©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen
Band 24, S. 19–30, 1998

Komet Hale-Bopp auf dem Oldendorfer Berg

Erwin Heiser

Kurzfassung: In der Zeit vom 5.9.96 bis 2.5.97 wurden die Veränderungen in der inneren Koma von Hale-Bopp in einem Gesichtsfeld von 3x4 Bogenminuten mit dem 60 cm Cassegrain der Sternwarte des Naturwissenschaftlichen Vereins Osnabrück und einer ST-6 von SBIG ohne Filter beobachtet.

Abstract: A set of CCD-frames, made with the 60 cm Cassegrain of the Observatory of the Natural Science Association Osnabrück and a SBIG ST-6 without filters, shows strong variations in the inner coma of Hale-Bopp in a 3x4 arc minutes wide field.

Key words: comet Hale-Bopp, coma, jets, envelopes

Autor:
Erwin Heiser, Rosengasse 9, 49082 Osnabrück

Komet Hale-Bopp (C/1995 O1) wurde von zwei Amateuren am 23.7.1995 in einer Entfernung von 7.2 AE von der Sonne im Sternbild Schütze entdeckt. Seine Helligkeit der 10. Größenklasse bei der Entdeckung ließ eine ungewöhnlich helle Kometenerscheinung in Sonnennähe erwarten.

Hale-Bopp umkreist die Sonne in einer langgestreckten, nahezu senkrecht zur Erdbahn (Ekliptik) ausgerichteten Ellipse. Seine Umlaufzeit um die Sonne betrug vor Eintritt in das Planetensystem ca. 4.200 Jahre, nach Verlassen des Sonnensystems – modifiziert durch Störungen von Seiten der Planeten – werden es nur noch 2.380 Jahre sein. Abb. 1 vergleicht die Kometenbahn mit dem Planetensystem.

Der Komet näherte sich steil von Süden her und überschritt am 27.2.96 die Ekliptik nach Norden. Am 23.3.97 erreichte er im Abstand von 197 Mio km die größte Erdnähe, gleichzeitig auch die größte nördliche Deklination mit knapp 46 Grad. Um diese Zeit war er zirkumpolar, also die ganze Nacht durch zu sehen. Eine Woche später, am 1.4.97, durchlief er den sonnennächsten Punkt (Perihel) mit 137 Mio km Abstand von der Sonne. An diesem Tage war er schon wieder 202 Mio km von der Erde entfernt. Am 6.5.97 passierte er die Ekliptik nach Süden und begann, für Beobachter auf der nördlichen Hemisphäre unsichtbar zu werden.

Die Aufnahmen wurden mit der ST-6 CCD-Kamera ohne Filter am 60 cm Spiegelteleskop gemacht, Belichtungszeiten von 1 bis 20 Sekunden. Bei einer Brennweite von 7.50 m ergibt sich ein Gesichtsfeld von 3x4 Bogenminuten, das also nur den innersten Bereich der Koma abbildet. Wenn es zutrifft, daß der Staubschweif unter günstigsten Sichtbedingungen 46 Grad lang war, dann beträgt die Bildhöhe der vorliegenden Aufnahmen nur 1/900 der maximalen Schweiflänge. Die Bilder geben daher den

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

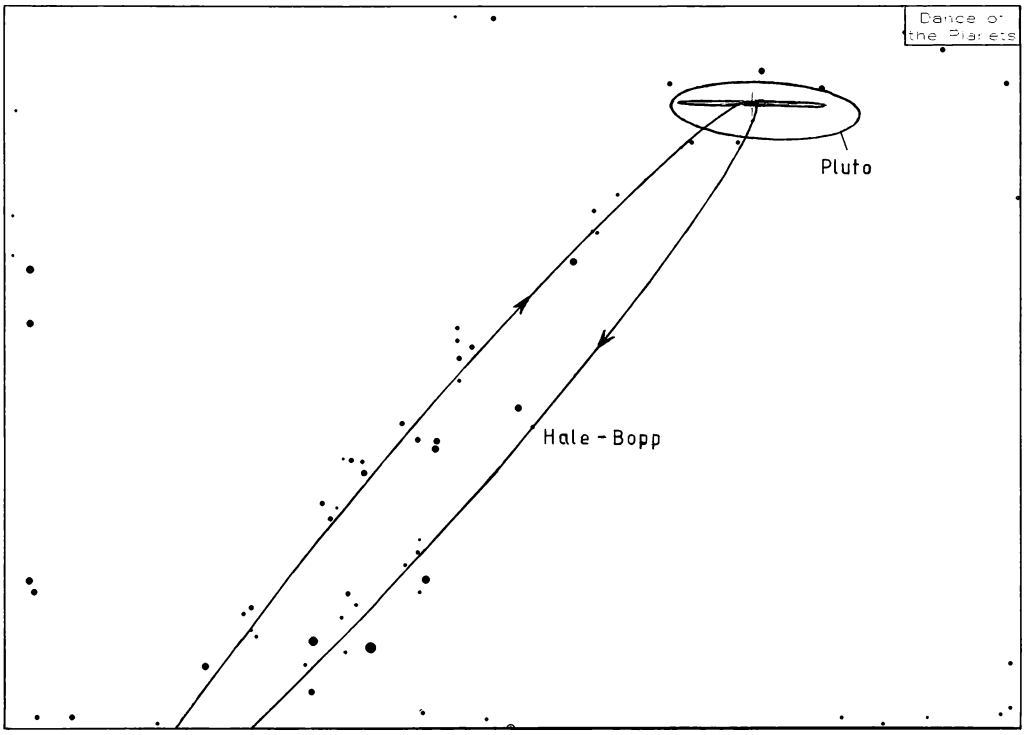


Abb. 1: Lage und Größe der Bahn von Hale-Bopp relativ zum Planetensystem. Blick aus der Ekliptik senkrecht auf die Kometenbahn

Kometen so wieder, wie ihn die meisten Betrachter mit bloßen Augen oder Feldstecher nicht gesehen haben. Die Bildverarbeitung erfolgte mit MIRA von Axiom Research, alle CCD-Bilder sind Bildschirmfotos.

Welcher Teil des Kometen durch die CCD-Aufnahmen dargestellt wird, läßt sich mit einem konventionellen Foto mit dem 60 cm Spiegel am besten zeigen (Abb. 4). Während der Vergrößerung dieser Aufnahme in der Dunkelkammer wurde die rechte Bildhälfte länger belichtet, damit die Kernregion und die hellen Bögen besser sichtbar werden. Die CCD-Aufnahmen umfassen nur ein kleines Rechteck um den „Kern" und schließen die nach unten – auf die Sonne zu – gerichteten Bögen mit ein. Die linke Bildhälfte von Abb. 4 zeigt, daß überall dort, wo auf den CCD-Aufnahmen schon dunkler Himmel zu sein scheint, tatsächlich noch eine relativ helle Koma vorhanden ist. Die Durchmesserangaben der Koma bei den Aufnahmen beziehen sich also nur auf die jeweils dort sichtbare Koma, nicht auf ihre tatsächliche Größe. Und außerdem erstreckt sich der vor dem Kern liegende Teil des Kometen viel weiter auf die Sonne zu als die Bögen auf den übrigen Aufnahmen erahnen lassen. Im übrigen handelt es sich bei der auf allen Aufnahmen sichtbaren zentralen Kondensation nicht um den Kern des Kometen, sondern um den hellsten Teil der Staubwolke, die den Kern umgibt. Diese Wolke hat auf den Abb. 5–16 durchweg einen Durchmesser von ca. 10.000 km, der darin verborgene feste Kern jedoch nur etwa 40 km.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

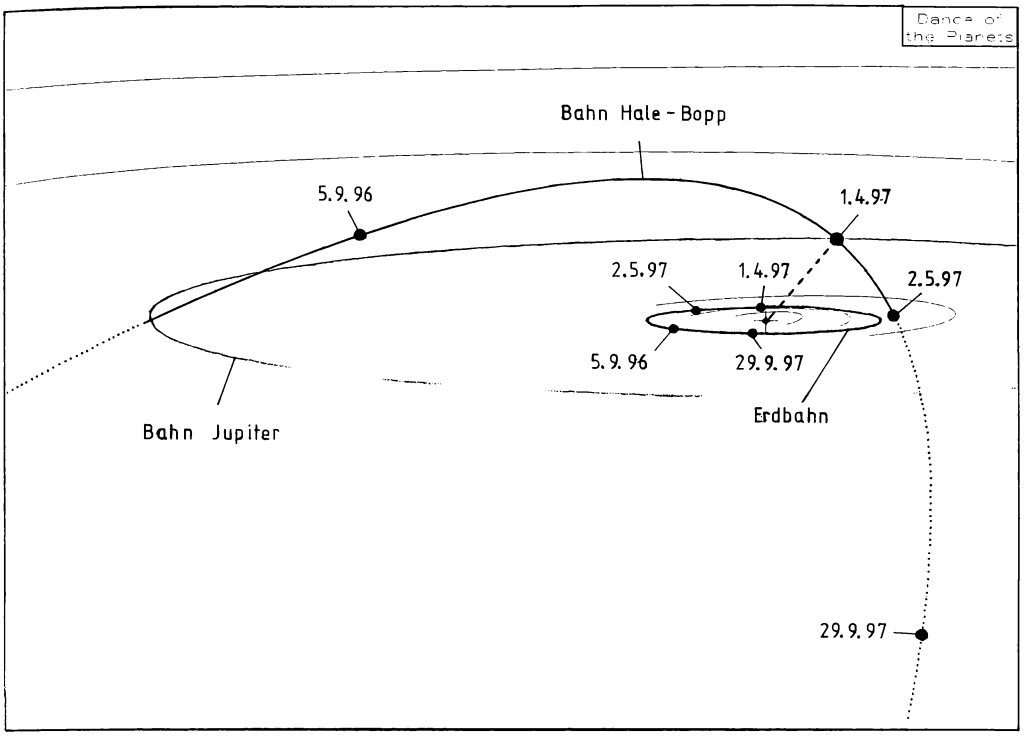


Abb. 2: Blick senkrecht auf die Kometenbahn aus einer Richtung 6 Grad über der Ekliptik. Erd- und Kometenpositionen an vier Tagen. Die dick gestrichelte Verbindung zwischen Sonne und Komet am 1.4.97 ist die Perihelentfernung von 137 Mio km

Die Aufnahmen in der Sternwarte auf dem Oldendorfer Berg begannen am 5.9.96 und endeten am 2.5.97. Die Bewegung von Erde und Komet in dieser Zeit sind in Abb. 2 dargestellt. Maßstab für die Kometenbahn ist die gestrichelt eingezeichnete Perihelditanz am 1.4.97 von 137 Mio km. Die jeweilige Entfernung zwischen Erde und Hale-Bopp ist schwieriger abzuschätzen, da der ferne Betrachter im Weltall nur 6 Grad über der Ekliptik steht. Die Erdbahn erscheint daher sehr stark elliptisch. Die Bewegung der Erde erfolgt entgegen dem Uhrzeigersinn, so daß die Erde dem Kometen nach den ersten Aufnahmen im September 1996 dem Kometen davonlief. Aus den Entfernungsangaben in den Bildlegenden der ersten beiden Aufnahmen kann entnommen werden, daß sich wegen dieser Umstände die Entfernung zwischen Erde und Komet von 426 Mio km am 5.9.96 auf 449 Mio km am 6.10.96 erhöhte, während sich die Entfernung zu Sonne in dieser Zeit um 53 Mio km verringerte.

Von der Erde aus betrachtet (Abb. 3), bewegte sich Hale-Bopp in der Zeit vom 2.9.96 bis 29.9.97 durch die Sternbilder Schlangenträger, Adler, Schwan, Andromeda (Perihel), Perseus, Stier, Orion, Großer Hund und Puppis.

Während der Beobachtungsphase auf dem Oldendorfer Berg veränderte sich die innere Koma radikal. Im September/Oktober 96 waren mindestens 6 rundum weisende Strahlen (Jets) sichtbar, die ihr allgemeines Erscheinungsbild im wesentlichen beibehielten. Die jeweils längsten Jets auf den

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

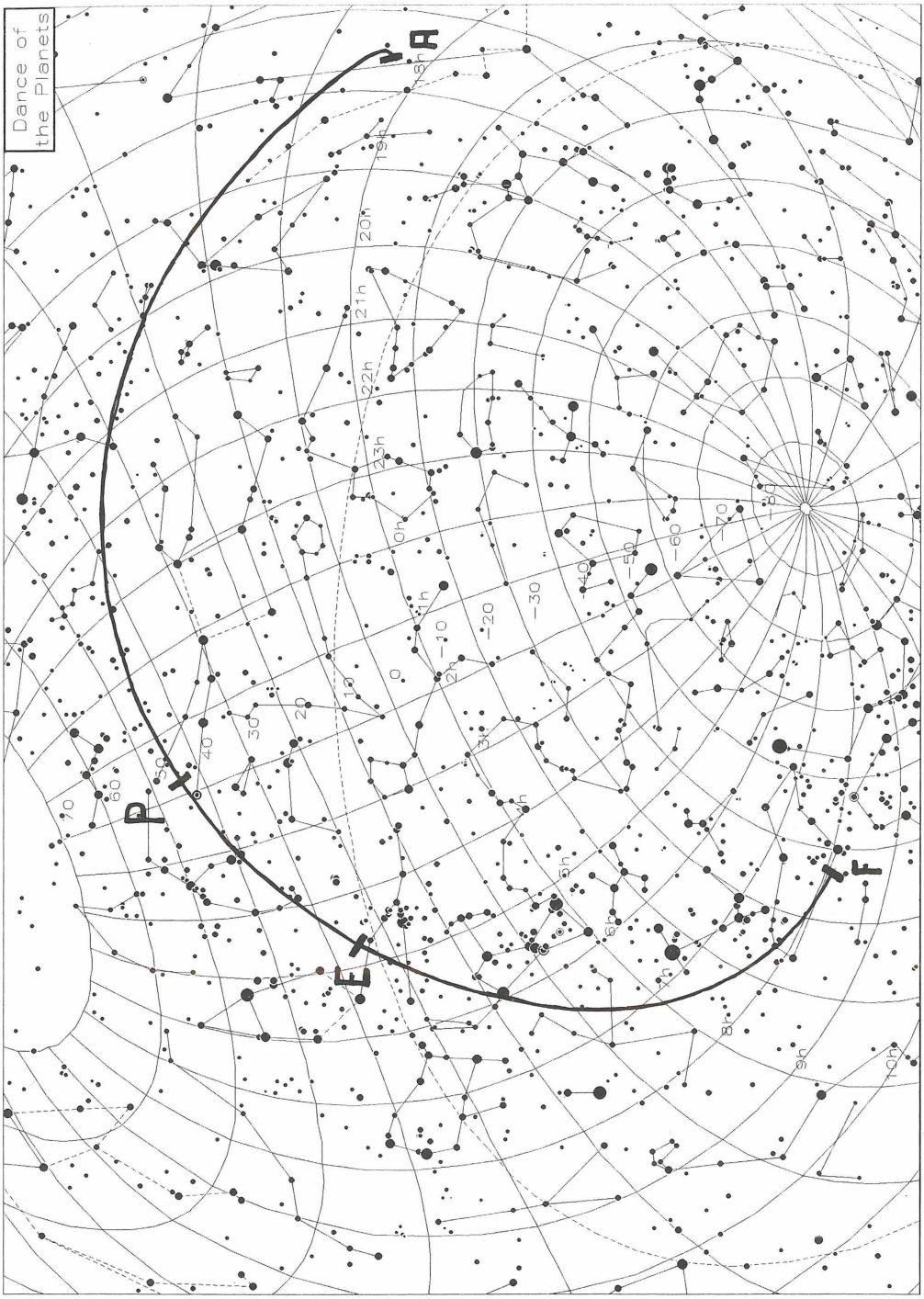


Abb. 3: Bahn von Hale-Bopp am Himmel bei Beginn der Aufnahmen am 5.9.96 (A), Perihel am 1.4.97 (P), Ende der Aufnahmen am 2.5.97 (E), und letzte Feldstecherbeobachtung am 29.9.97 (F)

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Aufnahmen vom 5.9. und 6.10.96 (Abb. 5 und 6) sind 207.000 bzw. 259.000 km lang. Es ist erkennbar, daß der nach rechts oben zeigende Jet schwächer und der nach links unten weisende Jet heller geworden ist. Man muß sich klar machen, daß man den Kometen zu dieser Zeit von vorn sieht. Die Jets erstrekken sich nach hinten und sind tatsächlich um ein Vielfaches länger. Im September/Oktober 96 betrug der Winkel zwischen Erde, Kopf und Ende des Gasschweifs 171 Grad. Man sieht einen Kometen nur dann von der Seite, wenn dieser Winkel 90 Grad beträgt. Diese Konstellation kam bei Hale-Bopp nie vor.

Am 2.2.97 waren die stacheligen Jets verschwunden (Abb. 7), dafür zeigte ein fast 90 Grad breiter Fächer nach Südwesten (auf dem Bild nach rechts unten), ihm gegenüber haben sich drei schwache Jets erhalten. Die Sonne steht links unten, der Schweif erstreckt sich nach rechts oben. Neu war, daß in dem breiten Fächer – im Abstand von etwa 11.000 km – helle, tangential zum Kern verlaufende Streifen auftraten, die allerdings nur mit stärkerer Kontrastierung sichtbar gemacht werden können.

Am 4.3.97 (Abb. 8) waren daraus sehr helle Bögen geworden, die in Richtung auf die Sonne einen Knick im Winkel von 120 Grad aufwiesen. Links – östlich – vom Knick waren die Bögen schwächer, rechts – westlich – heller. Abstand der Bögen 8–10.000 km. Im übrigen war die innere Koma stark unsymmetrisch, mit starker Betonung der rechten Seite. Im Feldstecher fiel zu dieser Zeit auf, daß die rechte (westliche) Schweifhälfte viel heller war als die linke.

Während der ersten Märzhälfte blieb dieses Bild im wesentlichen bestehen, wobei allerdings der Abstand zwischen den Bögen in Richtung der Sonne mit 14–16.000 km größer wurde (Abb. 9).

Mit dem 21.3.97 (Abb. 10) begann die Koma symmetrischer zu werden und der Knick in den Bögen war verschwunden. Am 31.3. (Abb. 11) war Symmetrie erreicht, sie blieb mindestens bis zum 16.4. (Abb. 15) erhalten. Gut sichtbare Veränderungen spielten sich im Zentrum ab. Am 31.3. setzte der innere helle Bogen rechts vom Kern an, links lag nur ein kleiner Ansatz. Nur einen Tag später (Abb. 12) setzte der innere Bogen links an, am 9.4. (Abb. 13) wieder rechts. Am 16.4. schien es, als hätte sich der ganze innere Bogen bereits von der Kernregion gelöst. Leider ließ schlechtes Wetter die nächste und letzte Aufnahme erst am 2.5. (Abb. 16) zu. Der dunkle Bogen über dem Kern ist ein Artefakt, hervorgerufen durch Kontraststeigerung mit sog. unscharfer Maskierung. Im übrigen zeigte sich ein komplexes System heller Bögen auf der rechten und ein nahezu strukturloser Bereich auf der linken Seite. Die Koma war wieder unsymmetrisch, mit stärkerer Betonung der linken Seite.

Die letzte Sichtung des Kometen gelang am 29.9.97 mit einem Feldstecher während des Urlaubs auf La Palma. Südlich des Großen Hundes, im Sternbild Puppis, bei einer Deklination von –37 Grad, machte er sich kurz vor Sonnenaufgang als schwaches, strukturloses Wölkchen bemerkbar. Seine Entfernung war schon wieder auf 463 Mio km angestiegen.

Die Erklärung der Vorgänge im Detail ist sicherlich nicht einfach und erfordert mehr als unser lückenhaftes Material. Im Prinzip ist bekannt, daß ein Komet auf seiner Sonnenseite Staub nicht gleichmäßig von der gesamten Oberfläche, sondern nur von begrenzten Arealen abgibt. Die resultierenden Staubfontänen wurden von Hale-Bopp durch Rotation seines Kerns in 11 ½ Stunden herumgeschwenkt. Die hellen Bögen könnten demnach eine Art Rasensprenger-Effekt sein. Die relativ konstanten Abstände der hellen Bögen in Richtung auf die Sonne deuten zudem auf Wechselwirkungen mit

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

dem Sonnenwind hin. Außerdem könnte die Perspektive (Phasenwinkel), unter welcher der Komet von der Erde aus gesehen wurde, eine Rolle spielen. Dafür spricht eventuell, daß Hale-Bopp auf Aufnahmen des Hubble Space Teleskops im Sept.97 genauso stachelig aussieht wie auf den Abb. 5 und 6.

Auf jeden Fall war Hale-Bopp im großen Teleskop auf dem Oldendorfer Berg ein aufregender Anblick. Solche Erscheinungen in der Koma eines Kometen waren dort noch nie gesehen worden. Rund 1000 Besucher teilten unsere Begeisterung in jenen Nächten.

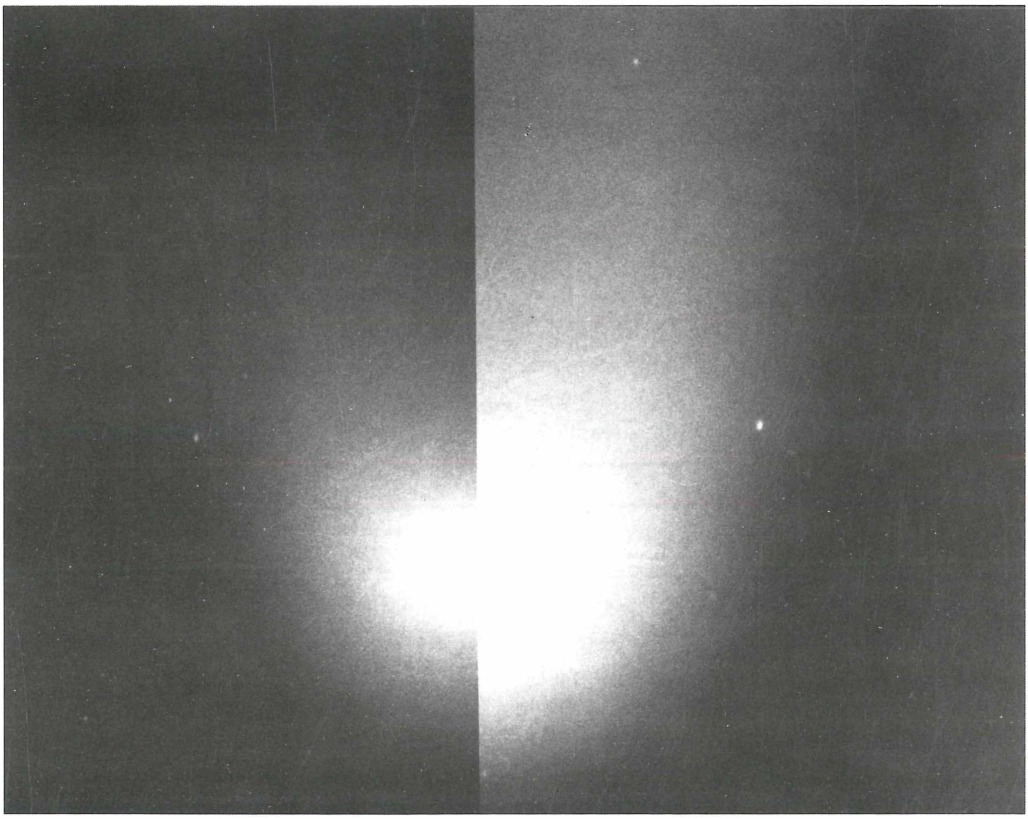


Abb. 4: Foto von Hale-Bopp am 60 cm Teleskop, Richtung zur Sonne ist unten, rechte Bildhälfte während der Vergrößerung länger belichtet, damit die Bögen sichtbar werden

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



Abb. 5: Aufnahme vom 5.9.96, 20:30 UT, Entfernung von der Erde 426 Mio km, Entfernung von der Sonne 475 Mio km, Bildhöhe 368.000 km, Projektion des längsten Jets 207.000 km



Abb. 6: Aufnahme vom 6.10.96, 20:00 UT, Entf. von der Erde 449 Mio km, Entf. von der Sonne 422 Mio km, Bildhöhe 392.000 km, Projektion des längsten Jets 259.000 km

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

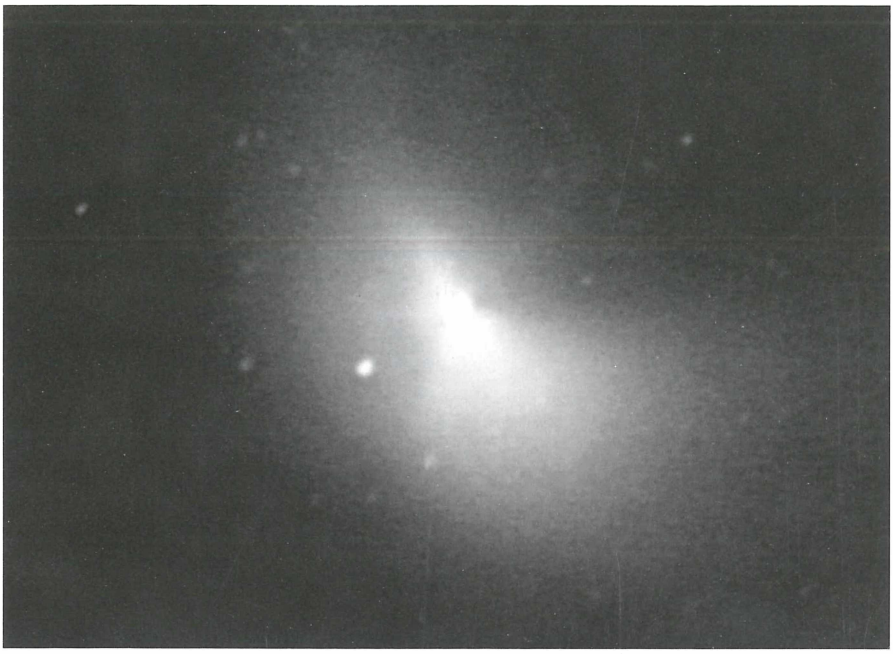


Abb. 7: Aufnahme vom 2.2.97, 4:30 UT, Entf. von der Erde 296 Mio km, Entf. von der Sonne 202 Mio km, Bildhöhe 432.000 km, Durchmesser der abgebildeten Koma 482.000 km



Abb. 8: Aufnahme vom 4.3.97, 5:10 UT, Entf. von der Erde 215 Mio km, Entf. von der Sonne 155 Mio km, Bildhöhe 189.000 km, Abstand der Bögen 8.000 km

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



Abb. 9: Aufnahme vom 11.3.97, 4:30 UT, Entf. von der Erde 205 Mio km, Entf. von der Sonne 148 Mio km, Bildhöhe 179.000 km, Durchmesser der abgebildeten Koma 180.000 km, Abstand der Bögen 15.000 km



Abb. 10: Aufnahme vom 21.3.97, 20:30 UT, Entf. von der Erde 197 Mio km, Entf. von der Sonne 139 Mio km, Bildhöhe 172.000 km, Durchmesser der abgebildeten Koma 179.000 km, Abstand der Bögen in Richtung auf die Sonne 16.000 km

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



Abb. 11: Aufnahme vom 31.3.97, 21:20 UT, Entf. von der Erde 202 Mio km, Entf. von der Sonne 137 Mio km, Bildhöhe 175.000 km, Abstand der Bögen in Richtung auf die Sonne 16.000 km

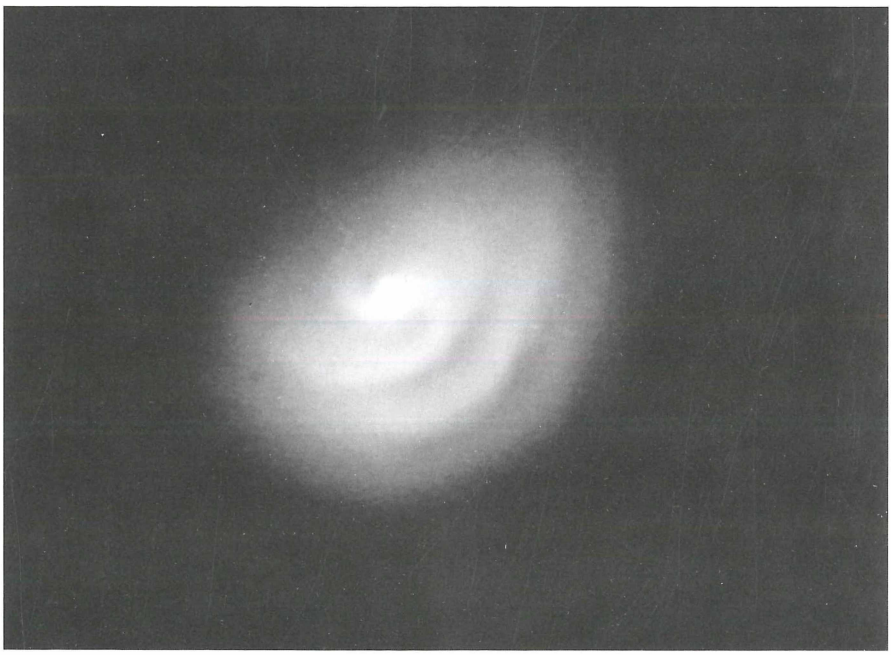


Abb. 12: Aufnahme vom 1.4.97, 22:30 UT, Entf. von der Erde 203 Mio km, Entf. von der Sonne 137 Mio km, Bildhöhe 177.000 km, Durchmesser der abgebildeten Koma 148.000 km, Abstand der Bögen in Richtung auf die Sonne 17.000 km

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



Abb. 13: Aufnahme vom 9.4.97, 21:00 UT, Entf. von der Erde 215 Mio km, Entf. von der Sonne 139 Mio km, Bildhöhe 187.000 km, Durchmesser der abgebildeten Koma 190.000 km, Abstand der Bögen in Richtung auf die Sonne 16.500 km

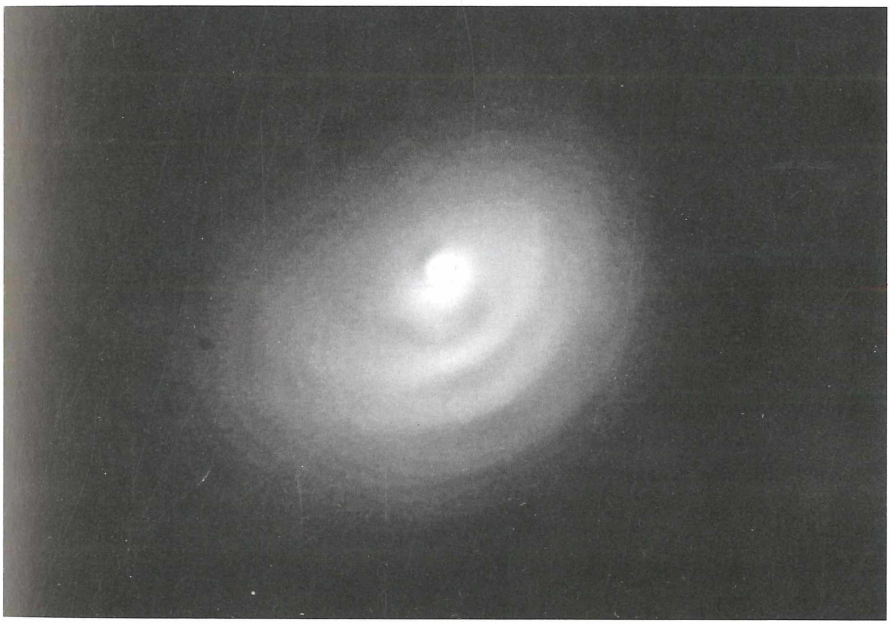


Abb. 14: Aufnahme vom 15.4.97, 20:00 UT, Entf. von der Erde 228 Mio km, Entf. von der Sonne 142 Mio km, Bildhöhe 197.000 km, Durchmesser der abgebildeten Koma 200.000 km, Abstand der Bögen in Richtung auf die Sonne 16.200 km

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

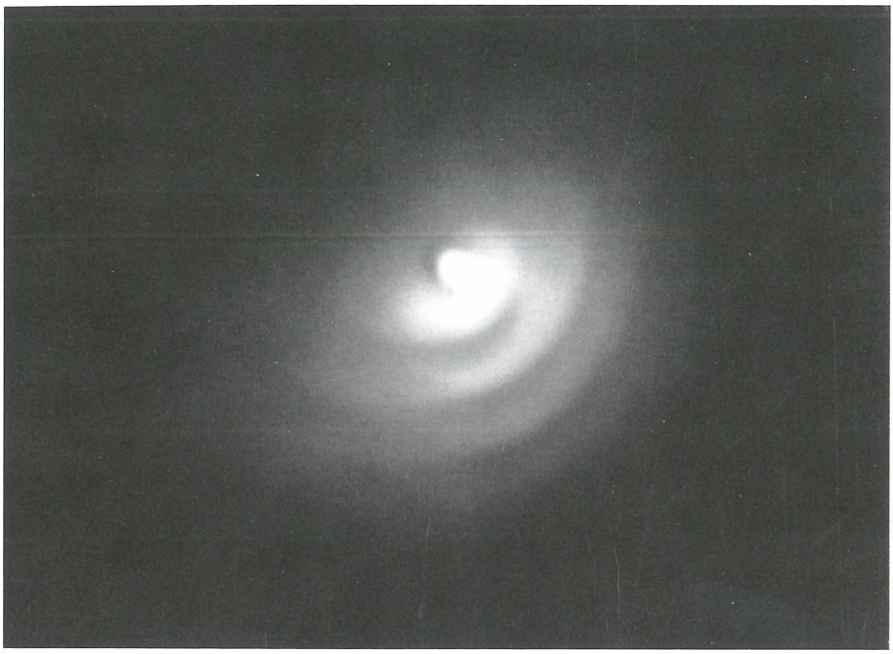


Abb. 15: Aufnahme vom 16.4.97, 21:00 UT, Entf. von der Erde 230 Mio km, Entf. von der Sonne 143 Mio km, Bildhöhe 199.000 km, Abstand der Bögen in Richtung auf die Sonne 15.000 km

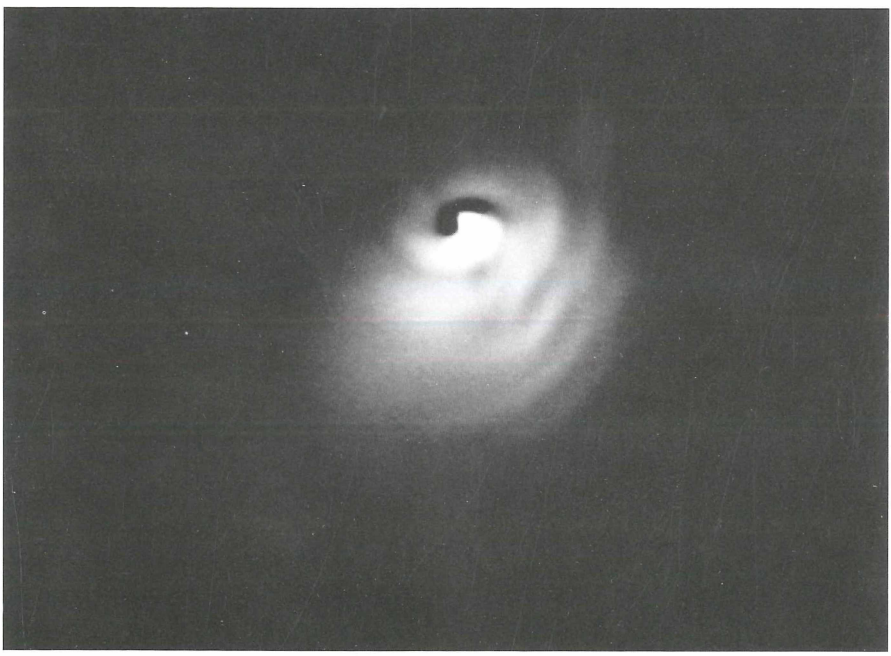


Abb. 16: Aufnahme vom 2.5.97, 20:10 UT, Entf. von der Erde 269 Mio km, Entf. von der Sonne 160 Mio km, Bildhöhe 233.000 km, Durchmesser der abgebildeten Koma 180.000 km, Abstand der Bögen in Richtung auf die Sonne 16.000 km

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: 24

Autor(en)/Author(s): Heiser Erwin

Artikel/Article: Komet Hale-Bopp auf dem Oldendorfer Berg 19-30