

# Der HALLEY'sche Komet

Von Helmut LENHOF

Mit 3 Abbildungen

Fresach. (Der Halleysche Komet) wurde endlich auch hier gesichtet, nachdem man schon so lange darauf gewartet und manches Nachtsündlein diesem seltenen Weltenbürger umsonst geopfert hatte. Herr Wachtmeister Joh. Bachmann war es, der, seine Berufsarbeit auf die Himmelsräume erweiternd, diese fast zweifelhafte Existenz, die doch die Welt so beunruhigt hatte, aufspürte, so daß man diesen Stern doch einmal ein bißchen beobachten konnte. Da bewahrheitete sich wohl das Sprichwort: „Biel Geschrei und wenig Walle!“ Wir hofften, eine phänomenale Himmelerrscheinung, einen Stern, dessen Schweif ein Drittel des Horizontes einnimmt, zu sehen, wie früher genug von den Gelehrten behauptet wurde! Und was konnte man sehen? Am südwestlichen Abendhimmel (in der Nähe der Venus) ein kleines Sternlein und die Kometenzierde, sein leuchtender Schweif, war wohl auch recht bescheiden und enttäuschend! Deshalb, lieber Komet, raten wir dir, wenn du das nächstemal kommst, im Jahre 1986, mache weniger Aufhebens von deinem Besuche, sonst wirst du wieder ausgelacht.

„Kärntner  
Nachrichten“,  
9. 6. 1910.

## VORWORT

Seit vielen Jahren freuten sich zahlreiche Menschen auf das neuerliche Erscheinen des HALLEY'schen Kometen.

In den letzten 60 bis 70 Jahren war von unseren Breiten aus kein spektakulärer Komet am Himmel zu sehen gewesen. In südlicheren Gegenden gab es dagegen zum Beispiel 1947 den schönen „Südkometen“, eine

auffallende Erscheinung, oder 1948 den „Finsterniskometen“, der so nahe der Sonne stand, daß er erst anläßlich einer Sonnenfinsternis entdeckt werden konnte.

Wir alle wissen heutzutage, daß die „Vagabunden des Himmels“ keine pest- und verderbenbringenden, unheilverkündenden Himmelszeichen sind, sondern kleine Himmelskörper, die der Erde kaum einen Schaden zufügen können. So sind wir Menschen des späten 20. Jahrhunderts von der Angst vor einem Kometen befreit und wollten uns daher gerne der genüßlichen Betrachtung so eines großartigen Himmelschauspieles, wie es uns aus vergangenen Zeiten berichtet wird, hingeben.

Der HALLEY'sche Komet wird wiederkommen, der berühmte Komet, der so viele Menschen schon in Angst und Schrecken versetzt hatte! Was muß das für ein herrlicher Anblick sein, wenn er so berühmt-berüchtigt ist!

## DER KOMET KOMMT

1982 war es dann soweit. Der HALLEY'sche Komet war auf seiner vorberechneten Bahn gesucht und am 16. Oktober 1982 photographisch entdeckt worden. Hurra, unser ungeduldiges Warten wird belohnt werden. Er läuft wie ein fahrplanmäßiger Zug auf seinem Weg, und 1986 oder schon ab Herbst 1985 wird er am Himmel sichtbar werden.

Doch in den nach seinem „Wiederauftauchen“ folgenden Jahren hörte man bald: „Er kommt pünktlich, aber er wird – zumindest in unseren Breiten – nicht sehr auffällig werden.“ Nun ja, er wird nicht die Nacht zum Tage machen, aber schließlich ist er der berühmte HALLEY'sche Komet, er wird herrlich anzuschauen sein, ein strahlender Kopf mit helleuchtendem, langem Schweif (Abb. 1). So hoffte der Laie, doch der Fachmann wußte, daß er seine Berühmtheit nicht so sehr seiner prächtigen Erscheinung verdankt, sondern anderen Umständen, auch wenn er einige Male schon beachtlich hell wiedergekehrt war (so zum Beispiel 295 n. Chr., 374 n. Chr. und 837 n. Chr.).

## EINE FASZINATION IN FURCHT UND SCHRECKEN

Helle, auffallende Kometen mit Schweif, schon gar, wenn sie auch am Taghimmel sichtbar bleiben, faszinierten die Menschen seit eh und je, wie etwa die stets wechselnden und immer wiederkehrenden Lichtgestalten des Mondes. Zudem erregten sie sicherlich wegen ihres drohenden Aussehens Furcht und Schrecken, wie etwa Finsternisse. Sie haben die Phantasie des Menschen angeregt.

Kometen jedoch kamen und kommen, etwa im Gegensatz zu den Mondphasen, viel seltener und scheinbar ohne Periode und in immer andersartiger Erscheinung.



Abb. 1:  
P/HALLEY. Aufnahme am  
5. 1. 1986, Klippitzthörl,  
SH 1600 m, 19.15 Uhr,  
15 Min. Belichtung auf  
Ektachrom 800, Minolta-  
Flatfield-Kamera,  
 $f = 500 \text{ mm}$ , 1:3,4, aus-  
gezeichnete Lichtqualität,  
Motornachführung mit  
60-mm-Refraktor, aufge-  
nommen von Günther  
THALER (Astrogruppe der  
astr. Vereinigung Klagen-  
furt).

Die regelmäßige, immer gleichartige Wiederkehr der Lichtgestalten des Mondes war immer schon leicht zu erkennen und regte zum „Mondkalender“ in früheren Zeiten an. Desgleichen kehren auch die Veränderungen des Sonnenstandes immer genau zum gleichen Zeitpunkt wieder und gestatteten, eine größere Zeiteinheit, das Jahr, zur Fixierung von Daten heranzuziehen. Man erkannte letztlich auch an den Planetenerscheinungen, daß alle Vorgänge an der Sphäre periodisch sind, sich in gewissen Zeiträumen wiederholen. So konnten etwa schon 500 Jahre vor Christi Geburt die Wege des Mondes und der Planeten durch die Sphäre sowie Finsternisse berechnet und vorhergesagt werden.

Kometen dagegen wurden daher früher, wie allgemein bekannt, als Vorboten oder auch als Folgen von Krieg, Seuchen, Naturkatastrophen, als „Zuchtruten Gottes“ und ähnliches gedeutet. Wegen des Fehlens einer erkennbaren Periodizität wurden sie auch nicht den Lichtern der Feste (Gestirne der Himmelskugel) zugeordnet, sondern meist als „Ausdünstungen“ der Erde betrachtet.

Konrad von Megdenburg schreibt im Jahre 1350 über Kometen: „Der geschopfte Stern bedeutet Hungerjahre für das Land, gegen das er sein Haupt richtet. Dies deshalb, weil die Feuchtigkeit aus der Erde gezogen wurde und die Fruchtbarkeit, woraus süßer Wein und Getreide und andere Früchte der Erde hätten erwachsen sollen, und diese sind dann oft befallen von viel Ungeziefer und Heuschrecken. Der Komet bedeutet auch Streit und Verräterei und Untreue und den Tod etlicher Fürsten und allgemein viel Blutvergießen. Dies deshalb, weil die Kraft des Sterns dem Menschen die Lebensgeister entzieht und bewirkt, daß das pulsierende Blut aus dem menschlichen Körper verdunstet. Wenn nun der Mensch ausgetrocknet und hitzig ist, so ist er leicht erzürnbar und streitsüchtig.“

Die Meinung von den verderbenbringenden Kometen hielt in mancherlei Weise bis ins 20. Jahrhundert an, wenn es auch immer schon genug Stimmen gab, die diesen Aberglauben ablehnten (z. B. Nicole ORESME, 1320–1382). Johannes MÜLLER (Regiomontanus) maß für den großen Kometen von 1472 die tägliche Parallaxe und schloß aus ihr erstmals auf seine Entfernung (820 deutsche Meilen, das entspricht 61.000 km). Wenn die Messung auch noch sehr ungenau und die damit berechnete Distanz viel zu klein war, so zeigte Regiomontanus doch den Weg und setzte damit den Beginn einer wissenschaftlichen Kometenforschung.

## HISTORISCHE AUFZEICHNUNGEN

Kometenerscheinungen und ihre Position am Himmel wurden seit dem Altertum festgehalten und sorgfältig aufgezeichnet, vor allem von Chinesen, Japanern, Koreanern und Indern, ebenso von den Völkern des „fruchtbaren Halbmondes“, den Völkern des Vorderen Orients. So kann man zurückrechnend erkennen, daß der Komet, der auf einer babylonischen Keilschrifttafel aus dem Jahre 164 v. Chr. erwähnt ist, nur der HALLEY'sche Komet sein kann. Auch der im „Shih Chi“ (den „geschichtlichen Aufzeichnungen“) aus dem Jahre 240 v. Chr. in China genannte Komet wurde als der HALLEY'sche identifiziert. Mit diesem Datum tritt er in die Geschichte ein, und jede seiner Wiederkehr – 1985/86 seither zum 30. Mal – konnte in Berichten aus China, Korea, Indien, dem Vorderen Orient und schließlich aus dem Abendland erkannt werden.

## SEINE BAHN WIRD BERECHNET

1666 erkannte Isaak NEWTON das Gesetz der gegenseitigen Massenanziehung. Die Veröffentlichung erfolgte 1687. Konnten die Bahnen der Planeten – auch Sonne und Mond zählten dazu – schon seit dem Altertum hinlänglich genau berechnet werden, so war nun die Gravitation als Ursache erkannt.

Im 17. Jahrhundert war die Bahnbestimmung der Kometen eine beliebte Aufgabe der Astronomen geworden. Es war das Jahrhundert der großartigen Kometenerscheinungen. Der prachtvollste Komet war der des Jahres 1682. Auch über den HALLEY'schen Kometen von 1607 liegen sehr eindrucksvolle Berichte vor. DESCARTES, BORELLI, BERNOULLI, PETIT, HELVELIUS und CASSINI waren hervorragende Astronomen, die sich mit der Berechnung von Kometenbahnen befaßten. Sie stellten auch verschiedene Kometentheorien auf. Pierre PETIT meinte 1665, daß Kometen periodisch wiederkehren müßten. BERNOULLI glaubte, daß der Komet von 1680 nach 37,4 Jahren 1719 wiederkehren müßte. Der Kathäusermönch

ANTHELME meinte, daß der Komet von 1680 die Wiederkehr des Kometen von 1665 wäre. Beide waren zwar im Irrtum in bezug auf diese Kometen, aber erkannten doch, daß Kometen auch planetenähnliche Himmelskörper sein müßten. Der sächsische Pfarrer G. S. DÖRFFEL errechnete für den Kometen von 1680 eine Parabelbahn, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Die Zeit war reif für neue Erkenntnisse in den Naturwissenschaften und eben auch über Kometen.

Die entscheidendsten Fortschritte kamen aus England. Sie sind mit den Namen NEWTON und HALLEY verbunden. NEWTON machte sich über die Berechnung der Bahn des Kometen von 1680 und fand so wie DÖRFFEL eine Parabelbahn mit der Sonne im Brennpunkt. Nun zeigte NEWTON aber zusätzlich, daß sich so eine Bahn zwangsläufig ergibt, wenn gegenseitige Anziehungskräfte, die mit dem Quadrat der Entfernung abnehmen, angenommen werden. Die Bahn wurde sinnvoll, gesetzmäßig vorausberechenbar!

HALLEY begann ab 1695 mit der Berechnung von 24 historischen Kometen unter Berücksichtigung der Gravitationstheorie. Dabei erkannte er, daß die Kometen von 1531, 1607 und 1682 sehr ähnliche Bahnen um die Sonne hatten. Er schloß, daß es sich hierbei um ein und denselben Kometen handeln könnte, der in rund 75 Jahren die Sonne in einer elliptischen Bahn umläuft. Daraus würde eine Wiederkehr im Jahre 1758 folgen. Dies wurde zum experimentum crucis der NEWTON'schen Gravitationstheorie. Und sie bestand die Prüfung!

Namhafte Astronomen und Mathematiker machten sich über exaktere Berechnungen der Bahn dieses einen Kometen. Es war eine gigantische, zeitraubende Rechenarbeit. Dabei waren die gravitativen Einflußnahmen von Jupiter und Saturn noch nicht exakt kalkulierbar, da deren Massen nicht genau genug bekannt waren. Von den Transsaturnplaneten bzw. von den nichtgravitationellen Kräften, die eine Kometenbahn beeinflussen, wußte man überhaupt nichts.

Am Abend des 25. Dezember 1758 fand der Bauer J. G. PALTZSCH bei Dresden im Blick durch sein Fernrohr im Sternbild der Fische zufällig einen Kometen. Er gab dies befreundeten Astronomen in Leipzig bekannt. Als diese die Entdeckung veröffentlichten, erkannte man, daß dies der schon erwartete, von HALLEY vorausgesagte Komet war. HALLEY selbst erlebte die Wiederkehr nicht, er starb im Jahre 1743. Eine dankbare Nachwelt aber gab diesem Kometen den Namen „HALLEY'scher Komet“.

## WOHER KOMMEN – WOHIN GEHEN KOMETEN?

Über Kometen weiß man in den Grundzügen bereits sehr viel. Kometen werden mit schmutzigen Schneebällen verglichen. Sie sind im Kern sehr klein, etliche Kilometer in Länge und Breite. Man denkt, daß sie zu den „Erstgeborenen“ des Sonnensystems gehören. Außerhalb der Bahn des äußersten Planeten, Pluto, bis hin zur halben Entfernung zum nächsten Fixstern, das ist bis in eine Entfernung von ein bis zwei Lichtjahren, dürfte

eine ungeheure Anzahl – vielleicht einige Milliarden – von Kometenkernen in einer Art Parkbahn das Sonnensystem umkreisen.

Eine Umrundung so eines weit entfernten Kometen müßte Milliarden Jahre dauern. Durch störende Einflüsse wird immer wieder so ein Kern ins Innere des Sonnensystems gezogen, um dann je nach den Anfangsbedingungen seinen Lauf in elliptischer, parabolischer oder hyperbolischer Bahn zu beginnen. Die Parabolischen und Hyperbolischen würden nur einmal in Sonnennähe kommen, diese als ihren Brennpunkt umrunden und danach in die Weiten des Weltalls auf Nimmerwiedersehen entschwinden. Kometen mit elliptischer Bahn haben eine geschlossene Bahn wie Planeten, allerdings mit meist sehr großer Exzentrizität. In einem Brennpunkt der Ellipse steht die Sonne. Diese elliptischen Kometen umrunden die Sonne nun immer wieder, bis sie sich etwa als Meteoritenschwarm auflösen oder ihre Bahn durch gravitationelle Einflüsse der Planeten in eine parabolische oder hyperbolische umgeformt wird.

## DER KOMET NÄHERT SICH DER SONNE

Kometen sind unscheinbare, unsichtbare Gesellen in den Tiefen des Weltalls. Erst wenn sie in die Nähe der Sonne kommen, entfalten sie ihre ganze Pracht. Manche haben sich jedoch schon durch unzählig viele Sonnenumläufe mehr oder weniger verausgabt. Dann haben sie keine oder nur mehr sehr wenige vergasungsfähige Stoffe in sich. Die Koma (Gashülle des Kometen) ist dann nicht mehr sehr auffällig, und es bildet sich kaum mehr ein Schweif aus, jedenfalls nicht mehr in auffälliger Weise.

Bis zum Jahre 1982 waren die Bahnen von 1109 Kometen bestimmt, 121 davon sind mindestens zweimal gesehen worden, sie gelten als „periodisch“. Kommt der zunächst nackte Kometenkern in die Nähe der Sonne, etwa bis auf 4 AE–6 AE (AE = Astronomische Einheit, 150 Millionen Kilometer; entspricht dem mittleren Abstand Sonne–Erde), das sind 600 bis 900 Millionen Kilometer (der Jupiter ist 778 Millionen Kilometer entfernt), so beginnen Substanzen an der der Sonne zugewandten Oberfläche zu verdampfen (sublimieren). Da kein Atmosphärendruck vorhanden ist, gibt es keine flüssige Phase. Damit beginnt sich eine diffuse Gashülle (Koma, Kometenatmosphäre) zu bilden. Sie wird immer größer und früher oder später als Komet, zunächst noch ohne Schweif und nur als Nebelfleck, erkannt. Bei der weiteren Annäherung an die Sonne wird die Verdampfung immer intensiver. Es wird Staub mitgerissen, der auf dem Weg bleibt, und der Sonnenwind bläst Gas weg. So entsteht der Schweif bzw. bilden sich zwei Schweife, ein stärker gekrümmter, relativ glatter Staubschweif und ein fast gerader, aber vielfach strukturierter Gasschweif (Abb. 2). Beide weisen immer von der Sonne weg. Ein scheinbar zur Sonne weisender dritter Schweif (Gegenschweif) ist nichts anderes als die Projektionserscheinung jenes Teiles des Staubschweifes, der die größten und schwersten Staubteilchen enthält und daher am stärksten gekrümmt ist.



Abb. 2:  
Blauefärbter schmaler  
Gasschweif und breitgefä-  
cherter weißer Staub-  
schweif. Aus: Sky & Tele-  
scope, March 1987:260.

Staubschweif (auch Typ-II-Schweif genannt) und Koma reflektieren und streuen im großen und ganzen das auftreffende Sonnenlicht und sind daher am besten sichtbar. Sie werden durch die Sonneneinstrahlung auf 100 bis 400 Grad Celsius aufgeheizt und geben so infrarote Strahlung ab. Diese ist für unser Auge nicht sichtbar. Der Gasschweif oder Typ-I-Schweif strahlt hauptsächlich im blauen und ultravioletten Licht, ist daher fast nur auf photographischen Aufnahmen erkennbar. Er bildet sich erst, wenn der Komet in einer Entfernung von 2 AE oder weniger an die Sonne herangekommen ist. Es haben daher nur jene Kometen einen Gasschweif, deren Perihel (sonnennächster Punkt) nahe genug der Sonne liegt. Im Gasschweif finden Resonanz- und Fluoreszenzleuchten statt. (Resonanzleuchten: Das emittierte Licht hat dieselbe Frequenz wie das absorbierte Licht; Fluoreszenzleuchten: Das emittierte Licht hat eine kleinere Frequenz als das absorbierte.)

Der Gasschweif besteht ausschließlich aus elektrisch geladenen Atomen, Molekülen und Radikalen und wird daher auch Plasmaschweif genannt. Er wird beträchtlich länger als der Typ-II-Schweif, mehrere hundert Millionen Kilometer lang.

Kommt ein mächtiger Kometenkern der Sonne recht nahe und ist genug vergasungsfähiges Material vorhanden, so kommt es zu einer faszinierenden, spektakulären Himmelserscheinung. Die Koma (Kometenkopf) kann dann bis eine Million Kilometer Durchmesser haben, fast so groß wie unsere Sonne. Der Schweif ist in solchen Fällen viele Millionen Kilometer lang.

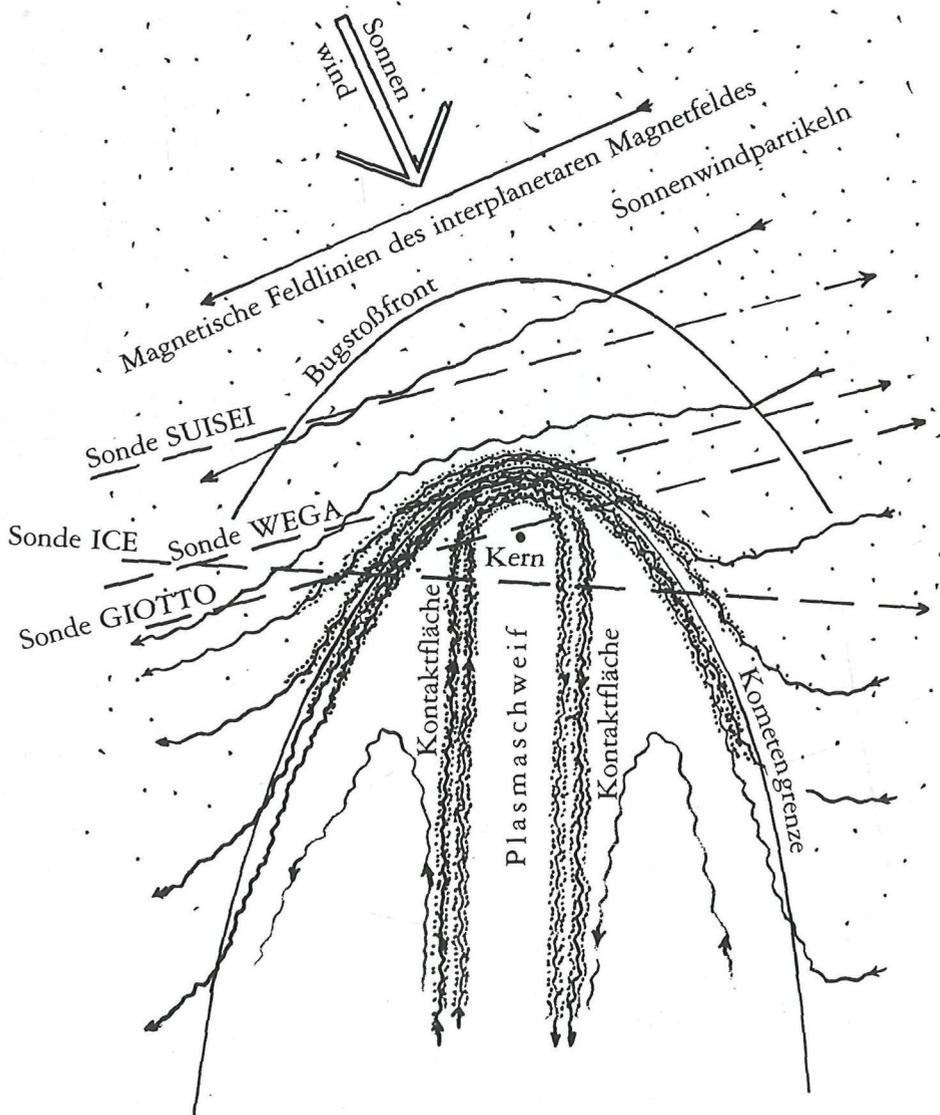


Abb. 3: Wechselwirkung zwischen Komet und Sonnenwind im interplanetaren Magnetfeld. Aus: Sky & Telescope, March 1987:253 (geringfügig verändert).

## SO ENTSTEHEN DIE KOMETENSCHWEIFE

Die wesentlichsten materiellen Bestandteile eines Kometen sind Kern, Koma, Wasserstoffwolke (erst im Zuge der HALLEY-Mission nachgewiesen), Staubschweif und Gasschweif (Abb. 3).

1951 hat Prof. BIERMANN vermutet, daß von der Sonne nicht nur eine Wellenstrahlung, sondern auch ein Strom elektrisch geladener Teilchen (Protonen und Elektronen) ausgeht, der sogenannte Sonnenwind. Seit 1959 ist er durch interplanetare Satelliten vielfach nachgewiesen worden. Strahlungsdruck und Sonnenwind üben auf die ungeladenen Staubteilchen einen Druck aus, sie werden „weggeblasen“ und reihen sich zum Staubschweif auf.

Der Sonnenwind, der eine Geschwindigkeit von etwa 400 Kilometern pro Sekunde aufweist, führt das interplanetare Magnetfeld mit sich. Der Kometenkopf stößt in dieses hinein und bohrt sich einen „Tunnel“ hindurch. Die magnetischen Feldlinien werden schon in beträchtlicher Entfernung vor dem Kopf zusammengedrückt, es kommt zu einer Stoßfront (bow shock). Die magnetischen Stromlinien umströmen sodann den Kopf und laufen zusammengedrängt nach hinten ab. Hierbei umgeben sie den „Tunnel“, ohne eindringen zu können. Die sonst geradlinigen Feldlinien des Raumes, die fast rechtwinkelig, etwa im Winkel zu  $70^\circ$ , zum Sonnenwind verlaufen, werden wellig spiralisiert und umgebogen. Der „Tunnel“ wird von einem verstärkten Magnetfeld umschlossen. Das Plasma kann daher den Tunnel nicht verlassen, die vom Kometenkopf ausströmenden Ionen fließen in den Tunnel ab. Hier erreichen sie hohe Geschwindigkeiten, 200 bis 400 Kilometer pro Sekunde. So wird der Plasmaschweif gebildet.

## DER KOMET WIRD ERFORSCHT

Unser technisches Jahrhundert konnte über koordinierte Beobachtungen mit ungezählten Teleskopen auf dem Erdboden, auf Flugzeugen, erdumkreisenden Satelliten und schließlich – derzeitiger Höhepunkt der Kometenforschung – mit Weltraumsonden den Kometen zu Leibe rücken. Schon am 12. August 1978 startete die USA-Sonde ISEE-3/ICE und konnte am 11. September 1985 am Kometen Giacobini-Zinner in 7900 km Entfernung vorbeifliegen und bereits wichtige Erkenntnisse liefern. Am 31. Oktober 1985 und nochmals am 28. März 1986 flog sie in einigen Millionen Kilometern Entfernung am HALLEY'schen Kometen vorbei.

Giacobini-Zinner ist ein eher unscheinbarer Komet mit einer Periode von 6,59 Jahren. Er kommt der Erde recht nahe. Sein Aphel (sonnenfernster Punkt) liegt 5,97 AE, sein Perihel 0,94 AE entfernt. Seine beobachtbare Aktivität blieb in den sieben bisherigen Sichtbarkeiten immer gleich.

Zur Erforschung des HALLEY'schen Kometen wurden sechs Sonden ins Weltall geschickt:

Sonde	Startdatum	Vorbeiflug	Entfernung vom Kern in km	Land
VEGA I	15. 12. 1984	6. 3. 1986	10.000	UdSSR
VEGA II	21. 12. 1984	9. 3. 1986	3.000	UdSSR
SAGIGAKE	8. 1. 1985	11. 3. 1986	7,000.000	Japan
GIOTTO	2. 7. 1985	13. 3. 1986	500	Europa ESA
SUISEI	19. 8. 1985	8. 3. 1986	200.000	Japan
ISEE-3/ICE	12. 8. 1978	31. 10. 1985	138,000.000	USA
		28. 3. 1986	31,000.000	

Viele bisherigen Erkenntnisse und Theorien wurden bestätigt, viel Neues wurde erfahren, viele Fragen blieben noch unbeantwortet. Die Auswertungen der gelieferten Daten werden noch viele Jahre dauern. Über Koma, Staub- und Gasschweif sowie über die Wasserstoffwolke wußte man aus den Spektrenbeobachtungen und infolge theoretischer Überlegungen schon recht viel. Den Kometenkern konnte erstmals Giotto „sehen“.

Wie für Laien unvorstellbar kompliziert und großartig die technische Ausrüstung ist, zeigt das Beispiel des Massenspektrometers für neutrale Teilchen in GIOTTO: Es hat die Zusammensetzung des neutralen Gases in der Koma bestimmt und während des Durchfluges einen chemischen Querschnitt geliefert. Dies nicht nur in bezug auf die häufig vorkommenden Bestandteile, sondern auch in bezug auf bis 10.000mal seltenere Elemente, Isotope und Moleküle. Um auch die Geschwindigkeitsverteilung aller Teilchen messen zu können, mußte das Instrument außerordentlich schnell messen können, einen weiten Empfindlichkeitsbereich haben und die einfallenden Teilchen nach ihrer Masse, unabhängig von ihrer Einfallsgeschwindigkeit, trennen können. Dadurch konnten die Muttermoleküle des Kerns und deren Veränderungen in der Koma bestimmt werden. Da Kometen, wie man berechtigt annimmt, sich aus der Entstehungszeit unseres Sonnensystems im „Tiefkühlschrank der Sonnenferne“ unverändert erhalten haben, erwartet man sich wichtige Aufschlüsse zur Kosmogonie nicht nur der Kometen, sondern des gesamten Sonnensystems.

Ebensolche technischen Wunderdinge waren das Massenspektrometer für geladene Teilchen, das Massenspektrometer für Staub, der Staubdedektor, die beiden Plasmaanalysatoren, der Dedektor für energiereiche Teilchen, das Polarimeter, die Kamera, schließlich Datenverarbeitungsmaschine, Sende- und Empfangsanlagen, Apparate zur Orientierungskontrolle mittels heller Fixsterne und zu Kurskorrekturen. Datenverarbeitung und Datenübermittlung zur Erde mußten umgehend erfolgen, damit bei einer Panne nicht wertvolle Daten ungenutzt verlorengehen konnten. Ein großes Staubkorn verursachte auch, als sich GIOTTO mit etwa 70 km/sek dem

Kometen näherte, einen gefährlichen Schaden. Die Antennen zur Feststellung der Plasmawellen und des elektrischen Feldes fielen durch Anprall aus, der Funkkontakt war ebenfalls für bange Minuten unterbrochen.

## NEUE UND BESTÄTIGTE ERKENNTNISSE

Für den Kometen P\*/HALLEY – für andere Kometen können andere Daten gelten – konnten folgende Erkenntnisse bestätigt bzw. neu erworben werden:

Die Vermutung, Kometen seien „schmutzige Schneebälle“, 1950 von Prof. Fred WIPPLE ausgesprochen, wurde voll bestätigt. Die Kometenkerne scheinen aus der Begegnung und dem Zusammenschluß von vielen kleinen „Schneeklumpen“ verschiedenster Zusammensetzung entstanden zu sein. CHON, die Grundlage der Kohlenwasserstoffverbindungen, auch organische Verbindungen genannt, aber nicht zu verwechseln mit biologischen, scheint überall auf. Unter den „CHON-Partikeln“ versteht man Staubteilchen, die aus den chemischen Elementen C, H, O und N bestehen, ohne eine chemische Verbindung eingegangen zu sein. Der schmutzige Schneeball besteht tatsächlich überwiegend aus Wassereis, vermischt mit gefrorenem Methan (CH<sub>4</sub>), Formaldehyd (CH<sub>2</sub>O), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Silikaten, Schwefel und Magnesium. Es sind dies auch die Komponenten des interstellaren Staubes. Vor allem Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff sind reichlich vorhanden. VEGA II stellte beim Vorbeiflug im März 1986 fest, daß zu diesem Zeitpunkt 16 Tonnen Wasser pro Sekunde aus dem Kern ausgestoßen wurden. Trotz der uns so hoch erscheinenden Menge enthält der Komet genug Eis für einige tausend Sonnenumläufe. Auch der Grundbaustein der äußeren Planeten unseres Sonnensystems ist Eis. Die meisten Monde von Jupiter, Saturn und Uranus bestehen aus viel Eis, ebenso die Planetenringe. In Sonnennähe sind nicht Schnee und Eis, sondern Gestein und Metalle die übliche Materie der Planeten und der Monde. Vielleicht sind in Urzeiten Hunderttausende Kometen auf die Erde geprallt und haben Kohlenstoff und Wasser sowie Spuren von Kohlenwasserstoffen in die Erdkruste gebracht und so die chemische Evolution bis hin zum biologischen Leben möglich gemacht.

Die Massenspektrometer stellten hauptsächlich drei Teilchenarten fest: Die ersten enthalten H, C, O, Na, Mg, Si, S, Fe; die zweiten CHON; die dritten O, Mg, Si, Fe.

HALLEY hat, wie schon lange für jeden Kometen vermutet, einen festen Kern. Seine Länge konnte durch GIOTTO mit 15 bis 16 Kilometer, seine Breite mit rund acht Kilometer festgestellt werden. Der Körper erscheint „kartoffelförmig“. Er rotiert um seine Längsachse in 7,4 Tagen, um seine Querachse in 2,2 Tagen. Die Kernoberfläche ist mit einer sehr dunklen,

---

\* Periodisch erkannte Kometen haben ein P dem Namen vorausgestellt.

wärmeabsorbierenden Kruste bedeckt, dunkel wie Kohle. Die Ausströmaktivität ist eindeutig auf einzelne, der Sonne zugewandte Oberflächenstellen beschränkt. Der Kern emittiert helle Gas-Staub-Jets. Sie sind durch ihren Rückstoß die Ursache der nichtgravitationellen Kräfte, die die Bewegung beeinflussen, die Umlaufbahn mitbestimmen. Der größte Teil des Kerns ist inaktiv. Die Kernoberfläche ist nicht glatt, zeigt Strukturen, die hauptsächlich als Ausströmöffnungen zu deuten sind.

Über das Plasma der beiden Kometen Giacobini-Zinner und HALLEY wurden durch die Sonden viele Erkenntnisse gefestigt und neu erworben. Es scheint nun klar zu sein, daß Kometen, die in das Innere des Sonnensystems eindringen, große Widerstände für den wegströmenden Sonnenwind und das mit diesem weggeführte interplanetare Magnetfeld sind. Überraschung brachte die Entdeckung der „Kontaktfläche“ durch GIOTTO. In ihr sammelt sich ein Großteil der Ionen des Sonnenwindes. Sie trennt das Kometenplasma vom umgebenden zusammengedrückten interplanetaren Magnetfeld. So enthält das Plasma kein Magnetfeld.

## DIE ERFORSCHUNG GEHT WEITER

Viele Fragen bleiben aber noch offen. Zum Beispiel: Ist die schwarze Oberfläche nur eine lockere Lage von Staub, der nach dem Ausstoßen zurückgefallen ist? Ist der Kern ein poröser, bimssteinartiger Körper, von dem das flüchtige Material verdampft? Wie ist die Zusammensetzung des Oberflächenmaterials und wie der physikalische Charakter des Kerns? Ist die „Kontaktfläche“ eine permanente Wechselbeziehung zwischen einem Kometen und dem Sonnenwind? Keines der diesmaligen Raumschiffe konnte etwa die Dichte des Kerns bestimmen, da sie viel zu schnell und zu weit entfernt vorbeiflogen. Neue Raumschiffe müßten sich Kometen mit geringerer Geschwindigkeit nähern, 10 bis 1 km/sek, und sich bis auf wenige Kilometer und sogar Meter dem Kern nähern und Materialproben der Oberfläche entnehmen. So sind neue Experimente geplant, etwa das CRAF-Projekt (CRAF = Comet Rendezvous Asteroid Flyby mission). Im Jänner 1994 soll ein Raumschiff gestartet werden, das im Juni desselben Jahres dem Kometen Tempel I und im August 1999 dem Kometen Tempel II nahe dessen Aphel begegnen soll. Tempel II hat eine Umlaufzeit von 5,25 Jahren und läuft in elliptischer Bahn mit der Sonne als einem Brennpunkt. Das Perihel ist 1,364 AE (entspricht 205 Millionen Kilometer) entfernt, das Aphel 4,68 AE (entspricht 702 Millionen Kilometer). Auf dem Wege dahin soll die Sonde im Mai 1998 den Asteroiden Hestia treffen und von ihm detaillierte Bilder und Infrarotaufnahmen von der Oberfläche übermitteln. Weiters wird die Sonde im November 2003 den Kometen Encke besuchen und im November 2005 dem Asteroiden Eros begegnen, ein weitgespanntes, zwölf Jahre dauerndes Projekt. Eine andere Sonde soll einen Kometen monatelang begleiten, Materialproben entnehmen und analysieren.

## RÜCKBLICK

So ist der HALLEY'sche Komet in unseren Tagen abermals zu großer Berühmtheit gelangt. Wieder nicht durch überragende Helligkeit und faszinierende Erscheinung (auf der südlichen Hemisphäre war er durch seine südliche Lage wesentlich besser zu sehen), sondern weil er unter den rund 100 periodischen Kometen der hellste ist und glücklicherweise über einen Zeitraum von 2000 Jahren bis zum Jahre 240 vor Christi Geburt lückenlos zurückverfolgt werden kann. Spektakulär war er diesmal wirklich nicht. Es gab in den letzten 30 Jahren schönere, mit freiem Auge gut sichtbare Kometen mit Schweif. Auch im Jahre 1910 war HALLEY nicht besonders eindrucksvoll. Wenn manch ältere Person in der Erinnerung von einem prachtvollen Kometen aus dem Jahr 1910 schwärmt, so ist dies sicherlich eine Verwechslung. Von Jänner bis Juli 1910 gab es den „Johannesburger Kometen“, offiziell 1910 I benannt, der Mitte Jänner sogar nahe der Sonne stehend am Taghimmel gesehen werden konnte und dessen Helligkeit mehrfach größer als die der Venus in ihrem maximalen Glanz geschätzt wurde. Der Schweif war in Äste geteilt und bis 40 Grad lang, das heißt, er überstrich fast ein Viertel des Himmels. Der echte HALLEY'sche Komet war jedoch erst im Sommer 1910 in bester Position. So haben auch im Jahre 1910, wie bei seiner 30. Wiederkehr 1985/86, viele Menschen den HALLEY'schen Kometen nicht gesehen. Wer sich die Mühe nahm, bis Jänner 1986 abends oder ab Feber 1986 zeitig morgens auf einen höheren Berg zu fahren oder zu wandern, der konnte Halley ganz gut im Feldstecher oder Fernrohr oder bei besonders klarem Himmel auch mit freiem Auge erblicken. Der Verfasser dieses Berichtes jagte dem Halley 31mal nach, auf dem Magdalensberg, dem Radsberg, von Klagenfurt aus, auf dem Dobratsch, auf der Gerlitzten, auf der Turrach und einer Erhebung nahe Feldkirchen. Zwölfmal konnte ich ihn mit dem Feldstecher, Fernrohr und auch mit dem freien Auge zum Teil mit Schweif sehen, ein einziges Mal, am 25. April 1986, auch von Klagenfurt aus.

Während vieler Jahrhunderte oder auch Jahrtausende hat die Faszination dieser himmlischen Irrlichter die Menschen in ihren Bann gezogen, und je näher unserer Zeit, umso deutlicher ist es dem Menschen bewußt, daß Kometen die Gelegenheit zu einzigartigen Einblicken in die Vielfalt unserer Natur und physikalischen Gesetze geben und einen wichtigen Rückschluß auf die Urzeit unseres Sonnensystems, ja zurück bis zum Urknall vor vielleicht 20 Milliarden Jahren erlauben.

## LITERATUR

- HOERNER, S., und K. SCHAIFERS (1961): MEYERS Handbuch über das Weltall. – Bibliographisches Institut München.
- KELLER, U. H. (1986): Das Himmelsjahr 1986. – Kosmosverlag.

- KOCH, B., W. GIELINGER und J. MEEUS (1986): Sternführer 1986. – Treugesellverlag Dr. Vehrenberg, Düsseldorf.
- MALCOLM, B., Jr. NIEDNER and W. LILLER (1987): The IHW Island Network. – Sky & Telescope, March: 258–263.
- MUCKE, H. (1986): Der Sternenbote. – Astronomisches Büro Prof. Hermann MUCKE, Wien.
- SAGDEER, R. Z., und A. A. GALEEV (1987): Comet HALLEY and the Solar Wind. – Sky & Telescope, March: 252–255.
- TAMMANN, G. A., und P. VERON (1985): HALLEYS Komet. – BIRKHÄUSER Verlag, Basel–Boston. Stuttgart.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [178\\_98](#)

Autor(en)/Author(s): Lenhof Helmut

Artikel/Article: [Der Halley'sche Komet 127-140](#)