

aber mit einer Parabel begnügen und folglich das Ob und Wann der etwanigen Wiederkehr ganz unbestimmt lassen. Kann man aber eine Excentricität ableiten, welche um eine bestimmte (nicht um den ganzen Betrag derselben unsichere) Grösse von der Einheit abweicht, also es gewiss machen, dass die Excentricität nicht = 1, sondern < 1 (Ellipse) oder > 1 (Hyperbel) sei, so kann man den gefundenen wahrscheinlichsten Werth dieser Excentricität mit den früher gefundenen parabolischen (nun aber in Folge der genaueren Untersuchung abgeänderten) Elementen vereinigen, und daraus (im Falle der Ellipse) die halbe grosse Axe, folglich Umlaufszeit und Wiederkehr berechnen, wiewohl die letztere, bevor eine wirkliche Wiederkehr erfolgt ist, aus mehrfachen Gründen sehr schwankend bleibt. Ein höchst geringer Fehler in der Excentricität bewirkt nämlich, wenn diese wenig von der Einheit abweicht, schon einen sehr bedeutenden in der Umlaufszeit. Bei der von *Argelander* berechneten Bahn des grossen Kometen von 1811 wird z. B., wenn etwa die Excentricität um 0,0001 grösser als die berechnete ist, die Umlaufszeit (von etwa 3000 Jahren) um ein volles Jahrhundert länger sein. Dann aber kommen die Störungen hinzu, die gleichfalls dieses Element weit stärker als alle übrigen afficiren. Bei dem erwähnten Kometen hat *Argelander* sie beiläufig berechnet und findet, dass sie den gegenwärtigen Umlauf um 177 Jahre verkürzen.

§. 171.

Bei hyperbolischen Bahnen würde dagegen eben so wenig als bei parabolischen jemals eine Wiederkehr stattfinden, vorausgesetzt, dass die Bahn diese Form stets behielte. Ein solcher Komet würde dann nicht als bleibendes Glied des Sonnensystems betrachtet werden können, da sein Lauf ihn nach dem Perihel ohne Aufhören von der Sonne entfernt und er so endlich aus ihrem Bereiche kommen, und in den eines andern Fixsterns übergehen müsste.*) Für den Berechner

*) In den früheren Auflagen dieser Schrift hatte ich mich, nicht gegen die Möglichkeit, wohl aber gegen die Wahrscheinlichkeit solcher Kometenbahnen erklärt. Die so bedeutende Bereicherung an neuen und unerwarteten Thatsachen und dadurch ermöglichten schärferen Unterscheidungen haben nicht umhin gekonnt, die frühere Meinung des Verf. (und der meisten andern Astronomen) zu modificiren. Aufmerksamen Lesern wird bei Vergleichung dieses Abschnitts mit den frühern Auflagen nicht unbemerkt bleiben, dass meine Ansicht über Kometen auch noch in einigen andern Punkten von der früheren abweicht: wo dies aber auch immer geschehen, ist es stets durch neue und gewichtige thatsächliche Gründe bewirkt worden.

wird es
bolische
eine län
bestimm
ersten T
Mühe e
für die
theoretis
lische I
wo zahl
sich ers
vorbeha

In
bezogen

wozu no
(im Sinn
diese Be
dern in
gungen
zwischen
und ein
Bahnen
und der
digkeit
auch der

Ber
dieselben
und es
laufszeit
doch mit
schiede,
bei den
nur meh
ist, hier
die erste
druck so
neten R

wird es fast immer am gerathensten sein, zuerst eine parabolische Bahn den Beobachtungen zu entnehmen, denn erst eine längere Reihe derselben kann möglicherweise auf eine bestimmte Ellipse führen, während 3 Beobachtungen in den ersten Tagen nach der Entdeckung mit verhältnissmässig leichter Mühe eine Parabel finden lassen, aus der man eine Ephemeride für die nächsten Wochen und Monate ableiten kann. Die theoretische Frage, ob wirklich eine in aller Strenge parabolische Bahn vorliege oder nicht, muss jedenfalls einer Zeit, wo zahlreichere und über einen möglichst grossen Zeitraum sich erstreckende Beobachtungen vorliegen, zur Entscheidung vorbehalten bleiben.

In einer parabolischen Bahn, deren Lage auf die Ekliptik bezogen werden soll, sind folgende Elemente zu bestimmen:

Kleinster Abstand von der Sonne	= q
Ort der Sonnennähe	= P
Durchgangszeit durch das Perihel	= T
Aufsteigender Knoten in der Ekliptik	= Ω
Neigung gegen die Ekliptik	= i

wozu noch die Bestimmung tritt, ob die Bahn rechtläufig (im Sinne der Planetenbahnen) oder rückläufig sei; wiewohl diese Bestimmung nicht ein selbständiges Element bildet, sondern in i mit ausgedrückt werden kann, wenn man die Neigungen über 90° hinaus bis 180° fortzählt, wo sodann ein zwischen 0° und 90° fallender Werth von i die rechtläufigen, und ein zwischen 90° und 180° liegender die rückläufigen Bahnen bezeichnet. Mit Zuziehung der bekannten Sonnenmasse und der *Kepler'schen* Gesetze lässt sich sodann die Geschwindigkeit im Sonnennähepunkte wie in jedem andern, folglich auch der heliocentrische Ort für eine gegebene Zeit, ableiten.

Berechnet man hingegen elliptische Elemente, so finden dieselben Bestimmungsstücke wie bei den Planeten Anwendung und es lässt sich hier gleichfalls eine an die Stelle der Umlaufzeit tretende mittlere tägliche Bewegung berechnen, doch mit dem für die Praxis nicht zu übersehenden Unterschiede, dass die Mittelpunktsgleichung, die namentlich bei den älteren Planeten ziemlich leicht zu entwickeln und nur mehr wie eine Correction des mittleren Ortes anzusehen ist, hier eine solche Grösse erreicht, dass zu ihrer Berechnung die ersten Glieder der Reihe nicht mehr ausreichen. Ihr Ausdruck schreitet nämlich in einer nach Potenzen von e geordneten Reihe fort; ist nun e sehr klein, so werden die Potenzen

schnell bis zum Unmerklichen abnehmen; wenn dagegen e nahe an 1 reicht, so werden selbst sehr hohe Potenzen von e noch immer einen merklichen Werth haben. In einzelnen Fällen kann die Mittelpunktsgleichung sogar nahe 180° erreichen, z. B. beim Kometen von 1680.

Im Falle hyperbolischer Elemente kommen dieselben Bestimmungen wie bei den parabolischen vor, ausserdem aber enthalten sie noch eine Excentricität, und zwar eine die Einheit übersteigende.

Sehr viele Mathematiker haben sich damit beschäftigt, Vorschriften für die Berechnung der Kometenbahnen zu geben. Man ging anfangs zum Theil darauf aus, eine direkte Auflösung (durch successive Elimination der Unbekannten aus algebraischen Gleichungen) zu finden: diese Versuche führten jedoch auf sehr beschwerlichen und verwickelten Wegen zu Gleichungen sehr hoher Grade, für welche die Analysis noch keine Auflösungsformel gegeben hatte. Deshalb schlug man indirekte Wege ein und bestimmte eine oder einige der Unbekannten durch Versuche. Die einfachste, sicherste und bequemste, auch in allen Fällen, die überhaupt eine Berechnung zulassen, anwendbare Methode hat *Olbers* 1797 gegeben, wobei er einen bereits früher von *Lambert* bewiesenen Lehrsatz zum Grunde legte. *Gauss* und Andere haben einzelne Vervollkommnungen dieser Methode angegeben, im Ganzen ist sie noch heute dieselbe geblieben, was man vielleicht von keiner aus so früher Zeit stammenden Berechnungsmethode rühmen kann. Die späterhin, namentlich von französischen Analysten aufgestellten Methoden stehen, wie *Encke* im Berliner Jahrbuch für 1833 ausführlich gezeigt hat, der *Olbers'schen* in allen wesentlichen Beziehungen nach.

Da in der Parabel fünf Elemente zu bestimmen sind, so würde auch die Theorie, wenn die Aufgabe eine völlig bestimmte sein soll, weder mehr noch weniger als fünf Coordinaten benutzen müssen, und diesen würde sich die berechnete Bahn genau und ohne übrigbleibende Fehler anschliessen. Jede vollständige Beobachtung aber giebt deren zwei, Rectascension und Declination, oder auf die Ekliptik reducirt, Länge und Breite. Zwei Beobachtungen also reichen noch nicht aus, drei haben schon ein Datum zu viel. *Olbers* Methode lehrt nun: aus 3 vollständigen Beobachtungen diejenige Parabel zu finden, welche indem sie genau durch den ersten und dritten Ort führt, auch zugleich dem, durch den mittleren (zweiten) Beobachtungsort und den Ort der Sonne gelegten grössten Kreise entspricht. Wollte man alle

sechs 1
Parabel
würde
die sec
Tafeln
menden
suche a
gebrach
der Oer
u. A. b

W
so wird
achtung
gerade
Allein
geben,
germass
können
zen Ba
merkt,
sein.
lipse v
wenn
liegen,
und we
und 4-
günstig
einande
darthun
einen r
tungen
E
tungen
und de
ansah,
stätigt
auf sei
Bahn r
den K
grösser
dem g

sechs Data streng erfüllten, so würde man zwar auch eine Parabel darstellen können, aber der Brennpunkt derselben würde nur dann in den Mittelpunkt der Sonne fallen, wenn die sechs Beobachtungen absolut genau wären. — *Encke* hat Tafeln gegeben, wodurch die indirekte Auflösung der vorkommenden transcendenten Gleichungen erleichtert, d. h. die Versuche abgekürzt und, so viel als möglich, in ein festes System gebracht werden; andere Tafeln, die besonders zur Berechnung der Oerter aus den gefundenen Elementen dienen, haben *Barker* u. A. berechnet.

§. 172.

Will man dagegen eine elliptische Bahn berechnen, so wird man, theoretisch genommen, drei vollständige Beobachtungen anwenden müssen, deren sechs Coordinaten alsdann gerade hinreichen, die 6 elliptischen Elemente zu bestimmen. Allein praktisch möchte es wohl nicht einen einzigen Fall geben, wo aus drei Beobachtungen die elliptische Form einigermaßen sicher zu erkennen wäre, denn weit auseinander können sie bei Kometen (im Verhältniss zur Länge der ganzen Bahn) nicht liegen, und überdiess können, wie bereits bemerkt, die Beobachtungen einzeln genommen so genau nicht sein. Die wirklichen Abweichungen einer kometarischen Ellipse von der zunächst sich anschliessenden Parabel sind stets, wenn die Beobachtungen auch einige Monate auseinander liegen, auf einige Sekunden beschränkt (nur der *Encke'sche* und wenige andere Kometen machen davon eine Ausnahme), und 4—5 Sek. weichen selbst die besten und unter den allgünstigsten Umständen angestellten Beobachtungen noch von einander ab, wie die bisher ausgeführten Bahnberechnungen darthun. Es bleibt also nur übrig, möglichst viele und über einen möglichst grossen Zeitraum sich erstreckende Beobachtungen anzuwenden.

Ehemals wählte man aus der ganzen Anzahl der Beobachtungen willkürlich diejenigen aus, die man für die genauesten und dem Zwecke der Rechnung am meisten entsprechenden ansah, und liess die übrigen nur nachträglich als allgemeine Bestätigung gelten; oder auch jeder Astronom beschränkte sich auf seine eigenen Beobachtungen, bestimmte aus ihnen eine Bahn und man führte sodann diese verschiedenen Bahnen in den Kometenverzeichnissen auf. Jetzt verfährt man mit grösserer Consequenz. Man legt die (gewöhnlich schon vor dem gänzlichen Verschwinden des Kometen vorläufig berech-