

**ANLEITUNG ZUR
VISUELLEN
KOMETENBEOBACHTUNG**



von Maik Meyer und Uwe Pilz
2009

Inhalt

Zweck und Bedeutung der visuellen Kometenbeobachtung

Beobachtungsplatz

Instrumentarium

Vorbereitung und Hilfsmittel (Flashlight, pen, paper)

Inhalt der visuellen Kometenbeobachtung

 Gesamthelligkeit der Koma

 Schätzmethode(n) (auch Stufen)

 Differenzielle Extinktion

 Fehlerquellen

 Helligkeit der zentralen Kondensation

 Komadurchmesser

 Kondensationsgrad

 Schweiflänge und Positionswinkel

 Sonstiges (auch Filter)

Vergleichssternkataloge

Zeichnungen

Weiterleitung der Daten, Datenformate

Hilfreiche Adressen und Kontakte

1 Zweck und Bedeutung der visuellen Kometenbeobachtung

Wer als beginnender Amateurastronom nach einiger Zeit ein Hauptgebiet seiner Beschäftigung gefunden hat, verspürt oft den Wunsch, seine Beobachtungen (neben der persönlichen Erbauung) systematischer und möglicherweise nutzbringender durchzuführen. Die Kometenbeobachtung ist eines der Gebiete, bei dem es auch schon mit geringer Instrumentierung möglich ist, wissenschaftlich verwertbare Beobachtungsergebnisse zu erzielen. Größere Instrumente erschließen dem Beobachter eine sehr viel größere Anzahl an beobachtbaren Kometen, so dass häufig das gesamte Jahr Saison für den engagierten Beobachter ist.

Trotz der mittlerweile sehr verbreiteten CCD-Technik und der damit verbundenen Möglichkeit der Beobachtung sehr schwacher Objekte auch unter schlechten Sichtbedingungen hat die visuelle Kometenbeobachtung – und hier insbesondere die Ermittlung der visuellen Gesamthelligkeit - auch heute noch eine große Bedeutung.

Als Hauptgründe wären u.a. zu nennen:

- der Vergleich mit früheren Kometenerscheinungen, deren Lichtkurven rein visuell aufgenommen wurden und die Bewertung der Entwicklung periodischer Kometen im Verlauf ihrer Sichtbarkeiten,
- die im Vergleich zu CCD-Beobachtern größere Datendichte der ermittelten Lichtkurven auch über längere Zeiträume hinweg,
- die bessere Erfassbarkeit von hellen und ausgedehnten Kometenerscheinungen,

- die bessere interne Konsistenz der visuellen Lichtkurven im Vergleich zu CCD-Lichtkurven aufgrund unterschiedlicher CCD-Chips und fehlender Standards und
- die größere Flexibilität der visuellen Beobachter.

Um die Bedeutung und den Wert der visuell erhaltenen Lichtkurven sicherzustellen, ist es jedoch notwendig nach festgelegten Standards zu beobachten und Fehlerquellen gering zu halten. Diese vorliegende Anleitung hat zum Ziel, dem engagierten Beobachter ein Hilfsmittel in die Hand zu geben, um verwertbare Kometenbeobachtungen auf hohem Niveau durchzuführen, auszuwerten und die erhaltenen Daten in der richtigen Form weiterzuleiten.

2 Wahl des Beobachtungsortes

Im Gegensatz zu Sternen oder Kleinplaneten sind Kometen keine punktförmigen Objekte, sondern ausgedehnt und diffus, wobei die Morphologie der Koma häufige inhomogen erscheint. Dies hat allerdings zur Folge, dass das beobachtete Erscheinungsbild empfindlich von der Qualität des Himmelshintergrundes abhängt. Deshalb ist bei Kometenbeobachtungen immer danach zu streben, einen Beobachtungsort mit möglichst wenig Lichtverschmutzung durch künstliche Lichtquellen aufzusuchen.

Insbesondere bei diffusen und ausgedehnten Kometen wird der erfasste Komadurchmesser mit zunehmender Helligkeit des Himmelshintergrundes sinken, was dazu führt, dass die ermittelte Helligkeit zu schwach ausfällt. Im Gegensatz zu sternförmigen Objekten, kann diesem Effekt durch höhere Vergrößerung oder Teleskopdurchmesser nur bedingt entgegen gewirkt werden. Da Kometen häufig horizontnah positioniert sind, ist der Einfluss von Lichtglocken von Ortschaften zu berücksichtigen. Selbst das Zodiaklicht kann die Sichtbarkeit schwächerer Partien eines Kometen stören.

Natürlich ist im lichtverschmutzten Mitteleuropa nur noch selten die Möglichkeit gegeben, mit vertretbarem Aufwand dunkle Beobachtungsorte aufzusuchen. Wer jedoch plant, die visuelle Kometenbeobachtung ernsthaft zu betreiben, sollte genau prüfen, ob er einen halbwegs dunklen Beobachtungsort zur Verfügung hat. Beobachtungen aus Ortschaften oder Gebieten mit starker Lichtverschmutzung heraus sind tunlichst zu vermeiden oder als unsicher zu markieren. Die Fachgruppe Kometen fordert dazu noch die Angabe der Helligkeit des schwächsten mit bloßem Auge in der Nähe des Kometen noch sichtbaren Sterns an. Ebenso sollte angegeben werden, ob Streulicht durch Lampen, Dämmerung oder Mond vorhanden war.

Beobachtungen von Kometen von schlechten Beobachtungsorten aus führen einerseits zu Daten von geringem Wert (zu schwache Helligkeiten, kleinere Komadurchmesser etc.) und trüben auch das Beobachtungserlebnis durch die schlechtere Sichtbarkeit. Beobachtungen bei Mondlicht sind somit oft auch von geringerem Wert und sollten nur dann systematisch betrieben werden, wenn es der Komet aus besonderen Gründen erfordert (z.B. kurzer Sichtbarkeitszeitraum, Ausbruch, Zerfall etc.).

Eventuell muss bei der Wahl des Beobachtungsplatzes darauf geachtet werden, ob sich dieser z.B. auf Privatbesitz befindet oder starken Publikumsverkehr erwarten lässt. Störungen durch misstrauische Anwohner oder Polizei oder neugierige Personen sind einer entspannten Beobachtung abträglich.

3 Instrumentarium

Ebenso wichtig wie die Wahl des geeigneten Beobachtungsplatzes ist die des Beobachtungsinstrumentes. Ist das Ziel der Beobachtung, Details der inneren Koma zu erfassen, sollten langbrennweitige ($f/ > 8$) Instrumente großer Öffnung (ab ca. 20 cm bei Reflektoren, ab ca. 10 – 15 cm bei Refraktoren) eingesetzt werden. Steht jedoch die Schätzung der Helligkeit und der Morphologie des Kometen im Vordergrund, so gilt die Regel, das kleinste Instrument zu wählen, welches den Kometen noch einfach zeigt. Dies gilt ebenso für die zu wählende Vergrößerung, was somit bedeutet, dass kurzbrennweitige Teleskope ($f/ < 8$) von Vorteil sind. Es ist ein bekannter Effekt, dass mit zunehmender Öffnung und Vergrößerung schwächer erscheinen – allerdings sind schwächere Kometen auf diese Weise besser zu erkennen.

Die Wahl der Vergrößerung richtet sich allerdings auch nach der Helligkeit des Himmelshintergrundes. Für einen perfekt dunklen Himmel sollte die Größe der Austrittspupille AP (Objektivdurchmesser / Vergrößerung) der Größe der dunkeladaptierten Pupille des menschlichen Auges entsprechen (ca. 5 – 7 mm, mit zunehmendem Alter kleiner). Ein 10x50 Fernglas hat z.B. eine AP von 5 mm, ein 7x50 Fernglas von ca. 8 mm. Ist der Himmel zu hell, wird eine große AP den Kometen wahrscheinlich im Hintergrund ertrinken lassen und es ist notwendig, eine höhere Vergrößerung und damit eine kleinere AP zu wählen. Bei der Beobachtung sollte deshalb die Sichtbarkeit des Kometen mit verschiedenen Vergrößerungen getestet und die kleinste ausgewählt werden, die den Kometen noch deutlich zeigt.

Es sollte erwähnt werden, dass bei der Erkennbarkeit von Kometen unter den Randbedingungen des kleinsten Instrumentes und der kleinsten Vergrößerung die Erfahrung des Beobachters eine große Rolle spielt. Mit steigender Zahl der beobachteten Kometen wächst auch die Fähigkeit diffuse Objekte in ihrem Ausmaß wahrzunehmen. Deshalb sollte sich auch kein Beobachter anfänglich davon entmutigen lassen, wenn er aufgrund der Helligkeit leicht sichtbare Kometen nur sehr schwer oder sogar gar nicht auffinden kann.

Auf jeden Fall sollte vermieden werden, helle Kometen mit großen Instrumenten zu schätzen (z.B. einen 3 mag hellen Kometen mit einem 20 cm-Teleskop). Ebenso sollte angestrebt werden, einen Kometen im Verlauf seiner Sichtbarkeit mit einem Instrument zu schätzen. Erfordert es die Helligkeit, das Instrument zu wechseln, sollte für einen gewissen Zeitraum mit beiden Instrumenten geschätzt werden.

Für Feldstecher empfiehlt sich auf jeden Fall ein Stativ, welches auch „unmögliche“ Beobachtungspositionen erlaubt. Bei der Verwendung von Teleskopen mit großer Apertur steigt natürlich auch die Anzahl beobachtbarer Objekte. Hier ist natürlich eine programmierbare Steuerung bei der effektiven Beobachtung eine immense Hilfe.

4 Vorbereitung und Hilfsmittel

5 Adressen

VdS-Fachgruppe Kometen

* Leitung:

Uwe Pilz
Pöppigstr. 35
04349 Leipzig
Homepage: <http://kometen.fg-vds.de>
piu58@gmx.de

* Fotografische Beobachtungen:

Dieter Schubert
Kastellstr. 18
73614 Schorndorf

* Schnellmitteilungen:

Hartwig Lüthen
Behnstr. 13
22767 Hamburg

International Comet Quarterly:

Smithsonian Astrophysical Observatory
c/o Daniel W. E. Green
60 Garden Street
Cambridge, MA 02138
U.S.A.
<http://cfa-www.harvard.edu/icq/icq.html>

* Visuelle Beobachtungen:

Andreas Kammerer
Johann-Gregor-Breuer-Str. 28
76275 Ettlingen
andreas.kammerer@lubw.bwl.de

* CCD-Beobachtungen:

Matthias Achternbosch
Am Rittweg 6
77654 Offenburg

Skyweek:

Daniel Fischer
Im Kottsiefen 10
53639 Königswinter

The Astronomer:

Guy M. Hurst
16, Westminster Close
Kempshott Rise
Basingstoke, Hants RG22 4PP
England

Koma-Helligkeit

Am aussagekräftigsten zur Festlegung der physikalischen Eigenschaften eines Kometen ist die Koma-Helligkeit. Um möglichst gut verwertbare Daten zu erhalten, müssen einheitliche Beobachtungstechniken verwendet werden. Deshalb werden nachfolgend einige Schätzmethode aufgeführt, die sich als besonders geeignet erwiesen haben. Die Schätzungen müssen ohne jegliche Filter durchgeführt werden, da jene stets nur enge Frequenzbereiche passieren lassen und die Helligkeit der Vergleichssterne bezüglich dieser engen Spektralbereiche völlig unbekannt ist!

Vor dem Beobachtungsbeginn werden aus einem Sternkatalog einige dem Kometen nahe stehende, ähnlich helle Vergleichssterne herausgesucht. Bei der Beobachtung wird eine Vergrößerung von 1.5x - 2x pro cm Fernrohröffnung benutzt, um das Bild des Kometen möglichst klein zu halten. Dazu sollte das kleinste - möglichst kurzbrennweitige (eher 1:5 als 1:15) - zur Verfügung stehende Instrument verwendet werden, das den Komet noch deutlich zeigt (Komet ca. 3^m über der stellaren Grenzgröße)! Für Kometen heller als etwa 8 mag ist ein Feldstecher völlig ausreichend.

Es gibt verschiedene Verfahren, die Helligkeit eines Kometen zu bestimmen; nachfolgend sollen die drei wichtigsten vorgestellt werden:

Bobrovnikoff-Methode: dies ist die einfachste Methode; sie sollte jedoch nur bei gut sichtbaren und deutlich konzentrierten Kometen angewandt werden.

- (1) Zuerst wird das Fernrohr soweit unscharf gestellt, bis Sterne und Komet etwa gleich groß erscheinen.
- (2) Nun werden ein etwas hellerer und ein etwas schwächerer Vergleichssterne ausgewählt und versucht, die (Flächen-)Helligkeit des Kometen zwischen jene der beiden Sterne einzupassen (Interpolationsmethode, siehe unten).

- (3) Schritt (2) wird mit weiteren Vergleichssternpaaren wiederholt.
- (4) Man bildet den Mittelwert der Schätzungen und rundet auf 0.1 mag.

Sidgwick-Methode: dies ist die am häufigsten angewandte und wohl genaueste, für Einsteiger in die Kometenbeobachtung aber schwierigere Methode. Bei schwachen Kometen kann nur noch diese angewandt werden.

- (1) Man prägt sich die (Flächen-)Helligkeit der scharfgestellten Koma ein.
- (2) Ein Vergleichsstern wird so lange defokussiert, bis er die gleiche scheinbare Größe besitzt wie die scharfgestellte Koma.
- (3) Nun wird die (Flächen-)Helligkeit des unscharfen Sterns mit der eingprägten Helligkeit des fokussierten Kometen verglichen.
- (4) Die Schritte (1) bis (3) werden so lange wiederholt, bis entweder ein gleichheller Stern gefunden oder eine vernünftige Interpolation möglich wird.

Morris-Methode: eine Methode jüngerer Datums, die eher für erfahrene Beobachter zu empfehlen ist, da sie nicht ganz einfach ist.

- (1) Zuerst wird der Komet so weit unscharf gestellt, bis man eine etwa gleichmäßige Helligkeitsverteilung über die gesamte Koma erhält.
- (2) Man prägt sich die in Schritt (1) erhaltene Flächenhelligkeit ein.
- (3) Die Vergleichsterne werden nun so weit defokussiert, bis sie dieselbe scheinbare Größe wie die in Schritt (1) erhaltene, unscharf gestellte Koma besitzen.
- (4) Durch Vergleich der Flächenhelligkeiten der unscharfen Sterne mit der der eingprägten Koma wird die Helligkeit des Kometen abgeschätzt.
- (5) Die Schritte (1) - (4) werden wiederholt, bis eine gute Interpolation möglich ist.

Nur Beyer-Methode: eine durch den bekannten deutschen Kometenbeobachter Max Beyer begründete Methode, die jedoch sehr unsicher ist, und die Vergleichsterne gemeinsam im Sichtfeld mit dem Kometen erfordert

- (1) Komet und Vergleichsterne werden so lange defokussiert, bis der Komet verschwindet.
- (2) Die Helligkeit des Kometen liegt zwischen der des zuletzt verschwundenen und der des

- (3) Die Vergleichsterne werden nun so weit defokussiert, bis sie dieselbe scheinbare Größe wie die in Schritt (1) erhaltene, unscharf gestellte Koma besitzen.
- (4) Durch Vergleich der Flächenhelligkeiten der unscharfen Sterne mit der der eingepägten Koma wird die Helligkeit des Kometen abgeschätzt.
- (5) Die Schritte (1) - (4) werden wiederholt, bis eine gute Interpolation möglich ist.

Zum Einschätzen des Kometen zwischen zwei Vergleichsternen wird die folgende Interpolationsmethode benutzt:

Die Helligkeitsdifferenz der beiden Vergleichsterne wird gedanklich in zehn Stufen geteilt und dann abgeschätzt, wieviele Stufen der Komet schwächer als der hellere Vergleichstern ist. Diese Zahl wird durch 10 geteilt und mit der Helligkeitsdifferenz der beiden Vergleichsterne in Größenklassen multipliziert, das Ergebnis wird zur Helligkeit des helleren Vergleichsterns addiert. Es ergibt sich die Helligkeit des Kometen in Größenklassen, die noch auf ein Zehntel gerundet werden muss.

Als Quelle für Vergleichssterne und deren Helligkeiten sollten bis etwa zur 11.-12. Größenklasse bevorzugt der Tycho/Hipparchos-Katalog, für schwächere Helligkeiten Henden- oder Skiff-Photometrien, der ASAS-Katalog, die Karten der AAVSO (American Association of Variable Star Observers) oder die Nordpolsequenz herangezogen werden. Liegen die genannten Quellen nicht vor oder enthalten diese keine akzeptablen Vergleichssterne, so können auch Sternhelligkeiten einer Reihe weiterer Kataloge verwandt werden (siehe Rückseite des Beobachtungsbogens der FG Kometen). Dies muss in der Beobachtungstabelle entsprechend vermerkt werden.

Fehlerquellen: Schätzungen sind dunkeladaptiert durchzuführen. Zur Bestimmung der Helligkeit dürfen **nur** Sterne benutzt werden, keine Messier- oder NGC-Objekte! Es sollten mindestens drei Vergleichssterne verwendet werden. Deutlich rote Sterne (B-V-Index > 1.0 mag) sind zu meiden. Auch die Fernrohröffnung und die Vergrößerung beeinflussen die Helligkeitsschätzung. Deshalb sollte jede Schätzung mit *einem* Fernrohr und mit *einer* Vergrößerung durchgeführt werden! Für jede Beobachtung mit einem anderen Instrument oder mit einer anderen Vergrößerung muss in der Beobachtungstabelle eine eigene Helligkeit angegeben werden. Ein aufgehellter Himmelshintergrund führt häufig dazu, die Helligkeit des Kometen zu unterschätzen. Deshalb sollte es in der Beobachtungstabelle vermerkt werden, wenn die Schätzungen durch künstliche Lichtquellen, Dämmerung, Mondlicht, Zodiaklicht oder durch die Milchstraße gestört wurden. Weiterhin treten noch Fehler durch Voreingenommenheit auf, durch den Versuch etwa, dem allgemeinen Trend scheinbar widersprechende Schätzungen noch am Fernrohr "zurechtzubiegen". Nach der Beobachtung sollte man sich nicht auf sein Gedächtnis verlassen, sondern umgehend das Ergebnis notieren. Die Zeit ist in Weltzeit (UT) auf mindestens 5 Minuten genau anzugeben.

Kernhelligkeit:

Erfahrene Beobachter können sich mit der Schätzung der sogenannten Kernhelligkeit befassen, die sich allerdings nie auf den wirklichen Kern bezieht. Der Kern eines Kometen ist nämlich nur in sehr großen Sonnendistanzen erkennbar. Sobald sich eine Koma bildet, wird der kleine Körper von dieser überstrahlt. Allerdings kann in zahlreichen Komae eine sternförmige zentrale Konzentration, der "false nucleus", beobachtet werden - ein Gas-/Staubkokon, der den eigentlichen Kern dicht umschließt. Alle von Amateuren geschätzte Kernhelligkeiten beziehen sich auf diesen "false nucleus".

Für die Schätzung sollte ein Fernrohr mit mindestens 15cm Öffnung und hoher Vergrößerung verwendet werden. Mit Hilfe von mehreren Vergleichssterne wird der "false nucleus" im Fokus auf 0.5 mag (besser 0.2 mag) genau geschätzt. Dazu muss die Luft sehr ruhig sein, damit der "Kern" selbst bei starker Vergrößerung sein sternförmiges Aussehen behält.

Aus derartigen Beobachtungen lassen sich möglicherweise die Rotationsperiode des Kerns und die Lage aktiver Gebiete bestimmen. Von besonderem Interesse sind abrupte Änderungen der Kernhelligkeit, deren Zeitpunkt möglichst genau bestimmt werden sollte. Schätzungen von Kernhelligkeiten sollten in der Beobachtungstabelle in der Spalte "Bemerkungen" als solche gekennzeichnet werden.

Koma-Durchmesser:

Da auch die Schätzungen des Koma-Durchmessers durch Objektivöffnung und Vergrößerung beeinflusst werden, sollten sie grundsätzlich unter den gleichen Bedingungen wie die Helligkeitsschätzung der Koma durchgeführt werden, d.h. stets mit dem gleichen Fernrohr und dem gleichen Okular. Auch hierfür ist der Einsatz von Filtern nicht erlaubt!

Eine der vier folgenden Techniken sollte zur Durchmesserschätzung benutzt werden. Ist die Koma elliptisch, so sind die Längen beider Achsen zu bestimmen.

- 1.) Der Komadurchmesser wird als Bruchteil des Abstandes zweier Sterne geschätzt. Dabei sind Sternpaare zu verwenden, deren gegenseitiger Abstand nicht größer als etwa der dreifache Komadurchmesser ist. Diese Methode ist die einfachste, und nach einiger Übung hinreichend genau. Die Schätzung sollte einige Male wiederholt und daraus der Durchschnitt gebildet werden. Der Abstand der beiden Sterne in Grad kann aus einem Atlas mit hinreichend großem Maßstab ermittelt oder durch folgende Formel berechnet werden (α = Rektaszension, δ = Deklination der Sterne):

$$S = \arccos [\sin \delta_1 \cdot \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cdot \cos \delta_2 \cdot \cos (\alpha_1 - \alpha_2)] \quad (1)$$

Der Abstand der Sterne kann auch einfach über eine Abstandsmessung mittels Sternkartierungssoftware ermittelt werden.

- 2.) Die Koma wird direkt in einen detaillierten Sternatlas eingezeichnet und der Durchmesser mit Hilfe einer Messlupe über den bekannten Maßstab ermittelt.
- 3.) Genauer ist die Messung des Koma-Durchmessers mit einem schwach beleuchteten Fadenkreuz oder einer Messerschneide, die etwa die Hälfte des Gesichtsfeldes abdeckt. Zuerst wird ein Faden bzw. die Schneide in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet. Dann misst man die Zeit, die der Komet bei abgestellter Nachführung benötigt, um den Faden zu überqueren. Wird eine Schneide verwendet, so sollte man den Kometen hinter der Schneide hervorwandern lassen. Dadurch lässt sich der vordere Rand der Koma objektiver erkennen. Auch bei dieser Methode sollten einige Zeitmessungen vorgenommen werden, um einen Durchschnitt bilden zu können. Der Durchmesser d in Bogenminuten kann dann durch die Formel

$$d = 1/4 \cdot t \cdot \cos \delta \quad (2)$$

berechnet werden, wobei t die gemessene Zeit in Sekunden und δ die Deklination des Kometen ist.

- 4.) Am genauesten lässt sich der Koma-Durchmesser mit einem Mikrometerblättchen oder einem Fadenmikrometer bestimmen. Wenn der Maßstab des Mikrometers bekannt ist, lässt sich der Koma-Durchmesser leicht errechnen.

Die Schätzung der Koma als Bruchteil des Gesichtsfelddurchmessers ist nicht zu empfehlen.

Kondensationsgrad (DC):

Der Kondensationsgrad beschreibt das Helligkeitsprofil der Koma. Ihm werden Werte von 0 bis 9 zugeordnet. DC=0 wird für einen Kometen ohne jegliche Helligkeitszunahme zum Zentrum hin vergeben, während DC=9 einen sternförmigen Kometen beschreibt. Dabei ist zu beachten, dass eine häufig vorhandene sternförmige zentrale Kondensation bei der Festlegung des DC-Werts nicht berücksichtigt wird. Es ist vielmehr entscheidend, wie sprunghaft sich die Koma-Helligkeit insgesamt von innen nach außen ändert.

Eine Zusatzkennzeichnung welche die Morphologie der Koma noch genauer angibt, kann durch die Buchstaben s, S, d und D vor dem DC-Wert realisiert werden (z.B. s8). Die Bedeutung der Buchstaben ist wie folgt:

- d scheibenförmiges Zentrum, welches kaum zur Gesamthelligkeit beiträgt
- D scheibenförmiges Zentrum, welches klar zur Gesamthelligkeit beiträgt
- s sternförmiges Zentrum, welches kaum zur Gesamthelligkeit beiträgt
- S sternförmiges Zentrum, welches klar zur Gesamthelligkeit beiträgt

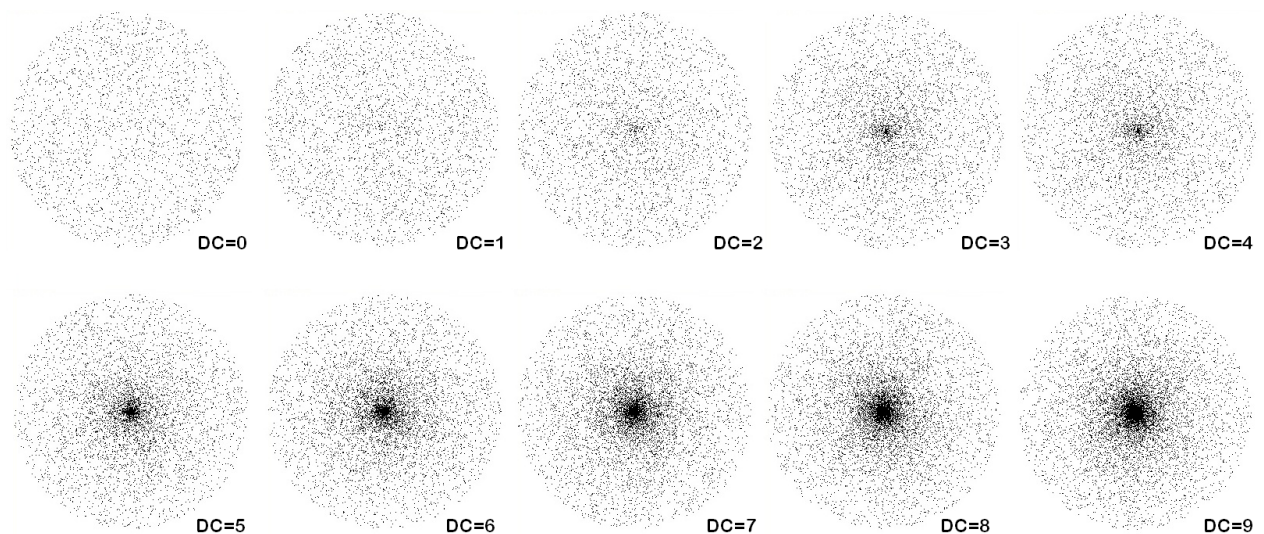


Abb.1: Darstellung der DC-Werte

Schweiflänge und Positionswinkel (PW):

Da die fotografische Beobachtung eines Kometen die Schweiflänge und den Positionswinkel sehr genau liefern, sind hier visuelle Messungen weniger von Bedeutung. Damit aber visuelle Beobachtungen besser mit früheren Schätzungen vergleichbar werden, sind sie dennoch sinnvoll. Sofern sowohl ein Gas- als auch ein Staubschweif vorhanden ist, sollten die Schätzwerte für beide getrennt aufgelistet werden. Häufig ist diese Unterscheidung - sofern überhaupt beide Schweiftypen vertreten sind - aber nicht ganz einfach, da sich beide Schweife überlagern.

Ähnlich wie beim Komadurchmesser können die Schweiflänge und der Positionswinkel am bequemsten durch Abmessung mittels Sternkartierungssoftware ermittelt werden. Ansonsten kann auch hier wieder Gl. 1 heran gezogen werden.

Ist der Schweif weniger als 10° lang, so sollte die Länge als Bruchteil des Abstandes zweier Sterne geschätzt und nach Gl.1 berechnet werden. Bei längeren Schweifen bestimmt man die Koordinaten des Kopfes und des Schweifendes und berechnet daraus die Schweiflänge mit Hilfe der Gl.1. Da gerade beim Schweif eine Aufhellung des Himmelshintergrundes die Beobachtungen stark beeinflusst, sollte dies gegebenenfalls in der Beobachtungstabelle vermerkt werden. Ebenso sollte die Tatsache vermerkt werden, falls ein Schweif gekrümmt ist.

Der Positionswinkel lässt sich am besten bestimmen, indem man Kopf und Schweif des Kometen auf einer Sternkarte einzeichnet und dann den Positionswinkel mit einem Winkelmesser ermittelt. Mit dieser Methode wird im allgemeinen eine Genauigkeit von 5° erreicht. Der Positionswinkel wird von Norden über Osten, Süden nach Westen gemessen! Ein nach NW weisender Schweif besitzt also einen Positionswinkel von PW=315° (Abb.2). Sind die Koordinaten des Kometenkopfes und des Schweifendes bzw. eines Sternes in der Schweifachse bekannt, so kann der Positionswinkel mit folgender Formel berechnet werden:

$$PW = \arctan \left\{ \frac{\sin(\alpha_2 - \alpha_1)}{\tan \delta_2 \cdot \cos \delta_1 - \sin \delta_1 \cdot \cos(\alpha_2 - \alpha_1)} \right\} \quad (3)$$

Um das richtige Vorzeichen für den Positionswinkel PW zu finden, wird das Vorzeichen von $\sin(\alpha_2 - \alpha_1)$ bestimmt. Dasselbe Vorzeichen erhält $\sin(PW)$. Bei langen, gekrümmten Schweifen kann der Positionswinkel an mehreren Punkten des Schweifs angegeben werden. Dazu ist neben dem PW aber stets auch der Abstand der Punkte vom Kern zu notieren. Auf diese Weise erhält man Angaben über die Krümmung des Schweifs. Auch die Positionen besonderer Strukturen im Schweif sollten notiert werden.

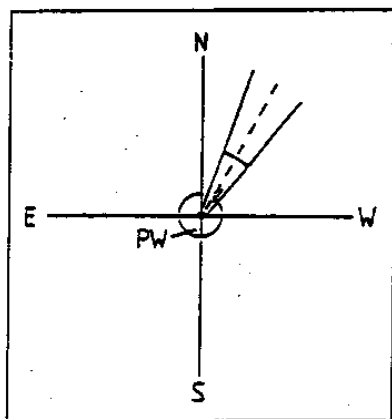


Abb.2: Zur Bestimmung des Positionswinkels PW (hier: PW = 330°)

Zeichnungen:

Die Strukturen der inneren Koma lassen sich am besten mittels einer Zeichnung wiedergeben. Hochwertige Zeichnungen haben neben CCD-Aufnahmen oder Fotografie bis heute einen wissenschaftlichen Wert, da das Auge wesentlich genauer als die oben genannten Verfahren kleine Details und schwache Helligkeitsunterschiede erkennen kann. Diese können auch in der Dämmerung bzw. bei Mondschein noch gewonnen werden.

Zur Anfertigung einer Zeichnung verwende man einen weichen Blei- oder Kohlestift und einen Radiergummi/Wischer, um feine Tönungen erzeugen zu können. Für eine Zeichnung sollten verschiedene, nicht zu geringe Vergrößerungen verwandt werden. Um feine Details besser zu erkennen, können auch Filter eingesetzt werden.

Vor der Beobachtung werden zur besseren Orientierung einige Hintergrundsterne aus einem Sternatlas auf die Vorlage übertragen. Am Fernrohr beginnt man dann, zuerst das Helligkeitsprofil wiederzugeben und danach die feinen Details wie die meist nur wenige Bogensekunden großen, sonnenwärts gerichteten filigranen Jets bzw. die diffuseren Fountains (Überlagerung mehrerer Jets) und - falls vorhanden - die deutlich größeren Enveloppen bzw. Schweifstrahlen ("Streamer") usw. negativ, d.h. dunkel auf hellem Grund, einzuzichnen. Man vergesse nicht, die Zeit, den Maßstab sowie die Orientierung der Zeichnung anzugeben! Zusätzlich sollten alle gezeichneten Einzelheiten noch beschrieben werden.

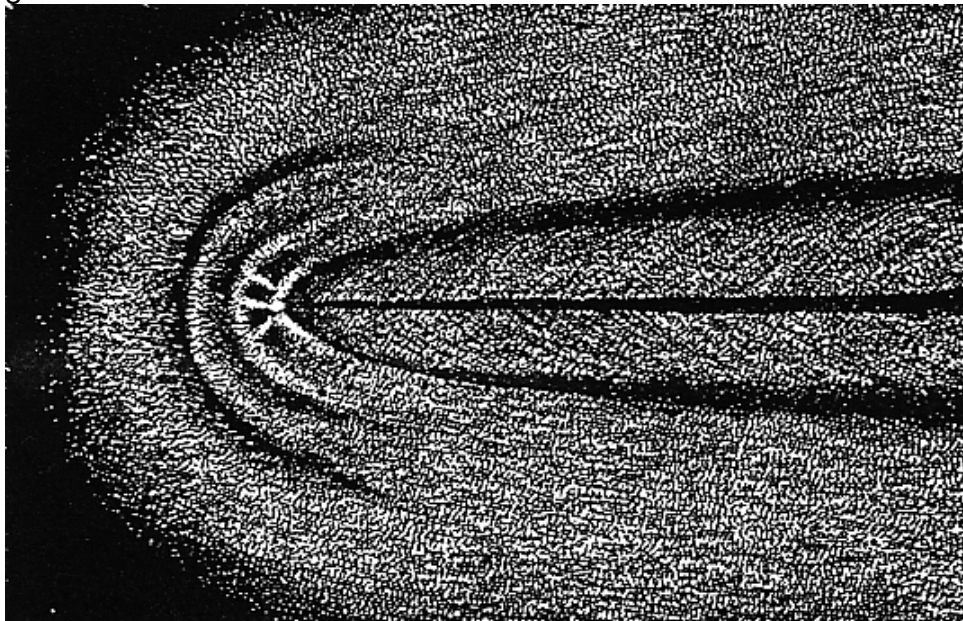


Abb. 3. Zeichnung der inneren Komaregion des Kometen Donati im Oktober 1858 (C.Pape, Hamburg-Altona).

Die Zeichnung zeigt den "false nucleus", drei Jets, die diesem auf der Sonnenseite entströmen, zwei deutliche Enveloppen (schalenförmige Hüllen, die den Kern umgeben) sowie den selten zu beobachtenden Kernschatten.

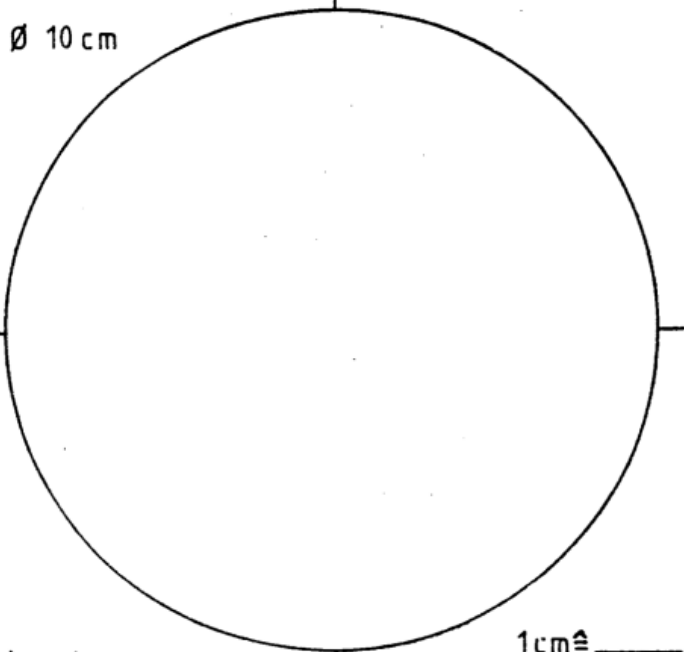
KOMET: _____ BEZEICHNUNG: _____	
DATUM: _____ ZEIT: _____ UT BEOBACHTER: _____ ORT: _____	
TPZ: _____ F. st.: _____	<div style="text-align: center;"> \varnothing 10 cm  </div>
Instrument: _____	
Vergrößerung: _____ Filter: _____	
Position: RA _____ DEKL _____	
Mag: _____ Methode: _____	
Koma \varnothing : _____ DC: _____	
Schweif: _____ Pw: _____ Typ: _____	
Bemerkungen: _____	1 cm \approx

Abb.4: Zeichenschablone der VdS-Fachgruppe Kometen

Weiterleitung der Beobachtungen

Visuelle Kometenbeobachtungen können von jedem erfahrenen Amateur durchgeführt werden. Doch es kann nicht oft genug betont werden, wie wichtig die Beobachtungspraxis ist, um verlässliche Daten zu erhalten. Es ist deshalb dringend anzuraten, alle erreichbaren Kometen in der beschriebenen Weise zu beobachten. Sorgfältig durchgeführte Schätzungen können der VdS-Fachgruppe Kometen und dem "International Comet Quarterly" zur Auswertung und Publikation zugeschickt werden. Unsichere Schätzwerte sind dabei stets zu kennzeichnen - bei der Fachgruppe Kometen z.B. durch einen Doppelpunkt!

Neben der Beachtung der Standardmethoden und der festgelegten Datenformate sollte jeder Kometenbeobachter stets die Aussagefähigkeit seiner Schätzungen genau prüfen. Um die physikalischen Parameter aus visuellen Beobachtungen ableiten zu können hat es wenig Sinn, Schätzungen weiterzuleiten, die unter schlechten Sichtbedingungen erhalten wurden. Genau so wenig sinnvoll ist es, eine Datenflut zu erzeugen, indem z.B. ein Komet an einem Abend mehrfach mit verschiedenen Instrumenten bei verschiedenen Vergrößerungen geschätzt wird. Eine Beobachtung pro Abend und Instrumentenklasse (bloßes Auge, Fernglas, Teleskop) genügt im allgemeinen völlig. Zusätzliche Schätzungen beeinflussen eine Auswertung eher negativ, da sie zu einem überproportionalen Anteil der Schätzungen eines Beobachters und (dessen systematischer Fehler!) führen. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass ein Komet pro Instrumentenklasse mit nur einem

Instrument und einer Vergrößerung über die gesamte Sichtbarkeit hinweg geschätzt wird.

Das Datenformat der Fachgruppe Kometen

Die VdS-Fachgruppe Kometen hat ein Format für die Weiterleitung von visuellen Kometenbeobachtungen über e-mail definiert. Es basiert auf dem Format des ICQ (International Comet Quarterly), ist gegenüber diesem aber um einige Felder erweitert worden.

Visuelle Kometenbeobachtungen sind an Uwe Pilz (piu58@gmx.de) und an Andreas Kammerer (andreas.kammerer@lubw.bwl.de) mittels des nachfolgend aufgeführten erweiterten ICQ-Formats zuzusenden. Es sind nur solche Beobachtungen weiterzumelden, die auf der Basis der international anerkannten Methoden durchgeführt wurden. Diese finden sich z.B. in der FG-Broschüre "Anleitung zur visuellen und fotografischen Kometenbeobachtung" auf den Webseiten.

Insbesondere ist darauf zu achten, daß die Basis-Pflichtfelder Kometenbezeichnung (III oder YYYYMn), Jahr (JJJJ), Monat (MM), Tag und Tagesbruchteil (TT.DDd) der Beobachtung, Instrumentenöffnung (AAA.A), Instrumententyp (T), Vergrößerung (VVVV) und Beobachtername (Beobachter##) stets ausgefüllt sind. Bei Helligkeitsschätzungen sind zudem die Felder Schätzmethode (M), Helligkeit (mm.m) und Quelle der benutzten Vergleichssternhelligkeiten (rf) Pflichtfelder.

Für die Felder Schätzmethode (M), Instrumententyp (T) und Quelle der benutzten Vergleichssternhelligkeiten (rf) existieren Schlüssellisten.

Das E-mail-Format der FG Kometen: (erweitertes ICQ-Format)

```
-----  
1 2 3 4 5 6 7 8 9  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789  
IIYYYYMnL JJJJ MM DD.DDdeM[mm.m:rfAAA.ATF/VVVV >dd.ddnDC >t.tt GGG: BeobachterMag:
```

Beispiel:

```
199501 1995 08 17.564 S 10.5:GA 35.0L 5 100 1.1 2/ 0.05 235 Müller 5.7M  
false nucleus 12.5m  
17 2008 1 7.79 S 3.4 TJ 0.7E 1 90 3 Pilz 6.5
```

Bitte: Die Überschrift und vielleicht ein Beispiel in einen Texteditor übernehmen und dort die eigene Beobachtung darunterschreiben, so dass alles bündig untereinander steht. Dies als Datei *.txt speichern und als E-Mail-Anhang verschicken (ohne das Beispiel). Andere Varianten führen wegen der Eigenheiten der E-Mail-Programme zu Zweideutigkeiten und immenser Arbeit bei uns Redakteuren/Auswertern. **Danke!**

Erläuterung der Kürzel für beide Formate:

III der dreistellige Code für periodische Kometen; bleibt bei nichtperiodischen Kometen leer; bei periodischen Kometen, die in ihrer ersten Erscheinung beobachtet werden bitte ein P in Spalte 3 setzen.

YYYY Jahr der Entdeckung.

Mn Halbmonats-Buchstabe und laufende Ziffer (bei mehr als 9 Kometen pro Halbmonat gilt: 10=a, 11=b,...).

L bei Kometen, die in mehreren Fragmenten zerbrochen sind die Bezeichnung der Komponente, auf die sich die Beobachtung bezieht.

JJJJ Jahr der Beobachtung.

MM Monat der Beobachtung.

DD.DDd Tag und Tagesbruchteil der Beobachtung (d optional, sofern die

Beobachtung auf 0.001 Tage genau bestimmt wurde).

e Bemerkungen zu einer eventuell angebrachten Extinktionskorrektur.

M Schätzmethode:

B - out-out

S - in-out

C - CCD

[mm.m: Helligkeit, evtl. mit Unsicherheitszeichen(:) in Spalte 33 bzw. Zeichen [für "schwächer als" in Spalte 28.

rf Quelle der benutzten Vergleichssterne. Wichtige Quellen:

AC AAVSO-Karte

AE Planeten-Helligkeit

GA Space Telescope Guide Star HI Hipparcos

HS Hubble Guide Star Catalogue

HV visuell/Hipparcos

NO USNO

TI Tycho Input cat.

TJ Tycho1

TK Tycho2

AAA.A Objektivdurchmesser in cm.

T Instrumententyp:

A Kamera

B Fernglas

C Cassegrain

E Bloßes Auge

J Jones-Bird

L Newton

M Maksutov

R Refraktor

S Schmidt-Newtonian

T Schmidt-Cassegrain

F/ Öffnungsverhältnis.

VVVV Vergrößerung.

>dd.dd Komadurchmesser in Bogenminuten (in Spalte 49 evtl. Zeichen für Unsicherheit & oder <, >); bei Durchmessern >99.99' Spalte 49 verwenden.

n Anmerkungen bzgl. einer zentralen Kondensation:

d = scheinbar-förmige zentrale Kondensation, welche nicht stark zum DC beiträgt;

D = scheinbar-förmige zentrale Kondensation, welche stark zum DC beiträgt;

s = sternförmige zentrale Kondensation, welche nicht stark zum DC beiträgt;

S = sternförmige zentrale Kondensation, welche stark zum DC beiträgt

DC DC-Wert, für Zwischenwerte mit / (z.B. DC 1-2 = 1/).

>t.tt Schweiflänge in Grad (evtl. mit &, >, <). Bei Schweifen >9.99 Spalte 59 verwenden.

GGG: Positionswinkel in Grad (evtl. mit Unsicherheitszeichen).

Beob. Beobachtername (max. 12-stellig) oder ICQ-Kürzel.

Mag: Grenzgröße (evtl. mit Unsicherheitszeichen oder Zeichen für Störungen:

M=Mond

T=Dämmerung

C=Stadtaufhellung

Z=Zodiakallicht

Zur Beobachtung gehörende Bemerkungen sind stets direkt unter die Datenzeile zu setzen!

Minuten Stunde	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
0	.000	.003	.007	.010	.014	.017	.021	.024	.028	.031	.035	.038
1	.042	.045	.049	.052	.056	.059	.063	.066	.069	.073	.076	.080
2	.083	.087	.090	.094	.097	.101	.104	.108	.111	.115	.118	.122
3	.125	.128	.132	.135	.139	.142	.146	.149	.153	.156	.160	.163
4	.167	.170	.174	.177	.181	.184	.188	.191	.194	.198	.201	.205
5	.208	.212	.215	.219	.222	.226	.229	.233	.236	.240	.243	.247
6	.250	.253	.257	.260	.264	.267	.271	.274	.278	.281	.285	.288
7	.292	.295	.299	.302	.306	.309	.313	.316	.319	.323	.326	.330
8	.333	.337	.340	.344	.347	.351	.354	.358	.361	.365	.368	.372
9	.375	.378	.382	.385	.389	.392	.396	.399	.403	.406	.410	.413
10	.417	.420	.424	.427	.431	.434	.438	.441	.444	.448	.451	.455
11	.458	.462	.465	.469	.472	.476	.479	.483	.486	.490	.493	.497
12	.500	.503	.507	.510	.514	.517	.521	.524	.528	.531	.535	.538
13	.542	.545	.549	.552	.556	.559	.563	.566	.569	.573	.576	.580
14	.583	.587	.590	.594	.597	.601	.604	.608	.611	.615	.618	.622
15	.625	.628	.632	.635	.639	.642	.646	.649	.653	.656	.660	.663
16	.667	.670	.674	.677	.681	.684	.688	.691	.694	.698	.701	.705
17	.708	.712	.715	.719	.722	.726	.729	.733	.736	.740	.743	.747
18	.750	.753	.757	.760	.764	.767	.771	.774	.778	.781	.785	.788
19	.792	.795	.799	.802	.806	.809	.813	.816	.819	.823	.826	.830
20	.833	.837	.840	.844	.847	.851	.854	.858	.861	.865	.868	.872
21	.875	.878	.882	.885	.889	.892	.896	.899	.903	.906	.910	.913
22	.917	.920	.924	.927	.931	.934	.938	.941	.944	.948	.951	.955
23	.958	.962	.965	.969	.972	.976	.979	.983	.986	.990	.993	.997

Wichtig: UT = MEZ - 1h bzw. UT = MESZ - 2h

Tab.1: Umrechnungstabelle Stunde.Minute (in UT) in Tagesbruchteile (.ddd)

Fotografie

Anmerkung: Dieser Abschnitt ist nicht mehr als durchgehend aktuell zu betrachten. Eine Überarbeitung unter Berücksichtigung der CCD-Technik ist geplant.

Professionelle Astronomen bemühen sich in starkem Maße um die fotografische Beobachtung großräumiger Phänomene (Schweif) sowie der inneren Kernumgebung. Dennoch bleibt auch den Amateuren eine Chance, auf diesem Gebiet einen wissenschaftlichen Beitrag zu leisten. Da die wenigen mit dieser Aufgabe betrauten Wissenschaftler nicht immer überall beobachten können, bleiben Lücken, die durch die weltweite Mitarbeit erfahrener Sternfreunde gestopft werden können.

Allgemeine Bemerkungen

Aus Amateuraufnahmen bestimmt werden können die Größen Komadurchmesser, Schweiflänge und Positionswinkel. Nur eingeschränkt festzulegen ist der DC-Wert, während die Komahelligkeit überhaupt nicht aus Fotografien abgeleitet werden kann! Wichtig ist für jede Aufnahme neben den Angaben über Instrument, Emulsion, Belichtungszeit/-dauer und Entwicklungsverfahren die Markierung der Nordrichtung und die Angabe des Maßstabs!

Zur fotografischen Beobachtung der inneren Kernumgebung werden gewöhnlich Brennweiten verwandt, wie sie nur an größeren Sternwarten zur Verfügung stehen. Doch können auch Amateure mit langbrennweitigen Cassegrain-Teleskopen hier wertvolle Daten liefern. Weniger schwierig ist für den Amateur die Fotografie großräumiger Phänomene. Hierbei werden Kameras mit etwa $5 \times 5^\circ$ Gesichtsfeld verwendet. Professionelle Instrumente dieser Art sind oftmals nicht dafür geeignet, einen Kometen bei Elongationen unter 30° zu fotografieren. Gerade in solchen Zeiten sind Amateurbeobachtungen sehr gefragt.

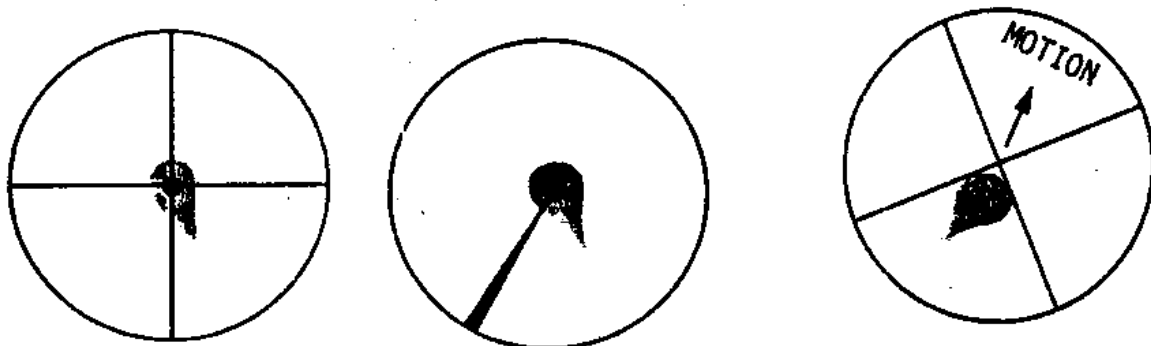
Um vergleichbare, wissenschaftlich verwertbare Fotografien zu erhalten, müssen Emulsionen, Entwicklungsprozesse und Aufnahmetechniken so weit als möglich standardisiert werden. Ideal wäre ein S/W-Film mit hoher Empfindlichkeit und feinem Korn. Farbfilme liefern zwar herrliche Aufnahmen, sind für unseren Zweck aber ungeeignet, da durch die Vielzahl der Emulsionen und Entwicklungsprozesse ein sinnvoller Vergleich der Fotos sehr erschwert wird. Der S/W-Film muss empfindlich genug sein, um kurze Belichtungszeiten zu ermöglichen, aber gleichzeitig so feinkörnig, dass er auch feine Details zeigt. Dieser Kompromiss lässt sich gut mit hypersensibilisiertem Film erreichen. Der Film wird dazu vor der Belichtung für einige Stunden in ein warmes Gasgemisch von Stickstoff und Wasserstoff gelegt. Dadurch wird der feinkörnige Film empfindlicher, besonders bei langen Belichtungszeiten. Gut geeignet hierfür ist z.B. der Technical Pan 2415 von Kodak.

Sternfreunde, die keine Ausrüstung zur Hypersensibilisierung besitzen, sollten hochempfindlichen Film (etwa 400 ASA) mit mäßig feinem Korn verwenden. Manchmal können auch weniger empfindliche und dafür feinkörnigere Filme (100-125 ASA) wie z.B. nicht hypersensibilisierter Technical Pan 2415, Kodak Plus Pan, Ilford FP4 o.ä. sinnvoll sein.

Die belichteten Filme sollten gemäß den Herstellerangaben entwickelt werden. Entwickelt man die Filme mit geringem oder normalem Kontrast, so treten Einzelheiten des Schweifs und der Koma besonders deutlich hervor. Um die gesamte Ausdehnung des Kometen sichtbar zu machen, sollte man Hochkontrast-Entwickler wie den MWP-2 oder den Kodak D-19 verwenden.

Da eine Aufnahme des Kometen wegen der schwachen Schweifstrukturen häufig eine relativ lange Belichtungszeit erfordert, tritt ein weiteres Problem auf: Der Komet bewegt sich während der Aufnahme. Diese scheinbare Bewegung muss unbedingt ausgeglichen werden. Dazu gibt es einige Methoden, die nachfolgend in der Reihenfolge abnehmender Genauigkeit angegeben sind:

- 1.) Am genauesten lässt sich die Bewegung des Kometen kompensieren, indem man die Abweichung gegenüber der Fernrohrnachführung berechnet und dann entsprechende Korrekturen durchführt. Besonders gut eignet sich dafür eine Mikrocomputersteuerung, aber auch Korrektormotoren mit geeichter Geschwindigkeit erlauben eine genaue Nachführung des Kometen. Da nahe dem Horizont wegen der unterschiedlichen Refraktion Fehler auftreten können, sollte man die Nachführung laufend kontrollieren.
- 2.) Für diese Methode wird ein Fadenmikrometer benötigt. Einen Faden orientiert man entlang der Richtung der scheinbaren Bewegung des Kometen. Zu vorausberechneten Zeitpunkten wird der dazu senkrecht stehende Faden ein Stück entgegen der Kometenbewegung verschoben. Danach wird der Nachführstern wieder auf das Fadenkreuz zentriert.
- 3.) Man führt auf einen Kern oder eine zentrale Verdichtung nach. Dazu eignet sich ein Fadenkreuz oder ein spitz zulaufender Zeiger (vgl. Abb. 5).
- 4.) Die Bewegungsrichtung des Kometen wird berechnet und das Fadenkreuz so ausgerichtet, dass die beiden Fäden die Koma berühren und die Bewegungsrichtung entlang der Diagonalen des Fadenkreuzes verläuft (Abb. 5).
- 5.) Am wenigsten genau ist die Nachführung, wenn das Fadenkreuz auf die Koma zentriert und versucht wird, das Kreuz auf derselben Stelle der Koma zu halten.



Methode 3

Methode 4

Abb. 5: Nachführmethoden 3.) + 4.) (aus "IHW Amateur Observers' Manual for Scientific Comet Studies" von Stephen J. Edberg).

Schweif fotografie

Auf diesem Gebiet können Amateure insbesondere bei helleren Kometen einen wertvollen Beitrag leisten. Bei größeren Schweiflängen eignet sich das 50mm-Normalobjektiv einer Kleinbildkamera hervorragend. Ansonsten müssen etwas längere Brennweiten verwendet werden. Um bis zum Rand scharfe Bilder zu erhalten, sollte man das Objektiv eine oder zwei Stufen abblenden.

Wer sicher sein will, dass seine Aufnahmen wissenschaftlich verwertet werden können, sollte zusätzlich folgende Punkte beachten: da die wahre Brennweite einer Optik oftmals von der angegebenen abweicht, muss für jedes verwendete Objektiv ein Eichfoto vom Gürtel des Orion mitgeliefert werden (2 Min. nachgeführt). Außerdem sollte jede Filmrolle mindestens eine 20 Min. belichtete Eichaufnahme von M31 oder M83 (südliche Hemisphäre) enthalten, da auch die Emulsionen eines Filmfabrikats variieren können.

Durch die Verwendung geeigneter Filter lässt sich der Plasmaschweif vom Staubschweif trennen. Der Plasmaschweif kann mit einem blauen Interferenzfilter isoliert werden, der zwischen 4100 und 4600 Å durchlässig ist. Solche Aufnahmen sind mit älteren Fotos vergleichbar, da früher alle fotografischen Emulsionen blauempfindlich waren und so bevorzugt den Plasmaschweif zeigten. Ein Orangefilter, das diese Wellenlängen ausschließt, zeigt den im kontinuierlichen Spektrum des reflektierten Sonnenlichts strahlenden Staubschweif. Hat man genügend Zeit, so sollte man nacheinander je eine ungefilterte, eine Orange- und eine Blauaufnahme (gut geeignet sind z.B. die Gelatinefilter 47A und 21B von Kodak) erstellen. Ist die Sichtbarkeitsdauer so kurz, dass nur eine Aufnahme möglich ist, kann auch ein Farbdiafilm verwendet werden. Im Fotolabor lässt sich dann durch Filter Staub- und Plasmaschweif trennen.

Fotografie der inneren Koma

Hierfür eignen sich Fernrohre ab 15cm Öffnung und 2500mm Brennweite. Um die Strukturen der inneren und äußeren Koma vollständig zu erfassen, sollte eine Serie von mehreren Aufnahmen erstellt werden, die sich in der Belichtungszeit um einen konstanten Faktor (z.B. 2) unterscheiden. Wer sicher sein will, dass seine Aufnahmen wissenschaftlich verwertet werden können, sollte für jede verwendete Kombination von Fernrohr, Barlowlinse, Okular usw. eine 10 Min. belichtete Eichaufnahme von M31 bzw. M83 auf jeder Filmrolle erstellen. Es kann sogar nützlich sein, Eichaufnahmen für verschiedene Temperaturen anzufertigen, da die meisten Instrumente, vor allem Schmidt-Cassegrain- und Maksutov-Fernrohre, ihre Brennweite mit der Temperatur ändern.

Anleitung zur Auswertung von Kometenaufnahmen

1. Fertigen Sie einen Übersichtsabzug an, der auch das Umfeld des Kometen zeigt.
2. Suchen Sie (mindestens) vier (!) hellere Sterne aus dem Umfeld des Kometen aus einem Sternatlas heraus und kennzeichnen Sie sie auf der Aufnahme. Schreiben Sie Sternnamen und Koordinaten (Rektaszension, Deklination, Äquinoktium) auf die Bildrückseite. Dies erleichtert der bearbeitenden Fachgruppe (und auch Ihnen bei späteren Rückschau) die Orientierung. Aus den Koordinaten läßt sich dann leicht der Maßstab Ihrer Aufnahme bestimmen.
3. Zeichnen Sie in die Übersichtsaufnahme auch die Himmelsrichtungen ein (am besten Nord-, Süd-, Ost-, West-Kreuz oder Nord- und Ost-Markierung). Bei polnahen Gegenden achten Sie darauf, daß die Himmelsrichtungen für den Kopf (!) des Kometen gelten. Markieren Sie die Richtung z.B. am Rand der Aufnahme in bezug auf den Kopf des Kometen. Dies erleichtert die Bestimmung des Positionswinkels des Schweifes erheblich!
4. Ermitteln Sie den Winkelabstand zwischen zwei Sternen auf dem Abzug (!) z.B. mit der Gleichung:

$$\beta = \arccos(\sin\delta_1 \sin\delta_2 + \cos\delta_1 \cos\delta_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1))$$
 wobei α die Rektaszensionen und δ die Deklinationen der beiden Sterne bei gleichem Äquinoktium sind. Geben Sie die Rektaszension in Grad ein (Stundenwert mit 15 multiplizieren). α und δ müssen natürlich in Dezimalzahlen angegeben werden (nicht in Grad:Minute: Sekunde). Benutzen Sie zwei möglichst entfernte Sterne. Nun können Sie den Maßstab in Grad/cm angeben. Bei stark vergrößerten und/oder langbrennweitigen Aufnahmen benutzen Sie bitte als Maßstab Bogenminuten/mm oder gar Bogensekunden/mm (Teilen Sie das ermittelte β durch die lineare Entfernung zwischen den Sternen auf dem Abzug in cm bzw. mm). Der Maßstab ist wichtig zur Bestimmung des Komadurchmessers und der wahren Schweiflänge. Zum Vergleich: Beim Falkauer Atlas entspricht 1mm = 4' (Bogenminuten), beim Atlas Stellarum 1mm = 2'. Für andere Atlanten (Becvar, Tirion, etc.) kann man den Maßstab direkt aus den Deklinationslinien entnehmen und auf 1mm zurückrechnen.
5. Bestimmen Sie nun entweder vom Originalnegativ oder Dia (Vorsicht anderer Maßstab als auf dem Abzug!) mit einer Meßlupe den Komadurchmesser und die Schweiflänge oder/und auf dem Abzug mit einem Lineal. Die gefundenen Werte notieren Sie bitte auf einem Auswertebogen.
6. Als Bogen nehmen Sie am besten den üblichen, umseitigen Bogen. Bitte listen Sie alle Ihre fotografischen Aufnahmen tabellarisch auf. Zuerst stellen Sie bitte das gesamte Material vor, später die Auswertungen einzelner Aufnahmen (auf die oben beschriebene Weise). Durch die Kenntnis Ihrer gesamten Aufnahmen können wir gezielt Lücken schließen.
7. Bitte geben Sie auf dem Bogen folgende selbstkritische Bemerkungen an: C - Stadtlicht, CL - (Durchzug von) Wolken, D - Dunst, F - Nebel, M - Mondstörung, S - Satellit(en)/Flugzeug(e) durch den Kometen, T - Dämmerung, Z - Zodiakallicht stört.
8. Die Qualität der Aufnahme beurteilen Sie bitte wie folgt: 1 - gute Nachführung und Schärfe, 2 - gut, sehr geringe Nachführfehler, 3 - wie 2, aber Unschärfe, 4 - schlechte Nachführung und unscharf. Es sind Zwischenwerte erlaubt! Ein Beispiel: 2.5CD - Aufnahme mit geringer Unschärfe und leichten Nachführfehlern bei Stadtlicht und Dunst.
9. Weisen Sie bei jeder Aufnahme auf eventuell sichtbare außergewöhnliche Strukturen hin (z.B. Strahlen, Schweifbrisse, Komastrukturen etc.)
10. Bitte schicken Sie an die Fachgruppe nur Ihre besten Aufnahmen und nicht etwa das gesamte Material (und nie die Originale!). Listen Sie aber in einem Bogen immer all Ihr Material auf (siehe Beispiel am Schluß). Bei eingesandten Aufnahmen benutzen Sie bitte maximal 18 x 24cm² als Abzugsgröße.
11. Falls Sie überhaupt keine Möglichkeit sehen, Ihr Material auszuwerten, so schicken Sie uns bitte je eine Übersichtsaufnahme (mit Sternbezeichnungen versehen), zusammen mit einer Ausschnittsvergrößerung! Wir können dann aber keine schnelle Auswertung versprechen.
12. Bitte schreiben sie uns Ihre Anschrift und vollständig die üblichen Aufnahmeangaben auf die Rückseite jeder Aufnahme und auch auf den Fotografiebogen (Datum, Uhrzeit in UT vom Beginn der Belichtung, Brennweite, Film, Blende, Belichtung, Entwicklungsdaten, Belichtungsdauer, Ort, etc.).
13. Damit Ihre Beobachtungen auf Nachfrage allgemein hin zugänglich sind, bitten wir um eine Bestätigung Ihres Einverständnisses zur Weiterleitung Ihrer Adresse und der Daten der fotografischen Kometen an interessierte Profis und Amateurastronomen.

Beispielbogen für die Auflistung fotografischer Kometenbeobachtung

K O M E T : 21P/Beispiel Beobachter: Karl Muster, Planetenweg 27, 12345 Sternhausen

Datum (UT)	mag.	Ref.	Instrument	Koma	DC	Schweif	Pos.	Bemerkungen nach Punkt 7 und 8, Film/Entw./typ, Belichtungszeit, sonstiges....
1995 10 12.3458	12	S	200mm/f=300mm Schmidtamera	3.5	4	0.2	90	1.5 TP/hypers 34:15
1995 10 12.4235	12:	S	200mm/f=300mm Schmidtamera	4	3.5:	0.2	90:	1.5 DCS A400/Labor 63:14
1995 10 14.563	13	S	200mm/f=300mm Schmidtamera	3.7	5	0.2	87	1.5 HP5/Neof. rot 34:15

Bemerkungen: Bis auf den 14.10.95 wurden alle Aufnahmen auf den Kometen nachgeführt. TP 2415 wurde hypersensibilisiert und in Dokuol 30 Minuten bei 20 °C HP 5- Film wurde in Neofin mit 20 Minuten bei 25 °C und A400 (Agfachrome) im Labor entwickelt. Aufnahmeort war immer Kugeldorf (Länge 10°12'13" Ost und Breite 55°12'14" Nord)

Zu den Spalten im Beispielbogen:

mag. ist die geschätzte Helligkeit [mag]
 Ref. ist der Atlas/Katalog, den man für seine Maßstäbe benutzte (S = SAO, A = AGK3, FA = Falkauer Atlas, AS = Atlas Stellarum, T = Tirion, B = Becvar, U = Uranometria 2000.0, PS = POSS)
 Instrument genaue Angaben zum Typ, Öffnung und Brennweite bzw. Öffnungsverhältnis
 Koma ist der Komadurchmesser in Bogenminuten(!)
 DC ist der Kondensationsgrad (0-9: 0=völlig diffus, 9=sternförmig)
 Schweif ist die Schweiflänge in Grad (!)
 Pos. ist der Positionswinkel in Grad (N - O - S - W - N)
 letzte Spalte enthält die selbstkritische Bewertung der Aufnahme nach obigen Kriterien, Film, Entwicklung, Belichtungszeit in Minuten: Sekunden, Art der Nachführung sowie sonstige Bemerkungen

Weiterleitung der Fotografien

Fotografien müssen stets in Begleitung wichtiger Zusatzdaten wie Datum der Aufnahme, Orientierung, Belichtungszeit usw. zugesandt werden - nie alleine. Dabei ist es selbstverständlich möglich, alle erforderlichen Daten auf die Rückseite der Vergrößerungen zu notieren. Besser bewährt hat sich allerdings ein Beobachtungsbogen, wie ihn die VdS-Fachgruppe Kometen erarbeitet hat. In diesen können alle wesentlichen Daten der Fotografie selbst, zusammen mit den aus der Aufnahme ermittelten Werten für die einzelnen Kometenparameter wie Schweiflänge, Positionswinkel eingetragen werden.

Erläuterung der Felder im "Bogen zur fotografischen Kometenbeobachtung"

Datum UT):	Zeitpunkt der Beobachtung in UT. Angabe <u>nur</u> als Tagesbruchteile in UT in der Form JJJJ.MM.TT.dd(d). Siehe Tab.1.
Hell./m ₁ :	grob geschätzte Helligkeit.
Refer.:	Quelle, die zur Bestimmung von Komadurchmesser, Schweiflänge, Positionswinkel benutzt wurde.
Instr./Camera:	Instrumentenöffnung in cm, Typ gemäß dem ICQ-Schlüssel (A = Kamera) und Öffnungsverhältnis.
Koma/Coma:	fotografischer Komadurchmesser in Bogenminuten.
DC:	fotografischer DC-Wert (nur auf Farbaufnahmen bestimmbar).
Schweif/Tail:	fotografische Schweiflänge in Grad.
Pos.:	Positionswinkel in Grad.
Bemerkungen/Remarks:	Anmerkungen jeglicher Art.
Belichtungszeit/expos.:	in Minuten.
Film, Entw./devel. (hyp):	verwendete Filmsorte und Entwickler.