

nach 3 Stunden, in Ostende nach 20 Minuten, in Calais nach 11 Stunden 45 M., in London nach 2 Stunden 45 M., in Cherbourg nach 7 Stunden 45 M., in Lissabon nach 4 Stunden u. s. w. In den französischen Häfen erreichen die Fluten ihre größte Erhebung erst  $1\frac{1}{2}$  Tage nach dem Mondwechsel. Zur Bestimmung der jedesmaligen Höhe der Flut hat Laplace (geb. 1749, † 1827), dem wir überhaupt die eingehendsten Untersuchungen über Ebbe und Flut verdanken, leicht zu handhabende Formeln gegeben. — Aus der Stellung des Mondes in der Nähe der Ekliptik und demnach auch des Äquators läßt sich erklären, daß die Fluten in den Tropenländern höher sein müssen, als in größeren geographischen Breiten. In Ostindien und an den Küsten des tropischen Amerika erreicht darum die Flut eine große Höhe. Oft machen sich aber auch örtliche Ursachen geltend, so daß z. B. im Hafen von St. Malo die Flut oft bis zu 16 Meter emporsteigt. Dagegen ist in der Nordsee die Bewegung des Meeres infolge von Flut und Ebbe geringer und an der nördlichen Küste von Norwegen ganz unbemerkbar, ebenso in kleineren oder ringsum eingeschlossenen Meeren.

### [D.] Die Kometen.

§ 389. Erscheinungsform der Kometen. Als bezeichnend für die Kometen (*κομήτης*, Haarstern) ist hervorzuheben ihre außerordentliche Erscheinung am Himmel, ihr schneller und der Bewegung der übrigen Himmelskörper scheinbar nicht entsprechender Verlauf, ihre zum Teil als ungeheuer groß zu erachtende Ausdehnung und die bisweilen schnellen Veränderungen, welche an ihnen zu beobachten sind. Ihrer eigentlichen Natur nach sind sie meist noch als rätselhaft zu bezeichnen, und erst neuerdings ist für sie ein teilweiser Zusammenhang mit den Sternschnuppenschwärmen (§ 395) dargethan worden, und verdankt man der Spektralanalyse einzelnes zur Aufklärung ihrer Natur.

Die Kometen bestehen meist aus einer großen, mehr oder weniger leuchtenden, nicht scharf begrenzten, nebelhaften Lichtmasse, dem Kopf, von dem aus sich — jedoch nur bei den helleren Kometen, während die teleskopischen nur als eine rundliche Nebelhülle erscheinen — in der Regel ein schwächer leuchtender, mehr oder weniger langer, gegen das Ende sich verbreiternder Schweif, in der Richtung des über den Kopf hinaus verlängerten, von der Sonne aus gezogenen Radius vector, erstreckt. Abweichungen von dieser Regel zeigen die mehrfach geschweiften Kometen und Kometen, deren Schweif der Bewegungsrichtung entgegengesetzt gekrümmt ist.

Ihre größte Ausdehnung scheinen die Schweife kurz nach ihrem Durchgange durch das Perihel zu besitzen; besonders lang war der Schweif des Kometen von 1843, der sich am Himmel über  $65^\circ$  erstreckte, nämlich 30 Mill. Meilen. Ob die Veränderungen, welche die Schweife oft darbieten, immer innere sind, oder sich auf Rotationen zurückführen lassen, ist eine noch zu entscheidende Frage. Der Komet von 1744 zeigte sechs durchschnittlich 4 Grad breite, 30 bis 40 Grad lange Schweife, die durch vollkommen nebelfreie Räume getrennt waren; der Komet von 1824 hatte zwei Schweife, die einen Winkel von  $160^\circ$  zeigten; der Komet Barnard-Hartwig 1886 zeigte nach seinem Periheldurchgange drei Schweife, die sich durch ihre Lage, ihre Helligkeit und ihre Länge sehr scharf von einander unterschieden.

Der Kopf eines Kometen, die Nebelhülle mit dem Kern, besteht im allgemeinen aus einer parabolisch geformten Nebelmasse von sehr veränderlicher Größe; beim Enckeschen Kometen (§ 392) z. B. ist in der Entfernung  $1,7 r$  von der Sonne, wo  $r$  die Entfernung der Erde von der Sonne bedeutet, der Durchmesser des Kometen gleich 25000 Meilen, für  $0,9 r$  gleich 16000 Meilen, für  $0,5 r$  gleich 9000 Meilen beobachtet worden. Die Nebelhülle besteht meist aus einer Anzahl heller Zonen mit

dunkleren Zwischenräumen; auch der Kern ist meist im Umriss unbestimmt, nur selten scheibenförmig. Selbst Sterne von sehr geringer Helligkeit bleiben nahe beim Kern, und selbst wenn sie innerhalb desselben stehen, sichtbar, während sie schon hinter mächtigem Rauche verschwinden. In Fig. 335 ist der Komet von 1819 dargestellt, der nicht sowohl durch seine Größe, als durch seine deutliche Sichtbarkeit für das unbewaffnete Auge ausgezeichnet war.

Fig. 335.



Das Spektrum des Brorsenschen Kometen von 1868 zeigte drei Streifen, deren mittelster am hellsten war. Dieser Beobachtung zufolge dürfte der Komet aus glühenden, also selbstleuchtenden Gasmassen bestehen und haben nur einzelne Teile desselben, vorzugsweise der Schweif, reflektiertes Sonnenlicht gezeigt. Das Spektrum des Kometen II vom Jahre 1868, ebenso des Gouldschen Kometen von 1881, fand Huggins nahe übereinstimmend mit dem des Kohlenwasserstoffs, das sich ergibt, wenn man den Induktionsfunken durch ölbildendes Gas schlagen läßt.

Die Zahl der astronomisch beobachteten Kometen ist ziemlich groß (600—700); derartige Beobachtungen sind in alten Zeiten freilich nur höchst mangelhaft ausgeführt worden, datieren jedoch wegen der Bedeutung, welche der Aberglaube den Kometen beilegte, bis mehrere Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung zurück. Bei der totalen Sonnenfinsternis vom 17. Mai 1882 wurde ein Komet entdeckt, der in der Nähe der verdunkelten Sonne für das bloße Auge sichtbar war.

§ 390. Bewegung der Kometen. Die scheinbare Bewegung der Kometen ist höchst mannigfach; oft sind sie nur wenige Tage sichtbar, oft monatelang, bald bewegen sie sich sehr langsam, bald ungemein schnell, so daß beispielsweise der Komet von 1472 an einem Tage einen Bogen von  $40^\circ$  am Himmel beschrieb. Einige Kometen sind rechtläufig, andere rückläufig, auch schneiden sie im allgemeinen die Ekliptik unter sehr verschiedenen Winkeln. Bei genauerer Untersuchung jedoch gehorchen sie alle dem Newtonschen Attraktionsgesetz (§ 387), indem sie Kegelschnitte beschreiben, in deren einem Brennpunkt sich die Sonne befindet. Ihre Elemente jedoch (§ 378) ergeben zum Teil eine elliptische, zum Teil eine hyperbolische, meist eine parabolische Bahn, welche dem Flächensatz (§ 379) entsprechend, in der Nähe der Sonne mit größerer Geschwindigkeit zurückgelegt wird.

Schiaparelli in Mailand hat für den im August sichtbaren Sternschnuppenschwarm (§ 395) eine parabolische Bahn gefunden, welche merkwürdig mit der des dritten Kometen von 1862 übereinstimmt, nämlich:

	Sternschnuppen vom 10. August.	III. Komet 1862.
Durchgang durch das Perihel	Juli 23,62 mittl. Zeit von Mailand	Aug. 22,9.
Länge des Perihels . . . . .	343° 38'	344° 41'
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . .	138° 16'	137° 27'
Neigung zur Ekliptik . . . . .	63° 3'	66° 25'
Periheldistanz . . . . .	0,9643	0,9626
Umlaufszeit . . . . .	105 Jahre (?)	123,4 Jahre (?)
Bewegung . . . . .	rückläufig	rückläufig.

Ebenso fand später Leverrier für den Novemberschwarm bei Annahme einer 33jährigen Umlaufszeit eine Übereinstimmung mit dem I. Kometen von 1866. Vielleicht hat man sich die Kometen zum Teil vorzustellen als dichte Sternschnuppenschwärme, und das Phänomen eines Sternschnuppenregens giebt dann ein Bild, wie sich das Zusammentreffen der Erde mit einem Kometen gestaltet (vergl. § 392, 3).

§ 391. Masse der Kometen. Bei einer großen räumlichen Ausdehnung der Kometen ist ihre Masse als sehr gering zu erachten und darum von keinem meßbaren Einfluß auf die Planetenbewegung. Dagegen sind die Kometen in ihrer eigenen Bewegung sehr dem störenden Einfluß der größeren Planeten unterworfen. In der Nähe der Sonne finden zum Teil Ausscheidungen statt und entwickeln sich besonders die Schweife außerordentlich. Jedenfalls sind die Kometen fortdauernden Veränderungen unterworfen, sie zeigen zum Teil, wie der Donatische Komet von 1858, gasförmige Strömungserscheinungen am Kopfe; ja sie teilen sich sogar vollständig, und am Bielaschen Kometen ist selbst beobachtet worden, daß er zuerst in zwei getrennte Kometen zerfiel und endlich sich in einen Sternschnuppenschwarm auflöste (§ 392).

Der Einfluß der größeren Planeten auf die Kometen ist so bedeutend, daß Kirkwood die Ansicht aufgestellt hat, die Kometen, welche sich gegenwärtig in elliptischen Bahnen bewegen, verdanken diese Periodicität einer Störung durch Planeten, daß also den Kometen ein kosmischer Ursprung zugeschrieben werden mußte. In der That haben 70 Prozent dieser Kometen eine direkte Bewegung; bei 12 derselben fallen die Aphelien nahezu mit der Entfernung des Jupiter von der Sonne zusammen, bei zwei mit der des Saturn, bei drei mit der des Uranus und bei sechs mit der des Neptun.

§ 392. Beschreibung einzelner Kometen. Nur eine kleine Anzahl von Kometen ist wissenschaftlich untersucht, in ihrer Bahn bestimmt und dadurch der Himmelskunde gewonnen worden. Man unterscheidet Kometen, deren periodische Wiederkehr durch Beobachtung festgestellt ist, die sich also in elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen, und andere, deren Bahn als parabolisch, oder selbst als hyperbolisch zu betrachten ist. Zu den ersteren gehört als vorzugsweise interessant:

1) Der Halleysche Komet, der erste Komet, dessen Wiederkehr vorherbestimmt worden ist, und zwar von Halley (geb. 1656, † 1742) bei Vergleichung der Elemente der Kometen von 1682, 1607 und 1531. Halley stellte seine Rückkehr auf Ende 1758 oder Anfang 1759 in Aussicht, und in der That wurde, zum Triumph der Wissenschaft, der Komet den 25. Dezember 1758 wiedergesehen, von neuem auch 1835. Seine mittlere Umlaufszeit ist 76 Jahre 2 Monate; 1835 erschien er als Stern erster Größe, mit einem 20° langen Schweife. In seinem Perihel ist er nur halb so weit von der Sonne entfernt als die Erde, dagegen im Aphel nahezu doppelt so weit als der Uranus; sein größter Abstand von der Sonne nämlich beträgt 35,4  $r$ , sein kleinster 0,6  $r$ , wenn  $r$  den Radius der Erdbahn bezeichnet. Seine Bewegung ist rückläufig.

2) Der Enckesche Komet. Die Umlaufszeit dieses bereits 1786 beobachteten, nur teleskopischen Kometen wurde von Encke auf 3,3 Jahre

bestimmt. Sein Aphelium liegt noch diesseits der Jupiterbahn. Man hat an ihm eine allmähliche Verkürzung der Umlaufzeit wahrgenommen, die sich in neun Umlaufsperioden fast auf einen Tag beläuft und nach Olbers durch den Widerstand eines den Weltenraum erfüllenden Mediums zu erklären wäre. Neuerdings jedoch ist die Genauigkeit dieser Beobachtung angezweifelt worden.

3) Der Bielasche Komet ist ebenfalls nicht mit bloßem Auge sichtbar. Seine Periodicität wurde von Biela zu Josephstadt erkannt und seine Umlaufzeit auf 6,7 Jahre bestimmt. 1845 hat man seine Teilung in zwei Kometen beobachtet, welche beide 1852, jedoch bereits 350000 Meilen von einander entfernt, wiederkehrten; 1859 konnten sie ihrer Lage wegen nicht beobachtet werden; 1865/66 sind sie vergeblich gesucht worden. Endlich am 27. Nov. der Jahre 1872 und 1885, wo die Erde einen derselben passierte, ereignete sich ein glänzender Sternschnuppenfall.

Veranlaßt durch ein Telegramm von Klinkerfues in Göttingen, welcher aus diesem Sternschnuppenfall den Schluß machte, daß der Bielasche Komet gleichzeitig auf der Südhälfte der Erde bei dem Stern  $\theta$  Centauri aufgefunden werden möchte, beobachtete in der That Pogson, Direktor der Sternwarte in Madras, Anfang Dezember 1872, den Kometen an der betreffenden Stelle des Himmels.

Der große Komet von 1843 hatte eine Schweiflänge von  $60^\circ$ . Kopf und Kern waren von ausgezeichnetem Glanz. Er war selbst am Tage sichtbar, wie der Mond bei Tage als eine weiße Wolke; ausgezeichnet war dieser Komet durch sein geringes Perihel, nämlich nur  $\frac{1}{2}$  des Sonnenhalbmessers, so daß im Perihel der scheinbare Durchmesser der Sonne für ihn  $121^\circ$  betrug, also der Komet unter eine 47000mal größere Licht- und Wärmewirkung der Sonne gelangte als die Erde, allerdings mit der großen Geschwindigkeit von 78 Meilen in einer Sekunde; seine Periode ist 376 Jahre.

Für den Kometen I 1850 hat man eine Umlaufzeit von 28800 Jahren berechnet; der Donatische Komet von 1858 und der von 1861 ergeben parabolische Elemente; zu denen mit hyperbolischer Bahn gehört der Komet VI von 1863. Die Bahn des Coggiaschen Kometen von 1874 ist von Tietjen als elliptisch gefunden worden, seine Umlaufzeit etwa 9000 Jahre; in der Zeit vom 3. bis zum 5. Juli wuchs seine Schweiflänge von 1 Million bis über 5 Millionen Meilen.

#### E. Die Meteorite.

§ 393. Meteorsteine und Aerolithe. Zu den Meteoriten werden gerechnet die mit Getöse zerplatzenden und auf die Erde herabstürzenden Meteorsteine, die Feuerkugeln, welche sich langsamer am Himmel bewegen, und die mit fixsternartigem Glanz nur einen kurzen Moment leuchtenden, meist in parabolischen Kurven sich bewegenden Sternschnuppen. Über die ersteren hat man darum die meiste Kunde gewinnen können, weil sie als Mineralien sich chemisch genau untersuchen lassen; sie sind kosmischen Ursprungs, sehr verschieden in ihrer chemischen Zusammensetzung, bestehen jedoch, so viele bisher gefunden worden sind, aus Grundstoffen, welche sich auch sonst auf der Erde vorfinden; trotzdem sind sie als ganz verschieden von tellurischen Gebilden zu erachten.

Die Meteorsteine enthalten meist einen starken Prozentsatz Kieselsäure und Magnesia, sowie Eisenoxyd und selbst metallisches Eisen, Nickeloxyd, Thonerde u. s. w. Nach ihrem größeren oder geringeren Eisengehalt unterscheidet man Eisenmeteorite und Steinmeteorite. In der Regel sind sie überzogen von einer meist schwarzen Rinde und im Innern oft von weißlicher Farbe und von feinen Adern durchsetzt. (Widmannstättische Figuren.)