

Welche Katastrophe folgt auf Hale-Bopp? : Kometen und ihr Wesen

Autor(en): **Bieri, Bruno**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Heimatkunde Wiggertal**

Band (Jahr): **55 (1997)**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-718486>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Welche Katastrophe folgt auf Hale-Bopp?

Kometen und ihr Wesen

Bruno Bieri

Kometenfurcht von 1681

*.... es zeugen uns alle Cometen zwar
Sehr viel Unglücks, Trübsal und Gefahr,
Und hat niemals eines Cometen Schein
Pflegen ohne böse Bedeutung zu sein.
Achterley Unglück insgemein entsteht;
Wann in der Luft brennt ein Comet:*

- 1) Viel Fieber, Krankheit, Pestilentz und Todt,*
- 2) Schwere Zeit, Mangel und grosse Hungernoth,*
- 3) Grosse Hitze, dürre Zeit und Unfruchtbarkeit,*
- 4) Krieg, Raub, Brand, Mord, Auffruhr, Neid, Hass und Streit,*
- 5) Frost, Kälte, Sturmwind, böse Wetter, Wassernoth,*
- 6) Viel hoher Leute Untergang und Todt,*
- 7) Feuersnoth und Erdbeben an manchem End,*
- 8) Grosse Veränderung der Regiment.*

*So wir aber Busse thun von Hertzen,
So wendet Gott auch alles Unglück und Schmertzen....*

Taust, der von Abend gegen Morgen
laufende Unglücksprophete, Hall, 1681

Seit jeher, wie obiges Zitat aus dem Jahr 1681 darlegt, wurden Kometen als Künder bevorstehenden Unglücks aller Art aufgefasst. Das plötzliche Auftauchen, die ungewohnte, einmalige Bewegung am «ewigen» Firmament bedeutete eine Störung der Harmonie der



Abbildung 1: Titelbild einer Kometenschrift aus dem Jahre 1532, verfasst von Mathias Brotbeyhel. Der Holzschnitt zeigt wie ein Schmied mit einem Blasbalg versucht, das drohende Kometenfeuer auszublasen, während im Hintergrund ein Kriegsheer naht. Oder ist es etwa der knochige Sensemann, der mit dem Blasbalg das verderbenbringende Kometenfeuer erst richtig entfacht? Das Bild demonstriert die Ohnmacht, die das damalige Volk aufgrund einer Kometenerscheinung empfunden haben muss.

Sphären, die sich getreu der astrologischen Geozentrik im Leben der Völker widerspiegeln sollte.

Kometen – die Unheilszeichen am Himmel

Immer wieder Halley!

Schon früh in der Menschheitsgeschichte versuchte man Kometen zu deuten und entsprechende Auswirkungen vorauszusagen. Es war klar, dass so auffallend deutliche Zeichen am Himmel nichts Gutes bedeuten konnten. Man wollte sich an schlimme Ereignisse erinnert haben, die mit früheren Kometenerscheinungen zusammenfielen. Bei diesen unzähligen und eindrücklichen Geschichten taucht immer wieder der Name «Halley» auf.



Abbildung 2: Der Halleysche Komet auf dem Titelbild einer Kometenschrift, die Johannes Schöners im Jahre 1531 veröffentlichte. Hatte er etwas zu tun mit dem Untergang der Inkas?

Der alle 76 Jahre wiederkehrende Komet Halley darf für sich in Anspruch nehmen, zwar nicht der hellste, auch nicht der schnellste, aber immerhin der berühmteste aller Kometen zu sein. Greifen wir einige zum Teil weniger bekannte Begebenheiten aus der Geschichte dieses Kometen heraus:

Schon 451 n. Chr., als der Halleysche Komet am Himmel stand, wütete der gefürchtete Heeresführer Attila mit seinen Hunnen in Europa. Der Komet kündete Attilas Untergang an: Im Jahr seines Auftauchens wurde Attila in der Schlacht bei Châlons-sur-Marne von den Burgundern, Franken und Westgoten besiegt.

Nicht besser erging es dem angelsächsischen König Harold II. Als Halley mit prächtig leuchtendem Schweif im April 1066 erschien, war Harold erst seit wenigen Monaten König. Bereits im Oktober desselben Jahres fiel er in der Schlacht von Hastings, die von Wilhelm dem Eroberer gewonnen wurde. Das Ereignis mit dem Kometen wurde auf dem berühmten Wandteppich von Bayeux künstlerisch festgehalten.

Halley soll auch verantwortlich sein für den Untergang der Inkas in Peru (vgl. Abb. 2). Im Jahr 1531 zog er an der Erde vorbei und die Inkas sahen in diesem Zeichen am Himmel die Ankündigung ihres Untergangs. Francisco Pizarro, der spanische Eroberer, war gerade zu dieser Zeit mit seiner Flotte unterwegs. Im Jahr darauf eroberte er die Hauptstadt der Inkas, zwei Jahre darauf liess er den letzten Inkakönig hinrichten.

Halley – der Panikmacher von 1910!

Nur noch sehr wenige unter uns können sich wohl an den zweitletzten Besuch vor 87 Jahren erinnern. Die Leute in ganz Europa wurden damals nicht durch die Astrologen und Hellseher, sondern von den eher nüchternen Naturwissenschaftlern erschreckt: Diesmal wird die Erde durch den hellgleissenden, möglicherweise giftigen Schweif des Kometen hindurchgehen und das könnte für das Leben auf der Erde kritisch werden! Kurz davor hatte man nämlich im Schweif des Kometen Morehouse das hochgiftige Zyanogengas nachgewiesen. Zusätzlich besitzen Kometen, das wusste man damals bereits, auch Wasserstoff, der sich zusammen mit dem allgegenwärtigen Sauerstoff zu hochexplosivem Knallgas vermischt. Allgemein wusste man über Kometen damals aber noch viel weniger als heute.

Anfangs 1910 wurden die öffentlichen Diskussionen über mögliche Kometengefahren immer heftiger. Meldungen über den Unglückverursacher überschlugen sich. Sogar Selbstmorde wurden einige Wochen vor dem «Weltuntergang» vermehrt registriert. In den Tageszeitungen erschien bis zur Nacht vom 18. auf den 19. Mai, dem Zeitpunkt der kritischsten Phase, viel Widersprüchliches. Versuche, die aufgeschreckten Menschen zu beruhigen, verfehlten häufig ihr Ziel. Eher wurden Misstrauen und Angst ausgelöst. Die Kometenhysterie wütete überall auf der Welt! Die mit grauenhafter Spannung erwartete Nacht verbrachte man auf die vielseitigste Art und Weise:

Die meisten Menschen hielt es nicht mehr in den Wohnungen. Viele versammelten sich in Kirchen, um sich würdig auf den Tod vorzubereiten. Andere trafen sich in Wirtshäusern, Casinos, Dancings und Vergnügungslokalen, um die letzten Stunden ihres Lebens noch einmal voll auszukosten. Die Zuhausegebliebenen verharrten hinter zugenanagelten Fensterläden und abgedichteten Tür- und Mauerspäl-

ten, um dem angekündigten Giftgas zu entrinnen. In Amerika weigerten sich Bergleute, in die Stollen einzufahren. Im Süden der USA, wo die schwarze Bevölkerung vorherrschte, ging es drunter und drüber. Sogar menschliche Sühneopfer mussten aus den Händen fanatischer Sekten errettet werden. Weltweit haben sich einige tausend Menschen das Leben genommen.

Und dann die grosse Enttäuschung am Morgen des 19. Mai – es ereignete sich überhaupt nichts. Der Komet wurde in grossen Teilen Europas nicht einmal gesehen, weil dicke Wolken den Himmel verhüllten. Den folgenden Tag verbrachte man vielerorts mit Feiern und viel Jubel und Trubel wie an Silvester. Vorbei war das vermeintliche Spektakel, das schliesslich ohne Zusammenprall, ohne Vergiftung der Atmosphäre, ohne Knallgas und ohne sonstige astronomische Phänomene kläglich endete. Halley verschwand für weitere 76 Jahre. Die Folge: einige tausend wissenschaftliche Berichte erschienen mit unzähligen, zauberhaften Fotografien.

Was ist ein Komet?

«Schmutzige Schneebälle»

Kometen werden nach Fred F. Whipple, der als *der* Kometenforscher in Amerika gilt, gerne als «schmutzige Schneebälle» bezeichnet. Damit ist ihre wichtigste Eigenschaft bereits charakterisiert: Sie bestehen aus gefrorenen Gasen («Schneebällen»), die von Staub und Partikeln fester Materie («Schmutz») durchsetzt sind. Halten sie sich weit draussen im Sonnensystem auf, so sind sie kleine, unbedeutende Himmelskörper von ein paar hundert Metern bis maximal ein paar Dutzend Kilometern Durchmesser. Deswegen sind sie selbst den von Menschen mit grösster Präzision gebauten Beobachtungsinstrumenten nicht zugänglich. Nähern sie sich der Sonne aber mehr als ungefähr fünf AE¹, dann beginnen die Gase zu verdampfen und verursachen einen gasförmigen Hof um den festen Kern, der als Koma be-

1 1 AE = 1 Astronomische Einheit = ca. 150 Millionen km = mittlere Entfernung Erde-Sonne.

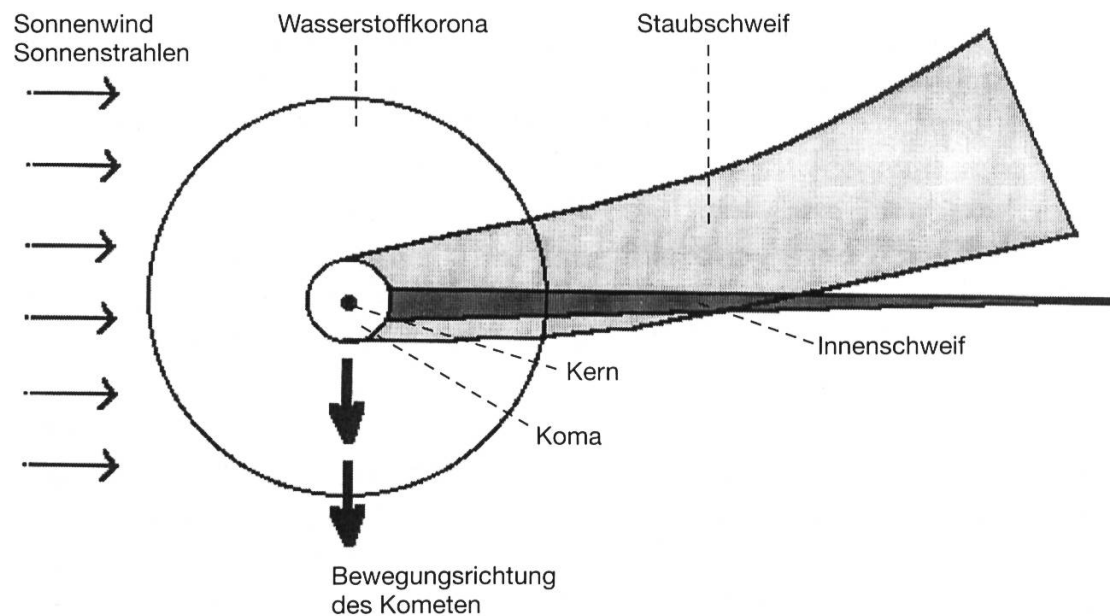


Abbildung 3: Aufbau eines Kometen. Aus dem Kometenkopf (Koma) reisst der Sonnenwind mit grosser Geschwindigkeit (einig tausend km/s) elektronisch geladene Gasteilchen und baut mit ihnen den schnurgeraden Ionenschweif auf. Viel langsamer (wenige km/s) treibt der Lichtdruck der Sonne die Staubteilchen nach hinten und verursacht den gebogenen Staubschweif.

zeichnet wird (vgl. Abb. 3). Diese Koma kann nun ohne weiteres einige tausend Kilometer Durchmesser erreichen und wird damit für den Menschen zu einem beobachtbaren Himmelskörper.

Riesige Schweife

Noch imposanter sind die Schweife; sie können sogar viele Millionen Kilometer Länge annehmen.

Wie kommt es aber zu einem für Kometen kennzeichnenden Schweif? Bei noch grösserer Annäherung an die Sonne bewirken der Sonnenwind und der Strahlungsdruck, dass die Komamaterie von der Sonne weggeblasen wird und so der charakteristische Schweif entsteht.

Dabei bläst der Sonnenwind vor allem Gasmaterie aus der Koma und verursacht so den Ionen- oder Gasschweif (Typ-I-Schweif), der geradlinig, aber vielfach strukturiert ist. Demgegenüber wirkt der Strahlungsdruck der Sonne vor allem auf die kleinen Staubpartikel

Verjatzhuuß des Cometen/so im Nouemb: indiseim 77. jar zum ersten mal gesehen worden.

Witag.



Abbildung 4: Der Komet von 1577. Dazu erschienen in Europa zahlreiche kunstvoll geschmückte Einblattdrucke, die die glanzvolle Himmelserscheinung ausführlich dokumentierten. Dieser helle Komet war sogar am Taghimmel zu sehen und soll die Bevölkerung Europas geschockt haben. Auf ihn folgten eine Menge pseudowissenschaftliche Publikationen. – Handkolorierte Zeichnung aus der Sammlung «Wickiana» der Zentralbibliothek Zürich.

und lässt so den Staubschweif (Typ-II-Schweif) entstehen, der in der Regel leicht gekrümmt ist und wenig Struktur aufweist. Der Staubschweif ist für das menschliche Auge der hellere, aber der etwas kürzere Schweif.

In neuerer Zeit hat man bei Kometen einen dritten Schweif, den Gegen- oder Antischweif, entdeckt. Dieser weist in Sonnenrichtung und besteht aus ausgestossenem Staub, der exakt in seiner Bahn und so dünn verteilt ist, dass er nur sichtbar wird, wenn die Erde genau die Bahnebene des Kometen kreuzt und der Beobachter durch die Staubscheibe blicken kann.

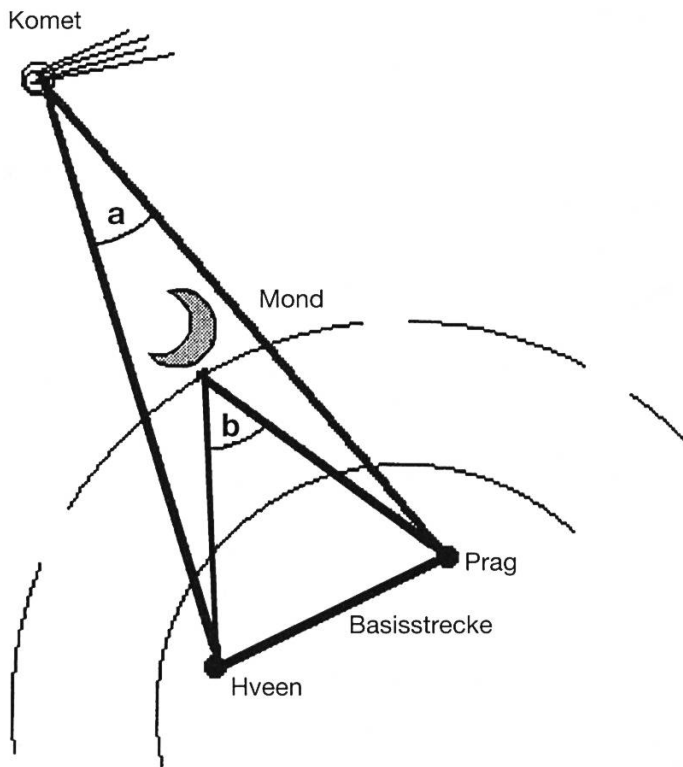


Abbildung 5: Tycho Brahe berechnete mit Hilfe seines in Prag lebenden Freundes Thaddaeus Hagecius die Entfernung des Kometen von 1577: Aus der bekannten Strecke Hveen–Prag und dem Parallaxenwinkel a, der deutlich kleiner erschien als der vergleichbare Winkel b des Mondes, konnte er nachweisen, dass Kometen generell weiter entfernt sind als unser Mond.

Kometenforschung – alte und neue Erkenntnisse

Frühere Aufzeichnungen

Aufzeichnungen von Kometen gehen bis ins 2. Jahrhundert v. Chr. zurück. Für die moderne Kometenphysik spielte der grosse Komet von 1577 (vgl. Abb. 4) eine Schlüsselrolle. Seine scheinbare Gesamthelligkeit betrug -7^m (zum Vergleich Vollmondhelligkeit: $-12,^m5$). An ihm gelang es Tycho Brahe (1546–1601), einem dänischen Astronomen, mittels trigonometrischen Berechnungen die Entfernung zur Erde abzuschätzen und nachzuweisen, dass ein Komet, nicht wie Aristoteles gelehrt hatte, der Erdatmosphäre zuzuordnen sei, sondern als interplanetarer Körper (vgl. Abb. 5) zu betrachten ist. Gut hundert Jahre später gelang es Edmond Halley, die Bahn des von ihm vorausgesagten Kometen nach den physikalischen Gesetzen der Newton'schen Mechanik zu bestimmen und die Wiederkehr «seines» Kometen für das Jahr 1758 richtig vorzuberechnen. Damit bewies er endgültig, dass Kometen zum System unserer Sonne gehören. Seither hat die Erforschung der Kometenbahnen gewaltige Fortschritte gemacht. Heute ist bekannt, dass Kometen sich vorwiegend auf parabelnahen Ellipsen um unser Zentralgestirn bewegen, und man unterscheidet zwischen kurzperiodischen (Umlaufzeit <200 Jahre) und langperiodischen Kometen (Umlaufzeit >200 Jahre).

Heutige Forschung

Mit dem langersehnten Besuch des kurzperiodischen Kometen Halley im Jahr 1986 bot sich für die Kometenforscher eine einmalige Gelegenheit, einen der helleren Kometen unseres Sonnensystems genauer unter die Lupe zu nehmen. Daher auch der riesige Aufwand der Forscher aus der damaligen UdSSR, aus Japan, aus den USA und aus Europa (Europäische Weltraumbehörde ESA)! Insgesamt sechs Raumfahrzeuge sollten an Ort und Stelle Messungen vornehmen. Besonders gespannt war man auf die Ergebnisse der Raumsonde Giotto der ESA. Diese sauste in der Nacht vom 13. auf den 14. März 1986 durch die Koma in nur 600 km Abstand vom Kern des Kometen vorbei. Während des Vorbeiflugs lieferten die elf auf der Sonde installierten Instrumente eine Fülle wertvoller Daten über den Kometen. Einige der Messungen, ganz in der Nähe des Kerns, haben zu unerwarteten und höchst überraschenden Ergebnissen geführt:

- Halley hat einen zusammenhängenden, festen Kern und nicht einen aus einer mehr oder weniger losen Sandbank wie ein Teil der Wissenschaftler vermutete.
- Der Kern hat eine unregelmässige Form; er ist kartoffel- oder erdnussförmig.
- Der Kern des Halley ist grösser als vorher angenommen, ungefähr $15 \text{ km} \times 8 \text{ km} \times 8 \text{ km}$ (Annahme früher: max. 10 km lang).
- Er ist sehr locker aufgebaut; ungefähre Dichte $0,2\text{--}0,5 \text{ g/cm}^3$ (vergleichbar mit Zigarrenasche); die Theorie vom «schmutzigen Schneeball» musste korrigiert werden.
- Der Kern hat eine extrem dunkle Oberfläche; das Reflexionsvermögen ist mit ca. 4% äusserst gering, geringer als Holzkohle; Halley ist einer der schwärzesten Körper unseres Sonnensystems; die extrem dunkle Oberfläche des Kometenkerns scheint auf das Vorhandensein organischer Materie zurückzuführen.
- Nur ca. 20% seiner sonnenbeschienenen Oberfläche ist «aktiv», der Rest ist mit einer festen Staubkruste überdeckt.
- In Sonnennähe verdampft Halley pro Sekunde ca. 18 Tonnen Gas und setzt 20 Tonnen Staub frei, aus denen sich die Koma, der Staub- und der Ionen- oder Plasmaschweif bilden.
- Die chemische Zusammensetzung des Kerns, aus der einige wichtige Komponenten (= Muttermoleküle) erstmals direkt mit Hilfe

der Sonde nachgewiesen werden konnten, sieht folgendermassen aus: Wasser (H₂O) ca. 80%, Kohlenmonoxid (CO) ca. 13–15%, Kohlendioxid (CO₂) 2%, Methan (CH₄) 1–2%, Ammoniak (NH₃) 1–2%, Stickstoff (N₂) 1–2%, Formaldehyd (H₂CO) 1%, Blausäure (HNC) 0,1% und gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe ca. 2%.

- Ein grösserer Anteil des Kometenstaubes besteht aus sehr kleinen Teilchen mit Korndurchmessern zwischen $1/1000$ und $1/10000$ mm, die von der Erde aus nicht wahrgenommen werden können, weil sie zu wenig Licht reflektieren.
- Überraschend war der hohe Anteil der Elemente Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Sauerstoff (O) und Stickstoff (N), der im Staub Halleys gefunden wurde. Diese kleinen Teilchen bestanden vorwiegend aus Verbindungen dieser Elemente, weshalb sie CHON-Teilchen getauft wurden.

Heimat der Kometen

Oort'sche Wolke und Kuiper-Gürtel

Kometen bestehen vermutlich aus Materie, die bei der Entstehung der Planeten vor rund 4,6 Milliarden Jahren in die äusseren Bereiche des Sonnensystems gewandert ist und dort die Oort'sche Wolke und den Kuiper-Gürtel bildete. Diese beiden Regionen, in denen sich vermutlich einige Milliarden oder Billionen solcher Himmelskörper von mehreren Metern bis wenigen Kilometern Durchmesser tummeln, gelten heute als Kometen-Reservoir; sind also Heimat der «schmutzigen Schneebälle». Die Heimat der Kometen befindet sich jenseits der Bahnen von Neptun und Pluto. Ihre materielle Zusammensetzung ist deshalb so interessant, weil sie seit der Bildung des Sonnensystems im wesentlichen unverändert geblieben ist.

Das erste, sonnenentfernere Reservoir ist die Oort'sche Wolke, die das Sonnensystem in einer Entfernung von 20 000 bis 100 000 Astronomischen Einheiten (= AE) kugelförmig umgibt. Aus ihr werden vermutlich die langperiodischen Kometen herausgeschleudert. Diese können demzufolge aus jeder beliebigen Richtung in Sonnennähe gelangen. Das zweite Kometen-Reservoir, der Kuiper-Gür-

tel, liegt nur noch gut 30 AE ausserhalb unseres Zentralgestirns. Es wird als Quelle für einen Teil der kurzperiodischen Kometen angesehen.

Durch Störungen der Schwerkraft der Kometen untereinander sowie durch Beeinflussung von Himmelskörpern ausserhalb des Sonnensystems werden einzelne der Kometen aus der Bahn geworfen. Teils verlassen sie dann das Sonnensystem, teils geraten sie in den Einflussbereich des Neptun. Dieser Riesenplanet vermag die aus dem Kuiper-Gürtel stammenden Kometen gerade soweit ins Innere unseres Sonnensystems zu lenken, dass sie via Uranus und Saturn zu Jupiter gelangen, der sie schliesslich endgültig in das innere Sonnensystem katapultiert und sie somit zu sogenannten kurzperiodischen Kometen macht. In weniger als 200 Jahren umkreisen sie die Sonne einmal auf elliptischen Bahnen und zwar häufig auf einer Ebene, der Ekliptik, in der die Planeten die Sonne umrunden. Mehr als 200 Jahre, ja sogar einige tausend Jahre, beträgt die Umlaufzeit der langperiodischen Kometen, die vermutlich aus der kugelförmigen Oort'schen Wolke herausgestossen werden.

Ein Komet – Verursacher der Sintflut?

Frühere Kometeneinschläge – infernalische Ereignisse

Wissenschaftler in den USA haben bewiesen, dass Massensterben in der Tier- und Pflanzenwelt regelmässig alle 26 Millionen Jahre auftreten. Periodisches Massensterben deutet auf einen Mechanismus hin, der wie ein Uhrwerk abläuft. Astronomisch gesehen handelt es sich vielleicht um einen Himmelskörper mit einer Umlaufbahn, die ca. alle 26 Millionen Jahre in die Oort'sche Wolke stösst und damit einen Kometensturm auslöst, der, falls er genügend gross ist, für die Erde sehr wohl als mögliche Katastrophe enden kann. Die Astronomen versuchen momentan einen möglichen Kandidaten zu orten. Das Problem ist nur, dass ungefähr 5000 Sterne in die engere Wahl fallen.

Der Einschlag eines Kometen auf der Erde ist, wie wir soeben erfahren haben, wahrscheinlicher als ein Lottosechser, auf den viele Millionen Menschen wöchentlich sehnhchst warten. Experten der Weltraumforschung wissen das sehr wohl. In gewissen Ländern existieren

auch fertige Pläne zur Abwehr von Weltraumbedrohungen. In einer Welt, in der Kernwaffen jederzeit bereitstehen und die ganze Menschheit bedrohen, ist es aber sicherlich richtig, vor jeder Art Kometenhysterie zu warnen.

Die Erde ist seit ihrer Entstehung vor gut 4,5 Milliarden Jahren einem tausendfachen Bombardement aus Kometen und Meteoriten (Himmelskörper aus Metallen und Gesteinen) ausgesetzt gewesen. In den letzten ungefähr 570 Millionen Jahren, in denen sich die fossilisierbaren, mehrzelligen Lebewesen erst so richtig entwickeln konnten, sind neben vielen kleineren rund ein Dutzend gewaltige kosmische Einschläge bekannt. Jeder dieser Einschläge war für die Erde ein infernalisches Ereignis, verbunden mit einem weltweiten Massensterben unter den Lebewesen.

Beim Einschlag an der Perm/Trias-Grenze vor ca. 250 Millionen Jahren starben vermutlich 93% aller Arten aus. Dem End-Kreide-Einschlag vor 65 Millionen Jahren in Mexiko erlagen auf einen Schlag 63% aller Arten, darunter auch die legendären Dinosaurier. Diese Astrokatastrophen sind in der Erdgeschichte für die Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt ganz normale, aber entscheidende Ereignisse.

Die Sintflut-Hypothese

Und nun zur Sintflut-Hypothese, ein interdisziplinäres Thema! Erst in neuester Zeit erzielten Naturwissenschaftler einen Durchbruch in dieser Angelegenheit, indem sie Materialien sowohl aus Mythologie (grosse Anzahl Sintflutmythen, die zwischen 1870 und 1930 gesammelt, aber nie ausgewertet wurden), Völkerkunde und Archäologie (Siedlungsunterbrechungen von 500 Jahren in Städten) als auch aus den neuesten Untersuchungen der Geologie (geologische Nachweise für junge Einschläge auf der Erde, neue exakte Altersdatierungen) und Astronomie (neue Erkenntnisse über Kometen, Meteoriten und deren Auswirkungen bei Einschlägen auf Himmelskörper) miteinander verglichen. Aus all dem kann folgender Ablauf des Sintflutereignisses angenommen werden:

Ursprung ist ein Komet mit langem Schweif, der auf seiner Reise Richtung Erde in sieben Haupttrümmer (vgl. Abb. 6) und in viele kleinere Splitter zerbrochen war. Der Komet muss vor der Sonnen-

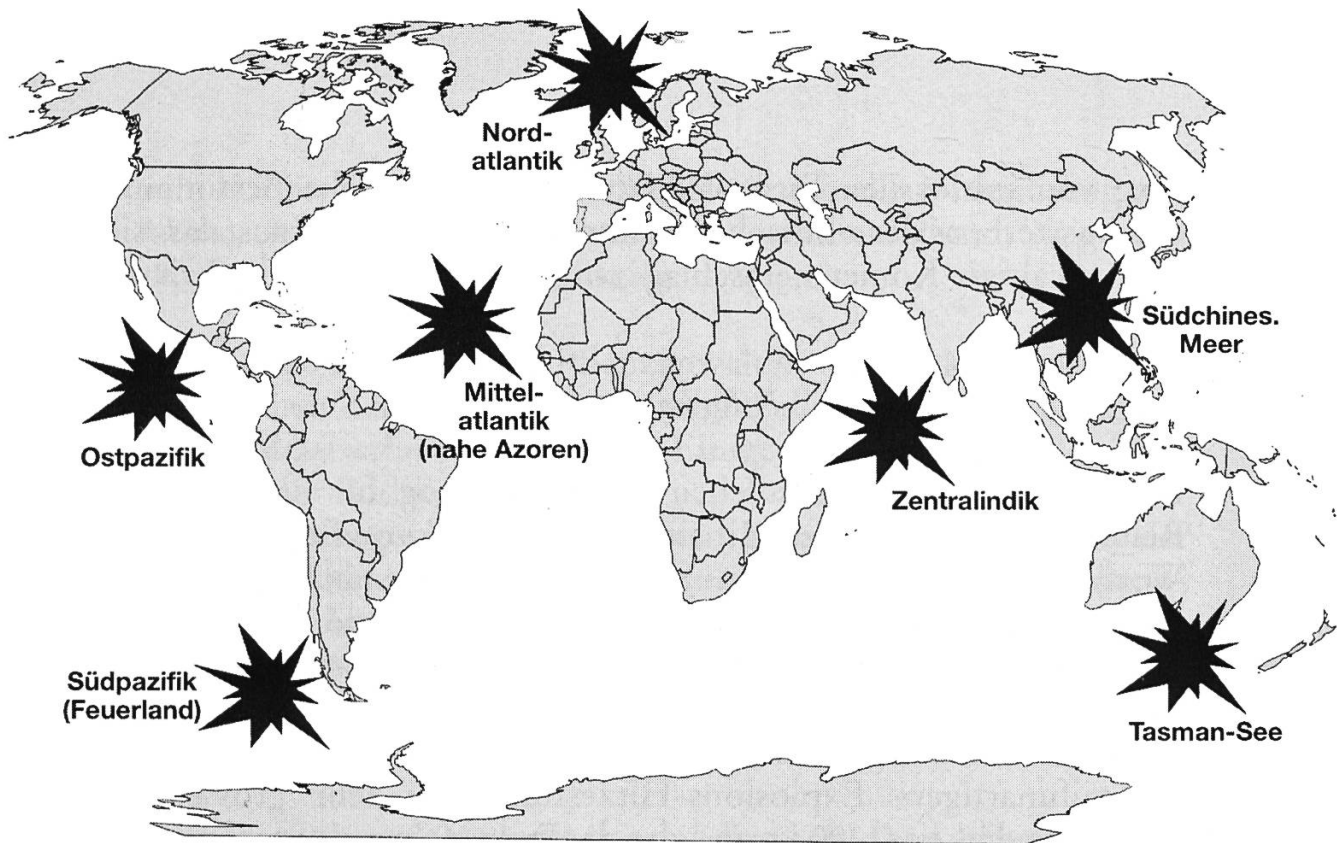


Abbildung 6: Die vermutlichen Lokalitäten der sieben Haupttreffer des Sintflut-kometen. Sie befinden sich allesamt im Meeresbereich der Erde.

passage beim Durchqueren des Schwerefeldes von Jupiter in sieben Hauptteile zerlegt worden sein, ehe diese mit einer zeitlichen Distanz von 24 und mehr Stunden auf der Erde aufschlugen. Die Ausmasse der Katastrophe sprechen für einen Kometen mit einem Durchmesser von über drei Kilometern.

Wie und wo kamen die riesigen Fluten der Sintflut zustande? Abbildung 6 lüftet innert Kürze das Geheimnis und zeigt uns die Lokalisierung der Einschläge. Die sieben Haupttreffer gingen allesamt in den Weltmeeren nieder und verursachten die gewaltigen Überflutungen, die allerdings regional sehr unterschiedlich ausfielen. Aufgrund des roten Salpetersäureregens (siehe Kapitel Folgekatastrophen), der umliegende Land und Meer rotbraun färbte, konnten die Einschlagspunkte lokalisiert werden. Auf dem Festland schlugen nur kleinere Brocken ein, wie der uns nächstliegende, terrestrische Einschlagskrater von Köfels im Tirol zeigt.

Fast noch von grösserem Interesse war die Ermittlung des Zeitpunktes der Einschläge. Mittels modernster Untersuchungsmethoden (C-14-Methode, Datierung der Säurehorizonte in Grönlands Eisbohrkernen, C-14-Maximum bei der dendrochronologischen Prü-

fung von subfossilen Eichenstämmen, radiometrische Bestimmung des Aussterbens der sibirischen Mammute) fand man heraus, dass sich der gewaltige Kometeneinschlag vor 9545 Jahren ereignet haben muss.

Folgekatastrophen

Eine Astrokatastrophe solchen Ausmasses zog für die Erde eine Reihe Folgekatastrophen mit sich. Im Abstand von Stunden, Tagen, Wochen und Jahren folgten auf der Erde verheerende Ereignisse, die aufgrund der grossen Geschwindigkeit (60 km/s) und der damit verbundenen hohen Energie zustande kamen. Stichwortartig sieht die Reihenfolge ungefähr so aus:

- Weltbeben mit gigantischem Ausmass;
- «taifunartiger» Explosions-Hitzesturm mit sehr grosser Geschwindigkeit (1200 km/h), der die Erde mehrmals umrundete;
- gehäufte Vulkanausbrüche an exponierten Lagen (z.B. Westseite Amerikas);
- Weltenbrand, verursacht durch einen Feuersturm und glühende Explosionstrümmer, trocknete mit seiner grossen Hitze von über 1500°C die Flüsse auf den Kontinenten aus und schmolz sogar Erzadern auf;
- sehr hohe Flutwelle, die sich durch das Einschlagen der Kometenbruchstücke bildete, ergoss sich, zum Teil kochend heiss, in das Landesinnere nicht von Gebirgen geschützter Erdteile;
- ein- bis zweiwöchige Impaktnacht innert ca. 2–3 Tagen nach dem Einschlag, entstanden durch den Explosionsstaub und durch die Rauchschwaden des Weltenbrandes;
- Impaktwinter als Folge der Auswirkungen der Impaktnacht, denn die Abschirmung der Sonnenstrahlen verursachte eine Temperaturabnahme von einigen Grad pro Tag und einen immerdauernden Winter von 2–3 Jahren;
- lang anhaltende Umweltvergiftung durch den Salpetersäureregen, entstanden aus Wasserdampf und Stickoxyden, der in der Mythologie oft als ätzender, rotbrauner «Blutregen» dargestellt wird. Es entstanden durch den Weltenbrand weitere Riesenmengen an Pyroxin und Dioxin sowie Salz- und Schwefelsäure aus dem Inhalt der Weltmeere;

- erhöhte Strahlung aus dem Weltall durch die Vernichtung der Ozonschicht und ein Anstieg der Radioaktivität durch Steigerung der Radiokarbon-Gasproduktion.

Für das Leben der Tier- und Pflanzenwelt sowie der Menschheit der vorchristlichen Zeit (Steinzeit) verursachte diese Kette von Katastrophen eine drastische Dezimierung. Einige Arten verschwanden für immer von der Bildfläche der Erde.

Ob die oben geschilderte Kometen-Katastrophe tatsächlich der Sintflut des Alten Testaments entspricht, ist noch nicht vollends nachgewiesen. Immerhin weisen immer mehr neueste Forschungsergebnisse der Naturwissenschaftler darauf hin!

Ein Komet – Verursacher aber auch des Lebens?

Kometen sind nicht nur Zerstörer grossen Ausmasses, sie sind möglicherweise auch die «Schöpfer» des Lebens auf unserer Erde. In den Schriften der Naturwissenschaften und der Mythologie werden die Auswirkungen, die ein Komet auf das Leben haben soll, meist von der negativen Seite gesehen. Einer der ersten, der auch positiv über die Kometen dachte, war Isaac Newton im 17. Jahrhundert. Er vermutete bereits damals, dass Kometen hauptsächlich aus Wasser bestehen und dass der Dampf, der aus einem Kometenschweif austritt, schliesslich auf die Erde falle und für das Leben auf der Erde existentiell notwendig sei. Heute versuchen britische Astrophysiker zu belegen, dass Kometen riesige Ansammlungen von tiefgefrorenen Bakterien seien. Diese prallten vor vielen hundert Millionen Jahren bei einem Kometenaufschlag auf die Erde und könnten den Ursprung der ersten vollwertigen Lebenszelle gewesen sein. Logischerweise müssen wir Menschen damit rechnen, dass seither Hunderte oder Tausende von Kometen ihren lebensspendenden Kometenstaub auf uns herabregnen liessen. Diese kosmischen Partikel fallen in die Atmosphäre, werden durch Regen und Schnee weitertransportiert und von Pflanzen, Tieren und Menschen aufgenommen. Vermutlich sind wir von ihnen umgeben, essen sie und atmen sie ein. Wir bestehen aus ihnen und geben sie an künftige Generationen weiter.

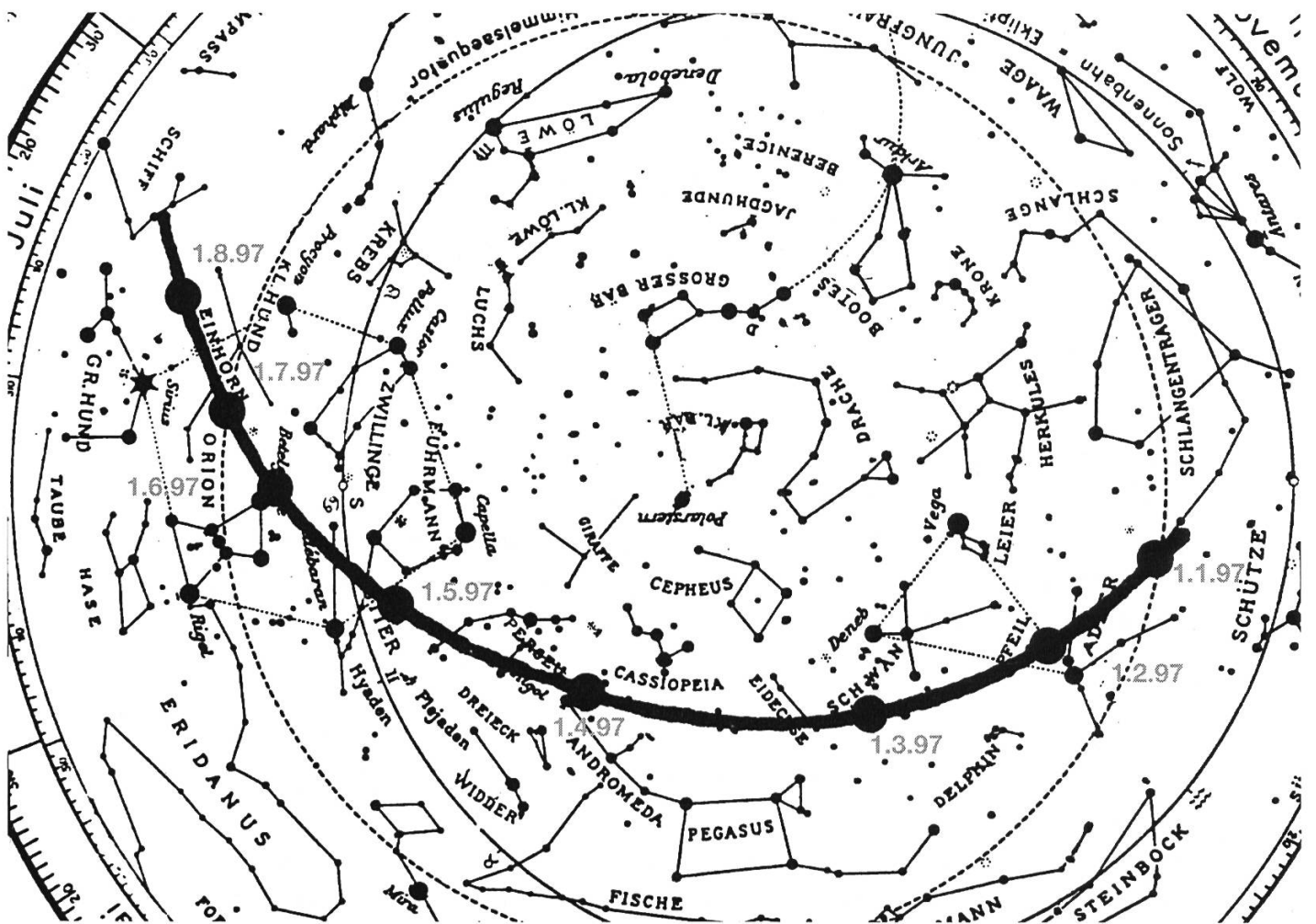


Abbildung 7: Die Bahn des Kometen Hale-Bopp 1997 unter den Sternen.

Hale-Bopp – der Rekordverdächtige!

Astronomisches Ereignis des Jahres 1997!

In der Nacht vom 22. zum 23. Juli 1995 entdeckten unabhängig voneinander und bloss wenige Minuten auseinander die beiden amerikanischen Himmelsbeobachter Alan Hale, ein ausgebildeter und damals arbeitsloser Astronom, sowie Thomas Bopp, ein Hobbyastronom, einen Kometen, der schliesslich zum astronomischen Ereignis des Jahres 1997 werden sollte.

Für uns Mitteleuropäer ging Ende Mai 1997 eine aussergewöhnliche Zeit zu Ende: Selten in der Geschichte war ein so heller Komet mehrere Wochen lang in bester Position am Morgen- und Abendhimmel zu bewundern. Die ganze Öffentlichkeit hatte wie seit Jahrzehnten nicht mehr an einem astronomischen Spektakel teilgenom-

men. Wahrscheinlich wurde noch kein Komet weltweit so intensiv beobachtet wie Hale-Bopp. Wohl kaum ein Zeitgenosse dürfte es geschafft haben, dieses Ereignis zu übersehen.

Hale-Bopp – der Unübersehbare!

An Hale-Bopp ist aussergewöhnlich, dass er sich im Juli 1995, zum Zeitpunkt seiner Entdeckung, noch ausserhalb der Jupiterbahn, also ungefähr eine Milliarde Kilometer oder 7,2 Astronomische Einheiten von der Sonne entfernt, im Sternbild Schütze, aufhielt. Bei seiner Entdeckung war Hale-Bopp bereits ein Objekt 11. Grössenklasse, d.h. rund 100mal weniger hell als ein Stern 6. Grösse, den ein Mensch in einer dunklen Nacht gerade noch mit blossen Auge wahrnehmen kann. Noch nie ist von Amateurastronomen ein Komet so weit draussen im Sonnensystem entdeckt worden. Der Grund liegt in seiner Grösse. Mit Hilfe von Aufnahmen des Hubble-Space-Teleskopes berechnete man einen Kerndurchmesser zwischen 27 und 42 Kilometern. Damit ist er möglicherweise der grösste je entdeckte Komet.

Als Hale-Bopp 2,9 AE von der Sonne entfernt war, konnten Astrophysiker mittels Infrarotaufnahmen die leichtflüchtigen Moleküle identifizieren, die von der eisigen Oberfläche des Kometenkerns abdampften. Die drei Hauptsubstanzen Wasser (H_2O), Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO_2) waren in einem Mengenverhältnis von 10 : 6 : 2 gemessen worden. Wegen der hohen Flüchtigkeit von CO und CO_2 dürfte dies aber nicht der exakten Zusammensetzung des Eises im Kern entsprechen.

Bei der Annäherung von Hale-Bopp an den Riesenplaneten Jupiter im März 1996 wurde er gravierend beeinflusst. Betrug seine letzte Umlaufzeit 4200 Jahre, so wird er das nächstemal bereits in ungefähr 2500 Jahren in Sonnennähe erscheinen. Sein Aphel – sonnenfernster Punkt seiner Bahn – wird sich von ca. 300 AE auf deren 185 verkleinern. Den sonnennächsten Punkt – das Perihel – erreichte der Komet am 1. April 1997, als er sich bis auf 0,914 AE näherte. Den erdnächsten Punkt hatte er kurz vorher, am 22. März, durchbrochen. Bis Anfang Mai befand er sich nördlich der Erdumlaufbahn, der Ekliptik, weshalb er von der nördlichen Halbkugel beobachtet werden konnte. Hätte er fünf Monate früher die Ekliptikebene durchstossen, wäre er

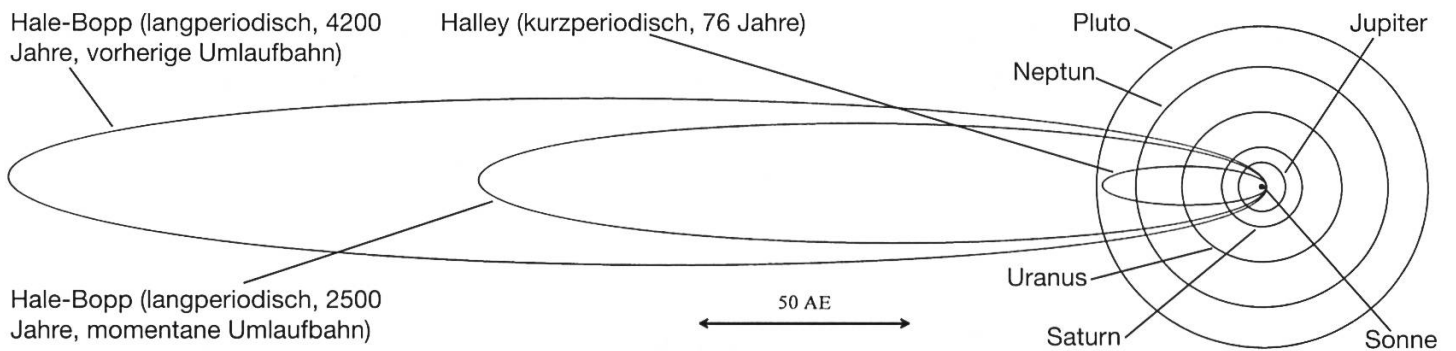


Abbildung 8: Die Umlaufbahnen der Kometen Hale-Bopp und Halley im Grössenvergleich mit den äusseren Planeten. Zu beachten ist, dass die zwei Umlaufbahnen von Hale-Bopp ungefähr senkrecht zu den Umlaufbahnen der Planeten verlaufen. Auch die Bahn von Halley verläuft schief zu den Umlaufbahnen der Planeten (= Ekliptik). Zudem sind die Bahnen von Hale-Bopp und Halley verschieden ausgerichtet.

der Erde bis auf 0,15 AE nahegekommen. Der Komet wäre noch um ein Vielfaches eindrucksvoller gewesen.

Fiel die Helligkeitsentwicklung 1996 noch hinter den gewünschten Werten zurück, lief er dann im Frühling 1997 mit einer Maximalhelligkeit von $-0,^m7$ bis $-1,^m0$ zur Höchstform auf. Er dürfte damit der dritthellste Komet aller Zeiten gewesen sein. Nur die Kometen von 1577 und 1723 waren vermutlich heller. Einen Rekord hatte er gleichwohl aufgestellt: Noch nie war ein Komet so lang (7 Wochen) und gleichzeitig so hell ununterbrochen am Himmel zu sehen.

Hale-Bopp schwitzte gewaltig!

Als Hale-Bopp am 1. April 1997 den sonnennächsten Punkt seiner Bahn durchlief, hatte sich der Kometenkern so weit erwärmt, dass Wasser direkt in grossen Mengen von seiner Oberfläche verdampfte. Dabei verlor er pro Sekunde einige 100 Tonnen Material. Trotz seines enormen Aderlasses verfügt er aber noch über ausreichend Substanz, um einige dutzendmal als heller, die Menschen in Furcht und Freude bringender Schweifstern wiederzukehren. Tatsache ist, dass er bei jedem neuen Gastspiel aufgrund seines Gewichtsverlustes weniger leuchtstark und demzufolge weniger eindrucksvoll auftauchen wird. Es kann sogar passieren, dass er von einem grösseren Planeten vollständig eingefangen wird, auseinanderbricht und abstürzt, so wie es

dem Kometen Shoemaker-Levy-9 im Juli 1994 ergangen ist. Innerhalb von einer Woche stürzten zwanzig Fragmente dieses Kometen auf Jupiter und erzeugten gewaltige, aufsehenerregende Explosionen, die von atompilzähnlichen Auswürfen begleitet wurden.

Was die Staubproduktion angeht war Hale-Bopp gut 100mal aktiver als Halley 1986. Für die Längen des Gas- und Staubschweifes mass man maximal 20 Grad, was einer Länge von 120 bis 150 Millionen Kilometern entspricht. Dabei erschien der blaue Gasschweif meist länger als der nach rechts wegzeigende Staubschweif.

Ist Hale-Bopp bei uns in Erinnerung geblieben?

Der Komet Hale-Bopp wurde vorwiegend von der Bevölkerung der nördlichen Hemisphäre bestaunt. Allein mit China, Indien, USA, Russland und Europa beheimatet sie den Hauptteil der Weltbevölkerung. Hale-Bopp kann ohne weiteres als meistgesehener Komet aller Zeiten angesehen werden.

Ist Hale-Bopp aber auch im Luzerner Hinterland beachtet worden? Ist sein Name in Erinnerung geblieben? Welche Art von Himmelskörper war er? Woraus bestand er? Hat er oder wird er auf das Leben der Menschen eine Auswirkung ausüben? Diese Fragen waren Bestandteil einer Umfrage, die bei 100 Personen (43 Personen zwischen 17 und 19 Jahren, 57 Personen zwischen 20 und 70 Jahren) Ende August 1997 im Schulkreis der Kantonsschule Willisau von der Klasse R6 durchgeführt wurde. Das Ergebnis sieht folgendermassen aus:

- Der Name «Hale-Bopp» war bei 80% der Befragten, bei den unter 20jährigen sogar zu 90%, noch bekannt. Falsche Namen wie Halley-Bopp, Hally-Bob, Hil-Bob, Bop-Hale, Halley Smith und Zentauri deuteten auf eine Verwechslung mit dem berühmten «Halley» hin.
- Dass Hale-Bopp ein Komet war, wussten immerhin noch 83% der Befragten. Etwa ein Drittel der Falschbeantworter kannte keinen entsprechenden Namen, ein weiteres Drittel verwechselte ihn mit Meteoriten und das letzte Drittel versuchte es mit weiteren Begriffen wie Stern, Planet oder Meteor.
- Die Frage, die sich auf die chemische Zusammensetzung von Hale-Bopp bezog, beantworteten gut die Hälfte (51%) einigermaßen richtig. Sie wussten, dass Kometen vorwiegend aus Eis be-

stehen. Viele davon wussten zusätzlich, dass andere Elemente (metallische und organische) auch in geringen Mengen vorhanden sind.

- Kannte man noch weitere verwandte Himmelskörper von Hale-Bopp? Immerhin 61% der Befragten konnten einen richtigen Verwandten von Hale-Bopp nennen. Der Halleysche Komet wurde erwartungsgemäss mit Abstand am häufigsten (43mal) erwähnt. Andere richtige Namen lauteten: Hyakutake oder ähnlicher Name (9mal), Shoemaker-Levy-9 (4mal) und Kohoutek (2mal). Daneben tauchte eine ganze Palette völlig falscher Himmelskörper auf: Meteorit, Planetoid, Weihnachtsstern (mehrmals), Poseidon, Bobi-Dick (?), Swift-Tuttle (?), Polarstern, Sirius, Sternschnuppe (mehrmals) und die Namen der Planeten.
- Die Frage nach weiterem Wissen über Hale-Bopp beantworteten 38% gut bis sehr gut und 40% befriedigend. 22% der Befragten konnten keine zusätzliche Angaben machen.
- Glaubten die Befragten überhaupt an eine positive oder negative Auswirkung einer Kometenerscheinung auf das Leben der Menschen? Mehr als die Hälfte (53%) aller Befragten verneinte diese Frage deutlich. Ein Fünftel war unsicher und beantwortete sie mit einem «vielleicht» oder mit einer ähnlichen Angabe. Der Rest (27%) glaubte an eine Beeinflussung des Menschenlebens durch einen solchen Himmelskörper. Nicht von der Hand zu weisen waren sicher diejenigen Antworten, welche das Erscheinen eines solchen Himmelskörpers als positiv anschauten, indem eben wegweisende Neuigkeiten auf dem Gebiet der Forschung zu erwarten waren.

Faszination, Staunen und Neugier sind ebenso sicher, wenn ein Komet an der Erde vorbeisaust. Sogar Leben sollen Kometen auf die Erde bringen! Unter den negativen Auswirkungen seien folgende erwähnt:

- Angst vor Kometeneinschlägen, die das Leben der Menschen auslöschen;
- Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Angstzustände, Lachanfalle;
- Verursacher psychischer Störungen;
- Unglücksboten, die Katastrophen und Kriege ankündigen;
- Neugründungen von Sekten, Massensterben in Sekten und Weltuntergangsprophezeiungen durch Sekten;

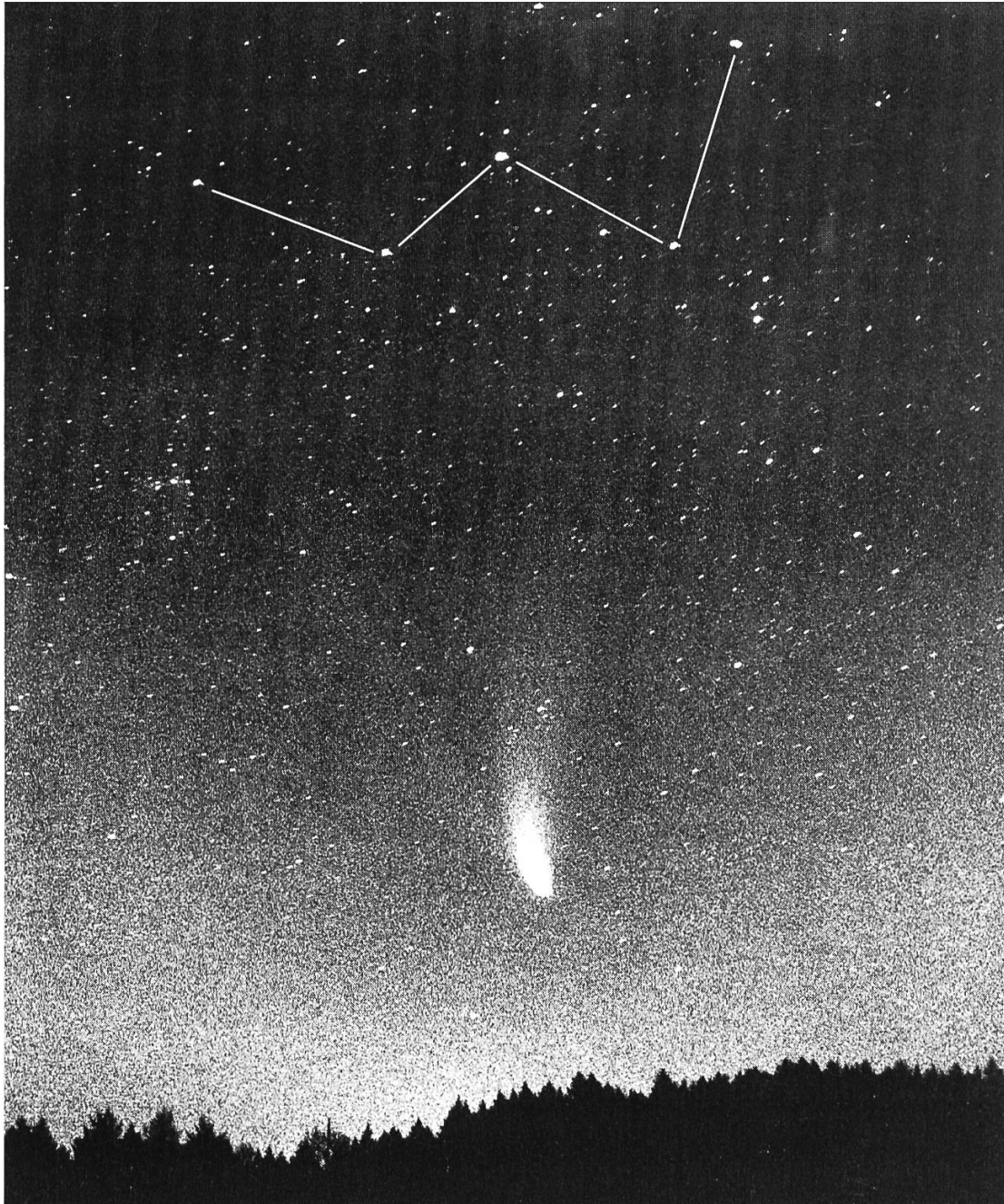


Abbildung 9: Der Komet Hale-Bopp, fotografiert auf dem Vorberg (südlich von Wil-lisau) am Morgen des 1. April 1997. Der lange, bläuliche, auf dem gedruckten Bild kaum sichtbare Ionen- oder Plasmaschweif, besteht aus Gasen, die durch das Sonnenlicht ionisiert und damit zum Leuchten angeregt werden. Das mit dem Sonnenwind mitgeführte Magnetfeld bläst die vom Kometenkern ausgestossenen, geladenen Atome und Moleküle stets von der Sonne weg, so dass mit dem entstandenen Schweif (insbesondere mit dem geraden Ionenschweif) leicht die Position der Sonne (momentan unten rechts) und somit auch die ungefähre Uhrzeit (in diesem Fall: 05.00 Uhr) bestimmt werden kann. Feste Partikel hingegen drückt die Sonnenstrahlung in den kürzeren, leicht gekrümmten Staubschweif, der nur leuchtet, weil er das Sonnenlicht reflektiert. Die Länge der Schweife betrug zu diesem Zeitpunkt ungefähr 120 Millionen Kilometer. Oben im Bild erkennt man die Cassiopeia (vgl. Fig. 7), die zu den zirkumpolaren, d. h. ganzjährig sichtbaren Sternbildern gehört.



Abbildung 10: Stark vergrösserte Aufnahme von Hale-Bopp vom 31. März 1997, 22.00 Uhr. Der gebogene Staubschweif ist nach rechts oben gerichtet; der gerade Ionenschweif zeigt nach oben in die Mitte.

- Anstieg der Selbstmordrate;
- Verursacher von Grippewellen durch eingeschleuste Bakterien;
- negative Auswirkung auf abergläubische Menschen;
- negative Auswirkungen wie zum Teil beim Mond.

Schlussgedanke

Hat Hale-Bopp unser Leben nun wirklich verändert oder wird er es noch tun? Weissager oder religiöse Extremisten, die regelmässig verrückte Prophezeiungen verbreiteten, erlitten bis zum heutigen Zeitpunkt Schiffbruch. Der Weltuntergang fand wieder einmal nicht statt, obwohl sich eine Menge Menschen vorher das Leben genommen hatte. Gerade aber diesmal hat der einfache Bürger dank Hale-Bopp und einer naturwissenschaftlich weltoffenen, meist sachlichen Medienlandschaft begriffen: Bei Kometen geht die Welt nicht unter!

Ob Hale-Bopp nun der (fast) hellste oder der schönste, der grösste oder der meistgesehene Komet war, können selbst die Astronomen nur unvollkommen beantworten. Auf jeden Fall war er ein Glücksfall für Berufs- und Hobbyastronomen, aber auch für Lehrer, Schüler und die übrigen Menschen, insbesondere Nachtschwärmer und Liebespaare, die dank ihm ein gutes Stück praktische Astronomie erleben durften.

Literatur:

- Allgeier Kurt* (1985): Der Halleysche Komet. Stern von Bethlehem oder Zuchtrute Gottes. 175 Seiten. Wilhelm Heyne Verlag München.
- Calder Nigel* (1981): Das Geheimnis der Kometen. Wahn und Wirklichkeit. 176 Seiten. Umschau Verlag Frankfurt am Main.
- Fischer Daniel* (1996): Zur Entdeckung des Kometen Hale-Bopp. In: *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* 6/1996. Erhard Friedrich Verlag Seelze/D.
- Friedrich Peter u. Susanne, Puchta Ralph* (1996): Uralt und eiskalt. In: *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* 6/1996. Erhard Friedrich Verlag Seelze/D.
- Griesser Markus* (1985): Die Kometen im Spiegel der Zeiten. Eine Dokumentation. 224 Seiten. Hallwag Verlag Bern und Stuttgart.
- Hopf Kurt* (1997): Hale-Bopp – ein Rekordkomet? In: *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* 4/1997. Erhard Friedrich Verlag Seelze/D.
- Hügli Ernst, Roth Hans u. Städeli Karl* (1996): Der Sternenhimmel 1997. Astronomisches Jahrbuch für Sternfreunde. Birkhäuser Verlag Basel-Boston-Berlin.
- Kretlow Mike* (1994): 20 Kometenfragmente stürzten auf Jupiter. In: *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* 6/1994. Erhard Friedrich Verlag Seelze/D.
- Reichert Uwe* (1997): Der Komet Hale-Bopp – eine erste Bilanz. In: *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* Mai/1997. Erhard Friedrich Verlag Seelze/D.
- Sagan Carl u. Druyan Ann* (1985): Der Komet. 334 Seiten. Droemersch Verlagsanstalt Th. Knaur Nachf. München.
- Schulz Rita u. Stüwe Joachim A.* (1995): Raketen zu Kometen. In: *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* 5/1995. Erhard Friedrich Verlag Seelze/D.
- Time-Life Redaktion* (1991): Kometen, Asteroiden und Meteoriten. Buchreihe Reise durch das Weltall. 144 Seiten. Time-Life Bücher Amsterdam.
- Tollmann Alexander* (1996): Ein Komet – Ursache der Sintflut. In: *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* 6/1996. Erhard Friedrich Verlag Seelze/D.

Adresse des Autors:

Dr. Bruno Bieri
Kantonsschullehrer
Grundmühle 5
6130 Willisau

