

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 θ 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° . 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° 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. (Widmannstätsche Figuren.)

Sie sind zum Teil als geschweifte Feuerkugeln beobachtet worden, welche mit Getöse zerspringen und mit ihren Bruchstücken weite Strecken bedecken. So sammelte man 1860 bei New-Concord (Ohio) 30 Bruchstücke eines mit mehrfachem Knall zerplatzten Meteorits, im Gesamtgewicht von 350 kg, das größte Stück 51,5 kg schwer, und fand als Bestandteile: Kieselsäure 51,25, Eisenoxydul 25,2, Magnesia 8,87, Thonerde 5,325, Calciumoxyd 0,785; Eisen 8,8, Nickel 2,36, Schwefel 1,18 Spuren von Chrom und Phosphor, Wasser 0,035.

Man hat geglaubt, die beiden Ambosse, von denen Jupiter (Ilias XV, 19) spricht, als Meteorite deuten zu dürfen. Der schwarze Stein in der Kaaba zu Mekka ist nach der Untersuchung von Burton ein Meteorstein, von wahrscheinlich sehr hohem Alter. Im Jahre 1492 fiel ein großer Meteorstein zu Ensisheim, von dem ein Fragment in der Kirche aufgehängt ist; 1511 fielen, nach Cardanis Mitteilung, während einer Sonnenfinsternis zu Croma gegen 1200 Steine, von denen einer 130 kg wog; der Meteorit von Bendego, 1784 entdeckt, seit 1888 im Nationalmuseum von Rio de Janeiro, ist 5343 kg schwer und enthält in 100 Teilen 91,9 Eisen, 5,7 Nickel u. s. w. 1870 sind von Nordenskjöld in Grönland große Eisenmeteorite gefunden worden, von 25 000, 10 000, 5000 kg Gewicht. Man hat Verzeichnisse von über 300 Meteoriten mit Angabe des Datums ihres Falles angefertigt. — Über einen großen Meteoriteinfall, der am 3. Februar 1882 bei Mocs in Siebenbürgen stattfand, liegt ein ausführlicher Bericht von Herrn A. Koch vor. Nach diesem ist der Meteorstein wahrscheinlich schon an der nordwestlichen Grenze von Ungarn in die Atmosphäre hineingefahren, dann als Feuerkugel in südöstlicher Richtung weitergefliegen, bis er bei Mocs seine Geschwindigkeit ganz verlor und in unzählige Stücke zerstreut auf die Erde niederfiel. Das Zerstreungsgebiet dieser Bruchstücke hat eine Breite von 3 km und eine Länge von 15 km. Die Anzahl der niedergefallenen Steine wird auf 2000, ihr Gesamtgewicht auf 245 kg geschätzt. Anfangs, also am nordwestlichen Ende, waren die Steine am dichtesten gefallen, selbst aber viel kleiner, als am südöstlichen Ende, wo die größten Stücke, welche ihre Geschwindigkeit länger bewahrt hatten, mehr getrennt gefunden wurden.!

Haidinger hat über die Licht-, Wärme- und Schallerscheinungen beim Fallen von Meteorsteinen folgende Theorie aufgestellt: Durch ein Bruchstück oder eine Gruppe von Bruchstücken wird die Atmosphäre der Erde mit einer kosmischen Geschwindigkeit (bis mehrere Meilen in einer Sekunde) getroffen, welcher dieselbe selbst in großer Höhe einen bedeutenden Widerstand entgegensetzt. Während sich infolge desselben die Geschwindigkeit verringert, werden durch das Zusammendrücken der Luft Wärme und Licht entwickelt, der Meteorit rotiert und erhält eine Schmelzrinde. Die durch Pressung vor dem seine Geschwindigkeit verlierenden Meteorit erzeugte, heiße Luftschicht fließt zugleich mit abfliegenden, glühenden Schlackenteilchen nach allen Seiten ab und ballt sich hinter dem Meteorit zu einer Feuermasse (§ 394) zusammen. Der Stillstand des Meteors ist das Ende seiner kosmischen Bahn, Licht- und Wärmeentwicklung hören auf; der leere Raum im Innern der Feuerkugel wird plötzlich unter gewaltiger Schallentwicklung ausgefüllt; der innere, kalte Kern des Meteors gleicht sich mit der Hitze der äußeren Rinde aus; der Meteorit fällt als ein der Erde angehöriger, schwerer Körper zur Erde nieder, um so wärmer, aus je besser die Wärme leitendem Material er besteht.

Die Annahme, daß die Meteorsteine Eruptionsprodukte von Mondvulkanen seien, ist kaum festzuhalten; nach Poisson nämlich gehört eine Anfangsgeschwindigkeit von über 2000 m dazu, um einen Körper aus dem Anziehungsgebiet des Mondes in das der Erde zu schleudern, und wollte man für den Meteorit eine Geschwindigkeit von 35 km annehmen, so würde er in elliptischer oder parabolischer Bahn die Erde umkreisen.

§ 394. Feuerkugeln. Man bezeichnet Meteore, welche specifisch vielleicht nicht von den Aerolithen verschieden sind (§ 393), als Feuer-

kugeln, wenn sie ohne Explosion wieder zu verschwinden scheinen; dieselben sind oft von bedeutender GröÙe und zeigen nicht selten eine einen Kern umgebende Dunsthülle; ihre Farbe ist selten rein weiß, oft hellblau, rötlich, gelb oder grün. Sie ziehen bei ihrer Bewegung am Himmel in der Regel einen mehr oder minder glänzenden Schweif hinter sich her, der meist konisch gestaltet ist, jedoch auch fächerförmig beobachtet worden ist. Ihre Höhe ist meist nach vielen Meilen zu berechnen.

Einer Feuerkugel, welche am 3. Dezember 1861 über einen großen Teil von Mitteldeußland hinwegzog, legte Heis eine Lichtstärke von 68 Millionen Gasflammen bei; Halley hat eine Feuerkugel beobachtet, für welche er einen Durchmesser von 2,4 km und eine Höhe von 400 km berechnete, ebenso Petit eine von 3,5 km Durchmesser und 670 km Höhe. Man hat Feuerkugeln registriert, deren Schweife 60 km lang waren, und andere, deren Schweife eine ganze Stunde lang sichtbar blieben. Auch von Feuerkugeln hat man Verzeichnisse angefertigt; im Jahre 1850 allein sind deren 65 beobachtet worden, und zwar waren 4 derselben von Schallentwickelungen begleitet.

§ 395. Sternschnuppen. Wohl nur relativ in ihrer GröÙe von den Feuerkugeln verschieden, erscheinen die Sternschnuppen, welche sich als solche durch einen sehr schmalen, linienartigen Schweif kennzeichnen und an Helligkeit höchstens etwa der Venus gleichkommen, sporadisch zu allen Zeiten des Jahres ziemlich zahlreich, die meisten vielleicht gegen drei Uhr morgens. Ihre mittlere Geschwindigkeit, verglichen mit der der Erde (§ 362) als Einheit, ist etwa 1,447; die Punkte am Himmel, von denen aus sie zu kommen scheinen, die sogenannten Radiationspunkte der Sternschnuppen, sind zu verschiedenen Zeiten des Jahres verschieden, ebenso die Farbe der Sternschnuppen. Ihre Höhe beträgt meistens 70—80 Kilometer.

Man unterscheidet die sporadischen Sternschnuppen von den periodisch wiederkehrenden. Nach Julius Schmidt in Athen sind zu beobachten die ersteren im Jahresmittel 4—5 stündlich, nämlich für die Mitternachtstunde im

Januar	3,6;	Februar	3,6;	März	2,7;	April	3,7;
Mai	3,8;	Juni	3,2;	Juli	7,0;	August	8,2;
September	6,8;	Oktober	9,1;	November	9,5;	Dezember	7,2.

Coulvier-Gravier, ein französischer Forscher, hat nach vieljährigen Beobachtungen festgestellt, daß die Zahl der sporadischen Sternschnuppen mit steigender Nacht wächst und gegen Morgen wieder abnimmt. Nach seiner Statistik fallen durchschnittlich abends zwischen 6 und 7 Uhr 6, gegen 10 Uhr 8, um Mitternacht 10, um 1 Uhr 12, um 3 Uhr 16—17, um 4 Uhr 14, um 6 Uhr morgens etwa 12. Zu erklären ist diese Erscheinung durch die kosmische Bewegung der Erde, bei welcher ihr am meisten vora liegender Teil, d. h. wo der Morgen eben anbricht, von den sich ziemlich gleichmäÙig im Weltenraum verteilenden, sporadischen Sternschnuppen notwendig die meisten aufnehmen muß.

Man rechnet 75,8 vom Hundert der Sternschnuppen als weiß; 15,9 v. H. als gelb; 5,7 v. H. als rot; 2,6 v. H. als grün.

Für die Höhe der Feuerkugeln ergab sich nach Denning im Durchschnitt von 80 in den Jahren 1865 bis 1887 beobachteten Fällen beim Beginn der Erscheinung 111 km und beim Erlöschen 49 km. Für die Sternschnuppen dagegen beobachtete derselbe durchschnittlich für den Beginn eine Höhe von 129 km und für das Ende eine Höhe von 87 km.

Die periodische Wiederkehr größerer Sternschnuppenschwärme ist im Anfang dieses Jahrhunderts erkannt worden und zwar zuerst für den Sternschnuppenfall vom 10. bis 12. August, für den Novemberschwarm wohl erst seit dem 12. bis 13. November 1833. Aus dem plötzlichen Er-

scheinen einer großen Menge von Sternschnuppen, während kurz vorher oder nachher das stündliche Mittel kaum übertroffen wird, wie besonders beim Novemberphänomen, läßt sich auf eine wolkenartige Anhäufung von Sternschnuppen schließen.

Die größte Bedeutung hat durch Alexander von Humboldts Beobachtung der Novemberfall von 1799 erlangt, der über ganz Nordamerika, von den Äquatorialgegenden bis Grönland, sichtbar war und einen wahren Sternschnuppenregen bildete. In ungeahnter Großartigkeit wiederholte sich dies Phänomen im November 1833, wo auf einem Flächenraum von 4 Mill. Quadratkilometer zwischen 9 Uhr abends und 7 Uhr morgens etwa eine halbe Million Sternschnuppen gefallen sein mögen, die meisten mit dem Punkt $150^\circ AR$ und $+21^\circ$ Dekl. im Sternbild des Löwen als Radiationspunkt. In gleicher Pracht trat das Phänomen im November 1866 auf, wo in Berlin allein auf einer Zone der Himmelskugel von 30° um den Polarstern gezählt wurden:

um $1^h 30^m$	jede Minute	15	Sternschnuppen
$1^h 40^m$	„	25	„
$1^h 50^m$	„	43	„
2^h	„	55	„
$2^h 10^m$	„	48	„
$2^h 20^m$	„	35	„
$2^h 30^m$	„	17	„

woraus sich als Dichtigkeitsmaß des Schwarmes um $1\frac{1}{2}$, 2 , $2\frac{1}{2}$ Uhr bezüglich 156, 108, 170 km herausstellen. Die meisten Sternschnuppen kamen wieder aus dem großen Löwen, nahe dem Stern γ desselben, aus dem Punkt 148° Asc. Rect., $+22^\circ$ Dekl. der Himmelskugel; die durchschnittliche Höhe ihres Aufleuchtens betrug 150 km, des Verschwindens 80 km. Über den Zusammenhang des Sternschnuppenschwarmes vom 27. November 1872 mit dem Bielaschen Kometen ist bereits in § 392 die Rede gewesen.

Die Sternschnuppen des Augustschwarmes haben ihren Strahlungspunkt meist im Perseus, weshalb sie Perseiden genannt werden, und im Gegensatz zu ihnen heißen die Sternschnuppen des Novemberschwarmes die Leoniden. Die Bewegung der Perseiden ist rechtläufig, die der Leoniden rückläufig; die Intensität der Erscheinung ist bei den ersteren geringeren Schwankungen unterworfen als bei den letzteren. Es scheinen also die ersteren einen nahezu gleich dichten Ring um die Sonne zu bilden, die letzteren einen mehr wolkigen. Nach Newton in New Haven beschreibt der Hauptschwarm der Leoniden seine Bahn um die Sonne in 354,62 Tagen, tritt also je nach etwa $33\frac{1}{4}$ Jahren in eine besonders günstige Stellung zur Erde. Die Übereinstimmung der Elemente beider Schwärme mit denen zweier Kometen ist bereits in § 390 hervorgehoben worden.

Die Spektren der Meteorkerne zeigten schöne prismatische Farben, welche sich mit dem Schwächerwerden der Meteore verloren, die der Schweife erschienen gleichfalls kontinuierlich; wenn aber der Schweif zu verschwinden begann, blieb eine glänzende gelbe Linie sichtbar, welche unter den terrestrischen Flammen nur dem glühenden Natrium zu vergleichen war.

§ 396. Zodiakallicht. Dem Sonnensystem zugehörig, im übrigen jedoch ihrer Natur nach ganz rätselhaft ist eine Lichterscheinung, welche sich uns bisweilen in der mittleren nördlichen Breite an hellen Frühlingsabenden nach Sonnenuntergang, wenn die Abendröte vorüber ist, zeigt. Es erscheint alsdann am westlichen Horizont ein matter Lichtstreifen, kegel- oder linsenförmig sich nach dem Horizont hin erweiternd, in seiner mittleren Richtung nur wenige Grade zur Ekliptik geneigt, so daß die untergegangene Sonne in der Mitte der erweiterten gedachten Linse liegen würde. Dieselbe Erscheinung läßt sich im Herbst am klaren Morgenhimmel vor Beginn der Morgendämmerung beobachten. Der Winkelabstand des Scheitels dieses Lichtkegels von der Sonne wechselt zwischen 40° und 90° und die Breite seiner Basis zwischen 8° und 30° ; die ganze Erscheinung gehört also der Zone des Tierkreises an und ist darum als Zodiakallicht benannt worden. Das Zodiakallicht muß sich, wenn man

dasselbe in Beziehung zur Sonne setzen kann, von dieser aus bis über die Bahn des Merkur und der Venus hinaus, ja selbst bis zur Erdbahn erstrecken und kann darum wohl kaum, wie früher geschehen ist, als eine Sonnenatmosphäre angesehen werden; mit größerer Wahrscheinlichkeit dürfte sich uns in demselben ein um die Sonne herumliegender Nebelring, ähnlich einem ringförmigen Sternschnuppenschwärm (§ 395), darstellen, der zwischen der Venus- und Marsbahn frei schwebt. Heis erklärt das Zodiakallicht als einen nebelartigen Ring, der innerhalb der Mondbahn sich kreisförmig um die Erde bewege.

Die Sichtbarkeit des Zodiakallichtes scheint dadurch bedingt zu sein, daß sein Scheitel einen möglichst großen Winkelabstand von der Sonne zeigt, daß also die große Axe seiner Linsenform einen möglichst großen Winkel mit dem Horizont bildet, was auf der nördlichen Erdhälfte eintritt, wenn der Frühlingspunkt westlich, der Herbstpunkt östlich am Horizont steht. Im höheren Norden sind die Verhältnisse zur Beobachtung des Zodiakallichtes ungünstiger; dagegen nennt Humboldt dieses Licht einen beständigen Schmuck der Tropennächte. Für die südlichen Breiten läßt sich das Zodiakallicht am vorteilhaftesten zur Abendzeit im Herbst- und des Morgens im Frühlingsäquinoktium beobachten. — Nach Untersuchungen von Angström besteht das Spektrum des Zodiakallichtes aus einer einzigen hellen Linie, welche nahezu die Mitte zwischen den Fraunhofer'schen Linien *D* und *E* hält.

Fünfter Abschnitt.

Die Fixsterne.

§ 397. Einteilung nach der Helligkeit. Der Name Fixstern zur Bezeichnung eines Gestirns, welches seinen Ort am Himmel unveränderlich festhält, ist nicht absolut zu nehmen; vielmehr ist es wahrscheinlich, daß sämtliche Fixsterne, wenn auch nur sehr langsam und nur bei genauen Beobachtungen merklich, ihre Stellung verändern (§ 404). Man teilt die Fixsterne, aufer nach ihrer Gruppierung in gewisse Sternbilder (§ 349), auch nach ihrem Glanz ein in Sterne erster, zweiter, dritter u. s. w. Größe. Diese Einteilung ist insofern ganz willkürlich, als keine feste Grenze zwischen den Gestirnen verschiedener Größe zu ziehen ist; trotzdem sind alle Astronomen in ihr übereingekommen und zählen 23 oder 24 Sterne der ersten Größe, 50 bis 60 der zweiten, etwa 200 der dritten Größe u. s. w. Die kleinsten Sterne, welche man noch mit bloßem Auge unterscheiden kann, sind von der sechsten bis siebenten Größe. Die teleskopischen Gestirne werden bis zur 16. Größe unterschieden, ja es scheint für dieselben keine Grenze in betreff der Größenabteilung zu geben. Die Sterne desselben Sternbildes werden, ihrer Helligkeit nach geordnet, mit den auf einander folgenden griechischen Buchstaben bezeichnet, oder mit Zahlen versehen; die helleren haben meist auch besondere Namen erhalten. Man rechnet im ganzen bis zur siebenten Größe 12—15000 Fixsterne.

Zur Bestimmung der Helligkeit der Gestirne hat man verschiedene Methoden und Instrumente, unter denen ein von Zöllner konstruiertes, sogenanntes Polarisations-Astrophotometer hervorzuheben ist. Die scheinbare Größe (§ 400) der Fixsterne übrigens ist jedenfalls abhängig