

## Sechstes Kapitel.

*Von der Gestalt der Kometenbahnen, und den Gesetzen ihrer Bewegung um die Sonne.*

Da die Sonne im Brennpunkte der Planetenbahnen liegt, so ist es natürlich, anzunehmen, daß sie auf gleiche Art auch im Brennpunkte der Kometenbahnen liege. Da aber diese Gestirne wieder verschwinden, nachdem sie sich einige Monate gezeigt haben, so sind ihre Bahnen, anstatt, wie die der Planeten, beynahe kreisförmig zu seyn, sehr in die Länge gezogen, und die Sonne ist dem Theile sehr nahe, in welchem sie sichtbar sind. Die Ellipse kann, vermöge der Abstufungen, deren sie vom Kreise bis zur Parabel fähig ist, zur Darstellung dieser verschiedenen Bahnen dienen. Die Analogie leitet uns also darauf, die Kometen in Ellipsen herumzuführen, in deren einem Brennpunkte die Sonne liegt, und sie darin nach den nämlichen Gesetzen, wie die Planeten, sich bewegen zu lassen, so daß die durch ihre Radios Vectores beschriebenen Flächen den Zeiten proportionirt sind.

Es ist fast unmöglich, die Umlaufszeit eines Kometen, und folglich die große Achse

seiner Bahn durch Beobachtungen einer einzigen Erscheinung desselben kennen zu lernen; man kann daher auf solche Art auch die Fläche, die sein Radius Vector in einer gegebenen Zeit beschreibt, nicht genau bestimmen. Man muß aber erwägen, daß das von dem Kometen, während seiner Sichtbarkeit, beschriebene kleine Stück der Ellipse für eine Parabel genommen, und mithin seine Bewegung während dieser Zeit so berechnet werden kann, als ob sie parabolisch wäre.

Nach den Keplerischen Gesetzen verhalten sich die durch die Radios Vectores zweyer Planeten in gleicher Zeit beschriebenen Sektoren zusammen, wie die Flächen ihrer Ellipsen, dividirt durch die Quadrate ihrer Umlaufzeiten, diese Quadrate aber verhalten sich wie die Würfel der halben großen Achsen. Daraus kann man leicht schliessen, daß, wenn man sich einen Planeten von einer kreisförmigen Bahn gedenkt, deren Halbmesser dem Abstände eines Kometen in der Sonnennähe gleich ist, der durch den Radius Vector des Kometen beschriebene Sector zu dem ihm zugehörigen, durch den Radius Vector des Planeten beschriebenen, Sector in dem Verhältnisse der Quadratwurzel des Abstandes der

Sonnenferne des Kometen zu der Quadratwurzel der halben großen Achse seiner Bahn stehen werde, welches Verhältnifs, wenn die Ellipse sich in eine Parabel verwandelt, dem der Quadratwurzel aus 2 zu 1 gleich wird. Man hat also das Verhältnifs des Sectors des Kometen zu dem des erdichteten Planeten, und es ist, nach dem Vorhergehenden leicht, das Verhältnifs dieses letztern Sectors zu dem, welchen der Radius Vector der Erde in der nämlichen Zeit beschreibt, zu finden.

Man kann daher für jeden beliebigen Zeitpunkt die von dem Radius Vector des Kometen seit seinem Durchgange durch die Sonnennähe beschriebene Fläche bestimmen, und seinen Stand in der Parabel, von welcher man annimmt, daß er sie beschreibe, vestsetzen.

Man braucht alsdann nur noch aus den Beobachtungen die Elemente der parabolischen Bewegung, das heißt, die Entfernung des Kometen in der Sonnennähe, die Lage der Sonnennähe, den Augenblick des Durchgangs durch die Sonnennähe, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik und die Lage ihrer Knoten herzuleiten. Aber die Untersuchung dieser fünf Elemente bietet gröfsere Schwierigkeiten

dar, als die der Elemente der Planeten, welche, da sie allezeit sichtbar, und schon seit einer langen Reihe von Jahren beobachtet sind, in den vortheilhaftesten Stellungen mit der Bestimmung dieser Elemente verglichen werden können, da hingegen die Kometen nur sehr kurze Zeit sichtbar sind, und oft unter Umständen, wo ihre scheinbare Bewegung wegen der wahren Bewegung der Erde, die wir ihnen immer in entgegengesetzter Richtung beylegen, sehr verwickelt ist. Dieser Schwierigkeiten ungeachtet ist man durch verschiedene Methoden zur Bestimmung der Elemente der Kometenbahnen gelangt. Drey vollständige Beobachtungen sind zu diesem Behufe mehr, als zureichend; alle übrigen dienen nur zur Bestätigung der Genauigkeit dieser Elemente, und der Richtigkeit der eben erklärten Theorie. Mehr als achtzig Kometen, deren zahlreiche Beobachtungen durch diese Theorie genau dargestellt werden, schützen sie gegen jeden Angriff. Demnach sind die Kometen, die man lange Zeit für Lufterscheinungen angesehen hat, von derselben Natur, wie die Planeten, und ihre Bewegungen und Zurückkünfte sind nach den nämlichen Gesetzen, wie die Bewegungen der Planeten, bestimmt.

Wir wollen hier bemerken, wie das wahre System der Natur bey seiner weitem Entwicklung sich immer mehr und mehr bestätigt. Die Einfachheit der himmlischen Erscheinungen bey der Voraussetzung der Bewegung der Erde, verglichen mit ihrer äussersten Verwickelung bey der Voraussetzung ihrer Unbeweglichkeit macht die erstere dieser Voraussetzungen sehr wahrscheinlich. Die Gesetze der elliptischen Bewegung, die alsdann die Erde mit den Planeten gemein hat, vermehren diese Wahrscheinlichkeit sehr, die durch die Betrachtung, daß, bey dieser Voraussetzung, auch die Bewegung der Kometen den nämlichen Gesetzen unterworfen ist, noch gröfser wird.

Die Kometen bewegen sich nicht, wie die Planeten, alle nach einerley Richtung; die einen haben eine wahre rechtläufige, andere aber eine rückläufige Bewegung. Die Neigungen ihrer Bahnen sind nicht, wie die der Planetenbahnen, in eine gerade Zone eingeschlossen, sondern man findet bey ihnen alle Verschiedenheiten der Neigung von der Bahn an, die in der Ebene der Ekliptik liegt, bis zu der, die auf ihr lothrecht ist.

Man erkennt einen Kometen bey seiner Wiedererscheinung an der Identität der Elemente seiner Bahn mit denen der Bahn eines schon beobachteten Kometen. Wenn der Abstand in der Sonnennähe, die Lage der Sonnennähe und der Knoten, und die Neigung der Bahn sehr nahe die nämlichen sind, so ist es sehr wahrscheinlich, daß der erschienene Komet ein schon früher beobachteter ist, welcher, nachdem er sich bis auf eine Entfernung, wo er unsichtbar war, entfernt hatte, in den der Sonne nahe liegenden Theil seiner Bahn zurückkommt.

Da die Umlaufszeit der Kometen sehr lang, und diese Gestirne erst seit ungefähr zwey Jahrhunderten mit einiger Sorgfalt beobachtet worden sind, so kennt man bis jetzt nur die Umlaufszeit eines einzigen Kometen, nämlich dessen vom Jahre 1682, mit Gewißheit, den man schon vorher in den Jahren 1607. und 1531. beobachtet hatte, und welcher im Jahre 1759. wieder erschienen ist. Dieser Komet braucht ungefähr 76 Jahre, um zu seiner Sonnennähe zurückzukommen; folglich ist, wenn man die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde für die Einheit annimmt, die große Achse seiner Bahn ungefähr

35,9; und da seine Entfernung in der Sonnennähe nur 0,58 beträgt, so entfernt er sich von der Sonne aufs wenigste 35mal mehr, als die Erde, und durchläuft eine sehr excentrische Ellipse. Die Zeit seiner Zurückkunft zur Sonnennähe war von 1531 bis 1607. um 13 Monate länger, als von 1607 bis 1682, hingegen war sie von 1607 bis 1682. um 18 Monate kürzer, als von 1682 bis 1759. Es scheint also, daß ähnliche Ursachen, wie die, welche die elliptische Bewegung der Planeten verändern, die der Kometen auf eine noch merklichere Art stören.

Man hat die Zurückkunft von einigen andern Kometen vermuthet; die wahrscheinlichste davon war die des Kometen vom Jahre 1532, von welchem man glaubte, daß er mit dem vom Jahre 1661, dessen Umlaufszeit man auf 129 Jahre gesetzt hat, der nämliche sey.

Da aber dieser Komet im Jahre 1790, wo man ihn erwartete, nicht wieder erschien, so hat man allen Grund, zu glauben, daß diese zwey Kometen nicht einer und derselbe seyen. Dieß muß uns in unserm Urtheile über die Identität zweyer beobachteten Kometen sehr behutsam machen. Wir wollen versuchen, die Wahrscheinlichkeit

dieser Identität bey wenig verschiedenen Elementen zu berechnen.

Wir wollen setzen, der Unterschied betrage nur einen Grad in der Neigung der Bahn, und in den Oertern des aufsteigenden Knoten und der Sonnennähe, und nur ein Hunderttheil in Ansehung des Abstandes in der Sonnennähe, wenn die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde für die Einheit angenommen wird. Wir wollen ferner setzen, die Fehler der aus den Beobachtungen hergeleiteten Elemente, und die Veränderungen, welche diese Elemente in der von einer Erscheinung des Kometen bis zur andern verflossenen Zeit leiden konnten, seyen in die vorigen Gränzen eingeschlossen, so daß sich kein Anstand findet, die beyden Kometen als einen und denselben anzusehen.

Die Neigung der Bahn eines neuen Kometen gegen die Ekliptik kann eine von Null bis auf die halbe Peripherie veränderliche Gröfse haben; wenn aber die Neigung grösser ist, als hundert Grade, so ändert die Bewegung ihre Richtung; man kann also schon aus der Neigung allein angeben, ob die Bewegung rechtläufig oder rückläufig sey. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Neigung der  
Bahn

Bahn eines neuen Kometen von der Neigung der Bahn eines alten sich nicht um mehr, als einen Grad darüber oder darunter, entfernen werde, ist demnach  $\frac{2}{200}$  oder  $\frac{1}{100}$  gleich. Die Lage des aufsteigenden Knoten eines neuen Kometen kann von 0 bis auf  $400^\circ$  unterschieden seyn. Die Wahrscheinlichkeit, daß sie von der Lage des Knoten eines ehemals beobachteten Kometen um nicht mehr als einen Grad unterschieden seyn werde, ist folglich  $\frac{1}{200}$ . Eben so ist auch die Wahrscheinlichkeit, daß die Lage der Sonnennähe eines neuen Kometen von der der Sonnennähe eines alten um nicht mehr als einen Grad unterschieden seyn werde,  $\frac{1}{200}$ . Wir wollen setzen, daß auf gleiche Art auch der Abstand in der Sonnennähe in dem zwischen 0, und 1,5 eingeschlossenen Raume veränderlich seyn könne. Man hat zwar wirklich Kometen gesehen, deren Abstand in der Sonnennähe größer, als 1,5 war; aber diese Fälle sind so selten, daß wir, bey diesem Versuche der Berechnung, nicht nöthig haben, darauf Rücksicht zu nehmen, da eine größere Entfernung der Kometen in der Sonnennähe sie fast immer unsichtbar macht. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Entfernung eines neuen Kometen in der Sonnennähe von der

eines ehemdem beobachteten nicht um ein Hunderttheil unterschieden seyn werde, ist also sehr nahe  $\frac{4}{300}$ . Demnach wird die Wahrscheinlichkeit, daß die Elemente eines neuen Kometen von denen eines alten nicht über die vorhin bestimmten Gränzen abweichen werden, ein Product aus den vier Zahlen  $\frac{1}{100}$ ,  $\frac{1}{200}$ ,  $\frac{1}{200}$ ,  $\frac{4}{300}$ , und mithin dem Bruche  $\frac{1}{3 \cdot (10)^8}$  gleich seyn.

Um nun die Wahrscheinlichkeit, daß der neue Komet mit dem vormals beobachteten der nämliche sey, zu bestimmen, giebt die Theorie der Wahrscheinlichkeitsrechnung folgende Regel: Multipliciret den Bruch  $\frac{1}{3 \cdot (10)^8}$  mit der um Eins vermehrten Zahl der sichtbaren und noch nicht beobachteten Kometen, und dividiret durch dieses um Eins vermehrte Product die Einheit, so wird der Quotient die gesuchte Wahrscheinlichkeit seyn.

Wenn die Gränzen der Fehler der aus den Beobachtungen hergeleiteten Elemente größer, als die vorhinbestimmten sind, so muß man anstatt des Bruchs  $\frac{1}{3 \cdot (10)^8}$  das Product dieses Bruchs durch das der vier Zah-

len, welche ausdrücken, wie vielmal eine jede Gränze die im Vorigen angenommene Gränze enthalte, gebrauchen.

Da die Zahl der sichtbaren und noch nicht beobachteten Kometen unbekannt ist, so ist es unmöglich, die Wahrscheinlichkeit, um welche es hier zu thun ist, zu berechnen. Indessen kann man mit Wahrscheinlichkeit glauben, daß jene Zahl nicht gröfser, als eine Million sey. Setzt man sie aber dieser gleich, so sind 300 gegen Eins zu wetten, daß ein Komet, dessen Elemente von denen eines alten nur um die oben bestimmten Gröfsen unterschieden sind, der nämliche mit diesem sey.

Da Halley die Elemente der Kometen von 1607. und 1682. auf solche Art verglich, konnte er mit einer Wahrscheinlichkeit von  $\frac{1200}{1201}$  ankündigen, daß diese zwey Kometen einer und derselbe seyen, und daß solcher gegen die Mitte dieses Jahrhunderts wieder erscheinen würde. Die Furcht, sich darin zu betrügen, die zwar schon sehr klein war, wurde beynahe gleich Null, nachdem er in den Elementen des im Jahre 1531. beobachteten Kometen ungefähr die Elemente von diesem erkannt hatte; und für uns, die wir

den Kometen, im Jahre 1759. wieder gesehen haben, ist sie vollends verschwunden.

Aber mit dem Kometen von 1532. verhält es sich nicht so. Seine Elemente sind nach Apians und Fracastors Beobachtungen bestimmt worden, welche so wenig genau sind, daß sie eine Ungewißheit von  $41^\circ$  über die Lage des Knoten, von  $10^\circ$  über die Neigung, von  $22^\circ$  über die Lage der Sonnennähe, und von  $0,17$  über den Abstand in der Sonnennähe zurücklassen.

Man muß folglich den Bruch  $\frac{1}{3 \cdot (10)^8}$  durch das Product  $41 \cdot 10 \cdot 22 \cdot 17$ . multipliciren, welches ihn auf  $0,000517$  bringt. Gesetzt also, daß es noch tausend sichtbare und noch nicht beobachtete Kometen gebe, was nicht unwahrscheinlich ist, so würde die Wahrscheinlichkeit, daß die zwey Kometen von 1532 und 1661. der nämliche seyen, ungefähr  $\frac{2}{3}$  seyn, welche viel zu klein ist, um die Identität zweyer Kometen auszusagen. Man darf sich also nicht darüber wundern, daß dieser Komet in diesen letzten Jahren nicht wieder erschienen ist.

Der neblichte Schein, womit die Kometen fast immer umgeben sind, scheint von

Dünsten zu entstehen, welche die Sonnenhitze von ihrer Oberfläche erhebt. In der That begreift man leicht, daß die große Hitze, die sie gegen ihre Sonnennähe erfahren, die Materien verdünnen muß, welche die ausnehmende Kälte, die sie in ihren Sonnenfernen litten, in den festen Zustand versetzte. Auch scheint es, daß die Schweife der Kometen nichts anders als diese Dünste seyen, welche durch diese Verdünnung, verbunden entweder mit dem Stoffe der Sonnenstrahlen, oder mit der Auflösung dieser Dünste in derjenigen Flüssigkeit, welche uns das Zodiakallicht zusendet, auf sehr große Höhen erhoben worden. Dieß scheint aus der Richtung dieser Schweife zu folgen, welche, in Ansehung der Sonne, immer hinter den Kometen liegen, und nicht eher als in der Gegend der Sonnennähe sichtbar werden, und nicht eher ihr Maximum erreichen, als nach dem Durchgange durch diesen Punkt, wenn die den Kometen durch die Sonne mitgetheilte Hitze durch ihre Dauer und durch die Nähe dieses Gestirns angewachsen ist.