE = 0,2195, DBE =  $26^{\circ} 47'$ .

Am 16. Dec. Abends. Anom. =  $102^{\circ} 40'$ . Rad. Vect. = 0,9981. Die ganze Länge des Schweifes betrug 6400000 Meilen und nach Cysatus Zeichnung ist für einen Punct der Aere BE = 0,0997, DBE =  $23^{\circ} 2'$ ;  
 einen zweiten BE = 0,1948, DBE =  $33. 26$ ;  
 einen dritten BE = 0,2557, DBE =  $36. 16$ ;  
 einen vierten BE = 0,3128, DBE =  $40. 2$ .

Am 17. Dec. Morgens. Anomalie =  $103^{\circ} 0'$ , Rad. Vect. = 1,0052. Cysatus Zeichnung ergibt für Puncte in der Aere

für den ersten BE = 0,0923, DBE =  $13^{\circ} 4'$ ;  
 zweiten BE = 0,1995, DBE =  $25. 19$ ;  
 dritten BE = 0,2533, DBE =  $35. 39$ ;  
 vierten BE = 0,3103, DBE =  $43. 40$ ;  
 fünften BE = 0,3591, DBE =  $51. 80$ .

In Beziehung auf die entfernteren Puncte stimmt die Angabe mit der vorigen überein; in Rücksicht auf die näheren Puncte ist eine bedeutende Verschiedenheit. Die Zeichnung vom 16. Dec. Abends scheint aber mit mehr Fleiß gemacht zu sein, da die gegenseitige Lage der beigezeichneten Sterne genauer mit der bekannten Stellung derselben übereinstimmt, als in der vom folgenden Morgen.

Wenn man aus der Zeichnung die wahren Durchmesser des Schweifes an verschiedenen Stellen berechnet, so ergibt sich derselbe

= 0,0099, in dem Abstände = 0,205;  
 = 0,0113, im Abstände = 0,271;  
 = 0,0103, im Abstände = 0,341.

Der Durchmesser war also etwa  
200000 Meilen, die Länge 7400000 Meilen,

Am 18. Dec. früh. Keplers und Kirwigers Beobachtungen geben eine ungemein starke Zurückbeugung; da aber beide Beobachtungen nicht sehr genau sind, so darf man darauf keine weiteren Schlüsse gründen.

Am 20. Dec. früh. Anomalie =  $105^{\circ} 22'$ , Rad. Vect. = 1,0601. Die einzelnen aus Gysatus Angabe hergenommenen Bestimmungen sind nicht ganz unter sich einstimmig, so daß man wohl sieht, der eine oder andere der Sterne, die er als in der Mitte des Schweifes stehend angiebt, habe nicht genau in der Axe gestanden; ich setze sie alle her, obgleich ich den nächsten Punct für den am wenigsten sichern halte.

Der erste Punct BE = 0,0434, DBE =  $20^{\circ} 18'$ ;

zweite Punct BE = 0,1815, DBE =  $14^{\circ} 59'$ ;

dritte Punct BE = 0,2833, DBE =  $15^{\circ} 42'$ ;

vierte Punct BE = 0,3734, DBE =  $21^{\circ} 35'$ .

Der Schweif war also noch 7600000 Meilen lang, aber auffallend weniger zurückgebeugt, als 3 Tage früher.

Am 21. Dec. früh fand Gysatus den Schweif viel kürzer. Seine Angaben zeigen, daß er nur 3900000 Meilen lang und nur 6 Gr. 42 M. zurückgebeugt war.

Am 22. Dec. Abends schien, wie Gysatus angiebt, der Schweif so vermindert, als ob er schon verschwinden wolle; die Rechnung giebt ihn nur 1440000 Meil. lang und  $5^{\circ} 36'$  zurückgebeugt.

Vom 23. Dec. führt Kepler zwei Beobachtungen an, eine von Welper und eine eigene. Sie geben für einen Punct in der Axe BE = 0,0582, DBE =  $18^{\circ} 6'$ . und für die verlängerte Richtung der Axe eine Zurückbeugung =  $21^{\circ} 40'$ . Die Angaben für die Länge des Schweifes

zeigen, daß er doch wieder  $2\frac{1}{2}$  Millionen Meilen lang war, und seine Zurückbeugung hatte doch auch merklich wieder zugenommen.

Am 24. Dec. Morgens. Anomalie =  $108^{\circ}.18'$ , Rad. Vect. = 1,1357. Auch Cysatus bemerkt, daß der Schweif eine neue Verstärkung erhalten habe; er erschien nämlich 25 Gr. lang, und wenn er zu flimmern und Strahlen zu schießen anfing, was heute häufiger als sonst geschah, so erstreckte er sich bis auf 30 Grad; bei diesem Flimmern verbreitete er sich auch mehr, so daß er gegen das Ende 4 Grad breit war.

Es ist schade, daß Cysatus Zeichnung diesmal weniger gut ist, als sonst; er zeichnet den Cometen weiter nördl. als er stehen konnte, was daher rühren mochte, daß er nur die an einer Seite stehenden Sterne nach dem Augenmaß eintrug, und es veräumte, die an der andern Seite beizufügen, die ihn belehrt haben würden, daß er den Abstand von jenen in unrichtigem Verhältniß gegen die Abstände der Sterne unter einander gezeichnet habe.

Nehme ich die entferntesten Punkte des Schweifes als richtig gezeichnet und die Lage des Cometen als anders woher bekannt an, so war

$$\text{für BE} = 0,2545, \quad \text{DBE} = 17^{\circ}.32';$$

$$\text{für BE} = 0,3076, \quad \text{DBE} = 19^{\circ}.18'.$$

Mit mehr Sicherheit kann man die Länge des Schweifes angeben. Der immer sichtbare Theil war 4 Millionen Meilen lang, und bei den Strahlenschießen verlängerte er sich auf 6300000 Meilen, seine Breite betrug am Ende bei den Strahlenschüssen 700000 Meilen.

Am 28. Dec. Morgens. Anomalie =  $110^{\circ}.51'$ , Rad. Vect. = 1,2099.

Cysatus Zeichnung scheint mit vielem Fleiß gemacht, da die Sterne in den richtigen Verhältnissen stehen. Der Schweif hatte ganz ungemein an Länge zugenommen, indem er, selbst dann, wenn keine Strahlenschüsse ihn verlängerten, 8300000 Meilen lang war; seine gewöhnliche Breite war zwar nur 230000 Meilen, aber verbreiterte sich sehr bei den Strahlenschüssen; die vorangehende Seite des Schweifes war weit länger als die nachfolgende. Für die Arc

ersten Punct	BE = 0,1150,	DBE = 19°. 29';
zweiten	BE = 0,1916,	DBE = 25. 8;
dritten	BE = 0,3232,	DBE = 30. 3;
vierten	BE = 0,3929,	DBE = 33. 1;
fünften	BE = 0,4290,	DBE = 37. 16.

Am 29. Dec. Morg. Anom. = 111°. 26', Rad. Vect. = 1,2281. Nach Cysatus, wie es scheint, sehr sorgfältiger Zeichnung war für Puncte in der Arc

erster Punct	BE = 0,1932,	DBE = 21°. 51';
zweiter	BE = 0,3817,	DBE = 27°. 1';
dritter	BE = 0,4439,	DBE = 36. 30.

Der Schweif war über 9 Millionen Meilen lang, und der Durchmesser des deutlich sichtbaren Schweifes betrug an der breitesten Stelle 400000 Meilen.

Am 3. Jan. 1619 Abends, als des Cometen Anomalie = 114°. 25', Rad. Vect. = 1,3282 war, hatte der Schweif sehr abgenommen. Nach Cysatus Angaben finde ich seine Länge, so weit er immer sichtbar blieb, nur = 2400000 Meilen, aber die Strahlenschüsse gingen bis zu 4700000 Meilen. Die Zurückbeugung war stark und betrug 25°. 23' in Entfernung = 0,1221; und 41°. 35' in Entfernung = 0,2348.

Am 7. Jan. Abends betrug die Länge des Schweifes etwa noch  $2\frac{1}{2}$  Millionen Meilen, die Zurückbeugung 20 Gr.

Am 12. Jan. Abends Anomalie =  $118^{\circ} 23'$ , Rad. Vect. = 1,4852. Der etwa 3 Millionen Meilen lange Schweif war 20 Gr. zurückgebeugt.

Auch am 16. Jan. Abends betrug die Länge des Schweifes noch 3 Millionen Meilen, seine Zurückbeugung 16 Gr.

Damit endigen sich die Beobachtungen des Schweifes. Der Comet war jetzt 32 Millionen Meilen von der Sonne und 16 Millionen Meilen von der Erde entfernt.

#### Comet von 1652.

Der Comet ward lange nach seiner Sonnennähe beobachtet; er war der Sonne nicht sehr nahe gekommen, sondern selbst da 17 Millionen Meilen von ihr entfernt geblieben. Merkwürdig war er durch die Größe seines eigentlichen Körpers, einen erheblichen Schweif hatte er nicht. Die besten Beobachtungen sind von Hevel.

Am 20. December, 39 Tage nach der Sonnennähe, als des Cometen Anomalie =  $56^{\circ} 20'$ , Rad. Vect. 1,09 war, giebt Hevels eine Beobachtung die Zurückbeugung 13 Grad, die andere, einige Stunden spätere, 17 bis 18 Grad, der Schweif war doch ungefähr 2 Millionen Meilen lang.

Auch am 23. Dec. giebt eine Beobachtung die Zurückbeugung 13 Grad, aber Hevels Beobachtung giebt weniger. Der Durchmesser des Cometen betrug 24000 Meilen, die Länge des Schweifes 600000 bis 700000 Meilen.

Am 26. Dec. Die heutige Beobachtung giebt dem Cometen 31000 Meilen Durchmesser, der Schweif war 7 Grad zurückgebeugt, aber auch nur 570000 Meilen lang.

Am 27. Dec. Anomalie =  $63^{\circ} 18'$ , Nab. Vect.  
= 1,1695, Zurückbeugung  $5^{\circ}$ .

Am 30. Dec. Zurückbeugung  $4\frac{1}{2}$  Gr.

Am 2. Jan. 1653. Hevels Beobachtung giebt den Durchmesser des Cometen nur 17000 Meilen; seine Dunsthülle mochte also abgenommen haben.

Am 3. Jan. sah Hevel nur noch einen sehr matten Schweif, der statt zurückgebeugt zu sein, eher als vorausgebeugt angegeben wird.

Am 10. Jan. konnte Hevel den Cometen nur noch mit Mühe auffinden.

#### Comet von 1661.

Die Beobachtungen dieses Cometen, der einen Schweif von 1 Mill. Meilen lang hatte, aber zu entfernt war, um recht schön ins Auge zu fallen, sind so unvollkommen, daß ich sie lieber ganz übergehe.

#### Comet von 1664.

Dieser Comet ist mehr wegen der Verschiedenheit der scheinbaren Gestalt merkwürdig, als wegen der Belehrung, die er für unsern Zweck darbietet. Die Erde befand sich, als er zuerst gesehen wurde, so nahe an der Ebene seiner Bahn, daß die Gestalt des Schweifes gar nicht gut bestimmt werden konnte, und da überdies der Comet in seiner nicht sehr gegen die Erdbahn geneigten Ebene immer weiter, als die Erde von der Sonne entfernt blieb, und mit der Sonne in Opposition kam, so waren die Umstände gar nicht sehr günstig, um die Gestalt des Schweifes genau kennen zu lernen. Der Comet gehört zu denen, welche sich der Sonne nie bis zu der Nähe, in welcher die Erde sich befindet, nähern. Seine kleinste Entfernung von der Sonne ist

= 1,0258, also  $\frac{1}{2}$  Million Meilen mehr, als der Abstand der Erde von der Sonne.

Am 14. Dec., 10 Tage nach der Sonnennähe, ward er zuerst beobachtet, die Erde stand nur  $1^{\circ}.48'$  vom Knoten seiner Bahn und die Beobachtung kann daher nicht viel über die Gestalt des Schweifes lehren.

Eine Beobachtung am 17. Dec. Morgens, Anomalie =  $16^{\circ}.14'$ , Rad. Vect. = 1,0466 giebt den Schweif  $43^{\circ}.40'$  zurückgebeugt; der angegebene Punct, über 10 Millionen Meilen vom Cometen entfernt, scheint in der Verlängerung des Schweifes gelegen zu haben.

Am 18. Dec. ergiebt sich für einen Punct im Schweife  $BE = 0,21$ ,  $DBE = 34^{\circ}.50'$ . Der Schweif war 4 Millionen Meilen lang.

Am 20. Dec. kömmt eine Beobachtung vor, die den Schweif nur  $5^{\circ}.20'$  zurückgebeugt angiebt.

Eine der merkwürdigsten, aber auch auffallendsten Beobachtungen ist die von Hevel am 21. Dec. Nach dieser war der Schweif nicht wie gewöhnlich so gekrümmt, daß die entfernteren Theile mehr zurückblieben, sondern er kehrte seine Concavität dem verlängerten Radius Vector zu. Die Anomalie war =  $21^{\circ}.8'$ , Rad. Vector = 1,0615. Die Beobachtungen geben für verschiedene Puncte der Arc

für den ersten Punct	$BE = 0,074$ ,	$DBE = 51^{\circ}$ ;
zweiten	$BE = 0,199$ ,	$DBE = 44^{\circ}.29'$ ;
dritten	$BE = 0,259$ ,	$DBE = 31. 2$ ;
vierten	$BE = 0,434$ ,	$DBE = 24. 44$ .

Der Durchmesser des Schweifes betrug 190000 Meilen, die Länge (da der vierte Punct schon in der Verlängerung liegt,)  $5\frac{1}{2}$  Millionen Meilen.



Diese Beobachtung steht sehr einzeln da, und es bleibt immer ungewiß, ob nicht Hevels Zeichnung die näheren Punkte ungenau angiebt.

Am 22. Dec. giebt die am besten scheinende Beobachtung die Zurückbeugung 20 Grad; am 23. Dec. Morgens ergiebt Hevels Beobachtung 24 Gr.; am 24. Dec. die Zurückbeugung 19 Gr.; am 25. Dec. nur  $15^{\circ} 49'$ . \*)

Am 26. Dec. soll der Schweif sich bis 37 Grad vom Cometen erstreckt haben und müßte danach 15 Millionen Meilen lang gewesen sein. Seine Zurückbeugung wird durch zwei übereinstimmende Beobachtungen zu  $18^{\circ} 40'$  angegeben.

Am 28. Dec. erschien nach Hevels Erzählung der Schweif breit, wie ein Pfauenschweif; der Comet selbst hatte 22 Min. Durchmesser, der Schweif war nur 7 Grad lang und etwa 3 Grad breit. Anomalie =  $29^{\circ} 29'$ , Rad. Vect. 1,0968. Die Zurückbeugung betrug  $20^{\circ} 14'$ . Des Cometen Durchmesser = 23000 Meilen; des Schweifes größte Breite = 182000 Meilen. Die sonderbar verkürzte, breite Gestalt des Schweifes war bloß Folge der Stellung, welche die Erde gegen ihn hatte. Die Erde stand nämlich nicht so sehr entfernt von der Ebene der Cometenbahn, so daß die von der Erde durch den Comet senkrecht auf seine Bahn gelegte Ebene so ziemlich die Richtung des Schweifes in sich schloß; hätte die Erde sich noch näher bei der Ebene der Cometenbahn befunden, so würde sie in der Richtung des Schweifes selbst gewesen sein, und man würde seinen Querschnitt gesehen haben. Der Comet kam an diesem Tage

\*) Außer diesen Beobachtungen kommen bei Lubieniski noch andere Angaben vor, die offenbar falsch sind, wo unrichtige Sterne genannt sein müssen.

mit der Sonne in Opposition und war 3400000 Meilen von der Erde entfernt.

Die Beobachtung am 29. Dec. scheint fast gar keine Zurückbeugung zu geben.

Am 30. Dec. Abends. Anomalie =  $32^{\circ}. 48'$ , Rad. Vect = 1,1147, Zurückbeugung  $10^{\circ}. 5'$ .

Am 31. Dec., wo der Schweif nur 1 Gr. lang erschien, war die Zurückbeugung  $4^{\circ}$ ; aber man sah auch nur einen 100000 Meilen langen Schweif.

Am 2. Jan. 1665. Die Zurückbeugung  $5^{\circ}. 55'$ . Am 3. Jan. nach Hevel's Beobachtung  $6^{\circ}. 20'$ . Wegen des Vollmonds sah man nur die nähern Theile des Schweifes. Am 4. Jan. geben zwei andere Beobachtungen  $13^{\circ}. 16'$ , und  $13^{\circ}. 55'$ ; aber alle von Lubienizky mitgetheilte Bestimmungen muß man mit etwas zweifelndem Auge ansehen, da einige derselben so offenbar falsch sind, daß man sich entweder über Lubienizky's Uebereilung im Abschreiben der Beobachtungen, oder über die schlechten Mittheilungen seiner Correspondenten wundern muß.

Am 5. Jan. Anomalie =  $39^{\circ}. 15'$ , Rad. Vect. = 1,1562. Für zwei Punkte in der Aue des Schweifes ist

$$BE = 0,1750, \quad DBE = 9^{\circ}. 13',$$

$$\text{und } BE = 0,2999, \quad DBE = 13^{\circ}. 30'.$$

Am 7. Januar für zwei Punkte

$$BE = 0,036, \quad DBE = 13^{\circ}. 36',$$

$$\text{und } BE = 0,110, \quad DBE = 14^{\circ}. 4'.$$

Am 9. Januar. Anomalie =  $43^{\circ}. 20'$ , Rad. Vect. = 1,1875. Für zwei Punkte in der Aue

$$BE = 0,041, \quad DBE = 5^{\circ}. 28',$$

$$\text{und } BE = 0,15, \quad DBE = 21^{\circ}. 48'.$$

Länge des Schweifes = 3 Millionen Meilen.

Am 10. Jan. Zurückbeugung  $19^{\circ}$ .

Am 17. Jan. Zurückbeugung  $15^{\circ}$ .

Am 20. Jan. Zurückbeugung  $4^{\circ} 11'$ .

Am 21. Jan. Zurückbeugung  $5^{\circ} 8'$ , Anomalie =  $54^{\circ} 27'$ ,  
Rad. Vect. = 1,2974.

Am 2. Febr., als der Comet 29 Millionen Meilen von der Sonne und  $27\frac{1}{2}$  Millionen Meilen von der Erde entfernt war, hatte er noch einen schwach sichtbaren, etwa  $1\frac{1}{2}$  Millionen Meilen langen Schweif; kurz nachher wurde der Comet unsichtbar.

#### Comet von 1665.

Dieser in recht günstiger Stellung erschienene Comet, dessen Schweif so bedeutend war, sollte uns billig mehr Belehrung gewähren; aber die Beobachtungen sind meistens sehr mittelmäßig und umfassen einen zu kurzen Zeitraum.

Der Comet wurde vor der Sonnennähe beobachtet und hatte dennoch einen sehr bedeutenden Schweif, der aber, wie es scheint, nicht gekrümmt erschien.

Am 6. April, als die Anomalie noch  $133^{\circ} 29'$  betrug, Rad. Vect. = 0,6830, soll der Schweif 2 Grad vorausgebeugt gewesen sein; aber die verschiedenen Beobachtungen sind nicht genau übereinstimmend.

Am 7. Apr. Anom. =  $132^{\circ} 28'$ , Radius Vector = 0,6558, Zurückbeugung  $3^{\circ} 25'$ . Der Schweif war  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Millionen Meilen lang.

Am 8. Apr. Anomalie =  $131^{\circ} 25'$ , Radius Vector = 0,6292.

Eine vollständigere Beobachtung, die den Schweif  $7\frac{1}{2}$  Gr. zurückgebeugt und 2800000 Meilen lang angiebt. Den Kern giebt Hevels Beobachtung als 680 Meilen im Durchmesser haltend an, den Durchmesser der Dunstugel = 20400 Meilen.

Am 10. Apr. Die Beobachtung Hevels scheint durch eine Verwechslung des Rechts und Links bei den Füßen des Pegasus entfielt zu sein. Nimmt man die Mitte nach dem Fuße gerichtet an, der uns als der rechte erscheint, so ist die Zurückbeugung  $12^{\circ} 36'$ ; aber Hevel nennt den linken, nördlichen Fuß, und diese Angabe würde eine Vor- ausbeugung ergeben.

Am 11. Apr. Anomalie  $127^{\circ} 22'$ , Radius Vector = 0,5417, Zurückbeugung =  $10^{\circ} 52'$ . Selbst in der Dämmerung war ein 3800000 Meilen langer Schweif sichtbar, vorher sah man ihn bis auf 4800000 Meilen. Der Schweif hatte also sehr zugenommen, scheint aber immer noch ungekrümmt gewesen zu sein, da Hevel ihn ganz gerade zeichnet; dies ist bei so großer Länge merkwürdig, da die Erde so stand, daß die wahre Gestalt des Schweifes recht gut konnte erkannt werden.

Am 13. Apr. Anomalie =  $123^{\circ} 57'$ , Rad. Vect. = 0,4825. Zurückbeugung des 5 Millionen Meilen langen Schweifes =  $12^{\circ} 55'$ .

Am 15. Apr. Anomalie =  $119^{\circ} 27'$ , Rad. Vect. = 0,4191, Zurückbeugung =  $8^{\circ}$ , bei einer Länge = 0,2861 = 5900000 Meilen.

Am 16. Apr. Zurückbeugung  $4\frac{1}{2}$  Grad.

Am 18. Apr. Anomalie  $109^{\circ} 15'$ , Radius Vector = 0,3177.

Zurückbeugung des 4800000 Meilen langen Schweifes =  $3\frac{1}{2}$  Gr.

Am 20. Apr. wurde in der Morgendämmerung nur noch ein kurzer Schweif gesehen, und in den folgenden Tagen kam dieser schöne Comet, der schon so lange vor der

Sonnennähe einen so ansehnlichen Schweif zeigte, der Sonne zu nahe, um noch gesehen zu werden.

\* \* \*

Hiermit schließen sich meine bisherigen Berechnungen. Die Cometen von 1680, 1682, 1744, 1769, 1807, 1819, 1821, 1824 werden noch einen ziemlich reichen Beitrag zu diesen Beobachtungen liefern; über den Schweif des Cometen von 1811 kommen sogleich nähere Untersuchungen vor.

### Nähere Untersuchung

der Gestalt des Schweifes, für den Fall, da die Beobachtungen genau genug sind, um die Form des ganzen Schweifconoids zu bestimmen.

Schon in den vorigen Betrachtungen habe ich angedeutet, daß die dort angegebene Bestimmung der Ape nicht in aller Strenge genau ist, sondern eigentlich durch die Rücksicht darauf, daß die Theile des Schweifes nicht alle in der Ebene der Bahn liegen, berichtigt werden müsse; daß aber die Beobachtungen selten so gut sind, um eine strenge Berichtigung dieser Resultate zu erlauben. Da, wo die Beobachtungen genauer sind, ist es möglich, zu etwas vollständigeren Bestimmungen zu gelangen.

Wir können den Schweif als einen kugelähnlichen, conoidischen Körper ansehen, dessen auf die Ape senkrechte Querschnitte wahrscheinlich Kreise sind, und zwar immer größere Kreise, je mehr man sich von dem Cometen entfernt; aber die Ape ist meistens gekrümmt und wir kennen das Gesetz dieser Krümmung nicht, wissen auch nicht einmal, ob die Vergrößerung der Querschnitte, nach dem Ende der Ape zu, regelmäßig fortgeht; — alles dieses sollte eigentlich aus der Beobachtung bestimmt werden. Aber

wenn man bedenkt, daß außer der wahren Stellung der Erde, und dem auf die Himmelskugel projectirten scheinbaren Umriffe des Schweifes, bloß noch die Lage der Cometensbahn gegeben ist, so erhellt leicht, daß die Aufgabe, die wahre Gestalt des Schweifes ohne irgend eine Voraussetzung zu finden, völlig unauflösbar ist, indem die vorhandenen gegebenen Stücke dazu nicht ausreichen. Dennoch können wir Bestimmungen, die der Wahrheit gewiß nahe kommen, wohl erhalten, da wir einige Voraussetzungen als wahrscheinlich richtig mit ziemlich viel Zuversicht annehmen dürfen, worunter die die wichtigste ist, daß die wahre Aze des Schweifes in der Ebene der Bahn liegend und derjenigen Linie, die uns als Mittellinie des Schweifes erscheint, nahe entsprechend angesehen werden dürfe.

Um die weitere Rechnung auszuführen, ist es zuerst vortheilhaft, aus der Erscheinung am Himmelsgewölbe die bequemere Projection auf die Ebene der Cometensbahn herzuleiten. Dieser Umriss des Cometenschweifes, den wir so in der Ebene der Bahn zeichnen, ist nun freilich nicht einerlei mit der wahren Durchschnittslinie der Bahn-Ebene mit der Oberfläche des Schweifes, (wie Fig. 3. zeigt, wo L, M Punkte jenes Umrisses sind, N, G Punkte der Schweif-Oberfläche selbst,) aber sie dient wenigstens, um ungefähr die Aze des Schweifes auf der Ebene der Bahn zu zeichnen, wobei wir uns eine Correction dieser Aze noch vorbehalten müssen.

Die wichtigste zu beantwortende Frage wäre nun, welcher Punct unserer nach dem Rande des Schweifes gezogenen Gesichtslinie derjenige ist, in welchem sie das Schweifconoid berührt. Wäre der Schweif ein gerader Cylinder, so würden wir kurz antworten, derjenige Punct, wo die Gesichtslinie der Aze des Cylinders am nächsten kommt, ist

der Berührungspunct. Diese, für einen geraden Cylinder genau passende, Behauptung gilt ziemlich sicher auch noch für einen Kegel, zumal wenn dieser sich in Vergleichung gegen seine Länge nur langsam erweitert; denn obgleich sich hier allerdings Berührungslinien an die Kegelfläche ziehen lassen, die nicht gerade im Berührungspuncte der Aere am nächsten sind, so kann man sich doch leicht überzeugen, daß für die allermeisten Berührungslinien der Kegelfläche der Punct der Berührung mit dem Puncte der größten Annäherung zur Aere zusammenfällt, und daß die Ausnahmen nur bei den Berührungslinien Statt finden, die von der zur Aere parallelen Richtung nicht sehr stark abweichen; aber wenn das Auge so steht, daß die Richtungslinien nach dem Umfange des Schweißes wenig gegen die Aere des Schweißes geneigt sind, so ist das immer eine für die Beobachtung des Schweißes sehr ungünstige Stellung, die auch selten länger als einige Tage dauern kann, und man muß sich allerdings entschließen, die Beobachtungen dieser Tage lieber ganz als unnütz für unsern Zweck wegzulassen. Für andere Zeiten dagegen kann man die Uebereinstimmung jener beiden Puncte, wenn gleich die Krümmung der Aere ebenfalls Ausnahmen veranlassen kann, dennoch als überwiegend wahrscheinlich ansehen und in vielen Fällen ist sie ganz gewiß richtig, es müßte denn sein, daß die Querschnitte des Schweißes keine Kreise wären.

Dem Mathematiker liegt es also nun ob, jenen Punct zu berechnen, wo die zwei Linien einander am nächsten kommen. Ich darf hier wohl mich abermals an die Nichtmathematiker wenden und sie fragen, ob sie den Mathematiker einer sich selbst rühmenden Prahlerei beschuldigen wollen, wenn er behauptet, er könne diesen Punct berechnen? — Ganz gewiß nicht! Denn es erhellt, daß es nur

einen solchen Punct giebt, daß dieser Punct völlig bestimmt ist, und daß er folglich auch angegeben werden kann; — jeder Vernünftige wird es daher ohne Bedenken als wahr annehmen, wenn ein anderer Vernünftiger ihm sagt, er könne es berechnen, wo dieser Punct liegt. — Hier, wo man so leicht begreiflich machen kann, daß der Punct des kleinsten Abstandes zweier gerader Linien da liegt, wo eine zwischen beiden Linien gezogene dritte Linie auf beiden senkrecht steht; daß es allemal möglich ist, von jedem Puncte der ersten eine gegen die zweite Linie Senkrechte zu ziehen, die aber in allen andern Fällen mit der ersten schiefe Winkel macht, und nur in jenem einen Puncte auch gegen sie senkrecht ist; — hier scheint es, als ob es lächerlich sei, dem Mathematiker nicht glauben zu wollen, wenn er das zu berechnen weiß, was mancher Andere nicht berechnen kann; — aber ist es nicht in gleichem Grade ungerecht gegen die Mathematiker, wenn man bei schwierigeren Gegenständen bloß darum Zweifel gegen ihre Schlüsse erregt, weil man sie nicht, ohne etwas vollkommnere Vorkenntnisse zu besitzen, selbst prüfen kann? — Doch ich will die Klagen, in welche ich hier auszubrechen im Begriff war, unterdrücken; hoffentlich werden die Schriftsteller, die sich dieses Unrechts gegen die Mathematiker schuldig machen, einsehen lernen, daß die Mathematiker nur das berechnen zu können behaupten, was sich berechnen läßt. Ihr Bestreben wird immer mehr vereitelt erscheinen, je mehr die Mathematiker dahin streben, alles möglichst klar auch dem Verstande des Nichtrechnenden darzulegen; aber die Gegner der Mathematik sollten auch billig genug sein, zu bedenken, daß es bei verwickelten Lehren höchst schwierig ist, auf eine völlig genügende Weise den Grund der Rechnungen auch dem Ununterrichteten klar darzulegen, und daß dieses sehr oft erst dann gelingt, wenn



man solche Lehren von allen Secten betrachtet und diejenigen Beziehungen zu bekannteren Lehren aufgefunden hat, die sich am leichtesten übersehen und faßlich darstellen lassen. — Ich kehre zu dem Gegenstande zurück, der uns hier vorzüglich beschäftigen sollte.

Da man nach den eben angegebenen Ueberlegungen den Ort finden kann, wo sich ein, uns im Umriffe des Schweifes erscheinender, Punct wirklich befindet, so muß man nun für eine ganze Reihe solcher Puncte die Lage derselben in Beziehung gegen den Cometen und die Are des Schweifes berechnen. Wofern die Are des Schweifes, so wie wir sie angenommen haben, die wahre Mittellinie des Schweifes ist, so wird der Punct im Umfange, der an der einen Seite des Schweifes neben einem gewissen Puncte der Are liegt, eben so weit von dieser entfernt sein, als der eben dem Puncte der Are entsprechende Umfangspunct an der andern Seite, und wenn sich das völlig oder bis auf unbedeutende Unterschiede so findet, so sehen wir, daß unsere Are sich als richtig bewährt. In vielen Fällen, namentlich in denen, wo die vom Auge nach dem Cometen und nach dem Umfange des Schweifes gezogenen Linien einen kleinen Winkel mit der Ebene der Bahn machen, wird jene Uebereinstimmung nicht Statt finden, und man wird daher eine Correction der Are nöthig finden. Um diese zu bestimmen, sehen wir jetzt die Puncte im Umfange des Schweifes als genau richtig gegen den Cometen und gegen die Ebene seiner Bahn bestimmt an, und ziehen nun auf dieser Ebene die Linie, die sich als die Mitte zwischen den eben berechneten Puncten im Umfange des Schweifes zeigt. Wir wissen sehr wohl, daß auch diese Bestimmung nicht völlig genau ist, da, wie wir jetzt gefunden haben, die Beziehung auf die vorige Are nicht genau richtig war; aber wir dür-

fen annehmen, daß die corrigirte Aze doch der wahren näher liegt. Wir wiederholen also nun unsere vorige Rechnung, das heißt, wir suchen ganz aufs Neue den Punkt unserer nach einem Umfangspuncte des Schweißes gezogenen Gesichtslinie, welcher der jetzt angenommenen Aze am nächsten liegt, und setzen diese Berechnung für möglichst viele Punkte im Umfange des Schweißes fort; wir erhalten so eine neue Reihe von Punkten, die wir als die wahre Lage der von uns gesehenen Punkte im Umrisse des Schweißes bezeichnend betrachten, und für diese sehen wir nun abermals nach, ob die rechts und links von der Aze liegenden Punkte sich als gleich entfernt von ihr ergeben. Ganz genau wird das gewöhnlich auch jetzt noch nicht der Fall sein; aber da die wahre Lage der Umfangspuncte in der zweiten Rechnung nie sehr verschieden von der in der ersten Rechnung ausfallen kann, so wird die neue Correction der Aze meistens so geringe sein, daß man sie schon unbeachtet lassen und diese Aze als die wahre Aze des Schweißes ansehen kann; und wenn das nicht wäre, so müßte man eine dritte Rechnung in Beziehung auf diese neu corrigirte Aze führen.

Ergiebt sich bei diesen wiederholten Rechnungen, daß die noch erforderlichen Correctionen in der Lage der Aze wirklich immer unbedeutender werden, so dient das, wie wohl Jeder einräumen wird, zu einer Bestätigung, daß wir in der That die wahre Aze nahe richtig gefunden haben; sollte dagegen ein so ungünstiger Fall eintreten, wo jede neue Correction eine große Aenderung in der angeblichen Lage der Aze hervorbrächte, da müßte wohl eine solche Beobachtung als keiner Berechnung fähig verworfen werden.

Bei der wirklichen Berechnung kommen noch einige Schwierigkeiten vor, die von der Krümmung der Are herühren; aber diese erschweren bloß dem Rechner sein Geschäft, ohne in Rücksicht auf die Principien der Rechnung neue Regeln zu fordern, und ich darf nun wohl auf die Ueberzeugung meiner Leser, daß die wahre Gestalt des Schweifes sich bestimmen lasse, sicher rechnen.

Der Schweif des schönen Cometen von 1811, der von einigen Astronomen mit Sorgfalt beobachtet worden ist, hat mir Veranlassung gegeben, diese theoretischen Betrachtungen in der Anwendung zu prüfen, und die Hauptresultate dieser Berechnung sind wohl merkwürdig genug, um auch hier einen Platz zu finden. \*)

#### Ueber den Schweif des Cometen von 1811.

Als eine bei recht ungünstiger Stellung der Erde gegen den Cometen angestellte Beobachtung verdient die vom 29. August, kurz nach dem Wiedererscheinen des Cometen, erwähnt zu werden. Der Schweif erschien, da die Erde der Bahn-Ebene sehr nahe stand, und überdies der Comet sich noch jenseit der Sonne befand, in sehr verkürzter Projection, da die Erde nicht weit von der Richtung seiner Are entfernt war; \*\*) die Lage der Are konnte deshalb aus der Beobachtung gar nicht angegeben werden. Um nun durch die im Umfange gegebenen Punkte die wahre Gestalt des Schweifes, wenn es bei so ungünstigen Umständen möglich wäre, zu bestimmen, nahm ich zwei Lagen der Are

\*) Ausführlich mit Angabe der Formeln, wonach die Rechnung geführt ist, stehen sie in der Astronomischen Zeitschrift von v. Lindenau und v. Bohnenberger. I. Th. S. 402 u. f.

\*\*) Die Zeichnung im 4ten Theil meiner Astronomischen Briefe Taf. I. zeigt diese Stellung deutlich.

zum Versuch an, die eine gerade von der Sonne abgewandt, die andere 8 Grade zurückgebeugt, oder einen Winkel von 8 Gr. mit dem verlängerten Radius Vector bildend, weil die späteren Beobachtungen eine solche Zurückbeugung ungefähr ergaben. Die erste dieser Lagen zeigte sich sogleich als unrichtig, da ein vom Cometen entfernterer Punkt der vorangehenden Seite dieser Axe weit näher lag, als ein dem Cometen näherer Punkt der nachfolgenden Seite. Wäre der ganze Umriß des Cometenschweifes vollständig angegeben gewesen, so hätte man nun eine Correction der Lage der Axe nach den obigen Regeln versuchen können; da aber nur zwei Punkte des Umrisses angegeben waren, so mußte ich mich begnügen, die zweite Voraussetzung zu berechnen, und diese ergab den Halbmesser des Cometenschweifes an der einen Seite in größerer Entfernung vom Cometen größer, als an der andern Seite in geringerer Entfernung vom Cometen. Obgleich also die Beobachtung nicht genug Punkte angab, um die Gestalt des ganzen Schweifes zu bestimmen, so ergab sich doch deutlich, daß selbst bei dieser höchst ungünstigen Stellung der Erde die Rechnungsmethode anwendbar sein würde. Die Resultate können freilich nur als eine ungefähre Bestimmung gebend gelten, und danach würde der Schweif 8 Grade zurückgebeugt gewesen sein, und sein Halbmesser = 0,0526, in der Entfernung = 0,2936 vom Cometen; und Halbmesser = 0,0857, in der Entfernung = 0,8735 vom Cometen, gewesen sein.

Diese zu einer Zeit, da der Comet noch sehr klein erschien, angestellte Beobachtung ist von Hrn. Dr. Olbers; die nächste von Hrn. von Lindenau giebt Folgendes.

Am 10. Sept. als des Cometens Anomalie =  $2^{\circ}$ . 54' vor der Sonnennähe, Rad. Vect. = 1,0373 war, findet sich

die Zurückbeugung =  $3^{\circ}.53'$ , für die Entfernung = 0,0613;  
 = 7. 51, = 0,2107;  
 = 10. 40, = 0,4327.

Die Halbmesser des Schweifconoids waren in der Entfernung = 0,3310, Halbmesser = 0,0460;  
 = 0,4725, = 0,0667;  
 = 0,5996, = 0,0874.

Das hohle Schweifconoid gab dem Cometen das Ansehen, als ob er zwei Schweife habe; der vorangehende war nicht völlig 10 Millionen Meilen, der nachfolgende 12 Millionen Meilen lang.

Eine zweite Beobachtung von Hrn. von Lindenau am 11. October, wobei die Anomalie =  $36^{\circ}. 5'$ , Rad. Vect. = 1,1454, giebt

Zurückbeugung =  $7^{\circ}. 55'$ , im Abstände = 0,0290;  
 = 10. 26, = 0,2899;  
 = 13. 25, = 0,5176;

ferner, am Cometen selbst, Halbmesser der Dunsthülle = 0,0103;

in d. Entf. vom Cometen = 0,0240. Halbmess. = 0,0153;  
 = 0,1942 = 0,0335;  
 = 0,2876 = 0,0414;  
 = 0,5653 = 0,0592;

also der Halbmesser des Schweifes gegen das Ende hin 1210000 Meilen, seine Länge = 11590000 Meilen.

Bei den folgenden von Hrn. Prof. Harding angestellten Beobachtungen ist die am meisten glänzende Mitte in jedem der beiden Schweife angegeben; was wir also hier berechnen werden, ist nicht die Größe der ganzen Dunsthülle, sondern ein Raum, der etwas größer ist, als der (wie es scheint) leere Raum, den diese Dunsthülle gleich einem Mantel umgab.

Am 18. September

Anomalie =  $5^{\circ} 9'$  nach der Sonnennähe,

Rad. Vect. = 1,0405.

Zurückbeugung der Aere =  $8^{\circ} 1'$ , in der Entfernung  
= 0,1014.

Für die Dunsthülle

im Abstände = 0,0653, Halbmesser = 0,0132;

= 0,1416, = 0,0223.

Am 16. November Anomalie =  $66^{\circ} 27'$ ,

Rad. Vector = 1,46687,

Zurückbeugung =  $6^{\circ} 12'$ , in der Entf. = 0,0919;=  $8^{\circ} 54'$ , = 0,2194.

Für die Dunsthülle

im Abstände = 0,0919, Halbmesser = 0,0075;

= 0,2410, = 0,0080.

Am 21. November Anomalie =  $69^{\circ} 42'$ ,

Rad. Vector = 1,5298,

Zurückbeugung =  $7^{\circ} 0'$ , in der Entf. = 0,1211;=  $10^{\circ} 33'$ , = 0,2154.

Für die Dunsthülle

im Abstände = 0,0232, Halbmesser = 0,0049;

= 0,1118, = 0,0078;

= 0,2369, = 0,0116.

Am 6. December Anomalie =  $77^{\circ} 44'$ ,

Rad. Vector = 1,7045,

Zurückbeugung =  $4^{\circ} 18'$ , in der Entf. = 0,1535.

Für die Dunsthülle

im Abstände = 0,1023, Halbmesser = 0,0048;

= 0,2266, = 0,0073.

Am 9. Decbr. Anomalie =  $79^{\circ} 17'$ , Radius Vector  
= 1,7562,

Zurückbeugung =  $3^{\circ}. 56'$ , in der Entf. = 0,1449;  
 =  $6^{\circ}. 26'$ , = 0,3147.

Für die Dunsthülle

im Abstände = 0,0468, Halbmesser = 0,0094;  
 = 0,1208, = 0,0115;  
 = 0,1818, = 0,0131;  
 = 0,2501, = 0,0144.

Das Schweifconoid hatte also immer noch eine Länge von 5 Millionen Meilen und am Ende einen Halbmesser von 290000 Meilen. Der Comet blieb zwar noch lange sichtbar, aber Beobachtungen des Schweifes sind mir nicht weiter bekannt.

Einige Beobachtungen, die ich in der Zeichnung mit aufgenommen und auch in der astronomischen Zeitschrift berechnet habe, übergehe ich hier. Die von Matthieu am 17. und 19. Oct. sind so wenig genau, daß ich am 17. Oct. zwischen den berechneten Punkten, welche die Zeichnung angiebt, die Grenzen des Schweifes nur ungefähr habe zeichnen können, indem jene Punkte diese Grenze ganz unregelmäßig darstellen würden.

Diese Untersuchungen geben das merkwürdige Resultat, daß die beiden Schweif-Neste ungleich lang erschienen, und zwar derjenige immer am kürzesten, welcher jenseit der Ebene der Cometenbahn lag. Es bleibt hier zweifelhaft, ob das Schweifconoid wirklich nicht senkrecht gegen die Axe abgeschnitten war, und also in der That an der einen Seite der Bahn-Ebene über  $1\frac{1}{2}$  Millionen Meilen kürzer, oder ob uns die etwas entferntere Seite des Schweifes nur kürzer erschien, ob nur ihre äußersten Theile uns nicht mehr sichtbar wurden. Die letztere Vermuthung läßt sich als einigermaßen wahrscheinlich ansehen, wenn man annimmt, daß ähnliche Theilchen, wie die, welche den Cometen leuch-

tend umgeben, sich auch noch über die sichtbaren Grenzen des Schweifes hinaus verbreiten mögen. So fein nämlich diese auch unstreitig dort vertheilt sind, so könnten sie doch vielleicht das matte Licht der entfernteren Schweiftheilchen schwächen, und uns hindern, sie zu erkennen; vielleicht ist aber auch der innere Raum des hohlen Cometenschweifes mit einer Materie angefüllt, die den Lichtstrahlen keinen vollkommenen Durchgang gestattet.

Das Schweifconoid scheint bei allen diesen Beobachtungen nicht viel von einem Kegel, dessen Arc aber etwas gekrümmt war, verschieden gewesen zu sein; aber der Winkel, den die Seitenlinie dieses Kegels mit der Arc machte, nahm nach und nach ab, so daß der Winkel am 18. Sept.  $7\frac{1}{2}$  Gr.; am 11. Oct. 5 Gr.; am 16. und 21. Nov.  $1\frac{1}{2}$  Grad, am 6. Dec. 1 Grad betrug.

---

Untersuchungen über die Frage,  
welche Kräfte es sind, die den Cometenschweif hervorbringen,  
und seine Gestalt bestimmen.

Die bisherigen mathematischen Untersuchungen sollten nur dazu dienen, um das, was die Beobachtung ergiebt, vollständig und genau kennen zu lernen; jetzt wenden wir uns zu der schwierigeren Frage, welche Kräfte es sind, die den Cometenschweif bilden und ihm diese Gestalt geben.

Der Haupt-Umstand, der bei allen Cometen Statt findet, daß der Schweif von der Sonne abwärts gekehrt ist, hat schon lange Veranlassung gegeben, eine abstoßende Kraft der Sonne zu vermuthen, welcher die materiellen Theilchen, aus denen der Schweif besteht, unterworfen sein mögen, und, obgleich wir sonst nirgends eine solche ab-



stößende Kraft kennen, so verdient doch diese Hypothese mehr als jede andere eine Prüfung. Die mathematische Prüfung, der wir sie hier unterwerfen wollen, besteht darin, daß wir bestimmen, erstlich welchen Weg ein mit dem Cometen im Weltraum fortgeführtes, nun aber vermöge jener abstoßenden Kraft fortgetriebenes Theilchen durchlaufen muß, und zweitens in welcher Ordnung im Raume in irgend einem Augenblicke die nach einander vom Cometen ausgegangenen Theilchen sich an einander gereiht finden. Die Beantwortung der zweiten Frage würde uns die Form des Schweifes angeben, der sich bilden müßte, wenn wirklich eine solche Kraft wirkte, und die Vergleichung mit wirklichen Beobachtungen könnte also zur Entscheidung dienen, ob diese Kraft eine genügende Erklärung gäbe. Aber, wird man einwenden, solche abstoßende Kräfte können unendlich mannichfaltig sein, sie können entweder überall mit gleicher Gewalt wirken oder können in verschiedenen Entfernungen von der Sonne nach höchst mannichfaltigen Gesetzen ungleich sein, und selbst wenn wir irgend ein solches Gesetz hervorheben, so kann doch die mehr oder mindere Stärke der abstoßenden Kraft so verschieden angenommen werden, daß es unmöglich ist, alle Fälle durchzugehen; es scheint daher unmöglich, zu entscheiden, ob nur die wenigen Fälle, die wir durchzurechnen unternehmen, keine genügende Erklärung geben, — denn daß unter diesen gerade der richtige Fall getroffen sein sollte, können wir wohl nicht hoffen, — oder ob die Hypothese gänzlich verworfen werden müsse.

Dieser an sich ganz richtige Einwurf wird zum größten Theile dadurch gehoben, daß die Analysis uns allgemeine Bestimmungen über die Gestalt des Schweifes giebt, und uns dadurch in Stand setzt, die Zahl der zu betrachtenden Fälle ungemein zu vermindern. Es ist wahr, daß

eine wesentlich verschiedene Bestimmung auch in den allgemeinen analytischen Formeln gefunden wird, je nachdem wir für die Abnahme jener Kraft in größeren Entfernungen von der Sonne ein anderes Gesetz annehmen, und daß wir uns also wohl in der Nothwendigkeit befinden können, nach mehreren solchen Gesetzen zu rechnen; aber was die absolute Größe der Kraft betrifft, so würde die sich bei Anwendungen auf wirkliche Fälle von selbst ergeben. Wenn nämlich einmal das Gesetz der Kraft bekannt wäre, (ob und wie sie in größeren Entfernungen von der Sonne abnimmt,) so würde ein einziger Punct der beobachteten Schweif=Are hinreichend sein, um die absolute Größe der Kraft in bestimmter Entfernung zu finden, und, wenn jeder Punct der beobachteten Are einen gleichen Werth gäbe, so würde das als Beweis, daß das angenommene Gesetz das richtige sei, dienen.

Wir wollen zuerst das Gesetz betrachten, welches, mit dem Gesetze der anziehenden Kräfte übereinstimmend, die abstoßende Kraft als dem Quadrate der Abstände umgekehrt perportional (also 2mal so groß in der doppelten, 3mal so groß in der dreifachen Entfernung, u. s. w.) voraussetzt. Sollte sich dies Gesetz nicht als das richtige bestätigen, so würden wir ein anderes zum Grunde legen müssen; aber es läßt sich auch wohl übersehen, daß nur einige wenige dieser Gesetze betrachtet zu werden brauchen, um zu entscheiden, ob wir überhaupt uns auf dem rechten Wege befinden; denn wenn gleich die Form des Schweifes eine ganz andere sein würde für eine in allen Entfernungen gleiche, und für jene in größeren Entfernungen dem Quadrate der Entfernungen gemäß abnehmende Kraft, so läßt sich doch leicht übersehen, daß die Betrachtung dieser beiden Gesetze, wenn beide sich als ungenügend zeigten, uns

schon andeuten würde, ob es nöthig sei, das zwischen beide fallende Gesetz, daß die Kräfte sich umgekehrt wie die Entfernungen verhalten, ( $\frac{1}{2}$ mal so groß in der doppelten,  $\frac{1}{3}$ mal so groß in der dreifachen Entfernung sind,) noch besonders zu betrachten und so ferner. Da die Betrachtung jenes einen Gesetzes wird uns schon ziemlich sicher über die Zulässigkeit der Hypothese entscheiden lassen. Bei diesen der Mechanik angehörenden Untersuchungen finden nun einige Lehren, die aus der Theorie der Planetenbahnen bekannt sind, ihre Anwendung. Zuerst ist es offenbar, daß ein jener abstoßenden Kraft unterworfenen Theilchen, ehe es den Cometen verließ, mit diesem eben so geschwind, als er sich selbst in seiner Bahn bewegt, fortgeführt ward, und daß es also, auch nachdem es sich vom Cometen getrennt hat, gleiche Sektoren wie der Comet selbst um die Sonne durchlaufen wird. Dieses Gesetz, daß die beschriebenen Sektoren in gleichen Zeiten gleich sind, gilt für jede gegen die Sonne hin und von ihr abwärts gerichtete Kraft, wosfern keine andere Kraft außer dieser wirksam ist. Es läßt sich in Anwendung auf unseren Fall am besten so erläutern.

Zwei Körper, der Comet nämlich und das Schweiftheilchen, gehen zuerst in der Cometenbahn zusammen fort, und durchlaufen zum Beispiel in einer Stunde den Raum PQ (Fig. 6.), oder um die Sonne S den Sector PSQ; in Q trennt sich das Schweiftheilchen vom Cometen, und während der Comet in der nächsten Stunde nach R kömmt, so weit, daß der Flächenraum des Sectors QSR gleich dem PSQ ist, gelangt das Schweiftheilchen nach T und auch für dieses Theilchen muß der Flächenraum QST dem PSQ oder QSR gleich sein. Wie weit das Theilchen T sich von

der Cometenbahn in dieser Zeit entfernt hat, hängt von der Größe der abstoßenden Kraft ab.

Eben die Lehren der Mechanik, welche uns zeigen, daß die Bahnen der Planeten Ellipsen sind, in deren einem Brennpuncte die Sonne steht, und die sich auch dem Nichtmathematiker so sehr bewährt haben, daß niemand mehr daran, daß die Mathematiker hier das Richtige erkannt haben, zweifelt, — eben diese Lehren zeigen, daß das Schweiftheilchen, wenn die abstoßende Kraft der Sonne umgekehrt dem Quadrate der Entfernungen proportional ist, eine Hyperbel durchlaufen muß, in deren jenseit des Mittelpunctes stehendem Brennpuncte sich die Sonne befindet. Die nähere Bestimmung dieser Hyperbel hängt von der absoluten Größe der abstoßenden Kraft ab; aber wenn man diese Größe einmal kennt oder auch nur hypothetisch annimmt, so ist nicht bloß die Bahn des einen Theilchens, das in Q den Cometen verläßt, bestimmt, sondern die Bahn des Theilchens, das in R den Cometen verläßt, das ihn in U verläßt, u. s. w.; kurz es ergiebt sich dann ein System von Hyperbeln, auf welchen alle verschiedenen Schweiftheilchen fortgehen müssen. Wie weit jedes zu einer bestimmten Zeit gelangt ist, läßt sich dann aus dem Gesetze, daß die Sektoren gleich sind für die Bahn des Theilchens und für die Bahn des Cometen, bestimmen.

Auf diese Weise erhält man für das eben angegebene Gesetz der Kräfte die Gestalt, welche der Schweif haben würde; denn wenn man den Ort berechnet, wohin in einem gewissen Augenblick alle nach und nach vom Cometen ausgegangenen Theilchen gelangt sind, so hat man ja für diesen Augenblick die Gestalt des Schweifes. Ich sollte eigentlich wohl sagen, man hat die Gestalt der Schweifkreise; denn um die Form des ganzen Schweifes zu bestim-

men, oder auch nur um dem Schweife eine gewisse Breite zu geben, müßte man mehr als ein in jedem Augenblick von dem Cometen abgehendes Theilchen betrachten und jedem derselben eine verschiedene Anfangsgeschwindigkeit beilegen.

Die 7. Figur zeigt für mehrere Punkte der parabolischen Cometenbahn  $CADI$  die Bahnen der Schweiftheilchen und die danach sich ergebende Form des Schweifes; ich will sie hier für einige Punkte näher angeben. Die Figur ist so gezeichnet, wie es einer der anziehenden Kraft gleichen abstoßenden Kraft gemäß ist, denn da hier nur noch von allgemeinen Betrachtungen, nicht von strengeren Vergleichen mit einzelnen Beobachtungen die Rede ist, so sieht es uns frei, die absolute Größe der auf die Schweiftheilchen wirkenden Kraft willkürlich anzunehmen; wir geben ihr daher die Größe, bei welcher im ersten Anfange der Trennung vom Cometen das Schweiftheilchen (zum Beispiel in  $D$ ) sich eben so weit jenseits von der Tangente  $Dd'$  entfernt, als der Comet selbst diesseits von ihr abweicht, und dies ist es, was ich unter Gleichheit der anziehenden Kraft, die auf den einen, und der abstoßenden Kraft, die auf das andere wirkt, verstehe. Ich brauche nicht zu bemerken, daß das Schweiftheilchen, während es von  $D$  nach  $N$  fortgeht, mit immer schwächerer Kraft von der Sonne  $S$ , von welcher es sich entfernt, abgestoßen wird; denn dieses versteht sich aus dem angenommenen Gesetze der Kräfte von selbst. Die Hyperbel  $DN$  ist diesen Voraussetzungen gemäß gezeichnet und auf ihr gelangt das Schweiftheilchen nach  $N$ , während der Comet bis  $I$  fortgeht; wenn der Comet in  $m$  ankömmt, so verläßt ihn ein anderes Schweiftheilchen, das auf der Hyperbel  $mM$  nach  $M$  gelangt ist, während der Comet nach  $I$  gelangt; für ein drit-

tes Theilchen, das bei I, und für ein viertes, das bei k den Cometen verläßt, sind IL, kK die Bahnen und L, K, die Punkte, wo diese Theilchen ankommen, wenn der Comet in I ist. So haben wir also I, K, L, M, N als die gleichzeitigen Orte des Cometen und der verschiedenen Schweiftheilchen; und da sich offenbar für zwischenliegende Theilchen eben so rechnen läßt, so ist IKLMN der Schweif, sofern er aus den Theilchen besteht, die während des Laufes von D bis I den Cometen verlassen haben. Ganz eben so stellt DEFGH den Schweif des in D stehenden Cometen, und ABC' den Schweif des in A stehenden Cometen vor.

Diese Schweife sind ferner nach folgenden Ueberlegungen gezeichnet. Der Comet gebraucht eben die Zeit, um von c nach A zu gelangen, welche er auf den Bogen AD oder DI verwendet; wenn wir also annähmen, alle die Schweiftheilchen würden uns sichtbar, die während einer solchen Zeit vom Cometen losgerissen würden, so würden AC, DH, IN die verhältnißmäßigen Längen des Schweifes und seine Gestalt bei verschiedenen Stellungen des Cometen zeigen, und dies kann schon zu einigen vorläufigen Vergleichen mit den Beobachtungen führen.

A ist eine Stellung des Cometen ziemlich lange vor dem Perihelio und hier finden wir den Schweif kurz, aber sehr zusammengedrängt; in D, wo der Comet der Sonne am nächsten kömmt, ist der Schweif länger und stark gekrümmt worden, und nach dem Perihelio haben Länge und Krümmung noch mehr zugenommen. Doch man würde Unrecht haben, wenn man so geradehin die hier gezeichneten Schweife als dem, was die Beobachtung zeigt, entsprechend ansehen wollte. Allerdings werden die Schweiftheilchen, die während gleichen Zeiten vom Cometen ausgegan-

gen sind, die eben angegebenen Stellungen einnehmen, aber da wir sie nur dann als leuchtend wahrnehmen, wenn sie hinreichend dicht einen gewissen Grad von Glanz darbieten, so erhellt, daß die Sichtbarkeit der verschiedenen Theile des Schweifes noch von andern Umständen abhängen muß. Nehmen wir nämlich nicht darauf Rücksicht, daß vielleicht zur einen Zeit eine größere Menge Theilchen, als zur andern Zeit vom Cometen ausströmen, so sind doch die in gleicher Zeit ausströmenden, also der Menge nach gleichen, Theilchen in ABC sehr nahe bei einander, in IKLMN weit von einander zerstreut, und das, was man den mittleren Glanz des Schweifes nennen würde, ist bei der Stellung in A größer als bei der Stellung in I. Dieselbe Vergleichung läßt sich in Hinsicht auf die einzelnen Theile des Schweifes anstellen; man nimmt nämlich die Punkte h, f' und k so, daß die Zeit, die der Comet auf den Bogen hA, f'D, kI zubringt, gleich ist, vergleicht die Länge desjenigen Schweifes, der durch die in dieser Zeit ausströmenden Theilchen gebildet wird, und verfährt so für mehrere Stücke des Schweifes. Diese Vergleichung ergiebt, welchen Glanz jeder einzelne Theil des Schweifes hat, und zeigt, daß derselbe Glanz, der sich in D bis auf eine Entfernung = 0,23. SD erstreckt, in A nur die Länge = 0,06. SD, in I die Länge = 0,10. SD hat; ferner daß der dem Cometen nächste Theil, so weit als sein Glanz doppelt so groß, als der mittlere Glanz des eben betrachteten gefunden wird, in D, 0,05. SD, in I nur 0,016. SD beträgt. Um dies in verständlichere Worte zu übersetzen, will ich es noch so darstellen. Es ist ohne Zweifel ein gewisser eigenthümlicher Glanz des Schweifes nöthig, damit er von uns gesehen werden könne; wäre dieser gerade derjenige, auf welchen sich die erste angegebene Bestimmung bezieht, so würde der

uns sichtbare Schweif in A vor dem Perihelio nur wenig mehr als halb so lange, als in I nach dem Perihelio sein, und die wahre Länge des Schweifes in D würde fast das Fünffache dessen sein, was sie in A war. Also die Erscheinung, daß der Schweif um das Perihelium wächst, und einige Zeit nach dem Perihelio wieder abnimmt, würde sich recht gut erklären, indem die in LM, MN zerstreuten leuchtenden Theilchen so entfernt von einander sind, daß sie aufhören, uns sichtbar zu sein, und die in der Figur angezeigte Verlängerung des Schweifes also für unser Auge nicht Statt findet. Eine vollkommen durchgeführte Untersuchung würde sogar den Punct der Bahn entdecken lassen, wo nach unseren Voraussetzungen der mit einem gewissen Grade von Glanz ausgestattete Schweif am längsten sein wird, und es läßt sich wohl einsehen, daß dies kurz nach der Sonnennähe der Fall sein muß.

Noch eine andere Folgerung läßt sich aus unseren Rechnungen ziehen. Wenn in der Sonnennähe die Schweife zweier Cometen ihrer wahren Länge nach gleich gefunden werden, z. B. fünf Millionen Meilen lang, der eine dieser Cometen kömmt aber der Sonne bis auf 5 Millionen Meilen nahe, während der andere 20 Millionen Meilen selbst in der Sonnennähe von ihr entfernt bleibt, so muß der Schweif des ersteren viel mehr gekrümmt sein, als der des andern. Bei dem ersteren nämlich ist SD in der Figur, welches uns als Maßstab dient, 5 Millionen Meilen, und ein Schweif von eben der Länge umfaßt also alle Theilchen bis über G hinaus; bei dem zweiten bedeutet SD 20 Millionen Meilen und unsere Figur erscheint als nach einem kleineren Maßstabe gezeichnet, wo dann 5 Millionen Meilen lange nicht bis F reichen. Hiernach müssen also die Schweife derjenigen Cometen, die der Sonne am nächsten



kommen, bei gleicher Länge am meisten gekrümmt und zurückgebeugt sein.

Nach über die Krümmung und Zurückbeugung des Schweifes, den ein und derselbe Comet bei verschiedenen Stellungen in seiner Bahn zeigt, lassen sich Bestimmungen angeben, die ich hier in Zahlen mittheilen will, bei denen immer der kleinste Abstand des Cometen von der Sonne den Maßstab oder die Einheit giebt.

1) Für die Stellung in A vor der Ankunft in der Sonnennähe,

$$\begin{aligned} \text{Zurückbeugung} &= 5^{\circ} \ 6', \text{ für die Entfernung} = 0,249; \\ &= 16. \ 43, &= 0,435. \end{aligned}$$

2) Für die Stellung in D in der Sonnennähe,

$$\begin{aligned} \text{Zurückbeugung} &= 0^{\circ} \ 0', \text{ für die Entfernung} = 0,052; \\ &= 33^{\circ} \ 50', &= 0,275. \end{aligned}$$

3) Für die Stellung in I nach der Sonnennähe,

$$\begin{aligned} \text{Zurückbeugung} &= 0^{\circ} \ 0', \text{ in der Entfernung} = 0,014; \\ &= 10^{\circ} \ 30', &= 0,111; \\ &= 27. \ 35, &= 0,684. \end{aligned}$$

Also auch die Zurückbeugung nimmt um die Sonnennähe stark zu und später vermindert sie sich wieder.

Ich habe wohl nicht nöthig, diesen hypothetischen Rechnungen eine Schukrede zu halten. Jeder, glaube ich, übersieht, daß die Entwicklung dessen, was die vorausgesetzte Kraft hervorbringt, die genaue Berechnung aller einzelnen Umstände, keinesweges irreführend sein kann, sondern uns nur mit möglichster Sicherheit zeigen soll, ob denn die Beobachtung die Erscheinungen so angeht, wie sie nach unserer Hypothese sein sollten. Je genauer wir hier ins Einzelne gehen, je strenger unsere Zahlenbestimmungen sind, desto sicherer müssen sie uns dienen, Wahrheit und Irrthum

zu unterscheiden; sie können uns nie dienen, um den Irrthum zu verdecken, oder Scheingründe zur Unterstützung derselben darzubieten, aber wohl können sie uns näher zur Wahrheit hinleiten, wie ich nachher zu zeigen hoffe. Ehe ich dazu übergehen kann, muß ich unsere bisherigen Betrachtungen noch von einer andern Seite zu vervollkommen suchen. Ich habe schon bemerkt, daß die Breite der Cometenschweife in den bisherigen Betrachtungen, die allenfalls nur eine Schweiflinie, etwa so breit als der Durchmesser des Cometenkernes, ergeben, noch gar nicht berücksichtigt sei. Um diese zu erklären, scheint die Hypothese am besten, zu welcher der Comet von 1811 Veranlassung gab, und die zuerst Olbers aufgestellt hat. Dieser Comet war, wie es schien, mit einer conoidischen Lichthülle, die, vom Cometen getrennt, einen leeren Raum zwischen sich und dem Cometen ließ, umgeben, und diese Erscheinung führte zu der Hypothese, daß auch der Comet selbst abstoßend auf die Theilchen des Schweifes wirke, und sie dadurch von sich entferne. Suchen wir diese hypothetische Voraussetzung in unsern Formeln für die Bewegung der Schweiftheilchen zu benutzen, so würden wir freilich, wenn wir ganz streng verfahren wollten, uns in sehr große Schwierigkeiten verwickeln; aber da die Entfernung, bis zu welcher des Cometens abstoßende Kraft bedeutend ist, gewiß nicht gar groß sein kann, so reicht für eine ziemlich nahe Bestimmung der Form des Schweifes folgende Ueberlegung hin. Wenn ein Schweiftheilchen an der vorangehenden Seite des Cometens, eines an der hintern oder nachfolgenden Seite des Cometens sich befindet, und beide vom Cometen abgestoßen werden, so wird dadurch die Geschwindigkeit des vorangehenden Theilchens vermehrt, die Geschwindigkeit des nachfolgenden Theilchens vermindert, indem das letztere

nicht mehr dem Cometen mit der diesem eigenen Geschwindigkeit folgt, sondern hinter ihm zurückbleibt. Wir können daher unsere Untersuchung, ganz der vorigen Anordnung derselben ähnlich, so wiederholen, daß wir dem vorangehenden Theilchen eine größere, dem nachfolgenden eine kleinere Geschwindigkeit, als dem Cometen selbst beilegen. Jedes dieser Theilchen bewegt sich nun zwar auf einer Hyperbel, wie vorhin, aber die beschriebenen Sektoren sind nicht mehr denen, welche der Comet beschreibt, gleich, sondern größer bei dem vorangehenden, kleiner bei dem nachfolgenden Theilchen. Da die Anordnung der Untersuchungen hinreichend aus dem Vorbergehenden zu übersehen ist, so will ich nur eine Zeichnung mittheilen, die nach einer noch etwas zusammengesetztern Hypothese die Form des ganzen Schweifes XYDZA in der Stellung D darzustellen bestimmt ist (Fig. 8.). Hier ist nun allerdings eine so große Menge hypothetischer Voraussetzungen zusammengenommen, daß wir nicht gerade hoffen dürfen, der Wahrheit ganz entsprechende Resultate zu finden, indem, außer der Stärke der zurückstoßenden Kraft der Sonne, auch noch jene Zunahme der Geschwindigkeit für das eine, und Abnahme der Geschwindigkeit für das andere Theilchen bloß nach Gutdünken angenommen ist; aber für unsern jetzigen Zweck, nur zuerst oberflächlich zu übersehen, ob diese Hypothesen etwas der Beobachtung nahe Entsprechendes geben, können sie dennoch zureichen. Wollten wir Bestimmungen haben, die der Beobachtung eines einzelnen Cometen möglichst angemessen wären, so würden wir, wenn die hier angenommenen Geschwindigkeiten den Cometenschweif zu breit gäben, die Geschwindigkeit des vorangehenden Theilchens nicht ganz in dem Grade vermehrt, die Geschwindigkeit des nachfolgenden Theilchens nicht ganz in dem Grade vermindert, annehmen

müssen, und könnten so durch einige Versuche wohl diejenigen Geschwindigkeiten finden, die am besten mit der beobachteten Breite des Schweifes übereinstimmen. Ich werde sogleich noch vollständiger zeigen, wie man eine Prüfung, ob diese Hypothesen genau richtig sein können, anzustellen habe; hier aber kann ich wohl auf die eben angeführten Betrachtungen und die ihnen gemäß entworfene Zeichnung die Behauptung gründen, daß die Cometschweife wirklich die Gestalt ungefähr haben, welche unsere Rechnung ihnen giebt.

Ein sehr wichtiger Umstand steht indeß der näheren Vergleichung entgegen, nämlich die große Veränderlichkeit, welche sich, wenigstens bei manchen Cometen, gezeigt hat, und die offenbar von etwas, das wir zufällige Wechsel nennen müssen, abhängt. Die in der gezeichneten Uebersicht der Cometenbeobachtungen dargestellten Schweife der Cometen von 1577 und 1618 scheinen unbezweifelt solche Wechsel nachzuweisen. Bei dem Cometen von 1618 zum Beispiel war die Abnahme des Schweifes am 22. Dec. und die starke Zunahme in den folgenden Tagen gewiß nicht von seiner wenig veränderten Stellung von der Sonne abhängig; bei dem Cometen von 1577 zeugte die Entstehung des Nebenschweifes am 28. Nov. ganz deutlich von Ereignissen, die wir vielleicht nie unter allgemeine Regeln bringen werden, u. s. w.; aber selbst in diesen veränderlichen Erscheinungen läßt sich, wie mir dünkt, etwas wahrnehmen, was sich wohl zu unseren theoretischen Betrachtungen paßt, und was wenigstens erwähnt zu werden verdient, wenn man gleich die Bedenklichkeit, daß diese Folgerungen leicht irrig sein können, nicht verhehlen darf.

Der Schweif des Cometen von 1577 nahm gegen den 25. Nov. eine mindere Zurückbeugung an; aber nachdem

am 28. Nov. der ungemein stark zurückgebeugte Nebenschweif erschienen war, nahm auch der Hauptschweif eine mehr zurückgebogene Richtung an. Dies läßt sich vielleicht auf folgende Weise erklären. Wenn einige vom Cometen aufsteigende Theilchen sich schneller von ihm entfernen als andere, so müssen die langsameren offenbar stärker hinter ihm zurückbleiben; aus solchen langsamern Theilchen bestand also der an der nachfolgenden Seite gebildete Nebenschweif, und man wird sich leicht zu der Vermuthung bewegen finden, daß mit ihm zugleich auch an der vorangehenden Seite Theilchen derselben Art, die minder schnell sich von der Sonne entfernten, aufsteigen mochten; diese mischten sich mit dem schon vorhandenen Schweife und gaben ihm zwar nicht ganz die Zurückbeugung, welche dem Nebenschweif angemessen geschienen hätte, aber doch eine Zurückbeugung, die einigermaßen das Mittel hielt zwischen derjenigen, die jenem allein und die diesem allein eigen gewesen wäre.

Hätten wir von mehreren großen Cometen genaue und vollständige Beobachtungen, die uns in den Stand setzten, die Gestalt und Richtung der Schweife, während der ganzen Zeit ihrer Sichtbarkeit, sehr streng anzugeben, so würde sich bald ergeben, ob solche Vermuthungen, wie die eben angeführte, einiges Zutrauen verdienen, und es ist daher mit Sicherheit zu hoffen, daß manche der Naturgesetze, nach welchen diese wechselnden Erscheinungen sich ordnen, nicht auf immer den Bewohnern der Erde unbekannt bleiben werden.

Im Allgemeinen scheint es also wohl, daß man die Erscheinungen der Schweife, ihre Zurückbeugung, ihre Krümmung u. s. w. dem ziemlich gemäß finden möchte, was sich aus den Gesetzen einer von der Sonne abwärts wirkenden

Kraft ergeben würde; aber um aus einer strengen mathematischen Untersuchung ganz den Nutzen zu ziehen, den sie gewähren kann, darf man nicht bei diesen oberflächlichen Vergleichen stehen bleiben. Ich nehme hier an, daß die Beobachtungen, die man mit der Theorie vergleicht, selbst völlig zuverlässig sind, und will nun zeigen, wie man mit ihrer Hülfe die doppelte Frage, ob eine solche abstoßende Kraft zur Erklärung der Gestalt des Schweifes ausreiche? und, welche Größe diese abstoßende Kraft habe? — beantworten kann.

Es erhellt, glaube ich, aus dem Vorigen, daß man eine andere Form des Schweifes erhält, wenn man zwar eben das Gesetz für die abstoßende Kraft beibehält, aber die Stärke derselben anders annimmt. Setzt man sie schwächer, so wird zwar noch immer jedes Schweiftheilchen eine Hyperbel durchlaufen, aber eine andere Hyperbel, auf welcher es sich nicht so schnell, wie auf der vorigen, von der Sonne entfernt, und wo es dennoch, sofern wir hier bloß auf des Schweifes Are sehen, Sektoren beschreibt, die den vom Cometen beschriebenen Sektoren gleich sind. Haben wir also einen den Beobachtungen gemäß gezeichneten Schweif vor uns, so könnten wir, für verschieden angenommene Grade der Stärke der abstoßenden Kraft, die derselben Lage des Cometen entsprechende Gestalt des Schweifes suchen, und hier würde sich nun entscheiden, ob einer der so berechneten Schweife sich in seiner ganzen Ausdehnung an den beobachteten anschliese. Fände sich wirklich diese Uebereinstimmung, so wäre unsere Hypothese bestätigt und zugleich die Größe der abstoßenden Kraft bekannt.

Aber so glücklich ist unsere Hypothese nicht, sondern eine strenge Vergleichung mit Beobachtungen zeigt, daß sie

noch einer bedeutenden Verbesserung bedarf. Berechnet man nämlich für einen dem Cometen ziemlich nahen Punct in der Ape des Schweifes, wie groß die abstoßende Kraft sein müßte, damit der berechnete Schweif bei der gegebenen Stellung des Cometen durch diesen Punct gehe, so findet man die Kraft bedeutend geringer, als wenn man einen entfernteren Punct gewählt hätte; dieses bei mehreren Beobachtungen hervorgehende Resultat scheint also anzuzeigen, daß die Hypothese noch nicht zu einer genauen Erklärung ausreicht. Um zu beurtheilen, theils wie weit die Hypothese von der Beobachtung abweiche, theils was wohl zur Verbesserung derselben geschehen müßte, habe ich an die Beobachtung des Hrn. von Lindenau vom 11. October 1811 mehrere Rechnungen geknüpft, deren wesentlichste Ergebnisse ich hier mittheilen will.

In der 9. Figur ist in  $abd fh$ ,  $acegi$  der genaue Umriß des beobachteten Schweifes, so wie er sich auf die Ebene der Bahn zurückgeführt ergibt, dargestellt. Ich berechnete nun zuerst, wie die Schweif=Ape sein würde, wenn eine abstoßende Kraft, 16mal so groß als die in gleicher Entfernung von der Sonne wirkende anziehende Kraft, auf die Theilchen des Schweifes wirkte; da ergab sich eine Linie, die sich in der Nähe des Cometen ziemlich an die Linie  $k k k$  anschließt, nachher aber sich etwas von ihr entfernt und sich in  $k'$  endiget. Diese Linie hat da, wo sie vom Cometen ausgeht, den verlängerten Radius Vector zur Tangente, und diese Eigenschaft wird auch alle den berechneten Schweif=Apen zukommen, wo man keine andere Anfangsgeschwindigkeit der Schweiftheilchen, als die des Cometen selbst voraussetzt. Dagegen scheint der beobachtete Schweif sogleich in der Nähe des Cometen stärker zurückgebeugt gewesen zu sein, und obgleich die Abweichung un-

ferer berechneten Arc von der Mittellinie des beobachteten Schweifes nicht so sehr erheblich erscheint, so ist sie doch zu groß, um unserer Hypothese als Empfehlung zu dienen. Ähnliche Abweichungen mußten hervorgehen, auch wenn man die Größe der Kraft anders annahm, und ich versuchte daher folgende Abänderungen der Rechnung.

Da die Schweiftheilchen ein hohles Conoid zu bilden schienen, so hat ein von  $a$  ausgehendes Theilchen, das sich in einer auf die Ebene der Bahn senkrechten Ebene bewegt, eine gewisse Geschwindigkeit, mit welcher es, senkrecht über dem Cometen stehend, sich von der Sonne abwärts von dieser entfernt oder ungefähr die Richtung des Radius Vector verfolgt. Nimmt man für dieses Theilchen, welches wir als dasjenige ansehen, das über der uns als Mittellinie des Schweifes erscheinenden Arc fortgeht, eine gewisse nach der Richtung des Radius Vector gehende Anfangsgeschwindigkeit an, so bedarf es einer viel kleineren abstoßenden Kraft, um dieses Theilchen in gewisser Zeit bis an das Ende des uns sichtbaren Schweifes zu bringen, und die berechnete Gestalt des Schweifes wird eine andere als vorhin. Nimmt man die Kraft nur halb so groß, als die in eben der Entfernung wirksame anziehende, und jene dem Radius Vector parallele Geschwindigkeit doppelt so groß, als die Geschwindigkeit des Cometen in seiner Bahn, so ist  $kkkk$  die berechnete Arc des Schweifes. Behält man eben die Kraft bei, nimmt aber die Geschwindigkeit, die das Theilchen, als es senkrecht über dem Cometen stand, relativ gegen ihn, nach der Richtung des Radius Vector, hatte, nur der Geschwindigkeit des Cometen gleich, so ist  $llll$  die berechnete Arc; dagegen ist sie  $mmmm$  für die  $1\frac{1}{2}$ mal so groß als des Cometen Geschwindigkeit angenommene Geschwindigkeit. Hätte ich die abstoßende Kraft  $= 2$ , die relative Geschwindigkeit



gleich der des Cometen gesetzt, so wäre pp die berechnete Are.

Alle so berechneten Aren weichen erheblich von der beobachteten ab; — es hat ganz das Ansehen, als wären wir auf dem Wege, die richtigen Gesetze der Erscheinungen zu finden, aber als fehle uns doch irgend ein Hauptumstand, der noch Berücksichtigung verdiene. — Ich habe versucht, ob man etwas Genügenderes finde, wenn man die Lage derjenigen Theilchen sucht, die in der Ebene der Bahn selbst ihre Bahnen vollenden, denen man also zugleich nach der Richtung der Tangente der Cometenbahn eine vermehrte Geschwindigkeit, wenn sie dem Cometen vorangehen und eine verminderte Geschwindigkeit, wenn sie ihm folgen, beilegen muß; die Linien arr, ass zeigen einen solchen Versuch, bei dem ich, da er auch nicht ganz genügt, nicht weiter verweile. Da die Linie kkkk sich am besten anschließt, so will ich doch noch obenhin bemerken, daß nach der bei ihr zum Grunde liegenden Hypothese das Schweiftheilchen, welches jetzt sich am entferntesten Ende der Are befand, etwa 12 Tage früher vom Cometen abgegangen sein mußte.

Der Schweif ist also stärker zurückgebengt, und vorzüglich in der Nähe des Cometen stärker zurückgebengt, als er es nach unsern Hypothesen sein sollte. Es muß also irgend eine Kraft geben, die der Bewegung des Cometen entgegengesetzt auf die Schweiftheilchen wirkt, und diese Veränderung in dem Laufe derselben hervorbringt.

Doch hier ist es wohl der Ort, bedächtig still zu stehen, und zu fragen, ob denn nicht unsere Hypothese lieber ganz verworfen werden müsse. Unstreitig müssen wir darauf gefaßt sein, daß vielleicht einmal eine mehr genügende Hypothese gefunden werden kann, und ich wenigstens bin weit von dem Eigensinn entfernt, diese Hypothese als die allein

richtige verfechten zu wollen; aber dennoch scheint es mir sehr erlaubt, auch von der andern Seite nach denjenigen Umständen zu fragen, die vielleicht neben jener Kraft mit einwirken und die eben bemerkte Verschiedenheit hervorbringen könnten. Die vorhandenen Beobachtungen sind noch nicht zahlreich und nicht vollkommen genug, um uns ganz sicher zu leiten, und am wenigsten, um einer zusammengefügteren Hypothese zur Bestätigung zu dienen, und insofern möchte jeder Versuch, ein noch so wenig genau bekanntes Phänomen einer Theorie zu unterwerfen, zu frühzeitig sein. Es wäre also wohl genug, künftigen Untersuchungen vorarbeitend, gezeigt zu haben, daß jene ganz einfache Hypothese, von der wir ausgingen, nicht völlig genüge; aber da uns ein Umstand als höchst wahrscheinlich vorhanden bekannt ist, der wohl jene Zurückbeugung bewirken könnte, so ist es gewiß der Mühe werth, bei diesem noch einige Augenblicke zu verweilen.

Wie fein auch immer der Aether sein mag, mit welchem ausgefüllt man sich gewöhnlich den Weltraum gedacht hat, so ist er doch vielleicht nicht so dünn, daß sein Widerstand bei einem so dünnen Fluidum, wie wir uns den Cometen Schweif wohl denken müssen, ganz unmerklich wäre. Es ist wahr, daß selbst die genauesten Beobachtungen der Planeten uns bis jetzt keinen sichern Grund geben, um einen Widerstand, der sich ihrer Bewegung entgegensetzt, anzunehmen; aber diese ungeheuern Massen, deren Dichtigkeit schon in Vergleichung gegen die Dichtigkeit dessen, was wir den eigentlichen Körper oder Kern der Cometen nennen, ganz unvergleichlich groß zu sein scheint, können immer so wenig an ihrer Geschwindigkeit verlieren, daß dieses erst in vielen Jahrhunderten merklich wird, und dennoch könnte eben die Aethermaterie die viel milder dichten Cometen und noch

weit mehr die feinen von ihnen losgerissenen Schweiftheilchen in ihrem Laufe aufhalten. Daß in Beziehung auf den Körper des Cometen selbst so etwas Statt finde, hat sich wenigstens als eine gar nicht unwahrscheinliche Vermuthung bei der Berechnung des Enckeschen Cometen ergeben, der seine Umläufe, wenn man auch auf alle uns bekannte Störungen Rücksicht nimmt, doch etwas anders, als die Berechnung es ergiebt, vollendet, und dessen Bewegung man vollkommen genau darstellen würde, wenn man einen Widerstand im Aether voraussetzte. Es ist zwar möglich, daß auch hier die uns unbekannte Ursache, die eine kleine Aenderung seines Laufes hervorbringt, eine andere wäre; aber merkwürdig ist wenigstens diese Andeutung, die an den vorhin angeführten Abweichungen der Beobachtung von unserer Theorie eine Stütze zu finden scheint.

Ich wage nicht, hier etwas weiter hinzuzusetzen. Es wird eine neue und schwierige Untersuchung fordern, diejenigen Gestalten des Schweifes zu bestimmen, die Statt finden müssen, wenn neben jenen abstoßenden Kräften noch ein Widerstand vorhanden ist; und wenn diese Gestalt in Formeln ausgedrückt ist, so wird sich eine so große Mannichfaltigkeit in den Verhältnissen beider Einwirkungen annehmen lassen, daß es schwer sein wird, zu entscheiden, ob diese Hypothese bloß ein künstliches Mittel gebe, um die Erscheinungen darzustellen, oder ob jene Kräfte wirklich in der Natur vorhanden sind. Indes, wenn unsere Nachkommen einst eine hinreichende Folge von Beobachtungen besitzen werden, wenn sie nicht bloß das, was sich an einzelnen Tagen darbot, kennen, sondern die Aenderungen, welche der Schweif erlitten hat, aus fortgesetzten Beobachtungen in ihrer Entstehung verfolgen können, so werden sich ihnen Mittel darbieten, um jene schwierige Frage zu beantworten.

Denn obgleich es wahr ist, daß man auch durch unrichtig angenommene, aber regelmäßige Hypothesen anscheinend Resultate erhalten kann, die der Beobachtung einer an sich regelmäßigen Erscheinung entsprechen, so führt doch eine genaue Beobachtung und eine streng geführte Rechnung endlich zu entscheidenden Differenzen, und man kann sicher sein, daß man diese endlich gewahr wird, wenn man sie mit dem strengen Auge des Mathematikers ernstlich sucht. Die hier geführte Untersuchung kann als ein freilich noch sehr rohes Beispiel zu dieser Behauptung dienen. Die berechneten Schweife ließen sich in Hinsicht auf ihre Zurückbeugung und Krümmung recht wohl als den Beobachtungen entsprechend ansehen, ja unter den ältern Beobachtungen möchte nicht leicht eine zu finden sein, bei der man nicht sich mit der Unvollkommenheit der Beobachtung hätte beruhigen, und unsere Hypothese als hinreichend durch sie bestätigt hätte ansehen können; die neuesten Beobachtungen zeigten uns jene Abweichungen, die, wenn gleich nicht so sehr erheblich, doch deutlich genug auf die Mängel unserer Hypothese aufmerksam machten. Und so wird allemal eine Reihe völlig genauer Beobachtungen über diejenigen Hypothesen entscheiden, die das, was sie anzugeben bestimmt sind, mit Genauigkeit angeben.

---

## H e r s c h e l s

### letzte Untersuchungen über die Größe des Weltgebäudes.

---

Obgleich es unmöglich ist, zu entscheiden, wiefern der ungleiche Glanz der verschiedenen Sterne von einer Ungleichheit ihrer wahren Größe abhängt, so leidet es doch keinen Zweifel, daß die Ungleichheit der Entfernung eine der Haupt-Ursachen ist, weshalb die Sterne uns von so sehr verschiedenem Lichte erscheinen. Mögen auch unter dem zahllosen Heere von Sternen manche größer, manche kleiner sein, so werden wir doch ihnen im Allgemeinen eine mittlere Größe beilegen, oder so von ihnen reden dürfen, als ob sie alle gleich wären, und wenn gleich von einem einzelnen Sterne nie mit vollkommener Sicherheit behauptet werden kann, weil er klein erscheine, müsse er sehr entfernt sein, so wird doch die Behauptung, daß im Allgemeinen die kleineren Sterne auch die entfernteren sind, als sehr wohl begründet gelten dürfen. Würde der Sirius doppelt so weit von uns hinweggerückt, als er es jetzt ist, so würde sein Durchmesser halb so groß, seine Größe am Himmelsgewölbe  $\frac{1}{4}$ mal so groß erscheinen, und der Eindruck seines Lichtes auf das Auge nur  $\frac{1}{16}$  von dem betragen, den wir jetzt wahrnehmen; gäbe es also ein Mittel, um zu bestimmen, daß ein gewisser Stern genau  $\frac{1}{16}$  des Lichtes hätte, welches Sirius besitzt, so würden wir umgekehrt schließen, dieser Stern sei doppelt so entfernt, wenn er an Größe

dem Sirius gleich wäre, und wenn wir mehr solche Sterne kennten, so würde, wenn auch bei dem Einzelnen eine Unsicherheit bleibt, doch im Allgemeinen die Entfernung dieser Sterne gleich der doppelten des Sirius anzunehmen sein. Der Schätzung des bloßen Auges, nach welcher wir Sterne erster, zweiter, dritter Größe unterscheiden, dürfen wir uns hierbei nicht anvertrauen, da sie theils nur bedeutende Unterschiede angeben kann, theils auch das wahre Verhältniß des Glanzes zweier Sterne gar nicht bestimmt, indem unser Auge nur im Stande ist, über Gleichheit oder Ungleichheit des Glanzes zu entscheiden, aber nicht die Fähigkeit besitzt, das genaue Maß des Eindrucks, welchen das Licht macht, daß er zweimal, dreimal so stark bei dem einen als bei dem andern Sterne sei, abzuschätzen. Unsere Fernröhre dagegen bieten uns Mittel dar, denselben Gegenstand mit ungleicher Lichtstärke zu sehen, und über diese Ungleichheit eine genaue Vergleichung anzustellen; denn wenn wir die Hälfte des Objectivglases an unserem Fernrohr bedecken, so wird das Bild im Fernrohr nur durch halb so viele Strahlen hervorgebracht, also nur halb so stark erleuchtet und der Eindruck, den es im Auge macht, wird also mit dem übereinstimmen, den ein anderer eben so glänzender, aber der Fläche nach nur halb so groß erscheinender, leuchtender Körper hervorbringen würde. Auf diesem Princip beruht Herschels Bestimmung des ungleichen Lichtes, und wie ich nun, nach den vorhin gegebenen Erörterungen, wohl hinzusetzen darf, der ungleichen Entfernungen der Sterne. Es wurden nämlich unter mehreren ganz gleichen Spiegeltelescopen diejenigen zwei ausgesucht, die, wenn man denselben Stern abwechselnd durch das eine und durch das andere ansah, ein völlig gleiches Bild darstellten. Das eine dieser Fernröhre ward unverändert gebraucht, die Doff-

nung des andern dagegen auf eine bestimmte Weise durch genau ausgemessene Bedeckungen vermindert, und nun wurden sie, um zu Beobachtung verschiedener Sterne zu dienen, neben einander gestellt. Richtete man nun das Fernrohr mit verkleinerter Oeffnung auf einen Stern erster Größe, das andere auf einen Stern zweiter Größe, so konnte man sich durch abwechselnde Beobachtung beider mit großer Sicherheit überzeugen, ob das Licht des ersteren schon hinreichend vermindert sei, um dem unverminderten Lichte des andern gleich zu erscheinen, und so gab also diejenige Bedeckung der einen Oeffnung, welche nöthig war, um das Licht des Sternes erster Größe dem des Sternes zweiter Größe gleich zu machen, eine genaue Vergleichung des Lichtes beider. Herschel bediente sich hiezu zweier 7füßiger Teleskope mit 118maliger Vergrößerung, und fand, daß das Licht von  $\alpha$  der Andromeda, von  $\gamma$  im großen Bär, von  $\delta$  der Cassiopeja und das Licht des Polarsterns ein Viertel von dem Lichte des Arcturus betrage, und jene Sterne können also als doppelt so entfernt als Arcturus angesehen werden. Ebenso wurde  $\alpha$  der Andromeda in dem Fernrohr mit verminderter Oeffnung beobachtet, und mit kleineren Sternen, die im andern Fernrohr erschienen, verglichen;  $\mu$  im Pegasus hatte ein Viertel des Lichtes, welches  $\alpha$  der Andromeda zeigt, und  $\mu$  des Pegasus ist also 4mal so entfernt als Arcturus anzusehen. Uebermals wurde  $\mu$  des Pegasus in dem Fernrohr betrachtet, welches das Licht auf ein Viertel herabsetzte, und ein kleinerer Stern im andern Fernrohr aufgesucht, der dem so verminderten Glanze jenes Sternes gleiche;  $\eta$  im Pegasus wurde als ein solcher erkannt, und also geschlossen, Arcturus müsse 8mal so weit, als er wirklich entfernt ist, von uns entfernt sein, um dem  $\eta$  des Pegasus gleich zu erscheinen.

Ähnliche Vergleichen, bei denen Herschel von der Capella ausgegangen war, zeigten, daß  $\beta$  im Fuhrmann und  $\beta$  im Stier doppelt so entfernt als Capella,  $\zeta$  im Stier und  $\iota$  im Fuhrmann 4mal so entfernt,  $\epsilon$  im Perseus und H in den Zwillingen 8mal so entfernt, d in den Zwillingen 10mal so entfernt als Capella anzunehmen sind. Procyon zeigt  $\frac{2}{3}$  des Lichtes, was Capella besitzt, aber nur  $\frac{1}{3}$  von dem des Sirius, und folglich müssen, wenn diese drei Sterne an sich gleiche Größe und gleichen Glanz haben, ihre Entfernungen wie 4, 6, 7, sein, oder Capella  $1\frac{1}{2}$ mal so entfernt als Sirius, Procyon  $1\frac{3}{4}$ mal so entfernt als Sirius. Hieran schließen sich die übrigen Bestimmungen so an, daß, wenn wir dem Sirius die Entfernung = 1 beilegen, sich ergeben, Capella und  $\alpha$  in der Leier =  $1\frac{1}{2}$ , Procyon =  $1\frac{3}{4}$ ,  $\beta$  im Stier = 3,  $\iota$  im Fuhrmann = 6, H in den Zwillingen = 12, d in den Zwillingen = 15. Hiernach kann man also ungefähr festsetzen, daß die kleinsten Sterne, 6ter bis 7ter Größe, die dem schärfsten Auge noch ohne Hülfe von Instrumenten sichtbar sind, um 15 Siriusfernen, oder ungefähr 12 solche Entfernungen, wie wir sie im Mittel den Sternen erster Größe beilegen müßten, von uns entlegen sein müssen. Nach solchen Abständen, nämlich der ungefähren mittleren Entfernung der Sterne erster Größe von uns, werden wir nun die Entfernungen aller Sterne zu bestimmen suchen; ich werde dafür das Wort Siriusfernen gebrauchen, obgleich wir dem Sirius eine etwas geringere Entfernung als diesen mittleren Abstand der Sterne erster Größe beilegen müßten.

Ganz ähnliche Ueberlegungen finden nun bei der Bestimmung der verschiedenen Stärke der Fernröhre Statt, und es ist wohl hinreichend verständlich, was Herschel sagen will,



wenn er seinen verschiedenen Fernröhren eine 10fache, 50fache u. s. w. Raum durchbringende Kraft in Vergleichung gegen die Raum durchbringende Kraft des bloßen Auges beilegt. Es läßt sich auch übersehen, daß man es in seiner Gewalt hat, die Raum durchbringende Kraft eines Instruments durch Bedeckung der Oeffnung zu vermindern und so durch alle Grade einer immer steigenden Kraft, so weit es das Instrument erlaubt, fortzugehen, und folgende Beobachtungen, die Herschel erzählt, werden hieraus verständlich sein.

Der Sternhaufen im Schwertgriff des Perseus steht in der Milchstraße, und da man mit stärkeren Instrumenten immer neue Sterne in ihm entdeckt, so scheint er aus Sternen, die, hinter einander stehend, sich bis zu den äußersten Regionen der Milchstraße hin erstrecken, zusammengesetzt zu sein, oder gleichsam einen gegen uns zu gerichteten Arm desjenigen Sternheeres zu bilden, dessen vereinigter Glanz sich uns in der Milchstraße zeigt. Mit bloßen Augen nimmt man keinen einzeln kenntlichen Stern in diesem nebligen Flecke wahr; aber schon wenn man ein Fernrohr mit der 2maligen Raum durchbringenden Kraft des bloßen Auges nimmt, so werden einige Sterne kenntlich, deren Zahl bei der 3fachen, 4fachen Kraft zunimmt. Diese vierfache Kraft reicht bis zu 48 Siriussternen hinaus, und nicht bloß bis dahin, sondern auch bei verstärkter Kraft sieht man immer mehr neue Sterne. Herschel beschreibt die Erscheinungen, wie sie sich bei stärkerer Kraft des Fernrohrs zeigten, auf folgende Weise. Bei 6facher Kraft zeigte sich außer den nach und nach deutlich hervorgetretenen Sternen weißer Glanz, der sich bei 7 und 8facher Kraft etwas mehr in Sterne auflöste; bei allmählig verstärkter Kraft traten immer mehr Sterne aus dem weißen Glanze hervor. Ein

zehnfüßiges Telescop, dessen Kraft durch Bedeckung auf 18 herabgesetzt war, zeigte eine große Menge Sterne von verschiedenen Größen und manche weißglänzende Erscheinung war noch immer so undeutlich, daß man nicht sah, ob sie aus Sternen bestehe. Die Kraft 19 zeigte neue Sterne, und so traten immer neue Sterne hervor, als man die Kraft nach und nach bis auf 28 $\frac{1}{2}$  (die höchste, deren dies Telescop fähig war,) steigerte; die schon früher kenntlich gewordenen Sterne zeigten bei jeder stärkeren Kraft ein schöneres Licht, aber selbst bei dieser stärksten Kraft dieses Instruments blieben noch weiße Stellen übrig, die nicht deutlich als Sterne erkannt werden konnten. Dieses Fernrohr zeigt aber Sterne, die 28mal so weit entfernt sind, als das bloße Auge reicht, also Sterne, die 342 Siriusweiten von uns abstehen, und da bei jeder stärkeren Kraft des Fernrohrs neue Sterne sichtbar wurden, so darf man schließen, daß von 24 Siriusweiten an bis zu 342 Siriusweiten, oder vielmehr noch weiter, sich das Sternengebiet in ununterbrochener Folge fortstreckt, das sich uns in jenem Sternhaufen zeigt. Ja selbst damit ist noch lange nicht das Ende erreicht; denn selbst das 20füßige Telescop, dessen Raum durchdringende Kraft als bis auf 900 Siriusweiten reichend angesehen werden kann, läßt noch Gegenstände übrig, die man nicht mit Sicherheit als einzelne Sterne erkennen kann.

Diese Beobachtungen an einem Sternhaufen, der sich bei allen stufenweise zunehmenden Verstärkungen der Kraft immerfort sternreicher zeigt, lassen nun auch übersehen, wie man an andern Stellen des Himmels, und vorzüglich der Milchstraße, sich berechtigt halten kann, zu sagen, jenseit der näheren Sterne, die entweder dem bloßen Auge kenntlich, oder doch mit schwacher Verstärkung des Auges sicht-

bar sind, folge ein leerer Raum, der erst in großen Fernen wieder mit Sternen ausgefüllt sei. Herschel erwähnt zum Beispiel eine Stelle in der Milchstraße an der Brust des Einhorn, die eine solche Leere darzubieten scheint, obgleich im Hintergrunde die Milchstraße mit ihren unzähligen Sternen dem Auge durch ihren matten Schimmer kenntlich wird.

Aus den eben angeführten Beobachtungen, obgleich sie die Grenze der Sternenheere, die sich in der Milchstraße vereinigt zeigen, noch nicht erreichen, läßt sich doch die ungemein große Ausdehnung des Raumes, den die Sterne der Milchstraße wenigstens ausfüllen, berechnen. Da nämlich der Streifen am Himmel, wo in 900 Siriusweiten Entfernung von uns sich ein unabsehbares Sternenheer zeigt, wenigstens 5 Grade breit erscheint, (ja an manchen Stellen über doppelt so breit,) so muß die Breite dieses mit Sternen erfüllten Raumes 78 Siriusweiten betragen \*) und da diese Sternenschichte sich so nach entgegengesetzten Seiten erstreckt, daß wir uns rund um von ihr umgeben finden, so können wir annehmen, daß alle Sterne bis auf 39 Siriusweiten nach beiden Seiten von uns sich in dem Raume dieser Sternenschichte befinden. Alle mit bloßen Augen sichtbaren Sterne und selbst die über die Kraft des bloßen Auges hinausliegenden Sterne befinden sich also in dem Raume, den wir als zur Milchstraße gehörig ansehen können.

\* \* \*

Aber der Raum, in welchem wir Weltkörper zu erkennen im Stande sind, beschränkt sich nicht auf jene 900 Siriusfernern, bis zu welchen hin Herschels 20füßiges Te-

\*) 5 Grad = 0,87 des Abstandes = 78,3 Siriusweiten.

lescop noch einzelne Sterne zu sehen erlaubt, und nicht auf die 2300 Siriusfernern, die er als die Grenze angiebt, wo das 40füßige Telescop noch einzelne Sterne entdeckt; sondern die Sternhaufen, die den stärksten Instrumenten nach, als nicht aufgelöst in einzelne Sterne, erscheinen, müssen wohl noch weit über jene Grenzen hinaus liegen. Um die schwere Frage zu beantworten, wie weit wohl unsere Fernröhre das vereinigte Licht solcher Sternhaufen zu erkennen vermögen, stellt Herschel mehrere Vergleichen an. Ein Sternhäufchen zum Beispiel \*) ist dem bloßen Auge sichtbar, aber da man mit keiner geringeren Kraft als der 20fachen des bloßen Auges einzelne Sterne darin wahrnimmt, so kann man dasselbe als 240 Siriusweiten von uns entfernt annehmen. Da nun das 20füßige Telescop 61mal so weit sieht, als das bloße Auge, so würde dieses Telescop den eben erwähnten Sternhaufen noch zeigen, wenn er bis zu 14640 Siriusweiten hinausgerückt würde; ja das verbesserte 20füßige Telescop, das 75mal so stark als das bloße Auge ist, würde ihn in 18000 Siriusweiten noch erkennen lassen, und dem 40füßigen Fernrohr (dessen Kraft 191 ist,) würde er noch in 45800 Siriusweiten kenntlich bleiben.

Da wir nun in den allerstärksten Fernröhren Gegenstände gewahr werden, die ein zweifelhaftes Ansehen haben, die sich nicht als einzelne Sterne, auch nicht als Sternhaufen erkennen lassen, sondern gerade so sich darstellen, wie wir die in stärkeren Fernröhren deutlich erkennbaren Sternhaufen in den schwächeren Fernröhren sehen; so haben wir allen Grund, zu sagen, daß jene zweifelhaften Gegenstände, die sich bald als mit Nebel umgebene Sterne, bald als sehr

\*) Der 15te Sternhaufen der *Connoissance des temps*.

matte Sterne mit größerem, undeutlichem Durchmesser, bald einem telescopischen Cometen ähnlich, zeigen, wohl nichts anderes sein mögen, als Sternhaufen, die in 20000 oder 30000 Siriusweiten von uns, selbst den stärksten Instrumenten, undeutlich erscheinen, und erst bei noch mehr Verstärkung der Raum durchdringenden Kraft deutlich erkennbar sein würden.

Wenn wir nun gleich über die genaue Richtigkeit dieser Zahlen-Angaben nie auf Erden zur völligen Sicherheit gelangen können; wenn wir gleich, wegen der Schwächung des Lichtes bei seinem Fortgange durch den Weltraum\*) jene Entfernungen bedeutend herabsetzen müssen, so erhellt doch hinreichend, daß wir den Weltraum als bis zu Entfernungen, die wir mit allem Rechte unendlich nennen können, mit Welten erfüllt ansehen dürfen, daß 10000 Siriusweiten, oder 2000 Millionen solcher Entfernungen, wie die Entfernung der Erde von der Sonne, nicht ausreichen, um uns bis an die Grenzen des uns sichtbaren Weltenheeres zu führen, dessen letzte Grenze gewiß nie ein sterbliches Auge erreicht.

\* \* \*

Herschel theilt diese Folgerungen aus seinen Beobachtungen mit, ohne irgend eine weitere Betrachtung daran zu knüpfen; und in der That ist es wohl am weisesten seinem Beispiel zu folgen, und schweigend zu bekennen, daß man die Werke Gottes am besten preist, wenn man sie nur erzählt.

\*) Diers im Astron. Jahrb. 1826. S. 110. und Gehlers Physicat. Wörterbuch. Neue Aufl. Art. Aether.

---

## B e m e r k u n g e n

über die Zeitpuncte größerer Kälte nach der  
Mitte des Winters.

---

Wenn wir den Gang der Wärmezunahme im Laufe der ersten Hälfte des Jahres bloß oberflächlich betrachten, so sind wir geneigt anzunehmen, daß ein, freilich durch manche zufällige Unterbrechungen, in einem Jahre an diesen, im andern Jahre an jenen Tagen gestörter, aber doch im Allgemeinen dem täglich höhern Stande der Sonne angemessener, höherer Grad der Wärme eintrete. Die unregelmäßigen Wechsel des Wetters und die daran geknüpften Verschiedenheiten der Wärme scheinen uns so wenig an bestimmte Tage gebunden, daß wir uns bald zu der Vermuthung hingezogen fühlen, es sei gar keine Regel in diesen Unterbrechungen der Zunahme der Wärme zu entdecken.

Um zu untersuchen, ob wir uns hierin irren, ob nicht vielleicht dennoch gewisse Tage sich durch späte Kälte auszeichnen, muß man eine Reihe vieljähriger Beobachtungen vor sich haben, und indem man aus diesen das Mittel für jeden Tag im Jahre nimmt, zu bestimmen suchen, ob denn hier sich eine auffallende Abweichung von der stetigen Zunahme der Wärme von einem Tage zum andern findet. Diese Zusammenstellung giebt dann die Mittelwärme eines jeden Tages für den Ort, für welchen die Bestimmungen gesucht werden, und indem das jedem einzelnen Jahre zufällig Eigenthümliche in der größern Zahl von Jahren un-

merklich wird, zeigt sich nun derjenige Gang der Wärmeezunahme, der den regelmäßig wirkenden Ursachen, die im Laufe jedes Jahres wiederkehren, angemessen ist.

Diese Zusammenstellungen, so wie ich sie für eine Reihe von Orten in meinen Beiträgen zur Witterungskunde mitgetheilt habe, geben nun eine merkwürdige Hindeutung auf einige Rückfälle bedeutender Kälte, nachdem, nach der Mitte des Winters, die Temperatur schon höher gestiegen war, und diese wiederkehrende Kälte ist um so mehr der näheren Betrachtung werth, da sie an mehreren Orten und in ganz verschiedenen Jahren ziemlich an denselben Tagen wiederkehrt. Schon in dem eben erwähnten Buche habe ich S. 11 u. folg. auf diese Zeitpunkte größerer Kälte aufmerksam gemacht, aber da ich nachher noch mehrere Beobachtungen erhalten habe, die in Beziehung hierauf beachtet zu werden verdienen, und sich auch die Untersuchung über die Ursache dieser neu eintretenden Kälte noch weiter verfolgen läßt, so halte ich es wohl der Mühe werth, noch einmal hierauf zurück zu kommen.

Die Beobachtungen, die ich erst später kennen gelernt und mit in die Vergleichung gezogen habe, sind folgende. 1) In Danzig sind seit einer langen Reihe von Jahren Witterungsbeobachtungen angestellt worden, und Hr. Dr. Westphal hat kürzlich in seinen Naturwissenschaftlichen Abhandlungen, Danzig, 1820., die Mittelwärme jedes einzelnen Tages im Jahre, aus 81jährigen Beobachtungen, angegeben. 2) Schon vor einer Reihe von Jahren machte Gotte aus zehnjährigen Beobachtungen einen meteorologischen Kalender für Paris (Journal de Physique. Tom. V. p. 577.) und später einen für Montmorenci bekannt. Jenem liegen die Beobachtungen der Jahre 1768 bis 1772, und diesem die Beobachtungen der Jahre 1772 bis 1781 zum Grunde. Ich

theile hier nur den für Montmorenci mit. 3) Aus Sena sind mir von dem zu früh verstorbenen Prof. Poffelt die Resultate neunzehnjähriger Beobachtungen (aus den Jahren 1782 bis 1800) des Prof. Suckow mitgetheilt worden. 4) Für die letzten Tage des Februar und die ersten des März besitze ich durch die Güte der Herren Dr. Olbers in Bremen und Hofrath Pauker in Mitau die Angaben der Wärme, für Bremen aus zwölfjährigen Beobachtungen (von 1803 bis 1814), für Mitau aus vierzehnjährigen Beobachtungen (von 1809 bis 1820 und von 1823 und 1824). Diesen habe ich noch für die wegen der rückkehrenden Kälte merkwürdigen Perioden im Februar und März aus zwölfjährigen Beobachtungen die Mittelwärme, wie sie für Paris in den Jahren 1808 bis 1819 Statt fand, beigelegt.

Das vollständige Verzeichniß der aus diesen Beobachtungen folgenden Wärme-Angaben für jeden Zeitraum von fünf Tagen werde ich am Schlusse mittheilen, und jetzt nur die Vergleichung für die Zeitpunete, die sich im Februar und März durch Kälte auszeichnen, anstellen.

In den Monaten Februar und März scheinen vier Zeitpunete neu eintretender Kälte Statt zu finden. Der erste um den 2. bis 7. Febr. ist in Danzig ganz mit dem übereinstimmend, was die Beobachtungen in Stockholm und ungefähr auch die Beobachtungen in Umeå ergeben, nur ist die neu eingetretene Kälte in Danzig geringer als in Schweden. Merkwürdig wird diese Kälte dadurch, daß auch auf dem Gotthard, in Wien und in Rochelle gleichzeitig Kälte eintritt, daß sie in Mannheim minder erheblich, in Sena und Cuxhaven später und am letzteren Orte in sehr geringem Maße merklich, und in Paris, London und den Niederlanden nicht bemerkbar ist. Sie scheint von den Gebirgen aus sich zu verbreiten.



Dieser Kälte folgt eine kurzdauernde Wärmezunahme, die aber in Deutschland und Frankreich sehr bald durch eine neue Kälte um den 17. Febr. unterbrochen wird. Sie ist nicht bloß in Rochelle, Mannheim und auf dem Gotthard merklich, wie ich schon in den Beiträgen angeführt habe, sondern auch die Beobachtungen in Jena geben eine ganz übereinstimmende bedeutende Kälte; minder merklich, aber dennoch nicht zu verkennen ist sie in London, Montmorenci und Cuxhaven, und auch, wenn gleich etwas später, in Paris; in Danzig bemerkt man nur eine Hemmung des Zunehmens der Wärme, ohne eine eigentliche Rückkehr neuer Kälte. Auch diese Kälte scheint also aus den Gebirgen her sich zu verbreiten; sie mag eine Folge des um diese Zeit so häufigen Schnees sein, der ohne Zweifel in den Gebirgen am häufigsten fällt. Auch andere Beobachtungen, die ich verglichen habe, scheinen anzudeuten, daß diese Kälte von den Gebirgen ausgeht. Ich finde nämlich aus mehrjährigen Beobachtungen, die gleichzeitig im Glaker Gebirge (in Wölfelsdorf) und in Breslau angestellt sind (Schlesische Provinzialblätter 1823. 7. Stück.), daß diese Kälte im Gebirge mehr als in der Ebene merklich ist; sie war im Jahre 1783 auf dem Gotthard auffallender, als in Deutschland, schien aber in den östlichen Orten später einzutreten, u. s. w. Es verdiente vielleicht ein sorgfältigeres Nachsuchen, ob sich wirklich öfter in diesen Tagen als an andern, Schnee in den Bitterungslisten angegeben findet. Cotte hat für Paris die Tage vom 7. bis 10. Febr. als Schneetage bezeichnet, dagegen für Montmorenci den 15., 19. und 21. Febr. — Pilgram hält auch in Wien den 6., 7., 8., 9. Febr. und den 14. bis 17. Febr. für schneereicher, als die benachbarten Tage. In Schweden ist diese Kälteperiode nicht so merklich, sondern scheint sich etwas früher sogleich

an die erste anzuschließen und dieser eine längere Dauer zu geben.

Mit dieser Kälteperiode ziemlich übereinstimmend ist die vierte am 29. März, die auf dem Gotthard, in Wien und Montmorenci am merklichsten, in Mannheim, Jena und Rochelle geringer, im Norden gar nicht zu bemerken ist.

Merkwürdiger aber, als diese drei Zeitpunkte stärkerer Kälte, ist die Kälte um den 4. bis 9. März. Was ich von ihr schon in den Beiträgen behauptet habe, daß sie in nordöstlichen Gegenden früher und stärker einzutreten pflege, scheint sich durch die Beobachtungen in Jena, Danzig, Bremen, Montmorenci und Paris zu bestätigen. Diese Bestätigung ist um so wichtiger, da sie auf Beobachtungen beruht, die in ganz verschiedenen Jahren angestellt sind, und sich daher die Folgerung zu ergeben scheint, daß, welche 10 oder 12 Jahre man auch zusammen nehme, allemal für Orte in Deutschland und Frankreich die eben erwähnten Tage Kälter sind, als die kurz vorhergehenden. Nach den theils schon in den Beiträgen mitgetheilten, theils aus den nachher folgenden Tafeln entlehnten Beobachtungen scheint man ungefähr folgende Bestimmungen festsetzen zu können. Der Zeitraum vom 2. bis 6. März ist in Vergleichung gegen den nächsten vorhergehenden fünfzügigen Zeitraum in Petersburg um  $1\frac{1}{2}$  Gr., in Moscau fast um 2 Grade kälter; in Bremen sind die beiden fünfzügigen Perioden vom 2. bis 6. März und vom 7. bis 11. März ungefähr  $\frac{1}{3}$  Grad, in Cuxhaven die letzte dieser beiden um  $\frac{1}{2}$  Grad, und in Jena die letzte dieser beiden um  $\frac{2}{3}$  Grad kälter als die vorige; in Paris und London ist es die Zeit um den 9. März, die in Paris über 1 Grad, in London  $\frac{2}{3}$  Grad kälter, als die vorige fünfzügige Periode ist; in Wien endlich und Montmorenci ist diese Kälte erst um den 14. März am erheblichsten,

etwa  $\frac{3}{4}$  Grad, und selbst in Rom und Rochelle scheint sie um eben die Zeit merklich zu sein, wenn sie gleich dort nur  $\frac{1}{4}$  Gr. beträgt. Daß diese Kälte aus Nordosten her zu uns gelangt, dafür scheint ferner die allgemeine Bemerkung, daß in dieser Zeit ein Nordostwind bei uns herrschend ist, und ganz besonders Cotte's Beobachtung zu sprechen, der in seinem meteorologischen Kalender für Paris einen vom 7. bis 15. März fast ununterbrochen anhaltenden Nord- und Ostwind angiebt, und eben so vom 7. bis 17. März in Montmorency Nordostwind als den herrschenden bestimmt, statt daß vorher an beiden Orten einen ganzen Monat lang Süd- und Westwinde herrschend waren.

Um aber neben diesen, für meine Behauptung günstigen, Beobachtungen auch die nicht zu verschweigen, die sich nicht wohl hiemit vereinigen lassen, bemerke ich Folgendes. In den Danziger Beobachtungen ist am 9. März ein höchst schwacher Rückfall von neuer Kälte merklich, und nach den vierzehnjährigen Beobachtungen aus Mitau scheint dort erst um den 14. März eine etwa  $\frac{3}{4}$  Grad betragende Vermehrung der Kälte einzutreten. Hier läßt sich nun, was Danzig betrifft, allerdings sagen, an der See mildere sich allemal die Kälte so wie die Wärme, und es sei daher ganz richtig, daß die Wärme hier noch nicht den Grad erreichte, wie es bei einem mitten im Lande liegenden Orte der Fall sein würde, und daß folglich die, überdies durch die See gemilderten, Nordwinde keine gegen den vorigen Zeitpunkt so auffallende Kälte bewirken konnten. Aber die Beobachtungen in Mitau lassen sich so nicht erklären; es muß sich daher durch Vergleichung anderer Beobachtungen noch erst entscheiden, ob entweder eine Zufälligkeit in dieser doch ziemlich kurzen Reihe von Jahren dem regelmäßigen Gange der Witterung entgegen war, oder ob in der That jene

anscheinend so wohl begründeten Schlüsse nicht so sicher sind. Zur Entscheidung hierüber würden vielfährige Beobachtungen aus Smolensk, Wilna, Warschau vorzüglich nützlich sein.

Obgleich aber durch diese Beobachtungen aus Mitau jene Schlüsse etwas wankend zu werden scheinen, so kann ich doch nicht unterlassen, andere Betrachtungen hier beizufügen, die mir theils für meine Vermuthung über die Ursache dieser späten Kälte zu sprechen, theils auch in anderer Hinsicht Belehrung darzubieten scheinen.

Wenn man annimmt, daß jene späte Kälte von Norden her fortschreitet, so ist es eine natürliche Frage, ob etwa die ungleiche Erwärmung der Erde um diese Zeit mehr als zu irgend einer andern Zeit Veranlassung zu einem von Norden nach Süden gerichteten Luftstrome darbiete. Da es nun bekannt ist, daß ein solcher Luftstrom allemal unten von der kalten nach der warmen Gegend geht, und daß er stärker ist bei großem Unterschiede der Temperatur, so erhellt, daß er dann am stärksten sein muß, wenn der Unterschied der Wärme zwischen nördlichen und südlichen Orten, zwischen Petersburg und Mannheim zum Beispiel am größten ist. Um die Ungleichheit dieses Unterschiedes in verschiedenen Jahreszeiten in einer leichten Uebersicht vor Augen zu legen, theile ich hier zwei linearsche Darstellungen mit. (Siehe beiliegende Tafel.)

Hier stellt die horizontale Linie AB den Abstand von Rochelle nach Petersburg vor; und da diese Abstandslinie ziemlich nahe auf Mannheim und Danzig trifft, so sind diese Orte ungefähr in den verhältnißmäßigen Entfernungen zwischen beiden aufgetragen. Die Zeichnung giebt nun für den Anfang jedes Monats die Wärmescala für diesen Zwischenraum an, und zwar die eine für die sieben ersten,

die andere für die fünf letzten Monate des Jahres. Da es hier bloß auf die Differenz der Wärme ankommt, so geht diese Wärmescala bei Rochelle immer von Null aus, und die zum Beispiel für den 3. Januar gezeichnete Wärmescala giebt an, daß an diesem Tage die Wärme in Mannheim um 4 Grade, in Danzig um 6 Grade, in Petersburg um 12 Grade geringer als in Rochelle ist. Und hier zeigt sich nun auffallend, daß um den 4. März der Wärme-Unterschied größer ist, als zu irgend einer andern Zeit, daß also die Luft nie mit mehr Gewalt von Norden her zuströmen kann, als gerade dann.

Daß dieser Wind ein nordöstlicher, und nicht geradezu nördlich ist, läßt sich (was ich vielleicht als bekannt voraussetzen könnte) aus der Rotation der Erde erklären. Der Nordwind nämlich, der durch den Unterschied der Wärme in verschiedenen Breiten bewirkt wird, würde, wenn die Erde sich nicht drehete, auch in den südlichen Gegenden als Nordwind empfunden werden; aber da die Lufttheilchen, so lange sie in höhern nördlichen Breiten waren, eine nur geringe Bewegung nach Osten hatten, und nun in südlichen Gegenden zu Gegenständen gelangen, die schneller gegen Osten fortgeführt werden, so werden diese mit ihrer Ostseite auf die minder schnell fortrückenden Lufttheilchen stoßen, wodurch für uns die Empfindung eines östlichen, oder, da die Lufttheilchen zugleich von Norden her fortrücken, eines nordöstlichen Windes entsteht. Wegen dieses Umstandes ist der Nordostwind der kälteste Wind. Er ist zugleich der trockenste, weil er uns Luft aus kalten Gegenden zuführt, die, indem sie sich erwärmt, fähig wird, mehr Feuchtigkeit aufzunehmen, die daher sich als austrocknend zeigt, und eben dadurch, indem der ausdünstende Körper allemal abgekühlt wird, uns in verstärktem Maße als kalt erscheint.

Dieses alles scheint beinahe nothwendig mit jenem Wärmeunterschiede zusammenzuhängen; folgende Betrachtungen sind etwas minder fest begründet, aber haben doch auch viel für sich. — Wenn in den unteren Gegenden der Atmosphäre ein kalter Luftstrom von Norden her Statt findet, so muß wahrscheinlich in den höheren Gegenden ein warmer Strom von Süden her kommen, und dieser ist es vielleicht, der die Schäfchenwolken, welche man als Vorzeichen eintretender Wärme ansieht, hervorbringt. Ich stelle mir nämlich vor, daß zuerst, bei großer Kälte im Norden, der kalte Luftstrom sich bis sehr hoch hinauf erstrecken mag und daß er dann, wenn keine andere Umstände entgegenwirken, heiteren Himmel hervorbringt, weil die kalte Luft in den südlichen Gegenden wärmer wird, und dadurch fähig, alle Feuchtigkeit in durchsichtigen Dampf zu verwandeln. Allmählig mag sich die Höhe des kalten Stromes vermindern, und der zurückgehende warme Strom sich bis zu den Gegenden herab erstrecken, wo die südlich zufließende Luft schon sehr mit Dünsten beladen ist. Und hier scheint sich dann der Fall wohl ereignen zu können, daß zwischen beiden Strömen, wo beinahe Ruhe Statt finden muß, die vom untern Strome bewirkte Abkühlung eine Wolkenschichte, so wie wir sie in den oft weit ausgedehnten Schichten der Schäfchen sehen, hervorbringt. Diese Erklärung hätte wenigstens das für sich, daß das lange ruhige Bestehen dieser Schäfchen, ihr hoher Stand in der Atmosphäre, ihre Ausdehnung in einer sehr weiten Schichte, und endlich die ihnen zugeschriebene Vorbedeutung nahe bevorstehender Wärme, sich recht gut damit verträgt; denn hat der warme Luftstrom erst eine gewisse Annäherung zur Erde erreicht, so läßt sich denken, daß er halb ganz das Uebergewicht erhalten und den kalten Nordwind endigen wird.

Wenn diese Erklärung des Entstehens der Schäfchenwolken richtig ist, daß sie nämlich da entstehen, wo ein warmer mit Dünsten beladener Luftstrom an einen kalten Luftstrom gränzt, so ließe sich daraus auch wohl die sehr ungleiche Beschaffenheit dieser kleinen Wölkchen erklären. Howard unterscheidet Cirrocumulus und Cirrostratus und hält nur jene Wolkenart für diejenige, welche schönes Wetter und Wärme anzeigt. Vielleicht unterscheiden sie sich dadurch, daß jene durch einen warmen Luftstrom oberhalb eines kalten, diese durch einen kalten Luftstrom oberhalb eines warmen entsteht. Diese beiden Fälle sind darin verschieden, daß im ersteren die leichtere, wärmere Luft kein Bestreben hat, sich mit der unteren Luft zu mischen, und daß daher, da die Trübung sich nur auf die Grenze beider Ströme beschränkt, sie, einmal eingetreten, lange Zeit unveränderlich bleiben kann; statt daß im zweiten Falle die hinaufbringende warme und die herabsinkende kalte Luft mancherlei unregelmäßige Wechsel und eben dadurch in der einen Stunde neue Wolken hervorbringen, in der andern das Verschwinden der schon vorhandenen bewirken mag. Die bei veränderlichem Wetter entstehenden dünnen Wolkenschichten sind oft diesen schnellen Wechselln unterworfen und unterscheiden sich dadurch wesentlich von den eigentlichen Schäfchenwolken; sie haben auch meistens ein minder regelmäßiges, zerriffeneres Ansehen, obgleich sie als weiße, glänzende Wölkchen oft mit jenen verwechselt werden.

Doch ich will diese Vermuthungen nicht weiter fortsetzen und nun nur noch die oben erwähnten Verzeichnisse hier beifügen.

## Mittlere Wärme

	in Jena 1782 — 1800.	in Bremen 1803 — 1814.	in Danzig	in Mont- mor. 1772 — 1781.	in Paris 1808 — 1819.	in Mittell. 1809 — 1824.
3. Jan.	— 1,4	—	— 2,67	— 0,18		
8. Jan.	— 1,3	—	— 2,96	+ 0,32		
13. Jan.	0,0	—	— 2,46	1,38		
18. Jan.	+ 0,9	—	+ 2,04	1,76		
23. Jan.	1,0	—	— 2,36	1,78	0,60	
28. Jan.	2,0	—	— 1,68	0,58	2,18	
2. Febr.	2,4	+ 0,70	— 1,72	1,38	3,30	
7. Febr.	1,6	0,91	— 2,00	2,94	3,31	
12. Febr.	2,0	1,01	— 1,36	3,70	3,81	
17. Febr.	0,9	0,62	— 1,12	3,10	4,45	
22. Febr.	2,2	1,31	— 1,02	3,82	3,95	— 3,40
27. Febr.	2,0	1,85	— 0,52	5,56	4,23	— 2,24
4. März	1,9	1,50	— 0,36	5,78	5,29	— 1,02
9. März	1,6	1,59	— 0,48	5,42	3,94	— 0,62
14. März	2,3	1,93	— 0,01	4,70	4,40	— 1,30
19. März	3,4	2,75	+ 0,52	7,56	5,18	—
24. März	3,9	2,78	0,54	8,04	—	—
29. März	4,3	3,77	1,28	6,94		
3. April	6,4	—	2,16	7,22		
8. April	6,8	—	3,12	7,60		
13. April	7,9	—	3,78	8,66		
18. April	8,8	—	4,58	8,72		
23. April	9,7	—	5,20	8,94		
28. April	10,3	—	5,80	9,42		
3. Mai	10,3	—	6,48	10,12		
8. Mai	10,9	—	7,16	10,16		
13. Mai	12,0	—	7,66	10,92		
18. Mai	12,8	—	8,68	11,18		
23. Mai	13,0	—	9,08	11,92		
28. Mai	14,0	—	9,84	12,72		
2. Juni	13,4	—	10,60	14,66		
7. Juni	14,0	—	11,26	13,26		
12. Juni	14,5	—	11,84	14,08		
17. Juni	14,5	—	12,00	14,88		
22. Juni	14,8	—	12,26	14,72		
27. Juni	15,2	—	12,50	14,68		
2. Juli	15,2	—	12,94	14,78		
7. Juli	15,4	—	13,30	14,54		
12. Juli	15,6	—	13,50	15,68		
17. Juli	15,8	—	13,68	16,84		
22. Juli	15,3	—	13,94	15,62		
27. Juli	15,9	—	14,16	15,90		
1. Aug.	15,9	—	14,18	16,34		
6. Aug.	15,9	—	14,04	16,32		
11. Aug.	15,3	—	13,66	16,66		
16. Aug.	15,5	—	13,24	16,52		
21. Aug.	14,9	—	12,90	15,76		
26. Aug.	14,1	—	12,52	16,06		



	Jena.	Bremen.	Danzig.	Montmor.
31. Aug.	13,5	—	12,10	15,52
5. Sept.	13,7	—	11,40	14,76
10. Sept.	13,0	—	10,80	13,54
15. Sept.	12,4	—	10,04	13,26
20. Sept.	12,0	—	9,34	12,22
25. Sept.	11,3	—	8,72	12,26
30. Sept.	9,5	—	7,56	12,00
5. Oct.	9,4	—	7,08	10,56
10. Oct.	9,1	—	6,20	10,72
15. Oct.	8,6	—	5,36	9,74
20. Oct.	7,6	—	5,08	9,24
25. Oct.	6,6	—	4,20	8,72
30. Oct.	5,7	—	3,66	7,96
4. Nov.	5,7	—	3,42	7,42
9. Nov.	3,7	—	2,74	6,40
14. Nov.	4,1	—	2,14	5,94
19. Nov.	3,3	—	1,04	4,54
24. Nov.	2,9	—	0,56	3,20
29. Nov.	2,6	—	0,78	3,50
4. Dec.	2,0	—	0,28	3,62
9. Dec.	1,0	—	—0,48	2,66
14. Dec.	1,3	—	—0,70	4,08
19. Dec.	0,5	—	—1,12	3,90
24. Dec.	—0,4	—	—1,74	2,64
29. Dec.	—0,8	—	—1,98	1,22

---

Ueber die Frage,  
wer zuerst die Cometenbahnen als parabolisch  
angesehen hat.

Eine kleine literarische Berichtigung.

---

Man hat seit geraumer Zeit Dörffel in Plauen als den ersten angesehen, der, sogleich nach dem Erscheinen des Cometen von 1680, den Gedanken ausgesprochen habe, daß die Bahnen der Cometen Parabeln sind, in deren Brennpunkte die Sonne sich befindet. Dörffel selbst giebt an, wie fern Hevel schon die Meinung von parabolischen Cometenbahnen angedeutet, aber doch gar nicht recht begründet, und welchen Ort die Sonne in Beziehung auf dieselben einnehme, gar nicht erwähnt habe; und es war daher ganz Recht, wenn man Dörffels Untersuchungen als die wichtige, durch Hevels langweiliges Hin- und Herreden in der *Cometographia* nur sehr unvollkommen vorbereitete, Entdeckung recht eigentlich begründend ansah. Diese Ehre ward nicht erheblich dadurch geschmälert, daß man in neuern Zeiten eine dem Dörffel gewiß nicht bekannt gewordene kleine Schrift Borelli's auffand, die schon eben jene wichtige Belehrung über die Cometenbahnen enthielt; aber mehr Zweifel gegen die Eigenthümlichkeit der Entdeckung Dörffels scheint eine Bemerkung zu erregen, die Hr. Baron von Zach in seiner *Correspondance astronomique*. Vol. VII. p. 137 mittheilt, wo er vermuthet, es möge die Ehre dieser Entdeckung wohl einem Frankfurter Professor Madeweis zukom-

men. Diese Bemerkung veranlaßt mich, hier das, was Madeweis über diesen Gegenstand gesagt hat, genauer anzugeben. Herrn von Zachs Vermuthung stützt sich auf die in einer Abhandlung von Kies (*de cometis et arcenda exinde electricitate ad explicandum systema mundanum a nonnullis advocata*) stehende Behauptung, daß Dörffel an Madeweis einen Vorgänger gehabt habe, der in der Beschreibung des Cometen von 1680 schon auf noch ältere Zeiten zurückgehe und aus Erhardt Weigels Beschreibung des Cometen von 1664 und 1665 Einiges sehr wohl hiezu stimmendes (*satis huc quadrantia*) angebe.

Um diese Entdeckung des guten Madeweis steht es aber schlecht, und Erh. Weigel hat eben so wenig als er an parabolische oder elliptische Cometenbahnen gedacht. Madeweis hat zwei Schriften, die ich auf unserer Universitätsbibliothek finde, herausgegeben; eine lateinische, welche nur aus vier Blättern besteht, und eine deutsche umständlichere, die etwas später erschienen sein muß, da er in der letztern einige Beobachtungen des Cometen anführt, statt daß er in der erstern klagt, er habe wegen trüben Himmels keine genauere Beobachtungen anstellen können, und deshalb gar keine mittheilt. Die erste hat den seltsamen Titel: *Nigellae Cadmi filiae, de sidere crinito, anno 1680 mense novembri et seq. observato, ad amicum astrophilum adlegatae.* — Die schwarzen Töchter des Cadmus sind die Buchstaben. — Die andere, in schlechtem Deutsch geschriebene, besteht aus 18 nicht paginirten Blättern und hat folgenden Titel: *Die Wieder-Erscheinung der ungewöhnlich-grossen Stern-Ruthe, verthebe des Neuen Cometen im Monat December des 1680sten und folgendts im Januario des 1681sten Jahres. Nebst denen Seltenheiten oder sogenannten Wunderzeichen in der Luft, welche sich hie und da sehen lassen.* Auf Bes

gehren einiger guten Freunde ans Licht gestellet von F. Madeweis. Berolini. Anno MDCLXXXI.

In der letztern theilt er seine Beobachtungen mit, und sagt gelegentlich, „er habe motum trajectionis cometarum „in der vorhergehenden Epistel erwiesen.“ — Also, denkt man, hat er ja wirklich Untersuchungen über den wahren Weg des Cometen und selbst aller Cometen angestellt? O nein! — Was in jenem Hauptwerke vorkömmt, ist nichts weniger als eine gründliche und erweisende (wie M. sie nennt) Untersuchung über den wahren Weg der Cometen; sondern bloß folgende wichtige, gründliche und höchst belehrende Stelle, die dort gemeint sein muß, kömmt in jener lateinischen Schrift vor: *Celeritatis vero aut tarditatis curatorem observationem coelum nubibus vestitum praepedit. Interea, uti ceteris antecessoribus perinde et huic cometae motum trajectionis tribuere nullus dubito. Ejusmodi enim motum, quo et nubes in aëre gaudent, cometae requirit indoles, cum sit nubis coelestis, quae quidem ob aetheream naturam in sublime tendit, quorsum etiam ardor per radios solares in capite accensus impellit, quoniam tamen moles tanti corporis impedimento sit, quo minus exhalationes seu atmosphaeram perrumpere et rectâ in sublime prorepere valeat, idcirco iter facere obliquum per lineam trajectionis cogitur. Quemadmodum in pyrotechnicis pyrobolum accensum oblique per lineam motu veri trajectionis cernimus, cujus motus principium est velocius, finis vero languet. Perinde etiam cometarum motus trajectionis initio celerior, in fine tardior existere adsolet.*

Diese Stelle zeugt eben nicht sehr für unsern guten Madeweis genialische Ansichten, und sie ist gleichwohl die

einzig, wo von dem motu trajectionis die Rede ist. Wenn man freilich die Stelle nicht liest, sondern nur obenhin ansieht, so kann man sagen, er lege ja dem Cometen die Bahn des geworfenen Körpers (pyrobolus übersetzt er selbst durch Rachetta) bei; aber wenn man die Gründe liest, warum? — wenn man sieht, daß er die scheinbare Bewegung, die gegen das Ende der Sichtbarkeit eines Cometen langsamer wird, gar nicht unterscheidet von der wahren Bewegung, so wird man zu ähnlichen Betrachtungen veranlaßt, wie die sind, die Benzenberg über die scharfsinnigen Aeußerungen des Nicolaus von Cusa mittheilt \*).

Wie aufmerksam aber ungefähr Kies gelesen hat, davon kann man sich noch vollständiger überzeugen, wenn man das aufsucht, was Erhardt Weigel gesagt haben soll. Allerdings redet Madeweis von einer ovalen Cometenbahn und führt dabei Weigel an; aber man denke nur ja nicht, daß von einer Bahn des Cometen um die Sonne die Rede ist, sondern er spricht bloß von dem scheinbaren Laufe unter den Sternen. Die Stelle steht in der deutschen Abhandlung im Anhange; Madeweis bemerkt da, der Comet habe am Himmel keinen rechten Cirkelstrich oder orbita gehalten, „gestalt trames oder linea trajectoria sich fast zu einem Oval angelassen, wie jeder curiosus observator wird remarquiret haben.“ Er sagt dann ferner, daß sei auch nichts Ungewöhnliches, wie es sich durch das Zeugniß des „fürtrefflichen Mathematici Hrn. Ehrhardi Weigelii“ erhärten lasse,“ als welcher sich von dem Cometen 1664 und 1665 so ausdrückt: „Wie nun dieser Comet vom Kopf des Raben bis zu den Hörnern des Widders über 160 Gr. am Himmel fortgestrichen, also hat er die meiste Zeit einen

\*) Benzenberg, Versuche über die Umbrehung der Erde. S. 472.

geraden Cirkelstrich am Himmel gehalten; zulezt aber hat er sich merklich verrückt, und seinen Nest des Laufes, als ob er ein Oval beschreiben wolle, so weit eingebogen, daß sein letzter Stand fast ganzer 4 Grade von seinem geraden Laufcirkel nordwärts abwich."

Daß hier bloß von dem scheinbaren Laufe am Himmel die Rede ist, leuchtet deutlich genug ein: Weigel hat also gar nicht an etwas anderes gedacht; und Madeweis ist in seinen Erklärungen der wahren Bewegung gewiß so unglücklich als möglich.

Wie ganz anders Dörfel aus der scheinbaren Bewegung des Cometen die wahre Bahn zu finden sucht, wie regelmäßig und verständig er seine Bemühungen darlegt, will ich hier nicht erzählen, da ich bloß die Absicht hatte, zu zeigen, wie wenig Madeweis neben Dörfel genannt zu werden verdient.

## Druckfehler im zweiten Hefte.

S. 96 3. 19 lies  $51^{\circ} 8'$ .

— 98 — 24 —  $19^{\circ} 10'$ .

— 120 — 20 — proportional.

— 123 — 19 — Dé.

Beim Verleger, Johann Ambrosius Barth,  
sind auch folgende Schriften erschienen:

- Annalen der Physik. Herausgegeben von Dr. *L. W. Gilbert*.  
799 bis 808. 1<sup>r</sup> bis 30<sup>r</sup> Band. gr. 8. Rthlr. 50 netto.  
(NB. Jahrgang 799 bis 808 ist eigentlich Verlag der *Rengerschen Verlags-Handlung in Halle.*)
- Neue Folge. Jahrgang 809 bis 818. 31<sup>r</sup> bis 60<sup>r</sup> Band. gr. 8.  
Rthlr. 46. 12 gr. netto.  
(NB. Jahrgang 818 oder Band 58. 59. 60. fehlt und deducire ich denselben an der neuen Folge mit Rthlr. 6. netto.)
- — der Physik und der physikalischen Chemie.  
Herausgegeben von Dr. *L. W. Gilbert*. Jahrgang 819 bis 824.  
4<sup>a</sup> Hest. 61<sup>r</sup> bis 76<sup>r</sup> Band. gr. 8. Rthlr. 29. 12 gr. netto.  
(NB. Ganz complete Suiten vom 1<sup>n</sup> bis 76<sup>n</sup> Band sind vorrätzig und kosten Rthlr. 106 netto.)  
(NB. Das General-, Sach- und Namenregister, bearbeitet vom Herrn Dr. Prof. *Müller* in Breslau. gr. 8. wird zu Johannis fertig und an die Herren Abonnenten dann sofort versandt.)
- — der Physik und Chemie. Herausgegeben zu Berlin  
von *J. C. Poggendorff*. Jahrgang 824. 5<sup>a</sup> bis 12<sup>a</sup> Hest.  
1<sup>r</sup> 2<sup>r</sup> Band. (Der ganzen Folge 77<sup>r</sup> 78<sup>r</sup> Band.) Rthlr. 4 netto.
- — — — — Jahrgang 825.  
12 Hefte. 3<sup>r</sup>, 4<sup>r</sup>, 5<sup>r</sup> Band. (Der ganzen Folge 79<sup>r</sup>, 80<sup>r</sup>, 81<sup>r</sup> Bd.)  
Rthlr. 6 netto.
- — — — — Jahrgang 826.  
12 Hefte. 6<sup>r</sup>, 7<sup>r</sup>, 8<sup>r</sup> Band. (Der ganzen Folge 82<sup>r</sup>, 83<sup>r</sup>, 84<sup>r</sup> Bd.)  
Rthlr. 8.
- Brandes, *H. W.*, Untersuchungen über den mittleren Gang der  
Wärme-Veränderungen durchs ganze Jahr u. Mit Kupfern und  
Tabellen. gr. 8. 820. Rthlr. 2. 16 gr.  
auch unter dem Titel:  
Brandes, *H. W.*, Beiträge zur Witterungskunde.
- — Vorbereitung zur höhern Analysis. gr. 8. 820. 20 gr.
- Hisinger, W.*, Versuch einer mineralogischen Geographie  
von Schweden. Umgearbeitete und vermehrte Auflage, aus  
der Handschrift übersetzt von *F. Wöhler*. gr. 8. 826.  
Rthlr. 1. 8 gr.
- Keilhau, B. M.*, Darstellung der Uebergangsformation in Norwegen.  
Nach dem Manuscripte übersetzt von *Dr. K. Naumann*.  
Nebst 7 colorirten Kupfertafeln. (Aus den Annalen der Physik  
und Chemie besonders abgedruckt.) gr. 8. 826. Rthlr. 1.



V

3.

S

19 5° 00'









