

Über Kometen,

mit besonderer Beziehung auf den Halleyschen.

Von

Hofrat Prof. Dr. E. Weiss.

Vortrag, gehalten den 24. November 1909.

Mit 9 Abbildungen im Texte.



Vor kurzem ist nach einer mehr als 70 jährigen Wanderung durch entlegene Regionen unseres Sonnensystems der Halleysche Komet, dem Rufe seiner Berechner gehorsam, wieder in den Sichtbarkeitsbereich unserer Erde eingetreten. Die Spannung, mit der die Astronomen dem Besuche eines jeden so seltenen Gastes aus fernen Himmelsräumen entgegengesehen hatten, wurde in diesem Falle noch wesentlich dadurch gesteigert, daß der Halleysche Komet sowohl in historischer als auch wissenschaftlicher Beziehung als der interessanteste Repräsentant dieser rätselhaften Gattung von Himmelskörpern bezeichnet werden muß. Er ist der einzige, dessen sukzessive Perihelppassagen durch mehr als 2000 Jahre fast lückenlos zurück verfolgt werden können. Er ist ferner der erste, dessen periodische Rückkehr zur Sonne erkannt und dessen Zeit der Wiederkehr genau vorausgesagt wurde, und ist auch bis heute noch der einzige Komet von gewaltiger Größe und Helligkeit geblieben, von dem man mehr als eine Erscheinung mit Sicherheit nachweisen kann. In früheren Zeiten hat sein unvermutetes Auftreten das Menschengeschlecht wiederholt in Angst und Schrecken versetzt, während bei seiner letzten Rückkehr im Jahre 1835 eine Fülle von Erscheinungen an

ihm beobachtet wurde, die uns ganz neue Einblicke in die Natur und physische Beschaffenheit dieser Gebilde eröffneten. Es erscheint daher die Hoffnung um so berechtigter, daß die jetzige Erscheinung unsere Kenntnisse über das Wesen dieser merkwürdigen Himmelskörper abermals wesentlich erweitern werde, als in der Zwischenzeit nicht nur unsere alten Forschungsmittel erhebliche Verbesserungen und Verstärkungen erfahren haben, sondern auch neue vielversprechende hinzugetreten sind. Ehe wir aber zur näheren Besprechung der Geschichte und der Modalitäten der jetzigen Erscheinung des Halleyschen Kometen übergehen, mögen zur Orientierung einige allgemeine Notizen über Kometen überhaupt vorausgeschickt werden.

Die Bahnen der Kometen unterscheiden sich von denen der Planeten schon darin, daß die Planeten sämtlich in der Richtung von West nach Ost die Sonne umkreisen, von den Kometen aber ein großer Teil, zu denen auch der Halleysche gehört, sich in der entgegengesetzten Richtung von Ost nach West bewegt. Außerdem weichen die Bahnen der Planeten von der Kreisform nur wenig ab, während die Kometen, abgesehen von einigen teleskopischen, sehr langgestreckte parabelähnliche Ellipsen, manche wohl auch Hyperbeln beschreiben.

Die Verschiedenheit in den Bewegungsrichtungen ist wohl nur in kosmogonischer Beziehung, nämlich für Spekulationen über die Entstehung und die Stellung der Kometen im Universum, von Belang; von wesentlicher Tragweite für das Leben dieser Himmelskörper hingegen

ist die Gestalt ihrer Bahnen. Da nämlich die Intensität der Bestrahlung eines Gegenstandes dem Quadrate der Entfernung von der Licht- und Wärmequelle umgekehrt proportional ist, werden die Planeten in allen Teilen ihrer Bahn nahezu gleich stark von der Sonne erwärmt und erleuchtet. Nicht so die Kometen. Betrachten wir beispielsweise die Bahn des Halleyschen und nennen wir Kürze halber die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, die in runden Zahlen 138 Millionen Kilometer beträgt, eine Sonnenweite, so nähert er sich im Perihel bis auf 0·6 Sonnenweiten der Sonne, steht also in demselben nur wenig mehr als halb so weit von ihr ab wie die Erde. Im Aphel entfernt er sich aber bis auf 35 Sonnenweiten und überschreitet damit die Bahn des äußersten Planeten Neptun noch um 5 Sonnenweiten, was der Entfernung Jupiters von der Sonne gleichkommt. Infolge dessen wird der Halleysche Komet im Perihel etwa dreimal so intensiv beleuchtet und erwärmt wie die Erde, im Aphel jedoch 1200 mal schwächer. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Erde um die Sonne bewegt, schwankt um ihren Mittelwert von 29·6 *km* in der Sekunde im Laufe eines Jahres nur um Bruchteile eines Kilometers; beim Halleyschen Kometen hingegen beträgt sie im Perihel 55, im Aphel aber nur 0·9 *km* in der Sekunde, ist also dort 60 mal schneller als hier. Hand in Hand damit geht es auch, daß die Kometen beim Periheldurchgange nur kurze Zeit in der Nähe der Sonne sich aufhalten und rasch wieder in die entfernten Regionen des Planetensystems entfliehen. So legt der Halleysche

Komet in einem Jahre, auf dessen Mitte sein Periheldurchgang fällt, in seiner Bahn einen Bogen zurück, der von der Sonne aus gesehen einen Winkel von 256° umspannt und im Umfange $\frac{1}{6}$ derselben mißt. Zum Zurücklegen des restlichen Teiles von $\frac{5}{6}$ benötigt er dann nicht 5, sondern 74 Jahre.

Entziehen sich schon die Wirkungen derartiger Extreme auf das Leben eines Weltkörpers unserem Vorstellungsvermögen, so stoßen wir doch noch auf weit exorbitantere, schlechterdings unfaßbare bei Kometen mit den kleinsten bekannten Periheldistanzen.

Die Umlaufszeit des Kometen von 1680, wohl eines der schönsten und größten, welche der Erde je zu Gesichte kamen, ist auf 8800 Jahre, begreiflicherweise aber mit einer sehr großen Unsicherheit berechnet worden. Reduzieren wir sie, um dieser Unsicherheit Rechnung zu tragen, auf 8000 Jahre, so entfernt sich der Komet im Aphel doch noch auf 400 Sonnenweiten oder die 17 fache Entfernung Neptuns von der Sonne, während er sich im Perihel ihrer Oberfläche bis auf $\frac{3}{5}$ der Distanz des Mondes von der Erde näherte. Diesen Daten zufolge hatte er im Perihel eine 26000 mal stärkere Licht- und Wärmestrahlung von der Sonne auszuhalten wie die Erde, während sie im Aphel 160000 mal schwächer auf ihn einwirken wird; ihre Wirkung auf ihn wird daher im Aphel 4100 Millionen mal schwächer sein als im Perihel! Im Perihel bedeckte die Sonne, um welche er mit der fabelhaften Geschwindigkeit von 534 *km* in der Sekunde herumflog, als ein ungeheurer Feuerball mehr als $\frac{1}{4}$ des

Firmamentes; im Aphel wird sie ihm nur noch als der allerdings weitaus hellste Stern erscheinen, der für ihn kaum noch eine Bedeutung haben kann. Seine Geschwindigkeit wird allmählich auf 4 *m* in der Sekunde oder 15 *km* in der Stunde herabgesunken sein, d. h. auf $\frac{1}{4}$ derjenigen unserer Schnellzüge, während er im Perihel den Äquator der Erde in $1\frac{1}{4}$ Minuten umkreist und von Wien aus Innsbruck in etwas weniger, Triest in etwas mehr als 1 Sekunde erreicht hätte! Ganz ähnliche Verhältnisse wie bei dem Kometen von 1680 finden wir unter anderem auch beim Märzkometen von 1843 und dem imposanten von 1882, der aber ziemlich unbemerkt vorüberging, da er nur am Morgenhimmel sichtbar war.

Unter den geschilderten Verhältnissen ist es wohl begreiflich, daß bei der Annäherung eines Kometen zum Perihel in ihm schlummernde Kräfte zu neuer Tätigkeit erwachen und für ihn ein neues Leben anbricht. Ebenso kann es uns auch nicht wundernehmen, daß der ganze Körper von Kometen mit sehr kleinen Periheldistanzen während ihrer Sonnennähe so heftig erglüht, daß sie auch bei Tage selbst in unmittelbarer Nähe der Sonne dem unbewaffneten Auge als auffällige Objekte sichtbar werden wie die eben genannten Kometen von 1843 und 1882, von denen der letztere von den Astronomen der Kapsternwarte im Fernrohre sogar bis zu seinem Verschwinden am Sonnenrande verfolgt werden konnte.

Aus den Zeiten vor der Erfindung des Fernrohres sind im allgemeinen nur Nachrichten von solchen Kometen auf uns gekommen, die schon dem Laien infolge

ihrer Helligkeit, Größe und sonderbaren Gestalt bereits bei einer bloß oberflächlichen Betrachtung des Firmamentes als Eindringlinge auffielen. Derartige Kometen bestehen aus einem mäßig ausgedehnten sternartigen

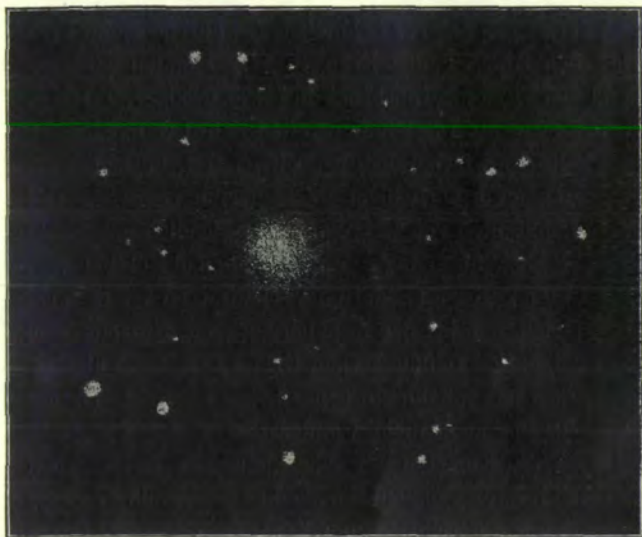


Fig. 1.

Kerne, dem sogenannten Kopfe, welcher einen schwächer leuchtenden Lichtkegel nach sich zieht, der sich in der Regel fächerartig ausbreitet und zuweilen einen großen Teil des Himmels einnimmt. Diesen Lichtkegel, den wir heutzutage Schweif nennen, sah man im Altertume für ein den Kopf umwallendes Haargebilde an und be-

zeichnete infolgedessen diese Gestirne als Kometen, d. i. Haarsterne.

Nach der Erfindung des Fernrohres erkannte man aber bald, daß der Schweif kein notwendiges Attribut der dem freien Auge nicht mehr sichtbaren teleskopischen Kometen sei. Die lichtschwächeren dieser bestehen vielmehr



Fig. 2.

bloß aus einem blassen rundlichen Nebel (Fig. 1), der häufig ein körniges Aussehen hat und sich in seinem Inneren zu einem helleren Kerne verdichtet, so daß das Ganze einem Sterne ähnelt, der durch eine Nebelmasse hindurchscheint. Diese primitive Gestalt ist übrigens die typische Form aller Kometen, soferne sie schon in großen Entfernungen von der Sonne aufgefunden werden, und auch der Halley-

sche Komet erschien bei seiner Aufnahme am 11. September d. J. in dieser Form.

Bei der Annäherung des Kometen an die Sonne nimmt die Verdichtung im Inneren an Helligkeit zu und bildet sich immer mehr zu einem sternartigen Kerne aus, ein Stadium, in das der Halleysche Komet Mitte November trat. Kurz nachher beginnt dieser Kern Lichtstrahlen auszusenden, die an ihrer Wurzel der Sonne zustreben, sich aber bald umbiegen und von ihr abwenden (Fig. 2). Damit ist die Bildung des Schweifes eingeleitet, der nun durch fortgesetztes Zuströmen von Lichtmasse rasch an Helligkeit und Ausdehnung zunimmt und anfänglich durch einen dunkleren Streifen in seiner Mitte, die sogenannte Schweifachse in zwei Äste geteilt wird. Dies rührt daher, daß der Schweif die Form eines Kegels annimmt, der nur an seiner Peripherie mit leuchtender Substanz besetzt ist und infolgedessen an den Rändern heller zu sein scheint als in der Mitte. Bei der Weiterentwicklung füllt sich auch der Innenraum allmählich mit Materie und es schwindet damit nach und nach die Trennung in zwei Äste.

An den eben erwähnten Lichtemanationen aus dem Kerne hat man zuerst im Jahre 1835 am Halleyschen und seither zu wiederholten Malen an anderen Kometen regelmäßige pendelartige Schwingungen von rechts nach links beobachtet, die auf eine Rotation der Ausströmung um die Schweifachse zurückzuführen sein dürften. Dabei machte man die weitere interessante und wichtige Bemerkung, daß je nachdem der Lichtstrahl sich der rech-

ten oder linken Seite zuneigt, auch der rechte oder linke Schweifast der hellere wurde (Fig. 3, 4). Dies läßt wohl keine andere Erklärung zu, als daß sich tatsächlich leuchtende Materie vom Kerne loslöst und in den Schweif überströmt. Nach dieser Auffassung wächst der Schweif an seiner Wurzel fortwährend nach wie eine Rauchsäule, die aus einem Kamine emporsteigt.

Was die bei der Schweifbildung tätigen Kräfte anbelangt, deutet alles unverkennbar darauf hin, daß im Kometen bei seiner Annäherung an die Sonne Abstoßungskräfte ge-

weckt werden, die Teile von ihm wegschleudern, und daß diese Teile auch von der Sonne abgestoßen werden. Sie wenden sich deshalb zurück und werden in den Schweif getrieben, sobald durch die Abstoßungskraft der Sonne ihre ursprünglich gegen diese gerichtete Anfangsgeschwindigkeit aufgezehrt ist.

Mit der weiteren Annäherung des Kometen an die Sonne werden die Bewegungen im Kopfe desselben immer stürmischer und vollziehen sich bei Kometen mit kleinen Periheldistanzen zuweilen mit solcher Schnellig-



Fig. 3 und 4.

keit, daß sie schon in wenigen Tagen das Bild des Gestirnes vollständig verändern. Ein besonders auffallendes Beispiel dieser Art bot der große Julikomet des Jahres 1861 dar. Er schoß, Ende Juni zwischen Erde und Sonne hindurchgehend, mit rasender Schnelligkeit aus der südlichen Hemisphäre über unseren Horizont empor und

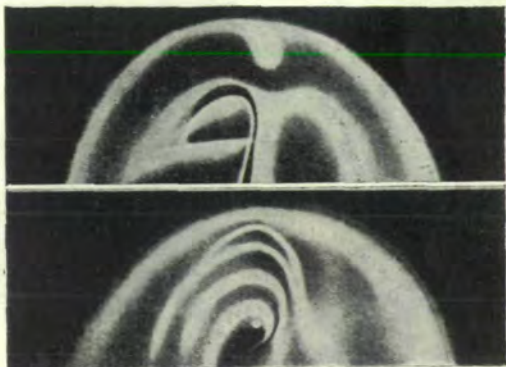


Fig. 5 und 6.

stand am Abende des 30. Juni plötzlich in verblüffender Pracht mit einem riesigen Schweife, der sich über mehr als die Hälfte des Firmamentes ausdehnte, am Himmel. Die beiden Bilder (Fig. 5, 6) stellen den Kopf des Kometen dar, wie ihn der Direktor der Athener Sternwarte am 30. Juni und am 2. Juli zeichnete. Daß beide denselben Himmelskörper darstellen, würde wohl niemand erraten.

Den großen scheinbaren entsprechen auch nicht minder große wahre Dimensionen. So betrug die Länge

des Schweifes unseres Kometen 28 Millionen Kilometer. Sie gehört trotzdem noch keineswegs zu den größten. Sie erschien uns nur deshalb so bedeutend, weil das Gestirn in der ungewöhnlich geringen Distanz von 0·1 Sonnenweiten an uns vorüberzog. Weit mächtigere Schweifentwicklungen zeigten unter anderen auch die ebenfalls schon genannten Kometen von 1843 und 1882, deren Schweife eine Länge von 250 bis 300 Millionen Kilometer erreichten, also an Länge dem Durchmesser der Erdbahn nicht nur gleichkamen, sondern sogar etwas übertrafen.

Bereits diese wenigen Beispiele lassen erkennen, daß die hellen Kometen nicht selten ein riesiges Volumen besitzen und die weitaus größten Körper des Sonnensystems sind. Mit diesem Volumen steht aber ihre Masse in schreiendem Widerspruche, indem sie gegen die Masse der alten Planeten, selbst des kleinsten derselben, Merkur, verschwindend klein ist. Dies geht unzweifelhaft daraus hervor, daß ein Komet noch nie, auch wenn er noch so nahe an einem dieser Planeten vorüberging, die geringste Störung in seiner Bewegung verursacht hat, während umgekehrt er bei einem solchen Vorübergange, namentlich bei einem an Jupiter, eine durchgreifende Änderung seiner Bahn erlitt. Sehr interessant und lehrreich ist in dieser Beziehung der gewöhnlich als Lexellscher bezeichnete Komet, der sich am 1. Juli 1770 der Erde bis auf die sechsfache Distanz des Mondes näherte, nebenbei bemerkt die kleinste Entfernung, in der bisher ein Komet an die Erde herantrat. Hätte er eine der Erde gleiche

Masse gehabt, so würde er die Dauer unseres Jahres um 2 Stunden 53 Minuten oder um 10380 Sekunden verlängert haben. Alle unsere Beobachtungen zeigen aber, daß dessen Dauer sich seit jener Zeit, wenn überhaupt, so sicher nur um weniger als $\frac{1}{4}$ Sekunde oder den 41000. Teil jener Größe geändert haben kann. Die Masse des Kometen war daher sicher wenigstens 41000 mal kleiner als die der Erde. Allein noch mehr; die Beobachtungen des Kometen ließen sich nicht wie die aller bis dahin bekannten durch eine parabelähnliche Bahn darstellen: sie forderten, wie Lexell nach langen, mühsamen Rechnungen erkannte, eine mäßig exzentrische Ellipse von $5\frac{1}{2}$ Jahren Umlaufszeit. Lexell fand aber des weiteren noch, daß der Komet in 1767 sehr nahe an Jupiter vorübergegangen war und daß dadurch dessen früher sehr exzentrische Bahn in eine von so kurzer Umlaufszeit umgestaltet worden sei. In dieser neuen Bahn hatte nun der Komet das Unglück, im Jahre 1779 Jupiter abermals zu begegnen und ihm noch näher zu kommen. Auch diese Annäherung übte auf Jupiter und seine Satelliten wieder nicht die geringste Wirkung aus, wohl aber wurde die Bahn des Kometen neuerdings umgestaltet, jedoch in eine Form, die wir wegen der Unsicherheit der damaligen Beobachtungen nicht näher angeben können. Nichtsdestoweniger hatte es schon wiederholt den Anschein, als ob dieses hochinteressante Gestirn uns wieder zu Gesichte gekommen sei. Das letzte Mal war dies bei einem 1889 von Brooks entdeckten hellen teleskopischen Kometen der Fall, der sich bald als ein Glied der Gruppe

periodischer Kometen von 5 bis 7 Jahren Umlaufszeit erwies. Noch mehr Interesse erregte es aber, als man erkannte, daß das Gestirn im Mai 1886 in jener Himmelsgegend, in welcher der Lexellsche Komet 1779 seine zweite große Störung erlitten hatte, Jupiter so nahe gekommen war, daß er sogar durch dessen Satellitensystem hindurchging. Dadurch wurde seine Bahn nicht nur in eine Ellipse von 7 Jahren umgestaltet, sondern auch sein Gefüge derart gelockert, daß er bei seiner Perihelppassage in drei Teile zerfiel, die wiederholt starke Lichtänderungen gegen einander zeigten. Ein Beispiel dieser Art hatte uns schon der Bielasche Komet geliefert, der sich im Jahre 1846 unter den Augen der Astronomen in zwei Kometen zerteilte, deren gegenseitige Lichtstärke ebenfalls großen Fluktuationen unterworfen war.

Der Brooksche Komet hat uns seit 1889 noch zweimal besucht. Im Jahre 1896 wurde von den drei Kometen, in die er zerfallen war, nur einer wiedergesehen und auch dieser nur in einer gegen 1889 viel geringeren Lichtstärke. Bei seinem zweiten Besuche in 1903 war er abermals erheblich lichtschwächer geworden, so daß man wohl annehmen muß, er sei in einer raschen Auflösung begriffen und werde bald aufhören, als Komet zu existieren. Dies Schicksal hat den oben erwähnten Bielaschen Kometen bereits ereilt. Nach seiner Trennung in zwei Teile wurden seine beiden Köpfe, jedoch schon sehr lichtschwach, in 1852 nochmals gesehen und sind seither verschollen. Statt ihrer traten aber 1872, 1885 und 1892 reiche Sternschnuppenfälle an jener Stelle

auf, an der die Erdbahn die Bahn des Bielaschen Kometen kreuzt, als die Erde gegen Ende November durch diesen Punkt hindurchging. Dies ist ein nicht mißzuverstehender Fingerzeig, daß sich der Bielasche Komet in einen Meteorstrom aufgelöst hat, der sich längs seiner Bahn immer weiter ausbreitet und dem die Erde, wie eine Kanonenkugel, die durch einen Mückenschwarm fliegt, einen Teil seiner Glieder entreißt, wenn sie durch ihn hindurchgeht. Es ist ja auch selbstverständlich, daß die Kometen bei ihrer geringen Masse Partikel, die sich viele Millionen Kilometer von ihnen entfernt haben, nicht wieder zu sich heranziehen können. So haben wir schon mehrmals, beispielsweise beim Kometen von 1882 das Loslösen von Nebelbrocken aus dem Schweife wahrgenommen, die bei ihrer weiteren Entfernung vom Muttergestirne so rasch verblaßten, daß sie schon nach wenigen Tagen, ja Stunden unsichtbar wurden. Bei anderen Kometen, wie dem 1874 von Coggia entdeckten traten im Schweife Verengungen ein, so daß man sich des Gedankens nicht erwehren konnte, es sei die dazwischen sich bildende birnförmige Ausbuchtung im Begriffe sich abzuschnüren und zu einem selbständigen Himmelskörper auszubilden.

Die Analysierung des Kometenlichtes mit Hilfe des Spektroskops hat ergeben, daß das Spektrum der Hauptsache nach aus drei Banden besteht, die nach Rot hin scharf, nach Violett hin verschwommen abgegrenzt sind und merkwürdigerweise dem Spektrum von Kohlenwasserstoffverbindungen so ähnlich sehen wie ein Ei

dem anderen. Neben diesem Spektrum ist manchmal noch ein kontinuierliches sichtbar, das sich dadurch als ein von reflektiertem Sonnenlichte herrührendes charakterisiert, daß man in ihm schon mehrfach die stärksten Fraunhoferschen Linien erblickt hat.

Bei Kometen mit sehr geringen Periheldistanzen ändert das Spektrum bei der Annäherung zum Perihel vollständig seinen Charakter. Das kontinuierliche Spektrum nimmt zunächst an Intensität zu; dann verschwindet das Bandenspektrum und macht einem aus zahlreichen hellen Linien Platz, unter denen sich bisher stets die Natriumlinien durch besondere Stärke auszeichneten. Nach dem Periheldurchgange wandelt sich das Spektrum, natürlich in umgekehrter Reihenfolge wieder in das normale der Kometen um.

An der Hand dieser Erfahrungen können wir uns ein ziemlich anschauliches Bild von der physischen Beschaffenheit eines Kometen konstruieren.

In weiter Entfernung von der Sonne gleichen sie runden, körnigen Nebel- oder Wolkengebilden. In dieser Gestalt erblicken wir irdische Massen in der Regel nur dann, wenn sie aus getrennten Teilchen fester oder flüssiger Stoffe bestehen, wie z. B. Wolken aus Wasserbläschen und Rauch aus Kohlenpartikelchen. Für diesen Aggregatzustand spricht auch der Umstand, daß das Licht eines Sternes weder Schwächung noch Brechung erleidet, wenn ein Komet über ihn hinwegzieht, und in noch höherem Maße die äußerst geringe Masse der Kometen. Nimmt man nun an, daß in den den Kern

bildenden festen Bestandteilen des Kometen ebenso wie in vielen unserer Gesteinsarten umschlossene (absorbierte) Gase enthalten sind; nimmt man ferner an, daß die bei der Bildung der Schweife wirksamen, von der Sonne und dem Kometen ausgehenden Repulsivkräfte elektrischer Natur seien, so werden uns die beim Periheldurchgange sich abspielenden Prozesse wenigstens in ihren allgemeinen Zügen verständlich.

Durch die zunehmende Erwärmung werden die umschlossenen Gase frei und strömen in den Schweif über; bei fortgesetzter Erhitzung verflüchtigen sich zum Teil auch die metallischen Bestandteile des Kometen wie Natrium, Eisen usw. Dies erklärt in ungezwungener Weise die Veränderungen des Spektrums, welche ganz mit den Erscheinungen übereinstimmen, die wir in unseren physikalischen Instituten an Geißlerschen Röhren wahrnehmen, welche Gase und Metalle enthalten. Bei elektrischen Ladungen von geringer Intensität zeigen solche Röhren bloß das Spektrum der in ihnen enthaltenen Gase; wenn aber bei gesteigerter Elektrizität oder durch Erwärmung die Metalle zum Verdampfen gebracht werden, übernehmen deren Dämpfe die Überführung des Stromes und es treten daher von dem Momente an, wo deren Spektren erscheinen, die Spektren der Gase desto mehr zurück, je mehr die Intensität der Metallspektren zunimmt.

Der abergläubische Schrecken, den in früheren Zeiten das Erscheinen eines großen Kometen als Vorboten allerlei Unheils verursachte, mußte unter den Gebildeten

wenigstens rasch verschwinden, als man deren wahre Natur erkannte. An dessen Stelle trat indes die scheinbar begründetere Furcht, daß ein Komet einmal mit der Erde zusammenstoßen und sie zertrümmern werde. Die Möglichkeit eines solchen Ereignisses läßt sich allerdings nicht bestreiten und dessen Folgen könnten auch nicht finster genug ausgemalt werden, — wenn der Komet eine erhebliche, der Masse der Erde vergleichbare Masse hätte. Dies trifft jedoch, wie wir gesehen haben, nicht zu und es zerfallen dadurch auch alle Hirngespinnste von Weltuntergängen, die damit verknüpft wären, und dergleichen mehr in nichts. Um so weniger hat natürlich die Erde bloß von einem nahen Vorübergange eines Kometen oder dem Durchgange durch den Schweif eines solchen zu befürchten. Das letztere hat sich in der Tat auch schon wiederholt ereignet, unter anderem auch bei dem schon besprochenen großen Julikometen von 1861, in dessen Schweif die Erde am 30. Juni völlig eingehüllt war. Dies ging aber so spurlos vorüber, daß man erst lange nachher, bei der Bahnberechnung des Kometen Kenntniss von dieser Tatsache erhielt. Erinnern wir uns nun noch an das über den Aggregatzustand der Kometen Gesagte, so liegt die Idee nahe, daß wir in den sogenannten Steinregen wie dem von l'Aigle (1803) und dem von New Concord (1860), bei denen mehrere Tausend Meteorsteine herabfielen, den Zusammenstoß der Erde mit dem Kopfe eines kleinen Kometen erlebt haben.

An eine erfolgreiche Bestimmung der Bahnen dieser Gestirne konnte man, auch nachdem sie gegen Ende des

Mittelalters nach und nach als Himmelskörper anerkannt wurden, noch lange nicht schreiten. Daß ihre Bahnen von denen der Planeten wesentlich verschieden seien, stand nach der Art ihres Auftretens außer Frage; über deren wahre Form hatten aber noch Tycho de Brahe und selbst Kepler die irrigsten Ansichten. Erst Newton löste das Rätsel durch den Nachweis, daß nach dem Gesetze der allgemeinen Gravitation außer nahe kreisförmigen Bahnen auch sehr langgestreckte parabelähnliche oder parabolische vorkommen können, und nahm diese Bahnformen für die Kometen in Anspruch. Glücklicherweise erschienen zu jener Zeit rasch nacheinander zwei glänzende Kometen: der schon mehrmals genannte von 1680 und einer zwei Jahre später in 1682. Dies veranlaßte Newton, Halley aufzufordern, zur Prüfung seiner Annahme nicht nur die Bahnen dieser beiden Kometen zu berechnen, sondern auch nachzusehen, ob nicht in den Chroniken von einigen früheren Kometen so genaue Nachrichten über ihren Lauf zwischen den Gestirnen sich vorfinden, daß eine Bahnbestimmung darauf gegründet werden könnte.

Die Ermittlung der Bahnen dieser Gestirne stößt aber gleich am Anfange auf sehr erhebliche Schwierigkeiten. Sie gehören trotz der Größe, die sie manchmal erreichen, und trotz der intensiven Helligkeit, die sie zuweilen auf kurze Zeit entfalten, zu verhältnismäßig sehr lichtschwachen Himmelskörpern. Wir können sie nämlich nur ganz ausnahmsweise bis zur Jupiterbahn verfolgen, wie denn auch der Halleysche Komet jetzt erst wieder-

gefunden wurde, als er bereits tief in den Asteroidenring eingedrungen war. Die Kometen enteilen jedoch, wie wir gesehen haben, den inneren Räumen des Sonnensystems sehr rasch; wir sehen sie deshalb immer nur auf einige Wochen oder Monate und sollen aus einer so kurzen Spanne Zeit Umlaufzeiten ermitteln, die meist Jahrtausende umfassen. Dies war früher wegen der Unsicherheit der Beobachtungen überhaupt unmöglich und ist es auch bis jetzt wenigstens für erste, provisorische Bahnbestimmungen geblieben. Da wir aber wissen, daß die Bahnen parabelähnlich sind, macht man bei ersten Bahnrechnungen die Annahme, daß sie wirkliche Parabeln seien. Dies vereinfacht die Rechnung wesentlich, hat aber den Nachteil, daß man auf die Bestimmung des wichtigsten und interessantesten Elementes, der Umlaufzeit, verzichtet, weil in einer Parabel der Komet nach seinem Periheldurchgange nicht mehr zur Sonne zurückkehrt, sondern sich in den weiten Weltraum verirrt. Man trachtet nun die Umlaufzeit auf einem anderen Wege zu ermitteln. Stellt man nämlich alle berechneten Bahnen, wie dies natürlich bereits vielfach geschehen ist, in einen Katalog zusammen, so kann man nach jeder neu berechneten Bahn ihre Elemente, d. h. die Größen, welche den Lauf des Kometen um die Sonne bestimmen, mit den Elementen der früheren Kometen vergleichen. Findet sich darunter eine Bahn, die in allen Stücken mit der des neuen Kometen übereinstimmt, so ist es wahrscheinlich, das er kein Fremdling sei, sondern ein alter Bekannter, der uns wieder aufsucht, nachdem er seine

weite Tour um die Sonne zurückgelegt. Man untersucht dann, ob unter der Voraussetzung der Identität beider Gestirne sich ihr Lauf befriedigend darstellen läßt oder nicht.

Auf diese Art ging bereits Halley vor und legte im Jahre 1705 der Royal Society als Resultat seiner vieljährigen, für jene Zeit außerordentlich mühsamen und zeitraubenden Rechnungen einen Katalog von 24 Kometenbahnen vor. Unter diesen fanden sich drei Bahnen, nämlich außer der des Kometen von 1682 noch die der Kometen von 1607 und 1531, die einander so ähnlich sahen, als man nach den damaligen rohen Beobachtungen nur immer erwarten konnte, und überdies noch um je 75 bis 76 Jahre auseinander lagen. Geht man nochmals um 75 Jahre zurück, so stößt man in 1456 wieder auf einen Kometen von „erschrecklicher“ Größe, von dem aber damals zu einer Bahnberechnung noch keine hinreichend genauen Angaben über seinen Lauf bekannt waren. Dennoch zögerte Halley nicht, auch diesen Kometen für identisch mit den anderen drei anzusehen, alle vier für sukzessive Passagen eines und desselben Himmelskörpers zu erklären und seine Wiederkehr für 1759 vorausszusagen. Die Prophezeiung ging in der Tat in Erfüllung und es trägt seitdem der Komet zu Ehren des Entdeckers seiner Periodizität den Namen Halleyscher.

Nachdem nun die Periodizität des Kometen zweifellos festgestellt war, forschte man in den Chroniken eifrig nach Nachrichten über Kometen nach, um womöglich noch solche zu finden, die als frühere Erscheinungen des

Halleyschen Kometen erkannt werden könnten. Die umfassendsten Untersuchungen in dieser Richtung stellten im vorigen Jahrhunderte Laugier und Hind an, namentlich der letztere, der den Kometen bis auf das Jahr 11 vor unserer Zeitrechnung zurück verfolgte. Seinen Untersuchungen sowie denen von Laugier haftet aber der Mangel an, daß sie einfach durch Rückrechnung mit Intervallen von 75 bis 76 Jahren, ohne Berechnung der Störungen, welche die Umlaufszeit zwischen verschiedenen Umläufen um 4 bis 5 Jahre und noch mehr verändern können, durchgeführt sind. Schon dadurch werden die Identifizierungen desto unsicherer und zweifelhafter, je weiter man zurückgeht, in noch höherem Maße jedoch dadurch, daß dabei auch in den Chroniken die Angaben über den Lauf der Kometen desto ungenauer und widerspruchsvoller werden. Auch Irrtümer in der Zeit des Erscheinens häufen sich immer mehr, so daß Identifizierungen ohne Rücksichtnahme auf die Störungen in sehr entlegenen Zeiten endlich zu bloßen Konjekturen von sehr geringem inneren Werte herabsinken. Es haben sich daher in den letzten Jahren die englischen Astronomen Crommelin und Cowell der sehr mühsamen und zeitraubenden, aber dankbaren Aufgabe unterzogen, die Störungen wenn auch nur genähert auf mehr als 2000 Jahre zurückzurechnen. Es ist ihnen damit gelungen, die Identifizierungen von Hind in mehreren Fällen zu rektifizieren und die Spuren des Halleyschen Kometen mit ziemlicher Sicherheit bis 87 vor Christo und mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bis 239 vor Christo zu verfolgen.

Seit jenem Zeitpunkte sind bereits 2150 Jahre verstrichen, in denen der Halleysche Komet einschließlich seiner jetzigen Rückkehr zum Perihel dem Menschengeschlechte 29 mal erschienen ist. Von diesen Erscheinungen sollen ein paar der bemerkenswertesten besprochen und zu diesem Zwecke die in 239 vor Christo als erste bezeichnet werden. In dieser Zählweise fällt seine 5. auf das Jahr 66 unserer Zeitrechnung. In demselben schwebte er nach dem Historiker Josephus Flavius in der Gestalt eines feurigen Schwertes wochenlang über Jerusalem und kündigte damit den Aufstand der Juden gegen die Römer und die Zerstörung der Stadt an. Bei seiner 10. Erscheinung im Jahre 451, die nach den Schilderungen aus der damaligen Zeit eine sehr auffallende gewesen sein muß, soll er die Niederlage der Hunnen auf den katalaunischen Feldern verschuldet und den zwei Jahre später erfolgten Tod Attilas angezeigt haben. In besonderer Pracht muß er sich aber bei seiner 15. Erscheinung in 837 gezeigt haben, in der sein Schweif nach chinesischen Angaben zur Zeit seiner größten Entfaltung eine Länge von 80° erreicht und sich demgemäß nahezu über die Hälfte des Himmelsgewölbes erstreckt haben soll. Nicht minder großartig scheint sich auch seine 18. Rückkehr in 1066 gestaltet zu haben, wobei allerdings auch der Umstand eine große Rolle spielte, daß sein Durchgang durchs Perihel sich Mitte Juni in der für seine Sichtbarkeit auf der nördlichen Halbkugel günstigsten Zeit ereignete. Diese Erscheinung ist auch deshalb bemerkenswert, weil sie auf dem berühmten 71 *m*

langen und 52 m breiten Teppiche von Bayeux verewigt ist, welcher angeblich von Mathilde, der Gemahlin Wilhelms des Eroberers, gestickt wurde und eine Reihe wichtiger Ereignisse darstellt, die sich auf die Eroberung Englands durch den Herzog Wilhelm beziehen. Zwei Felder dieses Teppichs sind dem damals erschienenen Kometen, also dem Halleyschen gewidmet, dessen eines das Entsetzen des englischen Volkes beim Erblicken des



Fig. 7.

Gestirnes zur Anschauung bringt. Das zweite Feld versinnlicht den Schrecken Haralds, „des letzten Sachsenkönigs“, als ihm zugleich mit der Nachricht des Erscheinens eines Kometen die vom Nahen der normanischen Flotte hinterbracht wurde, das durch die unten angebrachten Kähne angedeutet wird.

Die nächsten Erscheinungen übergehend, von denen die 20. in 1222, in welcher der Komet sogar den Mond überglänzt haben soll, und auch die 21. in 1301 sehr

glänzende gewesen zu sein scheinen, wenden wir uns gleich der 23. im Jahre 1456 zu. Einige Jahre vorher hatten die Türken Konstantinopel eingenommen und rüsteten sich mit aller Macht zu einem neuen Eroberungszuge gegen das Abendland, als ein „furchtbarer“ Komet erschien. Die Türken sahen ihn als den Vorboten des Unterganges der Ungläubigen, d. h. von ihrem Standpunkte aus der Christen an und diese, welche wegen der Pest, die kurz vorher Europa verheert hatte, noch immer in Furcht und Angst lebten, als ein neues Zeichen des Zornes Gottes. Der Schrecken, den der Komet infolgedessen verbreitete, war so groß, daß Papst Calixtus III. zur Abwendung der drohenden Gefahr Bußgebete anordnete und befahl, daß die Kirchenglocken dreimal des Tages, des Morgens, Mittags und Abends geläutet würden, um die Gläubigen an die Abhaltung derselben zu mahnen — eine Sitte, die sich bis auf den heutigen Tag erhalten hat.

Die beiden folgenden (24. und 25.) Erscheinungen im 1531 und 1607 waren minder prächtig: die letztere besitzt nur dadurch ein größeres Interesse, daß Kepler sie beobachtete und in einem ziemlich voluminösen Buche seine Wahrnehmungen über den Kometen und seine Gedanken über die Natur und die Bahnen dieser Gestirne niederlegte.

Die nächste, 26. Erscheinung in 1682, die sich wieder sehr glänzend gestaltete, kann als die Zeit seiner wissenschaftlichen Geburt bezeichnet werden, da sie, wie oben auseinandergesetzt wurde, die Veranlassung zur Ent-

deckung seiner Periodizität gab. Aus derselben besitzen wir auch eine sehr interessante Zeichnung seines Aussehens von Hevel, Danzigs berühmtem sternkundigen Bürgermeister. In derselben ist das Ausströmen eines Lichtstrahles aus dem Kerne in den Schweif, das eingangs besprochen wurde, ganz deutlich wiedergegeben; es muß also damals sehr auffällig gewesen sein, da Hevel es bereits mit seinen schwachen Hilfsmitteln wahrnahm.

Den Notizen, die über die beiden letzten Perihelpassagen bereits gelegentlich gegeben wurden, möge



Fig. 8.

nur noch beigefügt werden, daß beide zu den minder glänzenden gehörten.

Bei der jetzigen Erscheinung wurde der Komet am 11. September d. J. von Wolf in Heidelberg auf photographischem Wege aufgefunden und, als dadurch sein Ort genau bekannt geworden war, nachträglich auch auf zwei Platten erkannt, die man bereits am 9. September in Greenwich aufgenommen hatte. Optisch wurde er das erste Mal am 17. September von Barnard auf der Yerkes-Sternwarte mit dem derzeit größten und kräftigsten Fernrohre gesehen und glich damals photographisch und optisch einem sehr blassen, kleinen, rundlichen Nebelwölkchen mit einer mäßigen zentralen Verdichtung (wie Fig. 1).

Die Beobachtungen ließen erkennen, daß die von Cowell und Crommelin meisterhaft durchgeführte Vorberechnung die Zeit des Periheldurchganges nur um drei Tage zu früh angegeben hatte, was bei dem Umstande, daß die Bahn des Kometen bei seinem letzten

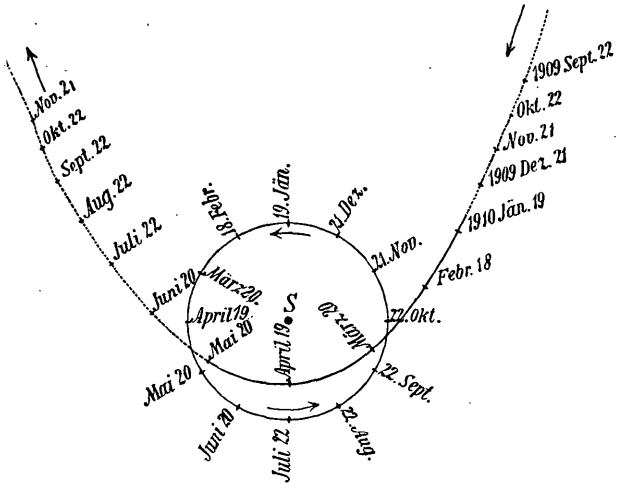


Fig. 9.

Umläufe sehr bedeutende Störungen erlitten hat, die seine Rückkehr um $2\frac{1}{2}$ Jahre beschleunigten, als eine ganz hervorragende Leistung bezeichnet werden muß. Unter Berücksichtigung dieser Beobachtungen kann man auch den Verlauf der diesmaligen Erscheinung bereits sehr genau angeben und an der Hand der Fig. 9 in ihren großen Zügen leicht verfolgen.

Auf der Zeichnung ist, um sie nicht zu überladen, außer der Bahn der Erde nur noch die des Halleyschen Kometen eingetragen. Seine Bahn verläuft zum weitaus größten Teile südlich von der Ekliptik, da sich der Komet in derselben erst $4\frac{1}{2}$ Monate vor seinem Perihel über die Ekliptik nach Norden erhebt und bereits einen Monat nach derselben wieder nach Süden unter sie sinkt. Der ganz ausgezogene Teil der Bahn ist das nördlich von der Ekliptik liegende Stück derselben, die beiden südlich verlaufenden Äste sind punktiert. Die Pfeile zeigen die Richtung der Bewegung von Erde und Komet an. Die Stellung beider Gestirne in ihrer Bahn ist von 30 zu 30 Tagen markiert.

Zieht man die Visurlinien von Erde zur Sonne und Erde zum gleichzeitigen Kometenort, so sieht man, daß der Komet am 22. September, wenige Tage nach seiner Auffindung rechts von der Sonne stand, also vor ihr aufging und nach ihr unterging, und da der Winkel nicht viel von einem rechten abwich, ging er etwa 6 Stunden vor der Sonne, also etwa um Mitternacht auf und um Mittag unter. Man sieht auch, daß beide Gestirne sich nahezu direkt entgegengeliefen, sich also einander sehr rasch näherten. Dabei vergrößerte sich auch der Winkelabstand des Kometen von der Sonne, bis er am 21. November mit ihr in Opposition kam, das heißt ihr gerade gegenüber stand und infolgedessen bei ihrem Untergange auf- und bei ihrem Aufgange unterging, also die ganze Nacht hindurch sichtbar blieb. Nun wendet sich aber der Lauf der Erde von dem des Kometen ab; im

Dezember fängt sie an, sich von ihm zu entfernen, und zwar bis Anfang Februar mit zunehmender, hierauf wieder mit abnehmender Geschwindigkeit, bis die Erde Mitte März anfängt, sich neuerdings dem Kometen zu nähern. Nichtsdestoweniger vergrößert sich seine Lichtstärke fortwährend, einerseits weil seine Annäherung zur Sonne viel rascher erfolgt als seine Entfernung von der Erde, andererseits weil die gesteigerte Intensität der Sonnenstrahlung eine Erhöhung seiner Helligkeit bedingt. Er würde daher anfangs März dem freien Auge schon bequem sichtbar sein, wenn er wegen rascher Abnahme seines Winkelabstandes von der Sonne nicht immer tiefer in die Abenddämmerung hineinrücken und in der ersten Hälfte des März in derselben verschwinden würde. Er bleibt nun über seinen Periheldurchgang, der in den Morgenstunden des 20. April eintritt, in den Sonnenstrahlen verborgen, aus denen er, jetzt aber am Morgenhimmel, die letzten Tage vom April in sehr bedeutender Helligkeit heraustritt. Dennoch wird der Komet wieder zu keiner rechten Geltung kommen, da er stets tief am Horizonte steht und in der ersten Hälfte des Mai sich neuerdings in den Strahlen der Sonne verbirgt. Es schießen nämlich zur Zeit der Erdnähe des Kometen, die auf den 19. Mai fällt und bei der seine Entfernung von der Erde bis auf $\frac{1}{7}$ Sonnenweiten (20,000.000 *km*) sinkt, beide Gestirne mit sehr großer Geschwindigkeit aneinander vorüber und es ändert sich infolgedessen die Szenerie mit überstürzender Hast: denn schon im zweiten Drittel des Mai taucht er wieder am Abendhimmel, und zwar

in größtem Glanze auf, da kaum mehr als ein Monat nach seinem Periheldurchgange verstrichen ist, wo die Schweifentwicklung in der Regel ihr Maximum erreicht hat. Leider werden aber auch jetzt lange Dämmerung und heller Mondschein der Pracht der Erscheinung wesentlich Abbruch thun; indes wird sich sein Anblick um den 21. Mai zu einem äußerst glänzenden gestalten, aber nur auf kurze Zeit, weil beide Gestirne nach der Erdnähe sich ebenso rasch voneinander entfernen, als sie sich vor derselben einander näherten. Außerdem verringert sich auch der Winkelabstand des Kometen von der Sonne schnell und neben den langen Dämmerungen tritt für unsere Hemisphäre noch das ungünstige Moment hinzu, daß der Komet am 19. Mai durch den niedersteigenden Knoten nach Süden geht und infolgedessen sehr rasch in die Abenddämmerung hineinrückt. Er dürfte daher bereits Ende Juni auch in unseren Fernrohren auf mehr als 70 Jahre unseren Blicken wieder entschwinden.

Wesentlich günstiger liegen zu jener Zeit die Sichtbarkeitsverhältnisse für die südliche Halbkugel. Wegen der südlichen Deklination des Kometen und der nördlichen der Sonne steht er beim Untergange der Sonne viel höher am Abendhimmel als bei uns und bleibt auch länger sichtbar und wird deshalb namentlich in, dem Äquator näheren Gegenden mit ihren kurzen Dämmerungen noch anfangs Juni sehr schön sein. Infolge dieser günstigeren Sichtbarkeitsverhältnisse wird sich der Komet auf der südlichen Halbkugel auch länger verfolgen lassen, schwerlich aber über Mitte August hinaus.

Bei der jetzigen Perihelpassage des Halleyschen Kometen treten ein paar sehr seltene und interessante Phänomene ein, die nicht mit Stillschweigen übergangen werden sollen.

Die größte Erdnähe des Kometen tritt am 19. Mai zwischen 3 und 4 Uhr Morgens ein, wo er zugleich den niedersteigenden Knoten passiert, also in der Ekliptik und zufällig auch in Konjunktion mit der Sonne steht, so daß er sich höchstwahrscheinlich auf der Sonnenscheibe projizieren wird. Eine nähere Berechnung ist aber noch nicht durchgeführt worden; man kann daher vorläufig noch nichts Bestimmteres sagen. Allein wenn der Vorübergang vor der Sonne auch stattfindet, wird man dieses Phänomen nicht beobachten können, weil Kometen wegen der Durchsichtigkeit dieser Himmelskörper auf der Sonnenscheibe unsichtbar sind. Gewiß ist aber, daß die Erde am 19. und 20. Mai durch seinen Schweif hindurchgehen und dies Ereignis zu einem Weltuntergange aufgebauscht werden wird. Dieser Weltuntergang wird wohl aber auch nicht schrecklicher verlaufen als die verschiedenen, welche wir alle schon erlebt haben, und wenn wir überhaupt etwas davon bemerken, dies darin bestehen, daß der Nachthimmel vom 19. und 20. Mai nicht ganz finster werden, sondern wie von einem blassen Dämmerseine erhellt bleiben wird und daß in diesen Nächten mehr Sternschuppen fallen dürften, als sonst in ihnen gewöhnlich ist.

Das zweite mit dieser Erscheinung des Halleyschen Kometen verknüpfte Phänomen ist das Eintreten einer

totalen Sonnenfinsternis am 9. Mai. Es wird daher in der Totalitätszone beim Eintritte der Totalität mit den hellsten Sternen des Himmels zugleich ein mächtiger Komet in seinem vollen Glanze am Firmamente sichtbar werden. Leider will es aber ein neidisches Geschick, daß es nur wenigen Sterblichen gegönnt sein wird, dieses ebenso seltene als prachtvolle Schauspiel zu erblicken, da die Totalitätszone den antarktischen Ozean durchzieht und erst kurz vor Sonnenuntergang die Südwestküste von Tasmanien streift.

Aus der Darstellung des allgemeinen Verlaufes der Erscheinung des Halleyschen Kometen bei der Perihelipassage in 1910 ist ersichtlich, daß er sich diesmal der Erde zwar so sehr nähern wird, als dies überhaupt möglich ist, daß aber im übrigen die Sichtbarkeitsverhältnisse, besonders für unsere Hemisphäre zur Zeit seiner schönsten Entwicklung keineswegs als günstige bezeichnet werden können. Dies macht die Voraussage, welche Mächtigkeit und Größe er erreichen wird, noch schwieriger, als es ohnehin auch sonst schon der Fall wäre. In dieser Beziehung ist nicht nur im Auge zu behalten, daß diese Himmelskörper häufig sehr starken Lichtschwankungen unterworfen sind, sondern auch, daß in ihnen nicht selten Veränderungen vorgehen, die ihr Aussehen schon binnen wenigen Tagen völlig umgestalten. Was kann da nicht alles während der zwei Menschenalter eingetreten sein, in welchen der Halleysche Komet so vielfach wechselnde Verhältnisse durchlebt hat. Außerdem wissen wir, daß die Kometen bei jedem Durchgange

durchs Perihel an Masse einbüßen. Wie stark nun der Verlust ist, den unser Komet bei seiner letzten Wiederkehr in 1835 erlitten, können wir natürlich auch nur annähernd nicht angeben, aber ebenso wenig heute schon voraussehen, ob er nicht etwa durch eine besondere Kraftäußerung uns nochmals in seiner alten Pracht und Herrlichkeit erscheinen wird. Nichtsdestoweniger ist als sicher anzunehmen, daß uns der Komet im letzten Drittel des Mai eine so imposante Erscheinung darbieten wird, wie wir seit dem großen Septemberkometen von 1882 noch keine gesehen haben, und wir können nur wünschen und hoffen, daß uns die wenigen Tage, in denen es uns vergönnt sein wird, uns eines so unvergleichlich schönen und herrlichen Schauspieles zu erfreuen, durch Ungunst der Witterung nicht allzusehr verkümmert werden mögen.
