

# SAG-Projekt Hale-Bopp : Ergebnisse

Autor(en): **Jost-Hediger, Hugo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

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

Heft 281

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898680>

## **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.

# SAG-Projekt Hale-Bopp: Ergebnisse

HUGO JOST-HEDIGER

An der Generalversammlung der SAG im Mai 1996 in Neuenburg machte ich Sie mit der Idee der SAG-Projekte vertraut. Es war für uns alle ein Abenteuer und bezweckte vor allem, die SAG-Mitglieder zu vermehrter Beobachtungstätigkeit anzuregen. Glücklicherweise kam uns der Komet Hale-Bopp zu Hilfe. Er stiess auf lebhaftes Interesse und ermöglichte es, die Projektidee an einem interessanten und lehrreichen Objekt einer Vielzahl von Beobachtern zugänglich zu machen. Es hat sich gelohnt. Das Interesse am Projekt war gross und ermutigt mich, auch weitere, anderen Themen gewidmete Projekte zu starten.

## Die MitarbeiterInnen

Aller Anfang ist schwer, galt es doch vorerst, für die Idee zu werben und MitarbeiterInnen zu suchen. Im August 1996 entschloss ich mich, ca. 200 Personen, von denen ich annahm, dass sie sich besonders für Beobachtungen interessieren, direkt via Brief zur Mitarbeit aufzufordern. Es waren die Empfänger des ORION-Zirkulars sowie Personen, welche bereits ORION-Artikel verfasst hatten oder in Arbeitsgruppen aktiv waren. Zusätzlich erfolgte ein Aufruf in ORION 276 im Oktober 1996. Mitmachen konnten alle! Ob von blosser Auge, visuell mit Feldstecher oder Teleskop, fotografisch mit kurz- oder langbrennweitigen Kameras oder mit CCD-Kameras: Jeder war eingeladen, wertvolle und wichtige Resultate zu liefern. Jede Beobachtung, auch wenn es nur eine ist, war wichtig und zählte. Dann harrete ich der Dinge, die da kommen sollten.

Ich wurde nicht enttäuscht. Zuerst spärlich, dann regelmässig tröpfelten die Anmeldungen ein. Mal per Brief, dann telefonisch oder per Mail, alle Möglichkeiten wurden ausgeschöpft. So zeigten schliesslich 36 MitarbeiterInnen Interesse für das Projekt. Wesentlich mehr, als ich je zu hoffen gewagt hatte. Die Mitarbeit erfolgte bei folgenden Programmen:

– Visuelle Beobachtung	23
– Fotografische Beobachtung kurz- oder langbrennweitig	14
– Fotografische Beobachtung langbrennweitig	10
– CCD Beobachtungen	6

Selbstverständlich haben nicht alle MitarbeiterInnen Resultate geliefert. Das habe ich auch nicht erwartet. Wichtig scheint mir aber das Interesse am Projekt und daraus folgend sicherlich die vermehrte Beobachtung des Himmels.

## Die Frühgeschichte: Juli 95 bis August 96

Bereits kurz nach seiner Entdeckung wurde Hale-Bopp von den Amateuren der SAG aufs Korn genommen. Er war damals, im Frühherbst 95, noch ein unscheinbares, kleines Pünktchen am Himmel. Fast nichts deutete darauf hin, dass er uns im Frühling 1997, einer dazumal noch weit in der Zukunft liegenden Zeit, ein prächtiges Schauspiel bieten würde. Und doch, schon da konnte man seine langsame, gemächliche Bewegung vor dem Hintergrund des Skorpion messen, und auf langbrennweitigen Aufnahmen war der feine Ansatz einer Koma zu erkennen.

Im Winter 1995 verschwand Hale-Bopp in der Glut der Sonne, um im Sommer 1996 langsam wieder zum Vorschein zu kommen. Bis zu diesem Zeitpunkt ging Hale-Bopp fast vergessen, wurden wir doch durch den unverhofft erscheinenden prächtigen Kometen Hyakutake voll in Anspruch genommen. Erst nach dem endgültigen Verschwinden von Hyakutake wandten sich unsere Gedanken wieder Hale-Bopp zu. Wie sah er wohl aus, was war mit ihm in der langen Zwischenzeit passiert? Würde er jetzt, nach Hyakutake, den grossen an ihn gestellten Erwartungen gerecht werden?

Ja! Hale-Bopp enttäuschte uns nicht. Von Tag zu Tag wurde er langsam, fast unmerklich etwas heller, etwas grösser und seine Jets wurden immer besser sichtbar. Das Interesse, auch in den Medien, stieg und die Beobachtungen konnten beginnen.

## Hale-Bopp auf dem Seziertisch

In unserem Projekt gelangte der Komet richtiggehend auf den Seziertisch. Alles wollten wir wissen und dokumentieren. Sei es die Entwicklung der Koma, der Helligkeit, der Schweife oder andere Phänomene, alles wurde beobachtet und akribisch notiert.

Das Verarbeiten der Messungen erfolgte nach einheitlichen Regeln. Von allen Messungen wurde jeweils der Medianwert über ein bestimmtes Zeitintervall zu einem Datenpunkt zusammengefasst. Als Zeitintervall wurde bis 31.1.97 ein Monat, danach 5 Tage verwendet. Die so gebildeten Datenpunkte wurden dann mit Hilfe des gleitenden Mittels über 2 Intervalle zu einer Trendkurve verarbeitet. Diese Kurven zeigen recht gut die Entwicklung von Hale-Bopp.

## Der Kondensationsgrad der Koma

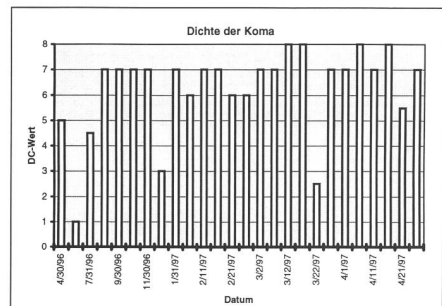
In der ersten Phase der Sichtbarkeit von August 1995 bis Oktober 1996 konnte Hale-Bopp nur als sternähnliches Objekt wahrgenommen werden. War er erst nur auf Fotografien auszumachen, so konnte er später visuell erst in grossen Teleskopen und dann auch mit dem Feldstecher beobachtet werden. Zeit also, den Kondensationsgrad (Dichte) der Koma und auch die Helligkeit zu schätzen.

Die Dichte der Koma liefert uns Angaben darüber, wie stark die Oberflächenhelligkeit des Kometen zunimmt. Sie wird mit  $DC=0$ , Koma ist komplett diffus, bis  $DC=9$ , die Koma sieht wie ein Stern aus, angegeben. Mit der Zunahme des DC-Wertes nimmt der Koma-Durchmesser ab und wird schärfer begrenzt. Diese Skala ist, auch wenn eine Zeichnung vorliegt, in der korrekten Anwendung nicht einfach.

Die Bestimmung des DC-Wertes erwies sich als schwierig. Die Beobachtung ist subjektiv und lässt sich auch nur durch langes Üben in guter Qualität durchführen. Ebenso spielen die verwendeten Instrumente eine enorme Rolle. Ein Komet mag im Feldstecher noch als kleiner Punkt erscheinen, kann aber fotografisch schon eine sehr schöne Koma zeigen.

Dementsprechend ist auch die Streuung der Resultate sehr gross. Bei einem nächsten Projekt werden wir des-

Diagramm 1: Dichte der Koma (Medianwert) als Säulen (16.4.96 - 1.5.97)



halb, um vergleichbare Resultate zu erhalten, die Dichte der Koma einheitlich nur noch mit Feldstechern bestimmen.

### Die Helligkeit

Die Helligkeit konnte ab August 1996 gut geschätzt werden. Waren 1996 noch genügend Vergleichssterne zu finden so erwiesen sich Schätzungen in der Phase der grössten Helligkeit als schwierig. Erstens konnte die Koma nicht mehr defokussiert werden, da sie zu gross war und zweitens waren keine genügend hellen Vergleichssterne mehr zu finden. Ein Problem, das eher selten auftritt.

Im Projekt Hale-Bopp bestimmten wir die Helligkeit mit der sogenannten «out - out Methode». Die Messung erfolgt, indem ein Vergleichssterne mit einer bekannten Helligkeit im Okular so lange defokussiert wird, bis er dieselbe Grösse wie der gleichzeitig defokussierte Kometenkopf erreicht. Die Helligkeit des defokussierten Sterns und der Koma werden dann miteinander verglichen. Diese Methode ist sehr einfach zu erlernen. Sie eignet sich vor allem für stark kondensierte Kometen.

Die Resultate sind weitgehend unabhängig von der angewandten Methode (visuell, fotografisch, CCD) und zeigen schön den Helligkeitsverlauf. Die Messungen liessen sich während der ganzen Sichtbarkeitsperiode gut durchführen.

### Die Koma

Die Koma des Kometen ist der diffuse Kopf des Kometen, welche den nicht sichtbaren Kometenkern umschliesst.

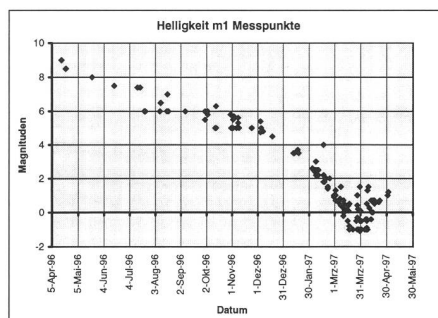
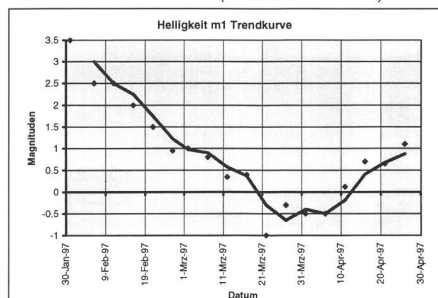


Diagramm 2: Ermittelte Helligkeiten, Messpunkte (16.4.96 - 1.5.97)

Diagramm 3: Ermittelte Helligkeiten, Medianwerte und Trendkurve (31.1.97 - 1.5.97)



Die Koma und der Schweif des Kometen sind die einzigen Einzelheiten des Kometen, welche wir von der Erde aus erkennen können.

Der Durchmesser der Koma wird in Bogenminuten gemessen. Sofern die Koma kreisförmig ist, ist die Messung einfach. Wenn die Koma länglich ist oder einen Schweif besitzt, erfolgt die Messung rechtwinklig zum Schweif durch den hellsten Punkt der Koma. Bei der Messung des Komadurchmessers können uns viele Einflüsse einen Streich spielen. Da sind die Himmelhelligkeit, der Kontrast wie auch die persönliche Verfassung oder Beobachtungsgabe des Beobachters zu erwähnen.

Die Bestimmung des Komadurchmessers war schwierig. Besonders die visuelle Bestimmung mit Feldstecher ist ohne grosse Erfahrung kaum mit vernünftiger Genauigkeit zu machen. Bei einem Gesichtsfeld des Feldstechers von 6 Grad füllt eine Koma von 3 Bogenminuten gerade noch knapp ein Prozent des Gesichtsfeldes aus. Genaue Messungen sind so nur durch den Vergleich mit Doppelsternen bekannter Distanz möglich. Auch die visuelle Bestimmung am Teleskop ist nicht einfach und gelingt am besten mit Hilfe eines Messokulars.

Wer dann meint, fotografisch sei die Sache einfacher, täuscht sich. Vergleichbare Resultate sind nur mit gleichem Film, gleicher Blende, gleicher Belichtungszeit bei ähnlicher Durchsicht zu erreichen. Da müssen wir beim nächsten Kometen noch etwas bezüglich identischer Arbeitsweise tun.

Dann eben mit der CCD, ist man versucht zu sagen. Aber auch da gilt dasselbe wie beim Film: Identische Verhältnisse und identisches Vorgehen sind gefragt. Ein weiteres Problem stellte die Definition der Messung: rechtwinklig durch den hellsten Punkt der Koma dar. CCD-Aufnahmen zeigten, dass der hell-

Figur 1: CCD Aufnahme vom November 1996, (H. Jost) Hale-Bopp mit den zwei Schweifrichtungen

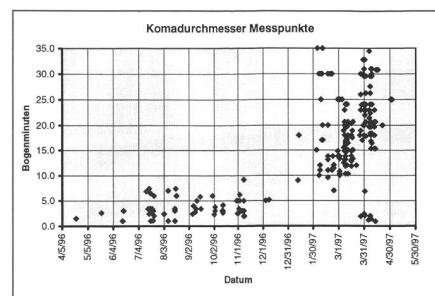
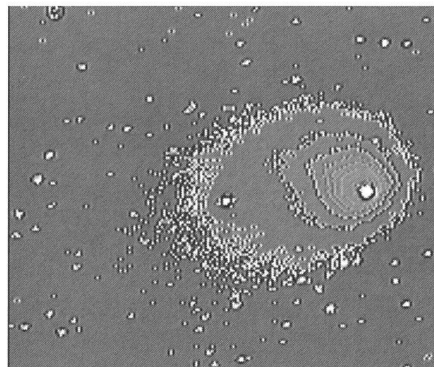


Diagramm 4: Komadurchmesser, Messpunkte (16.4.96 - 1.5.97)

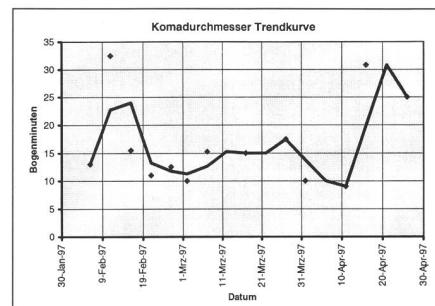


Diagramm 5: Komadurchmesser, Medianwerte und Trendkurve (31.1.97 - 1.5.97)

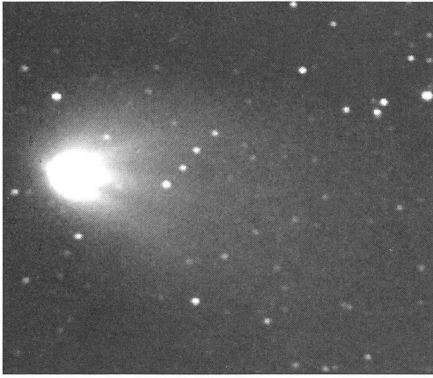
ste Punkt sich nicht an der breitesten Stelle der Koma befand, sondern asymmetrisch verschoben war. Um zu Fotos vergleichbare Werte zu erhalten, wurde der Komadurchmesser auch bei CCD-Aufnahmen an der breitesten Stelle der Koma gemessen. Ebenso waren auf CCD-Aufnahmen schon sehr früh zwei Schweifrichtungen zu erkennen, was die Messungen nicht erleichterte.

Trotz der grossen Streuung der Messungen, welche in allen vier Programmen festzustellen war, ist die Zunahme des Komadurchmessers mit zunehmender Annäherung des Kometen an die Sonne und Erde klar zu erkennen.

### Die Jets

Eine grosse Überraschung stellte die starke Aktivität des Kometen dar. Schon im Herbst 1996 waren auf Fotos und auch in Teleskopen bis zu sieben Jets, welche nach allen Seiten aus der Koma austraten, zu beobachten. Sie machten diesen Kometen zu einem unvergleichlichen, einmaligen Objekt.

Diese unerwartet starke Aktivität von Hale-Bopp, welche schon bei seiner Entdeckung zu bemerken war, überraschte auch die Berufsastronomen. Sie ist auf diskrete, über den ganzen Kometenkern verteilte Eisgebiete zurückzuführen. Diese werden, sobald sie ins Sonnenlicht gedreht werden, zu kurzen, ein bis mehrere Stunden dauernden Gasfontänen «angeschaltet». Dabei sublimiert das Eis unter Umgehung des flüs-



tik gezweifelt haben, bevor er diese ungewohnten Strukturen als real begriff. Auch für die Berufsastronomen waren diese ungewohnten Strukturen ein überraschendes und interessantes Phänomen. Beobachtungen wurden, teilweise auch am Tageshimmel, vor allem vom «Pic du Midi» Observatorium durchgeführt. Die starken, stossartigen Gasfon-

Figur 2: CCD-Aufnahme 2.11.1996 (H. Jost)



Figur 3: CCD-Aufnahme 30.9.96 (M. Murr)

sigen Zustandes direkt zu Gas. Der Kern von Hale-Bopp muss ein überaus komplexes und dynamisches Gebilde sein.

Messungen der Jet-Längen waren im Programm nicht vorgesehen. Trotzdem konnten bei Aufnahmen mit bekannter Brennweite die Jet-Längen in Bogenminuten bestimmt werden.

### Die Bogenstrukturen

Ab dem 10.2.97 wurden auf der Sonnenseite des Kometen erstmals Bogenstrukturen beobachtet. Manch ein Beobachter wird sich verwundert die Augen gerieben haben und an seiner Op-

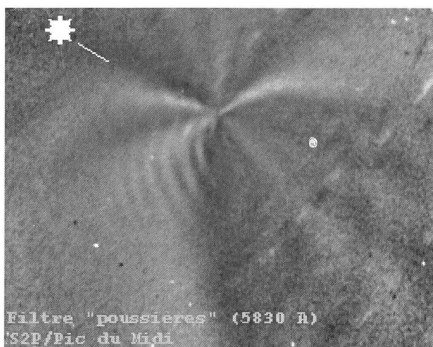
tänen führten zusammen mit der komplexen Rotation des Kometen, welche nicht bis in die letzten Einzelheiten geklärt werden konnte, zu diesen bogenförmigen Strukturen.

Auch diese ungewohnten Strukturen konnten von Amateuren beobachtet und fotografisch oder zeichnerisch festgehalten werden. Als Beispiel mag Bild 7 dienen.

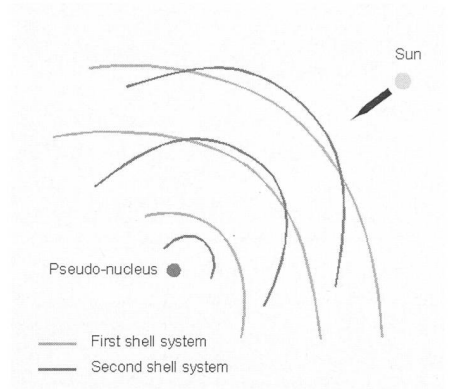
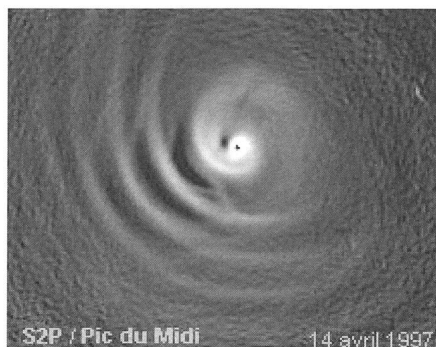
### Die Schweife

Der Gas- und der Staubschweif eines Kometen sind die unverwechselbaren Kennzeichen, welche einen Kometen in

Figur 4: CCD-Aufnahme März 1997 (Pic du Midi)



Figur 5: CCD-Aufnahme 14.4.1997 (Pic du Midi)



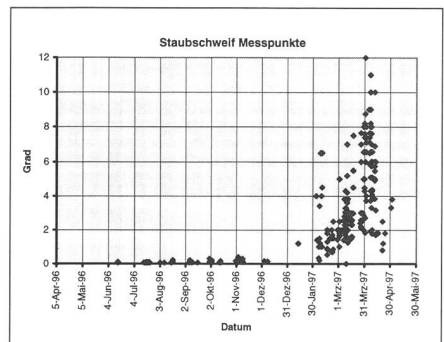
Figur 6: Schema der doppelten Bogenstruktur (Pic du Midi)

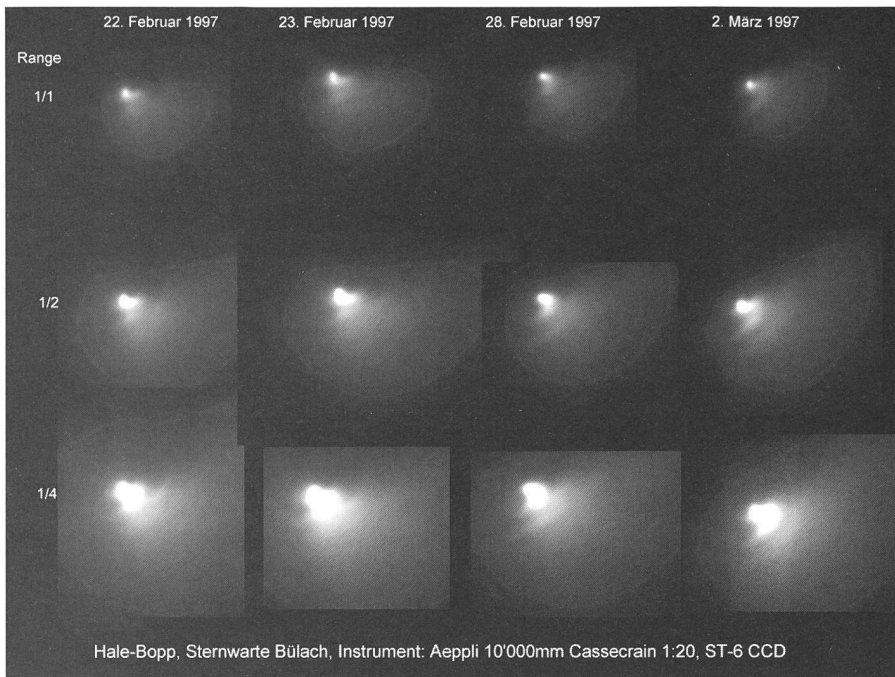
der landläufigen Meinung erst zu einem Kometen machen. Bei Hale-Bopp entwickelten sich die zwei unterschiedlichen Schweife zu einer prachtvollen Erscheinung. Sie waren sowohl am frühen Morgen wie auch in der Abenddämmerung wochenlang nicht zu übersehen. Der Gasschweif trat in vielen feinen filamentartigen Strukturen aus der Koma aus und bot vor allem auf langbrennweitigen Fotos einen fantastischen Anblick.

Die Länge der Kometenschweif wird in Grad gemessen. Die Messung erfolgt vom Kometenkopf bis zur letzten noch sichtbaren Stelle des Schweifes. Es empfiehlt sich, die Länge des Schweifes in einer Sternkarte einzuzichnen und erst nach der Beobachtung auszuwerten.

Die Schweiflängen wurden vorwiegend fotografisch bestimmt. Obwohl im Projekt das getrennte messen der Längen von Staub- und Gasschweif vergessen ging, haben die meisten Beobachter von sich aus beide Zahlen geliefert. Je nachdem, ob S/W-Filme oder Farbfilme verwendet wurden, waren die Resultate unterschiedlich. Trotzdem ist die Zunahme der Schweiflänge sehr schön zu sehen. Ebenso ist klar zu erkennen, dass die Sichtbarkeit und dadurch die Länge der Schweife bei zunehmendem Mondlicht stark verschlechtert wird.

Diagramm 6: Staubschweif, Messpunkte (16.4.96 - 1.5.97)





Figur 7: CCD-Aufnahme Februar 1997 (SCHÄR, Bülach)

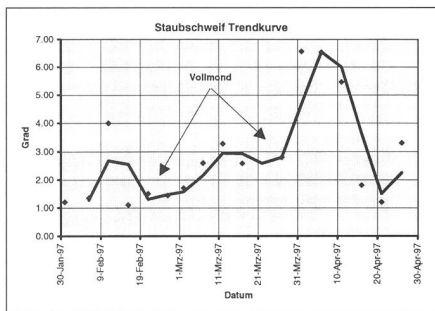


Diagramm 8: Staubschweif, Medianwert und Trendkurve (31.1.97 - 1.5.97)

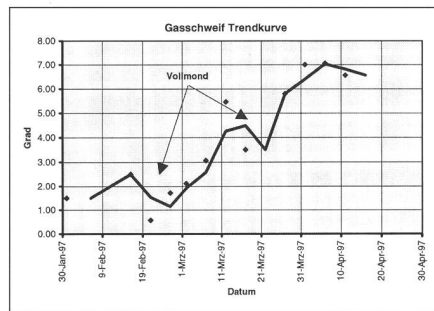


Diagramm 9: Gasschweif, Medianwert und Trendkurve (31.1.97 - 1.5.97)

Die detaillierte Beschreibung und Darstellung der Schweifentwicklung würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Sie wird mit Sicherheit zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt.

### Qualitätssicherung

Einen wichtigen Platz im Projekt nahm die Qualitätssicherung ein. Es galt generell der Grundsatz: einmal aufgeschriebene Beobachtungsergebnisse werden später (z.B. nach einigen Tagen) nicht mehr verändert, auch wenn sie offensichtlich ungenau oder falsch sind. Aus der Erinnerung sind Messungen nie mehr verbesserbar! Deshalb wurden Resultate, damit sich Beobachter gegenseitig nicht beeinflussen konnten, immer erst mit zweimonatiger Verspätung verbreitet. Dies führte dann dazu, dass Beobachter, welche nachweislich falsch beobachteten, mir Kopien ihrer Originalprotokolle zustellten. Selbstverständlich wurden solche belegten Korrekturen noch berücksichtigt.

Um die Auswertung zu vereinfachen und vor allem zur Qualitätskontrolle, wurden vier verschiedene Programme angeboten (Visuell, fotografisch bis 300 mm Brennweite, fotografisch langbrennweitig, mit CCD-Kameras). Zusätzlich zu den Messungen wurden noch eine Vielzahl von Qualitätsmerkmalen wie Grenzhelligkeit, Durchsicht, geübter Beobachter oder Anfänger usw. erhoben. Dies erlaubte es, offensichtlich unter schlechten Bedingungen erhobene Resultate auszusondern. Generell kann festgehalten werden, dass alle Beobachter, welche Resultate eingeschickt haben, intensiv und genau beobachtet haben. Recht herzlichen Dank.

### Was haben wir erreicht?

In der ersten Beobachtungsperiode vom 1. August 1996 bis zum November 1996 war die Anzahl der BeobachterInnen noch gering. Der Komet war noch weit entfernt und klein und auch mit der praktischen Erfahrung haperte es noch

hie und da. Dementsprechend klein war auch die Ausbeute an Resultaten. Dennoch wurden alle angebotenen Programme mehr oder weniger fleissig durchgeführt und erlaubten für diese Beobachtungsperiode, Resultate zu erarbeiten.

Während der zweiten Beobachtungsperiode ab Februar 1997 war Hale-Bopp in seiner vollen Pracht zu bewundern und manch ein Beobachter mag seine Probleme damit gehabt haben, ob er denn wirklich alle Phänomene auf einmal beobachten sollte. Visuell beobachten, fotografieren mit verschiedenen Filmen und Instrumenten war in der jeweils kurzen zur Verfügung stehenden Zeit von 1 bis 2 Stunden kaum möglich. So blieben dann einige Programme auf der Strecke. Die Resultate sind ansprechend und dürfen sich sehen lassen.

Die 12 aktiven Beobachter beobachteten insgesamt an 108 verschiedenen Abenden. 220 Fotos waren auszuwerten. Fotografiert wurde Hale-Bopp im Rahmen des Projektes mit Sicherheit an die 1000 mal! 1100 Messungen wurden durchgeführt. Eine anspruchsvolle Arbeit, welche nur im Team mit dem Einsatz aller erreicht werden kann. Herzlichen Dank all jenen, die in kalten Nachtstunden dafür gearbeitet haben. Es dürften insgesamt allein für Beobachtungen ca. 400 - 500 Stunden aufgewendet worden sein. Vorbereitung und Auswertung nicht eingerechnet. Also ein ganz beachtlicher Aufwand.

### Der Ausblick

Wo geht die Reise hin? Was können wir beim nächsten Kometen tun oder verbessern? Zu verbessern gibt es einiges. Da sind sicher für fotografische Vergleiche Filme, Blenden, Belichtungszeiten zu standardisieren, so dass Vergleiche zwischen einzelnen Beobachtern besser möglich sind. Auch die Beobachter sollten vorgängig an einem Meeting instruiert werden. Ebenso müssen die Beobachtungsmethoden mit Sicherheit verfeinert und verbessert werden. Dazulernen ist ja immer erlaubt.

Ich bin davon überzeugt, dass wir beim nächsten geeigneten Kometen wieder ein Projekt starten und an unseren Erfolgen anknüpfen können. Mag sein, dass es noch einige Zeit dauert. Aber warten wir ab und nutzen die Zwischenzeit, um mit anderen Projekten dazulernen.

Hugo Jost-Hediger  
Technischer Leiter der SAG  
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen