

Klaus Reinsch • Rainer Beck
Heinz Hilbrecht • Peter Völker (Hrsg.)

Die Sonne beobachten

Mit 182 Abbildungen und 27 Tabellen

**Sterne und
Weltraum**

Inhaltsverzeichnis

1	Instrumente und Hilfsmittel	1
1.1	Wahl des Beobachtungsinstrumentes.....	1
1.2	Lichtdämpfung.....	5
1.3	Sonnenprojektionsschirm.....	7
1.4	Okularfilter.....	11
1.5	Objektivsonnenfilter.....	12
1.6	Das Sonnenpentaprisma.....	15
	Literatur.....	17
2	Spezialgeräte zur Sonnenbeobachtung	19
2.1	Spektroskop.....	19
2.1.1	Grundlegender Aufbau eines Spektroskops.....	19
2.1.2	Das Prismen Spektroskop.....	20
2.1.3	Das Auflösungsvermögen eines Spektroskops.....	22
2.1.4	Das Gitterspektroskop.....	24
2.1.5	Datenauswertung.....	25
2.1.6	Beobachtungsprogramme.....	27
2.2	Protuberanzenansatz.....	28
2.3	Polarisationsinterferenzfilter.....	34
2.3.1	Einleitung.....	34
2.3.2	Funktionsweise der Lyot-Filter.....	34
2.3.3	DayStar-Filter.....	37
2.4	Guckson.....	39
	Literatur.....	40
3	Visuelle Beobachtung	43
3.1	Aufzeichnung der Beobachtungen.....	43
3.2	Beobachtungsprogramme.....	46
3.3	Seeing.....	47
3.3.1	Die Erscheinung.....	47
3.3.2	Registrierung der Luftunruhe.....	48
3.3.3	Entstehung des Seeing.....	49

3.4	Tagesgänge, Jahresgänge und andere Effekte	50
3.5	Beobachtungsplatz	52
	Literatur	53

4	Photographie, CCD-, Film- und Videoaufnahmen	55
4.1	Eigenschaften der photographischen Schicht	55
4.1.1	Die Schwärzungskurve	56
4.1.2	Die Kurve der spektralen Empfindlichkeit	58
4.1.3	Die Gamma-Zeit-Kurven	59
4.1.4	Das Auflösungsvermögen	60
4.1.5	Das Schwarzschildverhalten	60
4.2	Einführung in die Weißlicht-Photographie	62
4.3	Die Hoc-Photographie	72
4.4	Sonnenphotographie im violetten Licht	75
4.5	Dunkelkammertechnik	77
4.5.1	Negativtechnik	77
4.5.2	Positivtechnik	80
4.6	CCD-Technik	83
4.6.1	Einführung	83
4.6.2	CCD-Kameras	85
4.6.3	Teleskope, Computer und Zubehör	86
4.6.4	Bild Verarbeitung	87
4.7	Kinematographie und Video	92
4.7.1	Einführung	92
4.7.2	Timing	93
4.7.3	Techniken	94
	Literatur	98

5	Sonnenflecken	101
5.1	Struktur von Sonnenflecken	101
5.1.1	Einleitung	101
5.1.2	Poren	101
5.1.3	»Fehlstellen«	103
5.1.4	Umbra	103
5.1.5	Umbral Dots	104
5.1.6	Bright Points	104
5.1.7	Lichtbrücken	105
5.1.8	Penumbra	105

5.1.9	Äußerer heller Ring.....	105
5.2	Entwicklung von Flecken und Fleckengruppen.....	106
5.2.1	Typische Entwicklung eines großen Aktivitätsgebietes.....	107
5.2.2	Fleckenklassen und Lebensdauer.....	109
5.2.3	Fläche einer Gruppe.....	112
5.2.4	Zahl der Einzelflecken.....	114
5.2.5	Achsenneigung.....	115
5.2.6	Verhältnis der Flächen von Umbra und Penumbra	117
5.2.7	Helligkeit der Umbra.....	117
5.2.8	Schnelle Entwicklung von Fleckengruppen.....	117
5.3	Klassifikation von Flecken und Fleckengruppen.....	120
5.3.1	Klassifikation nach Waldmeier.....	120
5.3.2	Klassifikation nach Künzel.....	122
5.3.3	Klassifikation nach McIntosh.....	124
5.3.4	Klassifikation der Fleckenfläche nach Beck.....	128
5.3.5	Magnetische (Mt.-Wilson-) Klassifikation.....	128
5.4	Lichtbrücken.....	129
5.4.1	Allgemeine Erscheinung.....	129
5.4.2	Entwicklung von Lichtbrücken.....	133
5.4.3	Klassifikation von Lichtbrücken.....	136
5.4.4	Physikalische Parameter.....	137
5.4.5	Vorschläge für eigene Untersuchungen.....	141
5.5	Wilson-Effekt.....	143
5.5.1	Erscheinungsbild und Deutung.....	143
5.5.2	Offene Fragen.....	146
5.5.3	Beobachtungsprogramme für den Amateur.....	148
5.6	Amateurmäßige Magnetfeldbeobachtungen.....	151
5.6.1	Magnetfeldstärke.....	153
5.6.2	Polaritätsverteilung.....	154
5.6.3	Anwendungsmöglichkeiten.....	156
	Literatur.....	157

6	Sonnenfleckensstatistik	163
6.1	Maßzahlen der Fleckenaktivität.....	163
6.1.1	Die Relativzahl R	163
6.1.2	Die Gruppenzahl g	166
6.1.3	Die Einzelfleckenanzahl/.....	167
6.1.4	Der Gewichtungsfaktor 10 für die Gruppenzahl.....	169

6.1.5	Der Reduktionsfaktor k	170
6.1.6	Abhängigkeiten des \wedge -Faktors.....	172
6.1.7	Die Flächenzahl F	177
6.1.8	Die Neue Relativzahl nach Beck.....	186
6.1.9	Die Fleckenzahl nach Pettis.....	187
6.1.10	Der Klassifikationswert (CV-Wert) nach Malde.....	189
6.1.11	Die Paderborner Fleckenzahl.....	190
6.2	Sonnenfleckenperioden und ihre Messung.....	191
6.2.1	Relativzahl-Beobachternetze.....	191
6.2.2	Zeitliche Mittelung der Fleckenzahlen.....	193
6.2.3	Der »Schwabe-Zyklus«.....	195
6.2.4	Die »Waldmeierschen Gesetze«.....	199
6.2.5	Der »Gleissberg-Zyklus«.....	205
6.2.6	Langfristige Fleckenvorhersage.....	209
6.3	Sonnenfleckenbeobachtungen mit bloßem Auge.....	211
6.3.1	Systematische Beobachtungen mit bloßem Auge.....	211
6.3.2	Der elfjährige Sonnenfleckenzklus - mit bloßem Auge registriert.....	212
6.3.3	Sichtbarkeitsgrenze von Sonnenflecken mit bloßem Auge.....	215
	Literatur.....	218
7	Positionsbestimmung	223
7.1	Koordinatensysteme und Umrechnungen.....	223
7.1.1	Heliographische Koordinaten.....	223
7.1.2	Umwandlung von Lagekoordinaten in heliographische Koordinaten.....	228
7.2	Meßmethoden.....	231
7.2.1	Direkte Markierung.....	231
7.2.2	Durchlaufmethode.....	233
7.2.3	Verzerrungseffekte.....	239
7.2.4	Photographische Methoden zur Positionsbestimmung	244
7.2.5	Längenmessung von Sonnenfleckengruppen.....	250
7.3	Sonnenkartographie und Fleckenverteilung.....	255
7.4	Achsenneigung von bipolaren Sonnenfleckengruppen	263
7.5	Eigenbewegungen in Fleckengruppen.....	265
7.6	Differentielle Rotation.....	266
7.6.1	Hintergrund und Meßmethoden.....	266
7.6.2	Beobachtungsanforderungen.....	268

7.6.3	Auswertung.....	269
	Literatur.....	271
8	Sonnenfackeln	273
8.1	Erscheinungsbild der Fackeln.....	273
8.2	Instrumentelle Voraussetzungen.....	275
8.3	Beobachtung der Fackeln.....	275
8.3.1	Fackelaktivität.....	276
8.3.2	Fläche der Fackeln.....	279
8.3.3	Breitenverteilung und Positionsmessungen.....	281
8.3.4	Helligkeit der Fackeln.....	281
8.4	Polare Fackeln.....	282
8.4.1	Allgemeines Erscheinungsbild.....	282
8.4.2	Lebensdauer.....	283
8.4.3	Sichtbarkeitsfunktion und Breitenverteilung.....	283
8.4.4	Zeitliches Erscheinen der polaren Fackeln.....	284
8.5	Auswertung.....	287
8.5.1	Registrierung der Beobachtungsdaten.....	289
	Literatur.....	289
9	Photosphärische Granulation	291
9.1	Beschreibung der Granulation.....	291
9.2	Morphologie, Evolution und Dynamik der Granulation.....	292
9.3	Theoretische Interpretation der Granulation.....	295
9.4	Betätigungsmöglichkeiten für den Amateur.....	296
	Literatur.....	296
10	Sonnenbeobachtung im Hα-Licht	299
10.1	Einführung.....	299
10.1.1	Ha, was ist das?.....	301
10.1.2	H α -Filter.....	301
10.1.3	Was bedeutet die Bezeichnung »Halbwertsbreite«? ...	302
10.2	Wahl des Instruments.....	302
10.2.1	Spektrohelioskop.....	303
10.2.2	Protuberanzenfernrohr und -ansatz.....	303
10.2.3	Lyot-Filter.....	304
10.3	Chromosphäre.....	305
10.3.1	Geschichtliches.....	305

10.3.2	Erscheinungen der ungestörten (ruhigen) Chromosphäre.....	307
10.3.3	Erscheinungen der aktiven Chromosphäre.....	307
10.4	Protuberanzen und Filamente.....	310
10.4.1	Klassifikationen.....	310
10.4.2	Typisierung der Protuberanzen nach Völker.....	316
10.4.3	Statistik der Protuberanzen.....	318
10.4.4	Statistik der Filamente.....	325
10.4.5	Beobachtungsprotokolle.....	326
10.4.6	Beobachtungsprogramme.....	331
10.4.7	Positionsbestimmungen chromosphärischer Phänomene.....	335
10.4.8	Geschwindigkeitsmessungen an Protuberanzen.....	341
10.5	Flares.....	347
10.5.1	Geschichtliches.....	347
10.5.2	Das Phänomen Flare.....	350
10.5.3	Helligkeitsverlauf.....	352
10.5.4	Flare-Arten.....	353
10.5.5	Beobachtungsprotokoll.....	354
10.5.6	Klassifikationen.....	356
10.5.7	Beobachtungsprogramme.....	358
10.6	Chromosphärische Fackeln (Plages).....	363
	Literatur.....	365
11	Sonnenbeobachtung im Radiobereich	369
11.1	Wie sieht ein Radioteleskop grundsätzlich aus?.....	369
11.2	Welche Strahlungseffekte der Sonne sind zu beobachten?.....	370
11.3	Die langsam variable Komponente.....	372
11.4	Solare Radio-Bursts.....	374
11.4.1	Fast-drift-Bursts, Typ-III- und Typ-V-Bursts.....	375
11.4.2	Slow-drift-Bursts (Typ II).....	377
11.4.3	Rauschstürme und Typ-I-Bursts.....	379
11.4.4	Mikrowellen-Bursts.....	381
11.5	Postzulassung und Frequenzbereiche.....	382
11.6	Hinweise zum Selbstbau von Radioteleskopen.....	382
11.6.1	Antennen.....	382
11.6.2	Empfängertechnik.....	384
	Literatur.....	385

12	Sonnenfinsternisse	387
12.1	Visuelle Beobachtung.....	389
12.2	Photographische Beobachtung.....	391
12.2.1	Photographie der Korona und der Umgebung.....	392
12.2.2	Filmaufnahmen.....	395
12.2.3	Filterfaktoren und Belichtungszeiten.....	397
12.2.4	Organisatorische und photographische Tips für die erste Sonnenfinsternis.....	397
12.3	Optoelektronische Registrierung der Sonnenkorona und der »Fliegenden Schatten«.....	400
12.4	Das Flashspektrum.....	401
12.5	Phänomene der Sonnenkorona.....	405
12.5.1	Form und Parameter der Korona.....	405
12.5.2	Polarisation der Korona.....	410
12.5.3	Koronalinien.....	410
12.5.4	Strukturen der Sonnenkorona.....	413
12.5.5	Bewegungen in der Korona.....	414
12.5.6	Beziehungen der Korona zu Protuberanzen.....	417
12.6	Historische Sonnenfinsternisse.....	419
12.7	Sonnenfinsternisexpeditionen.....	419
12.7.1	Langfristige Vorbereitungen.....	420
12.7.2	Mittelfristige Planung (1-2 Jahre vor Finsternis).....	424
12.7.3	Kurzfristige Vorbereitungen (2 Monate).....	425
12.7.4	Vorbereitungen vor Ort.....	426
12.8	Die totale Sonnenfinsternis am 11. August 1999.....	426
	Literatur.....	428
Anhang A - Bezugsquellen für Zubehör zur Sonnenbeobachtung.....		433
Anhang B — Informationsquellen im Internet für Sonnenbeobachter.....		435
Sachwortverzeichnis		439