

Andreas Kammerer • Mike Kretlow (Hrsg.)

Kometen beobachten

**Praktische Anleitung für
Amateurbeobachter**

Unter Mitarbeit von
Matthias Achternbosch, Otto Guthier, Jost Jahn,
Stefan Korth, Jürgen Linder, Hartwig Lüthen,
Michael Möller, Hans-Ludwig Neumann"

Mit 103 Abbildungen und 29 Tabellen

Verlag Sterne und Weltraum
München

Inhalt

Vorwort	V
1 Geschichte der Kometenforschung	1
<i>Hans-Ludwig Neumann</i>	
1.1 Einleitung	1
1.2 Was ist ein Komet ?	1
1.3 Die Kometenastronomie bis Edmond Halley.	3
1.4 Anfänge der Kometenphysik	5
1.5 Die moderne Kometenforschung	10
Literatur.	12
2 Kometenbeobachtung mit Amateurmitteln	15
<i>Andreas Kammerer</i>	
Literatur.	30
3 Die visuelle Kometenbeobachtung	32
<i>Stefan Korth und Otto Guthier</i>	
3.1 Einleitung	32
3.2 Die physiologischen Grundlagen.	32
3.3 Die Ausrüstung	35
3.4 Der Standort	40
3.5 Die Beobachtung	41
3.5.1 Die einzelnen Beobachtungsgrößen.	41
3.5.2 Die Beobachtungsaufzeichnungen	49
3.5.3 Kernnahe Strukturen.	51
3.6 Die visuelle Suche nach Kometen.	55
3.7 Schlußwort	58
Literatur.	58
4 Die wichtigsten Sternkataloge für den Kometenbeobachter	59
<i>Andreas Kammerer und Michael Möller</i>	
4.1 Allgemeines zu Sternhelligkeiten.	59
4.2 Die Sternkataloge im Vergleich.	61
Literatur.	64
5 Die Auswertung visueller Kometenbeobachtungen	65
<i>Andreas Kammerer</i>	
5.1 Einleitung.	65
5.2 Datengrundlage.	65

5.3	Datenselektion	67
5.4	Allgemeine Auswertungshinweise	69
5.5	Bestimmung der Kometenparameter	70
5.5.1	Allgemeine Betrachtungen zur Helligkeitsentwicklung von Kometen	70
5.5.2	Bestimmung der Helligkeitsparameter	76
5.5.3	Absoluter Komadurchmesser	80
5.5.4	Absolute Schweiflänge	83
5.5.5	Koma-Kondensationsgrad (DC) und Positionswinkel	84
5.6	Methoden zur weiteren Reduzierung der Streuung	86
5.6.1	Verwendung ausgewählter Beobachter	86
5.6.2	Verwendung ausgewählter Instrumentenkategorien	87
5.6.3	Gewichtete gleitende Mittelwerte	88
5.6.4	Kombination der genannten Methoden	91
5.7	Zusammenfassung	92
	Literatur	92

Die photographische Kometenbeobachtung und ihre Auswertung

94

Matthias Achternbosch, Andreas Kammerer und Jürgen Linder

6.1	Einleitung	94
6.2	Die photographische Optik	95
6.2.1	Wesentliche Faktoren für die Auswahl einer Optik	96
6.2.2	Kurzbrennweitige Optiken	97
6.2.3	Astrographen	97
6.2.4	Langbrennweitige Optiken	98
6.3	Die photographische Emulsion	99
6.3.1	Photochemischer Prozeß	99
6.3.2	Eigenschaften	99
	Allgemeines	99
	Schwarzschildeffekt	100
	Auflösungsvermögen	100
6.3.3	Hypersensibilisierung	101
6.3.4	Geeignete Filme für die Kometenphotographie	102
	S/W-Filme	102
	Farbfilme	104
6.4	Filter	104
6.5	Nachführung	106
6.5.1	Die direkte Kometennachführung	107
6.5.2	Die indirekte Kometennachführung	107
6.6	Photographische Beobachtungsprogramme	110
6.7	Filmentwicklung und -Verarbeitung	112
6.8	Auswertung der Aufnahmen	114

6.8.1	Grunddaten einer Photographie	114
6.8.2	Helligkeit	115
6.8.3	Komadurchmesser und Kondensationsgrad	116
6.8.4	Schweiflänge und Positionswinkel	116
6.8.5	Strukturen	117
6.8.6	Photographischer Beobachtungsbogen	118
6.9	Photographische Kometsuche	121
	Literatur	122
7	Die CCD-Beobachtung	124
	<i>Matthias Achternbosch</i>	
7.1	Einleitung	124
7.1.1	Aufbau und Funktionsweise der Kamera	126
7.2	Eigenschaften der CCD	130
7.3	Die Meßgenauigkeit von CCDs	133
7.3.1	Photonenrauschen	134
7.3.2	Beitrag des Himmelshintergrundes	135
7.3.3	Thermisches Rauschen	135
7.3.4	Readout noise	136
7.3.5	Das Signal/Rausch-Verhältnis	136
7.3.6	Abschätzung des theoretischen Signal-Rausch- verhältnisses: Nachweisgrenzen für punkt- und flächenhafte Objekte	138
7.3.6.1	Das Objekt-Signal	139
7.3.6.2	Der Beitrag des Himmelshintergrundes	141
7.3.6.3	Nachweisgrenze und Meßgenauigkeit	142
7.4	Astrometrie mit der CCD-Kamera	144
7.5	Photometrie von Kometen	147
7.5.1	Vorbemerkung	147
7.5.2	Grundlagen der Photometrie	148
7.5.2.1	Helligkeitssysteme	150
7.5.2.2	Datenreduktion	155
7.5.3	Die Beobachtungstechniken	159
7.5.3.1	Differentielle Photometrie	160
7.5.3.2	Allsky-Photometrie	161
7.5.4	Kometenphotometrie in der Praxis	162
7.6	Grundzüge der Bildverarbeitung	167
	Literatur	179
8	Astrometrie	181
	<i>Mike Kretlow und Jost Jahn</i>	
8.1	Einleitung	181
8.2	Meßmethoden	181
8.3	Positionsbestimmung durch Schätzung am Fernrohr	182

8.3.1	Kartenauswahl	183
8.3.2	Praktische Durchführung	184
8.4	Mikrometermessungen am Teleskop	185
8.5	Photographische Astrometrie	186
8.5.1	Das Instrumentarium	186
8.5.2	Erstellen der Aufnahmen	190
8.5.3	Auswahl der Anhaltssterne	191
8.5.4	Ausmessen der Aufnahmen	192
8.5.5	Die astrometrische Reduktion	192
8.5.5.1	Sternkataloge und Referenzsysteme	192
8.5.5.2	Allgemeine Vorbereitungen	195
8.5.5.3	Definition und Berechnung der Tangentialkoordinaten	197
8.5.5.4	Die Bedingungsgleichungen	199
8.5.5.5	Die Normalgleichungen und deren Lösung	199
8.5.5.6	Höhere Reduktionsansätze	202
8.5.5.7	Fehlersuche und -minimierung	204
8.5.5.8	Arbeitsschritte einer Reduktion	205
8.5.6	Zusätzliche Bemerkungen zur Astrometrie von Kometen	206
8.6	CCD-Astrometrie	207
8.7	Geographische Ortsbestimmung	211
8.8	Meldung und Publikation der Beobachtungen	211
	Literatur	212
9	Spektroskopie	214
	<i>Mike Kretlow</i>	
9.1	Einleitung	214
9.2	Einführung in die Physik der Kometen	215
9.3	Spektrographen	216
9.3.1	Bau eines Spaltspektrographen	219
9.4	Die spektroskopische Beobachtung eines Kometen	225
9.5	Auswertung der Spektren	229
9.5.1	Bearbeitung der Rohbilder	230
9.5.2	Wellenlängenkalibrierung	230
9.5.3	Identifikation der Linien	232
	Literatur	234
10	Ephemeridenrechnung	235
	<i>Hartwig Lüthen</i>	
10.1	Einleitung	235
10.2	Die Bahnelemente	236
10.3	Wesentliche Hilfsformeln	238

10.3.1	Winkelfunktionen	238
10.3.2	Umrechnung Dezimalgrad in Grad/Bogen- minuten und umgekehrt	239
10.3.3	Rechnen mit dem Kalender (Julianisches Datum)	239
10.4	Berechnung der rechtwinkligen Sonnenkoordinaten	240
10.5	Die Ephemeridenrechnung	243
10.5.1	Berechnung der Gauß-Konstanten	243
10.5.2	Ephemeridenrechnung bei elliptischen Bahnen	244
10.5.3	Ephemeridenrechnung bei parabolischen Bahnen	245
10.5.4	Rechenbeispiele	246
	Literatur	247
11	Bahnbestimmung und -Verbesserung	248
	<i>Mike Kretlow</i>	
11.1	Einleitung	248
11.2	Historisches	249
11.3	Die Reduktion der Beobachtungen	249
11.3.1	Reduktion alter Beobachtungen	251
11.3.2	Auswahl der Beobachtungen	251
11.4	Das Zweikörperproblem	252
11.5	Die Bahnbestimmung	254
11.5.1	Formulierung der Aufgabe	254
11.5.2	Die Dreiecksflächen als Funktion der Zeit	255
11.5.3	Die Parabelbahnbestimmung nach Olbers- Banachiewicz	256
11.5.4	Die Eulersche Gleichung	257
11.5.5	Ableitung der Bahnelemente	258
11.5.6	Rechenschema	260
11.6	Die Bahnverbesserung	263
11.6.1	Die Variation der Elemente	264
11.6.2	Rechenschema	266
11.6.3	Anmerkung	269
11.7	Spezielle Störungsrechnung	270
	Literatur	271
12	Informationsquellen	273
	<i>Jost Jahn und Hartwig Lüthen</i>	
12.1	Einleitung	273
12.2	Datenfernübertragung und Computernetzwerke	273
12.2.1	FAX	273
12.2.2	Mailboxen	273
12.2.3	Internet	274
12.2.4	Andere Netze	276
12.3	Astronomische Informationsdienste und Periodika	276

12.3.1	Informationen des Central Bureau for Astronomical Telegrams	277
12.3.2	Amateur-Informationsdienste	277
12.4	Was tun nach einer Kometenentdeckung?	280
12.4.1	Ist das verdächtige Objekt ein Komet?	280
12.4.2	Handelt es sich um einen bekannten Kometen?	281
12.4.3	Wohin meldet man seine Kometenentdeckung?	282
Literatur.	283
A	Die VdS-Fachgruppe Kometen	284
B	Hilfstafeln	285
B.1	Tabelle der Tagesbruchteile	285
B.2	Extinktionstabellen (Quelle: ICQ ¹ 14, 55-59)	286
B.2.1	Atmosphärische Extinktion (in Größenklassen) bei durchschnittlicher Atmosphäre	286
B.2.2	Atmosphärische Extinktion (in Größenklassen) bei winterlicher Atmosphäre (niedriger Wasserdampfgehalt)	287
B.2.3	Atmosphärische Extinktion (in Größenklassen) bei sommerlicher Atmosphäre (hoher Wasserdampfgehalt)	288
B.3	Tabelle mit dem dreistelligen Code für periodische Kometen	289
C	E-mail-Format der VdS-FG Kometen für visuelle Beobachtungen	291
D	Schlüssellisten	293
D.1	Helligkeitsschätzmethode (Feld MM)	293
D.2	Instrumenttyp (Feld Typ)	293
D.3	Vergleichssternsequenz (Feld Ref.)	294
D.4	Extinktionskorrektur	296
D.5	Störeinflüsse	296
E	Zeichenschablone und Beobachtungsbögen der VdS-FG Kometen	297
E.1	Zeichenschablone der FG Kometen	297
Register	301