Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 36 (1978)
Heft: 165

Heft

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

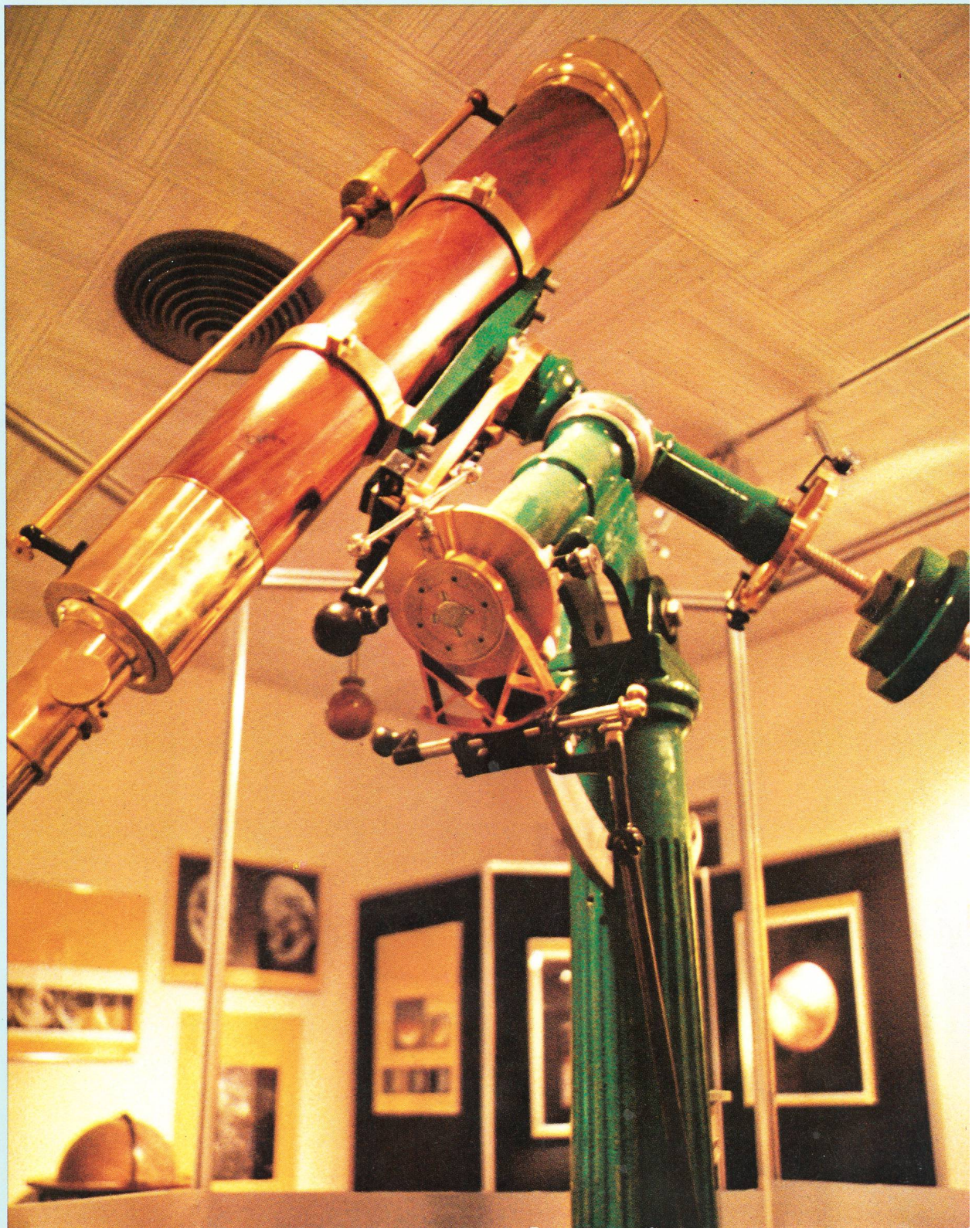
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 21.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse



36. Jahrgang
36e année

April
Avril
1978

165

Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Société Astronomique de Suisse

SAG

Adresse des Generalsekretärs: Generalsekretariat der SAG, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

Anmeldungen, Adressänderungen und Austritte (nur auf Jahresende) sind an diese Adresse zu richten.

Mitgliederbeitrag SAG (inklusive Bezugspreis ORION):
Schweiz: sFr. 47.—, Ausland: sFr. 53.—.

Jungmitglieder (nur in der Schweiz) sFr. 25.—.
Einzelhefte sind beim Generalsekretär für sFr. 7.50 zuzüglich Porto und Verpackung erhältlich.

Mitgliederbeiträge und Zahlungen sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.

SAS

Adresse du secrétaire général: Secrétariat général de la SAS, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

Les demandes d'admission, changements d'adresse et démissions (seulement pour la fin de l'année) sont à envoyer à cette adresse.

Cotisation annuelle SAS (y compris l'abonnement à ORION):
Suisse sfrs. 47.—, Etranger: sfrs 53.—.

Membres juniors (seulement en Suisse): sfrs. 25.—.
Des numéros isolés peuvent être obtenus auprès du secrétaire général au prix de sfrs. 7.50 plus frais de port.

Le versement des cotisations et autres paiements sont à effectuer après réception de la facture seulement.

CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA
idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen

Programm 1978

3.—8. April	**Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie Leitung: Herr Dr. Mario Howald, Basel
27.—28. Mai	**Wochenend-Kolloquium** Thema: Elektrische Einrichtungen und Apparate für Astro-Amateure Leitung: Herr Prof. Dr. Max Schürer, Bern
9.—14. Oktober	**Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie Leitung: Herr Dr. Mario Howald, Basel
23.—28. Oktober	**Astrophotokurs** Leitung: Herr Erwin Greuter, Herisau

Auskünfte und Anmeldungen:
Herr Andreas Künzler, Postfach 331
CH-9004 St. Gallen
Telefon 071/23 32 52

Technischer und wissenschaftlicher Berater:
Herr Erwin Greuter, Haldenweg 18, CH-9100 Herisau

36. Jahrgang, Seiten 49—96, Nr. 165, April 1978 36e année, pages 49—96, No. 165, Avril 1978

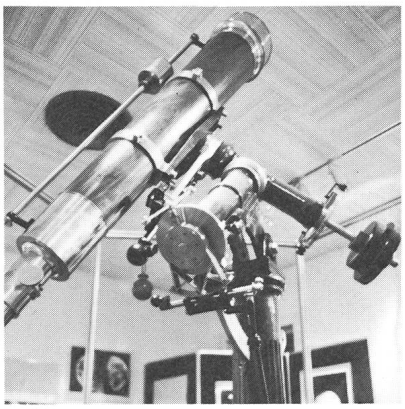
ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Bulletin de la Société Astronomique de Suisse

Inhaltsverzeichnis

KLAUS-PETER TIMM:
Die visuelle Beobachtung veränderlicher Sterne 52
THOMAS SPAHNI:
Filmkunde für Astroamateure 58
H. BEUCHAT:
Zur numerischen Berechnung der Normalrefraktion 64
WILLIAM BRUNNER-BOSSHARD:
Astronomische Inhalte in bronzezeitlichen Felsritzungen 68
Astro-Ausstellung «Faszinierendes Universum» in Freiburg, Rückblick. L'exposition astrophotographique «Les Merveilles de l'Univers» à Fribourg 70
Einladung zur Generalversammlung 71
Schweiz. Astronomische Gesellschaft (Rechnung, Budget, Protokoll) 72
Astro-Ausstellung «Faszinierendes Universum» 75
Aufruf des Jugenddienstes 75
WERNER LÜTHI:
Sonnenbeobachtung für den Amateur 76
Sternwarte Kreuzlingen:
Aufsehenerregendes Teleskop für hochenergische Gammastrahlung . 79
Ausserirdische Gammastrahlung lässt Koinzidenz-Gebirge entstehen 81
Neues Sonnen-Turmteleskop von ZEISS 83
MAX LAMMERER:
Ein Teleskop für die Flugreise 85
Jahresbericht 1977 der Städtischen Sternwarte auf der Steig 86
W. SPINNLER:
Genaue Ausrichtung der Polachse nach dem Himmelspol 87
Das Instrument 88
25 Jahre VdS 90
Sonnenfleckenrelativzahlen für Januar/Februar 1978 92
Bibliographie 93
Mitteilung SAG-Vorstand 93

Titelbild/Couverture



Astro-Fotoausstellung auf Schweizerreise

Das Titelbild der vorliegenden ORION-Nummer soll mithelfen, auf die in Freiburg zu einer Schweizertournée gestarteten Astro-Fotoausstellung aufmerksam zu machen. Initiator dieser Ausstellung ist A. von ROTZ, Aktuar des Zentralvorstandes der SAG. Die Migros-Klubschulen Schweiz haben sich freundlicherweise bereit erklärt, Organisation und Durchführung der Ausstellung zu übernehmen (siehe Seite 70). Die Sektionen der SAG sind hiermit aufgerufen, sich zu gegebener Zeit mit den lokalen Migros-Klubschulen in Verbindung zu setzen. Es ergeben sich einmalige Gelegenheiten, die Astronomischen Vereinigungen einem grossen Publikum vorzustellen.
Titelbild: Astro-Fotoausstellung in Freiburg. Im Zentrum der kurzbrennweitige Refraktor der R. A. Naef-Stiftung.

Auflage: 2700 Exemplare. Erscheint 6 x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.

Wissenschaftliche Redaktion: Peter Gerber, Dr. phil., Juravorstadt 57, CH-2502 Biel.
Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an diese Adresse zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren. Redaktionsschluss: 8 Wochen vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Technische Redaktion: Roland A. Holzgang, Unterdorfstrasse 20, CH-3322 Urtenen.
Inseratauftäge sind an die technische Redaktion zu richten.

Ständige Mitarbeiter: Werner Maeder, Genf.
H. G. Ziegler, Nussbaumen.

Redaktion ORION-Zirkular: Kurt Locher, Dipl. phys., Rebrain 39, CH-8624 Grüt.

Bezugspreis ORION (inklusive ORION-Zirkular und Mitgliederbeitrag SAG): Schweiz: sFr. 47.—, Ausland: sFr. 53.—. Jungmitglieder (nur in der Schweiz): sFr. 25.—.

Abonnemente und Adressänderungen: Generalsekretariat der SAG, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

Copyright: SAG - SAS. Alle Rechte vorbehalten.

Druck: A. Schudel & Co. AG, CH-4125 Riehen.

Tirage: 2700 exemplaires. Paraît six fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

Rédaction scientifique: Peter Gerber, Dr phil., Juravorstadt 57, CH-2502 Bienne.
Manuscrits, illustrations et rapports sont à envoyer à cette adresse. La responsabilité des articles publiés dans ce bulletin incombe aux auteurs. Dernier délai pour l'envoi des articles: 8 semaines avant la parution du numéro correspondant.

Rédaction technique: Roland A. Holzgang, Unterdorfstrasse 20, CH-3322 Urtenen.
Les ordres d'annonces sont à adresser à la rédaction technique.

Avec l'assistance permanente de: Werner Maeder, Genève.
H. G. Ziegler, Nussbaumen.

Rédaction Circulaire ORION: Kurt Locher, dipl. phys., Rebrain 39, CH-8624 Grüt.

L'abonnement à ORION (y compris Circulaire-ORION et la cotisation annuelle SAS): Suisse: Fr.s. 47.—, Etranger: Fr.s. 53.—. Membres juniors (seulement en Suisse): Fr.s. 25.—.

Abonnements et changements d'adresse: Secrétariat général de la SAS, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

Copyright: SAG - SAS. Tous droits réservés.

Impression: A. Schudel & Co. SA, CH-4125 Riehen.

Die visuelle Beobachtung veränderlicher Sterne

von KLAUS-PETER TIMM

Für den ernsthaften Sternfreund bieten die Veränderlichen Sterne ein reichhaltiges Betätigungsfeld. Zwar kann der auf diesem Gebiet der Astronomie tätige Amateur keine grossen, «weltbewegenden» Entdeckungen und Forschungsbeiträge mehr leisten, gleichwohl kann jedoch der wirklich ernsthafte und gewissenhafte Beobachter aus langen Beobachtungsreihen jenes Mosaiksteinchen herausholen, das in das grosse und keineswegs vollständige Bild der Veränderlichen Sterne hineinpasst. Die Betonung liegt hier auf «ernsthaft» und «langen Beobachtungsreihen». Denn nur unter diesen Voraussetzungen und bei kritischer Analyse, können Beobachtungen an Veränderlichen Sternen einen Wert haben.

Jedoch sollte auf diesem Gebiet, wie überhaupt in der Amateurastronomie, der individuelle Reiz nicht vergessen werden. Denn letztlich ist die Beschäftigung mit der Sternenkunde ein Hobby, welches einen Ausgleich zur täglichen Hetze und Engstirnigkeit schaffen soll.

Der Beobachtungsgegenstand

Die «Veränderlichkeit» der Veränderlichen Sterne bezieht sich nur auf die Helligkeit. Man definiert sie also als Sterne, die ihre Helligkeit verändern. Dabei ist die Grenze zu den nichtveränderlichen Sternen unscharf. Sie ist letztlich eine Frage der Nachweisbarkeit, der Beobachtungsgenauigkeit.

Die Ursachen der Helligkeitsänderung, des Lichtwechsels sind mannigfaltig. Man kann jedoch folgende Klassifikation treffen (nach dem «General Catalogue of Variable Stars», GCVS) [1,11]).

1. Pulsationsveränderliche

Typ	Periode	Spektrum	Amplitude	Anzahl
Langperiodische Cepheiden	1—50 d	F—K	2 mag.	ca. 700
RR Lyrae-Sterne	<1 d	B8—F2	1	4500
δ Scuti-Sterne	0.05—0.2 d	F	<1	20
β Canis Majoris-Sterne	3—6 h	B	<0.1	20
Mira-Sterne	80—1000 d	M, C, S	2.5—>6	4500
Halbregelmässige Veränderliche	30—1000 d	G—S	1—2	2300
α^2 Canum Venaticorum-Sterne	1—25 d	A$^+$	<0.1	30
Unregelmässige Veränderliche	—	K, M, C	<0.5—2	1800

$^+$ = starke Magnetfelder

2. Eruptionsveränderliche

Typ	kurze Charakteristik	Anzahl
Novae	Heisse Zwergsterne;	180
Nova-ähnliche Veränderliche	Helligkeitszunahme (7—16^m) in kurzer Zeit (Stunden—Monate) und kurzem Maximum; langsamer Helligkeitsabfall bis zum ursprünglichen Wert.	40
Supernovae	ähnlich Novae; jedoch grössere Amplituden (>20^m) und grössere absolute Helligkeit.	7
U Geminorum-Sterne	Zwerg-Novae; plötzliche Helligkeitsausbrüche in 2—5 d um 2—6^m.	220
Z Camelopardalis-Sterne	ähnlich U Gem-Sterne, jedoch gelegentliche Unterbrechungen mit konstantem Licht.	20
R Coronae Borealis-Sterne	Überriesen mit konstantem Licht und plötzlichem starken Helligkeitsabfall.	30
Irreguläre Veränderliche	Lichtwechsel rasch und regellos; auch Epochen mit Lichtwechselstillstand.	30
RW Aurigae-Sterne	wie Irreguläre Veränderliche. Junge Sterne in letzter Kontraktionsphase	870
UV Ceti-Sterne	plötzliches Aufleuchten in unregelmässigen Abständen; Flare- und Flash-Sterne	30

3. Bedeckungsveränderliche

Die einzelnen Typen der Veränderlichen werden meist nach einem exponierten Prototyp benannt.

Nun zu den Ursachen des Lichtwechsels.

Bei den Pulsations- und Eruptionsveränderlichen sind physikalische Veränderungen der Gaskugel Grund für den Helligkeitswechsel. Als Stichworte seien Radiusschwankungen, Russbildung (R CrB-Sterne) u.ä. genannt.

Bei den Bedeckungssternen haben wir es primär mit Abschattungseffekten zweier (oder mehrerer) umeinander kreisender Sterne zu tun. Liegt nämlich die Bahnebene des Systems in der Visionsebene des Beobachters, so bedecken sich die Komponenten gegenseitig im Laufe ihrer Rotation um einen gemeinsamen Schwerpunkt.

Jedoch spielen nicht nur Bedeckungseffekte hier eine Rolle. Vielmehr kommt es auf Grund der räumlichen Nähe der Komponenten zu Verformungen der Sternkör-

per durch starke Gravitationskräfte. Es findet auch häufig ein permanenter Materieaustausch statt. Diese physikalischen Veränderungen wirken sich mithin auch auf den Lichtwechsel des Systems aus.

Man unterscheidet daher die Klasse der bedeckungsveränderlichen Sterne in

a) Bedeckungsveränderliche vom Typ Algol (EA)
b) Bedeckungsveränderliche vom Typ β Lyrae (EB)
c) Bedeckungsveränderliche vom Typ W UMa (EW)
d) Doppelsternsysteme mit Rotationslichtwechsel (Ell)

Das Beobachtungsinstrument

Nach dieser kurzen und keineswegs erschöpfenden Vorstellung der Veränderlichen Sterne, wollen wir uns im Folgenden mit den Instrumenten des Veränderlichenbeobachters beschäftigen.

Rudolf Brandt schreibt in seinem Buch «Himmelsbeobachtung mit dem Feldstecher»: «Es hat jedes Fernrohr 'seinen Himmel', auch das allerkleinste, und es gibt eine grosse Zahl von himmlischen Objekten, für die ein Feldstecher dank seines grossen Sehfeldes und seiner hohen Lichtstärke das geeignetste Beobachtungsinstrument ist.»[2])

Zu dieser «grossen Zahl von himmlischen Objekten» gehören zweifelsohne die Veränderlichen Sterne. Hier kommt der Feldstecher vorzüglich zum Einsatz. Denn neben der grossen Lichtstärke, dem grossen Gesichtsfeld (wichtig zum Aufsuchen des Sterns), bietet der Feldstecher eine leichte Handhabung und leichten Transport, um dem Lichterdom der Großstädte entfliehen zu können. (s. Abb.1)

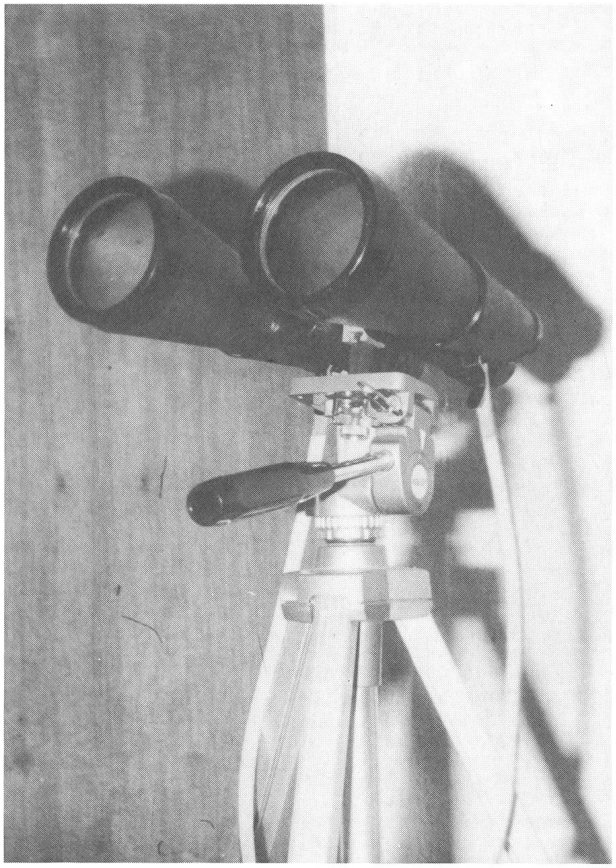


Abb. 1: Der Feldstecher als Beobachtungsinstrument (20 × 70 mm)

Aber natürlich hängt die Wahl unseres Beobachtungsinstrumentes primär von der Helligkeit des zu beobachtenden Sternes ab.

Es gibt die Regel, dass die Reizstärke (Helligkeit) eine gewisse Schwelle überschreiten muss, um eine Empfindung (Lichteindruck) im Auge hervorrufen zu können. Die Reizstärke muss um Mindestbeträge verändert werden, um im Auge eine andere Empfindung auszulösen (Weber-Fechner-Gesetz). Nun hängt die Reizstärke entscheidend von der Öffnung des benutzten Instrumentes ab. Mit einem Feldstecher von 80mm Öffnung lassen sich so Veränderliche bis etwa zur 9. Grösse sicher beobachten. Günstige atmosphärische Bedingungen lassen die Beobachtung noch schwächerer Sterne zu.

Der Verfasser konnte 1975 in Nordafrika mit seinem Feldstecher 20 × 70 mm Sterne bis zur 10.7 Grösse erfassen.

Jedoch sei davor gewarnt, zu schwache Sterne beobachten zu wollen. Die folgende Tabelle möge als grobe Orientierung dienen:

Öffnung des Instrumentes	Grenz-Helligkeit des Veränderlichen
50 mm	8 mag
70 mm	8.5 mag
80 mm	9.0 mag
100 mm	10.0 mag

Der Erfolg und die Güte unserer Beobachtungen ergeben sich ganz entscheidend aus der Aufstellung des Feldstechers. «Freihand-Beobachtungen» sollten tunlichst unterbleiben. Es sei denn, man gibt sich mit «tanzenden Sternen» zufrieden.

Abhilfe schafft hier ein stabiles Fotostativ mit schwenkbarem Kinokopf. Das Instrument selber montieren wir mit einer Halterung, die wir uns für wenig Geld im Fotohandel beschaffen oder uns selbst mit wenig Aufwand basteln[3]). In der Literatur finden sich auch gelegentlich Anleitungen zum Bau stabiler Halterungen für Feldstecher[4]).

Die Beobachtungstechnik

Die Untersuchung des Lichtwechsels eines Veränderlichen Sternes macht die Bestimmung seiner Helligkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt notwendig. Diese Bestimmung lässt sich mittels visuellem Vergleich des Veränderlichen mit Vergleichssternen konstanter und bekannter Helligkeit durchführen.

Hierzu wurden verschiedene Methoden erdacht. Am bekanntesten ist die Stufenschätzmethode von Argelander. Sie ist in der Literatur eingehend beschrieben[5]). Eine weitere, häufig von Amateuren benutzte Schätzmethode, ist die Methode nach Pickering (Pickeringsche Bruchmethode). Sie findet sich heute nur noch selten in der Literatur beschrieben. Wir wollen sie jedoch für unsere Beobachtungen zugrunde legen. Wir benötigen zwei Vergleichssterne mit bekannter Helligkeit, wobei der eine Vergleichsstern (A) heller sei als der Veränderliche (V). Der zweite Vergleichsstern (B) ist schwächer als V. Nun setzen wir a priori die subjektive Helligkeitsdifferenz von A zu B willkürlich als 10 («Einheiten») fest. Jetzt gilt es, V in dieses Intervall einzupassen. Finden wir, dass er in seiner Helligkeit genau «in der Mitte» der beiden Vergleichssterne liegt, so ist er von beiden um 5 («Einheiten») entfernt. Wir notieren

A 5 V 5 B

(Das Ergebnis wird wie folgt notiert:
Hellerer Vergleichsstern mit Helligkeitsdifferenz zu V links, schwächerer Vergleichsstern mit Helligkeitsdifferenz rechts neben V.) Dieses Ergebnis besagt jedoch nichts anderes, als dass die subjektive Helligkeitsdifferenz von A zu V 5/10, die Differenz von V zu B ebenso 5/10 unseres gesamten Helligkeitsintervalls (10/10) ausmacht. Fänden wir jedoch, dass V etwas näher an A liegt, B jedoch deutlich schwächer ist als V, so notieren wir beispielsweise

A 3 V 7 B.

Bei einer Beobachtung

A 9 V 1 B

wäre V nur wenig heller als B, A sehr viel heller als V.

Wie wertet man die Beobachtungen nun aus?

Wir wollen ja nicht wissen, wie hell der Veränderliche relativ zu den beiden Vergleichssternen ist, sondern welche Helligkeit, ausgedrückt in Grössenklassen, er tatsächlich besitzt.

Dazu nehmen wir wieder eine fiktive Einschätzung. Sie mag lauten

A 2 V 8 B.

Die Helligkeit der Vergleichssternesei:

$$A = 7.1^m$$
$$B = 7.8^m.$$

Ihre tatsächliche Helligkeitsdifferenz ist $\Delta m = 0.7^m$. Ein Zehntel dieser Differenz ist 0.07^m. Der Vergleichsstern A ist folglich

$$0.07^m \cdot 2 = 0.14^m$$

heller als V. Der Veränderliche besitzt somit die Helligkeit

$$7.1^m + 0.14^m = 7.24^m.$$

B ist

$$0.07^m \cdot 8 = 0.56^m$$

schwächer als V. Wieder finden wir für V die Helligkeit 7.24^m.

Zu jeder Beobachtung notieren wir uns selbstverständlich, wie überhaupt bei jeder astronomischen Beobachtung, die Zeit (auf die Minute genau!).

Die oben dargelegte Methode nach Pickering hat gegenüber der Argelanderschen Stufenschätzmethode den Nachteil der ständig variierenden Helligkeitsintervalle, wogegen bei letzterer die «Stufe» eine Konstante des Beobachters ist. Jedoch werden sich auch bei unserer Methode bei längerer Praxis konstante Einstufungskriterien herausbilden. Ein Vorteil der Pickeringschen Methode ist ihre leichte und schnelle mathematische Handhabung.

Die Auswertung der Beobachtungen

Nachdem wir eine längere Beobachtungsreihe an einem Veränderlichen durchgeführt haben, wollen wir nun die Lichtkurve zeichnen. (s.Abb. 2). Sie ist der geometrische Ort aller Kombinationen von Helligkeiten und Beobachtungszeiten. Ein rechtwinkliges Koordinatensystem wird vorgegeben. Die Abszisse wird zur Zeitachse (meist im Julianischen Datum; JD), die Ordinate zur Helligkeitsachse (scheinbare Helligkeit; m).

Alsdann tragen wir unsere gewonnenen Helligkeitswerte, in Abhängigkeit vom Beobachtungszeitpunkt, in das Koordinatensystem ein. Erfahrungsgemäss streuen die Messpunkte. So gilt es, eine ausgleichende Kurve durch sie hindurch zu legen. Hierzu fassen wir je 3 Messpunkte zusammen, indem wir sie durch Hilfslinien verbinden. Sodann bestimmen wir die Schwerpunkte aller dieser so entstandenen Dreiecke. Indem wir schliesslich alle Schwerpunkte miteinander verbinden, erhalten wir so die ausgleichende Kurve. Diese ist die Lichtkurve. Natürlich kann man auf diese Weise sehr stark streuenden Messpunkten nicht gerecht werden. Hierzu müssen wir die Punkte nach Augenschein gewichten und eventuelle «Ausreisser» nicht berücksichtigen, bzw. sie mit einer geringeren Wertigkeit belegen. (s.Abb. 2).

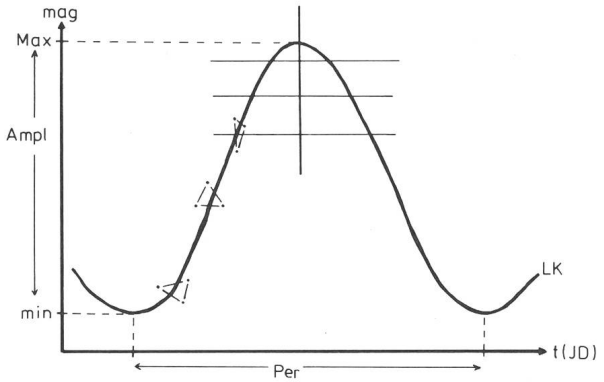


Abb. 2: Die Auswertung der Lichtkurve (LK)

Neben dieser groben, grafischen Ausgleichsmethode, gibt es auch mathematische (statistische) Verfahren. Ausführungen darüber würden jedoch den Rahmen dieses einführenden Artikels sprengen; man greife hier zur Fachliteratur.

Was können wir nun aus der Lichtkurve ableiten?

Zuerst bestimmen wir die Amplitude des Lichtwechsels, indem wir die Maximal- und Minimalhelligkeit ablesen. Sie ist nicht bei allen Veränderlichentypen von Zyklus zu Zyklus konstant. Bei Mira-Sternen und halbregelmässigen Veränderlichen können beträchtliche Amplitudenschwankungen auftreten.

Darüber hinaus bestimmen wir die Periode des Lichtwechsels. Sie ist definiert, als die Zeit zwischen der Wiederkehr gleicher Helligkeitsphasen (i.d.R. Maxima, Minima). Dazu ist es notwendig, die Extrema exakt zu bestimmen. Dies geschieht mittels einer von Pogson entwickelten (grafischen) Methode. Hierbei ziehen wir in der Nähe des Extremwertes parallele Geraden zur Abszisse. Die Strecken zwischen den Schnittpunkten der Geraden mit der Lichtkurve werden halbiert und die Mittelpunkte verbunden. Der Schnittpunkt der so entstandenen Mittelpunktsgeraden mit der Lichtkurve gibt uns den Extrempunkt. Die Methode scheitert bei stark unregelmässigen Extrema. (s. Abb. 2).

Haben wir zwei Extrema bestimmt (bei Bedeckungsveränderlichen üblicherweise Minima; bei Mira-Sternen Maxima), und ist die Periode konstant, so können wir die Elemente des Lichtwechsels aufstellen:

$$\text{Max. (bzw. min.)} = t_o + P \cdot E$$

(t_o = Ausgangsmaximum bzw. -minimum; P = Periode; E = Epoche (0,1,2, . .,n).

Mit diesen Elementen können wir jedes Extremum in der Vergangenheit und in der Zukunft berechnen.

Ist die Periode variabel (sehr häufig bei langperiodischen Veränderlichen), ist die Elementenberechnung etwas komplizierter. Unter der Voraussetzung einer periodischen Änderung der Periodenlänge, fügt man an obige lineare Formel ein Sinusglied an:

$$\text{Max. (bzw. min.)} = t_o + P \cdot E + k \cdot \sin(\alpha \cdot E + \varphi)$$

(k = die in Tagen angegebene halbe Amplitude der Verfrühung bzw. Verspätung des Extremums;

$$\frac{2 \cdot \pi}{\alpha} = P_1$$

ist die Periode des Sinusgliedes in Einheiten von P; φ ist eine Konstante, die die Phase des Sinusgliedes zur Epoche 0 bestimmt) [6])

Jedoch ist die Prämisse der periodischen Änderung der Periodenlänge nicht unumstritten. Häufig ist die Anwendung sog. instantaner Elemente angebrachter. Hierzu ermittelt man für begrenzte Epochenzeiträume Elemente, um den Beobachtungsergebnissen so besser gerecht werden zu können.

Ein besonders interessantes Phänomen ist das der progressiven Periodenverkürzung bzw. -verlängerung. So nahm die Periode von R Aql von 348 d in 80 Jahren auf 301.5 d ab. Der Prozess schreitet heute noch fort.

Rückschlüsse auf Periodenänderungen der Veränderlichen ziehen wir aus der Bestimmung der B-R Werte («Beobachtung minus Rechnung»). Es ist dies die Bestimmung der Abweichungen der Extrema vom vorausberechneten Zeitpunkt. Die Darstellung geschieht im sog. «B-R-Diagramm», wobei die B-R Werte in Abhängigkeit von der Lichtwechselepoche betrachtet werden.

Die während der Beobachtung notierte Zeit ist diejenige, in der das Licht des Veränderlichen die Erde erreichte (geozentrische Zeit). Im Laufe eines Jahres ist die Erde jedoch den Veränderlichen um 1 AE näher oder ferner als die Sonne. Um eine einheitliche Zeit zu erhalten, reduziert man alle Beobachtungszeiten auf die Sonne (heliozentrische Zeit). Der Effekt macht sich nur bei sehr kurzperiodischen Veränderlichen entscheidend bemerkbar. Die heliozentrische Lichtzeitkorrektur (K) beträgt:

$$K = \frac{a}{c} \cos(L - \lambda) \cos\beta$$

dabei ist: a = Radius der Erdbahn
c = Lichtgeschwindigkeit
L = Länge der Sonne in der Ekliptik
λ = ekliptikale Länge des Veränderlichen
β = ekliptikale Breite des Veränderlichen)

Da sich im Laufe des Jahres nur L ändert (die Erdbahn sei vereinfacht ein Kreis), kann man auch schreiben:

$$K = K_o \cdot \cos(L - \lambda)$$

wobei $K_o = 8.3 \text{ min} \cdot \cos\beta$ ist. Daraus folgt:

$$K = 0.0055776 \text{ d} \cdot \cos\beta \cdot \cos(L - \lambda)$$

Zur Umrechnung der äquatorialen Koordinaten α, δ in die ekliptikalen Koordinaten λ, β kann man folgende Gleichungen gebrauchen:

$$\tan\lambda = \frac{\sin(Q + \varepsilon)}{\sin Q} \cdot \tan\alpha$$

$$\tan\beta = \cot(Q + \varepsilon) \cdot \sin\lambda$$

$$\tan Q = \cot\delta \cdot \sin\alpha \qquad 1b)$$

ε ist die Schiefe der Ekliptik. Sie beträgt derzeit ca. 23.4423°. Die Länge der Sonne in der Ekliptik (L) ist den astronomischen Jahrbüchern zu entnehmen.

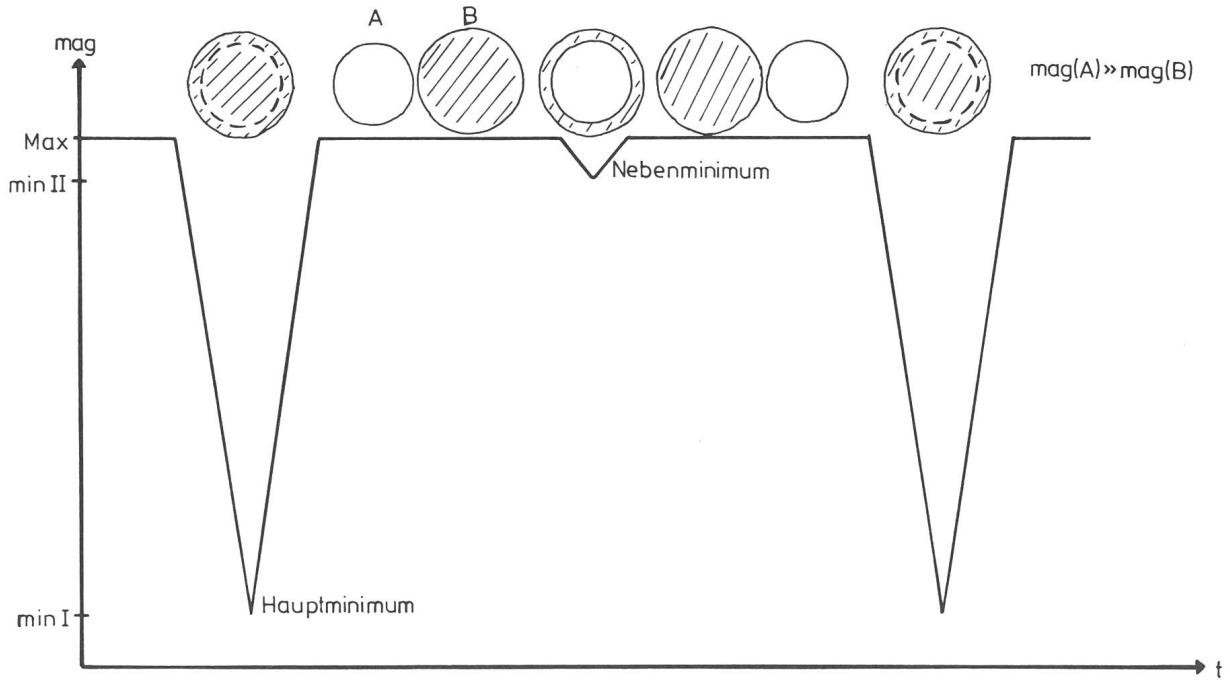


Abb. 3: Die Lichtkurve eines Bedeckungsveränderlichen vom Typ Algol (schematisiert)

Im folgenden sei ein Beispiel für den Informationsgewinn aus Amateurbeobachtungen angeführt.

Wie oben ausgeführt, sind Bedeckungsveränderliche Doppelsternsysteme mit gegenseitiger Bedeckung durch die Komponenten. Beim so entstehenden Lichtwechsel beobachtet man Haupt- und Nebenminima, sowie (bei Algol-Systemen) eine konstante Maximalhelligkeit. Dies hat man sich so vorzustellen: Das System bestehe aus einer grossen leuchtschwachen (B) und einer kleinen lichtintensiven Komponente (A). Beim Umlauf wird die Komponente A von der Komponente B bedeckt.

Wir empfangen nur das Licht von B. Wir haben minimales Licht (Hauptminimum). Ein Viertel Umlauf später stehen A und B nebeneinander, wir empfangen beider Licht (Helligkeitsmaximum). Im weiteren Umlauf steht A vor der Komponente B. Es tritt eine leichte Lichtschwächung ein, wobei nur ein kleiner Sektor des ohnehin lichtschwachen B-Sternes bedeckt wird. Die Gesamthelligkeit des Systems sinkt geringfügig (Nebenminimum). Wieder ein Viertel des Umlaufs später tritt Maximallicht ein. (s. Abb. 3).

Aus dieser Lichtkurve (bei allerdings idealisierten Verhältnissen) lassen sich nun mittels relativ einfacher Berechnungen (meist geometrischer und triogonometrischer Natur) die Systemkonstanten des Bedeckungssystems herleiten.

Aus einer von H. Unger et al. durchgeführten Bestimmung der Systemkonstanten von RZ Cassiopeiae (Algol-Stern) aus Feldstecherbeobachtungen(!) ergeben sich u.a. folgende Ergebnisse:

Unger et al:	zum Vergleich Dugan (1916):
$I_g = 0.0794$	0.15121
$I_s = 0.9206$	0.84878
$K = 0.883$	0.702
$r_g = 0.3169$	0.3148
$r_s = 0.264$	0.221
$i = 79°55'^{+}$	81°12'

(g = grössere Komponente
s = kleinere Komponente
I = Intensität
K = Radienverhältnis $\frac{r_s}{r_g}$
i = Bahnneigung)[7])
+ = Berechnung des Verfassers

Daneben gibt es noch weitere, von Amateuren entwickelte Methoden zur Systemkonstantenbestimmung bei Bedeckungsveränderlichen[8]).

Die Beobachtungsfehler

Da die visuelle Beobachtung der Veränderlichen Sterne auf subjektiven Sinneseindrücken beruht, müssen die Ergebnisse Fehler enthalten. Ein erfahrener Beobachter wird eine Beobachtungsgenauigkeit von ca. 0.07^m bis 0.1^m erzielen können. Es sind dies die zufälligen Beobachtungsfehler. Von ihnen kann sich der Beobachter nicht lösen. Daneben stehen die systematischen Beobachtungsfehler. Sie seien im Folgenden kurz dargestellt:

a. Zenitdistanzfehler

Erfahrungsgemäss werden Helligkeitsschätzungen ungenauer, je geringer die Zenitdistanz (z) des beobachteten Objektes ist. Zwischen der Höhe (h) und der Zenitdistanz eines Objektes besteht folgender Zusammenhang:

$$z = 90° - h$$

Beobachtungsfehler sind hier im wesentlichen auf Ermüdungserscheinungen des Beobachters aufgrund unbequemer Körperhaltung zurückzuführen.

b. Extinktionsfehler

Steht ein Objekt in Horizontnähe, so wird es stark von der Extinktion der Erdatmosphäre beeinflusst. Die folgende Tabelle soll mittlere Erfahrungswerte geben, bezogen auf die Helligkeit eines Sternes im Zenit (für 100 m Meereshöhe):
(aus Herrmann, Gesetze des Weltalls, Stuttgart 1969)

Höhe über dem Horizont	Extinktion
70°	0.01^m
60°	0.02^m
50°	0.06^m
40°	0.12^m
30°	0.23^m
20°	0.45^m
10°	0.98^m
6°	1.49^m
4°	2.04^m
3°	2.48^m
2°	3.10^m

Gefährlich sind Extinktionsschwankungen lokaler Natur, die vom Beobachter nicht eingeschätzt werden können. Darüber hinaus macht sich die Luftruhe in Horizontnähe stark bemerkbar («glitzernde Sterne»). Als Faustregel sollte man beherzigen: Sterne über 70—75° Zenitdistanz nicht mehr schätzen!

c. Positionswinkelfehler

Die Stellung von Veränderlichem und Vergleichsstern im Gesichtsfeld des Instruments (Positionswinkel; jahreszeitlich verschieden) beeinflusst die Schätzung.

Erfahrungsgemäss beurteilen die meisten Beobachter von zwei Sternen gleicher Helligkeit den linken heller als den rechten. Man sollte daher stets Vergleichsstern und Veränderlichen getrennt betrachten.

d. Die Farbe des Veränderlichen (Purkinje-Effekt)

Jeder Beobachter hat ein individuelles spektrales Empfinden. Dies macht sich bei Sternen roter Färbung (Spektren K, M, S) besonders stark bemerkbar. Durch diese Tatsache wird insbesondere die Schätzung an langperiodischen Veränderlichen sehr erschwert. Man sollte daher die Vergleichssterne grundsätzlich so auswählen, dass sie in ihren Spektren dem Veränderlichen gleichen oder möglichst ähnlich sind. Doch dies wird der Beobachter nicht immer erreichen können. Er wird hier sein Instrument defokussieren. Er beobachtet also den Veränderlichen und den Vergleichsstern als verwaschene Sternscheibchen. Die rötliche Färbung der Veränderlichen wird so subjektiv unterdrückt.

e. Intervallfehler

Man sollte die Helligkeitsintervalle vom Veränderlichen zu den Vergleichssternen möglichst eng wählen. Je kleiner die Abstände, desto genauer die Schätzung.

f. Blendung des Auges
Eine weitere Störung der Beobachtung wird hervorgerufen, wenn im Gesichtsfeld mit dem Veränderlichen gleichzeitig ein heller Stern steht. Es tritt eine Ablenkung und Blendung des Auges ein.

g. störendes Nebenlicht
Eine irdische Fehlerquelle liegt im Nebenlicht am Beobachtungsplatz. (Strassenlaterne, Hausbeleuchtung). Das Auge wird massiv geblendet, abgelenkt und ist nie voll adaptiert.

Den gleichen Effekt bewirkt auch helles Mondlicht und Restdämmerung.

Beobachtungshilfsmittel
Für den angehenden Veränderlichenbeobachter stellt sich häufig das Problem der Beschaffung von geeigneten Aufsuch- und Umgebungskarten. Hier können wir uns helfen, indem wir uns diese Unterlagen selbst zusammenstellen. Dazu benötigen wir einen guten Sternatlas und einen Katalog, der uns Position und Helligkeit (evtl. auch Spektrum) von Vergleichssternen angibt. Der Verfasser hat hier gute Erfahrung mit dem «Falkauer Atlas» gemacht[9]). Dieser photographische Sternatlas zeigt Sterne bis hinab zur 13. Grösse. Die Vergleichssterndaten können wir dem «SAO star catalogue» entnehmen. Dort sind alle Sterne bis zur 10.Grösse mit allen erforderlichen Angaben erfasst. Eine Schwierigkeit taucht allerdings beim Gebrauch photographischer Sternkarten auf. Wegen der unterschiedlichen spektralen Sensibilität von Photoplatte und menschlichem Auge, kann es häufig vorkommen, dass beim Vergleich von Himmel und Karte, Sterne an diesem heller oder schwächer erscheinen als auf jener verzeichnet sind. Doch durch Übung lässt sich dies rasch erkennen und Verwirrungen werden seltener. Für einige helle Veränderliche (β Per, δ Cep, ϱ Per, γ Cas etc.) kommt der «Atlas of the Heavens» gut zum Einsatz[10]). Hier finden wir Sterne mit allen nötigen Angaben bis zur 6.25^m verzeichnet.

Es gibt eine ganze Reihe von Vereinigungen (s. unten), die sich der Beobachtung der Veränderlichen Sterne widmen. Über sie können wir uns Umgebungskarten beschaffen. Darüber hinaus finden wir dort auch fachkundigen Rat und weitere Beobachtungstips und -unterlagen. Daneben wird der Beobachter bei intensiver Beschäftigung mit den interessanten Veränderlichen zu Katalogen greifen müssen, um dort weitergehende Informationen finden zu können. Die beiden wichtigsten, umfassenden Werke dieser Art, sind die «Geschichte und Literatur des Lichtwechsels der Veränderlichen Sterne» und der «General Catalogue of Variable Stars»[11]). Beide Kataloge werden laufend ergänzt und überarbeitet.

Welche Sterne soll man beobachten?
Diese Frage stellt sich dem angehenden Veränderlichenbeobachter. Er wird sich primär an seinem zur Verfügung stehenden Instrumentarium orientieren müssen. Mit einem Feldstecher von 50 mm Öffnung (solche Instrumente werden leider von vielen Beobachtern in ihrer Leistungsfähigkeit verkannt) kann man Veränderliche bis zur 8. Grösse sicher beobachten (siehe oben).In diesem Helligkeitsintervall liegen eine Vielzahl von interessanten Veränderlichen des unterschiedlichsten Typus. Für den Anfänger ist es gut, wenn er mit «unproblematischen Sternen» beginnt. Solche «unproblematischen» Standardsterne sind β Persei (Algol) und δCephei. Diese Sterne können gar mit blossem Auge beobachtet werden. Hier empfiehlt sich sogar der Verzicht auf stark vergrössernde Geräte, liegen die Vergleichssterne doch im weiten Umfeld verstreut.

(β Per: Periode 2.8673 d
Amplitude 2.2^m—3.5^m
Dauer der Verfinsterung 9.8 h

δ Cep: Periode 5.3663 d
Amplitude 3.7^m—4.6^m)

Beobachten wir Bedeckungsveränderliche (z.B. Al-

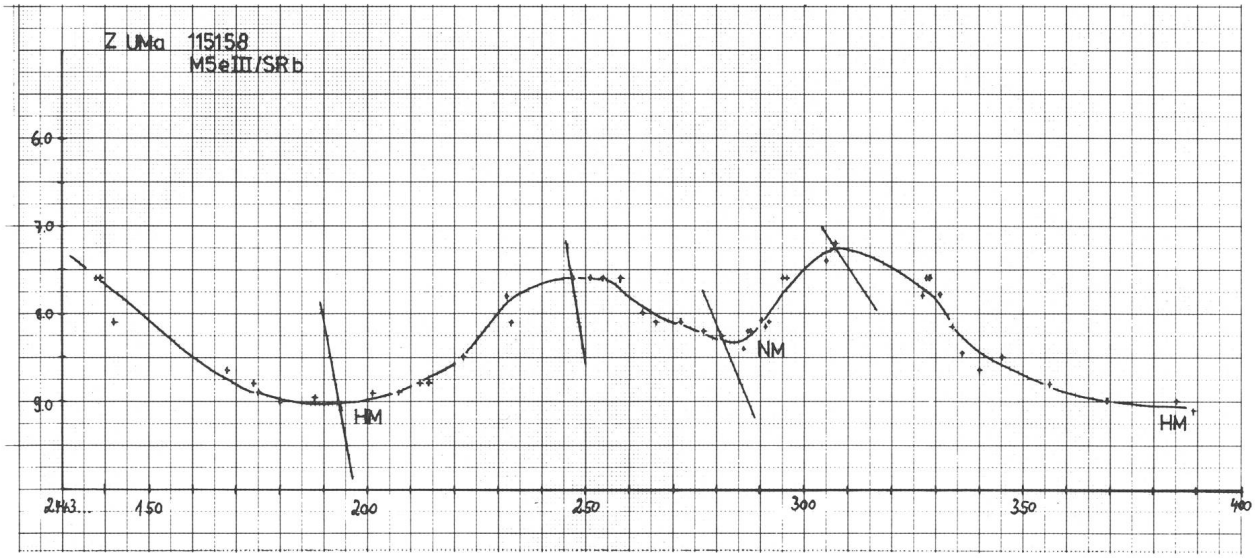


Abb. 4: Lichtkurve von Z UMa (Halbregelmässiger Veränderlicher vom Typ SR b) nach Beobachtungen des Verfassers. Lichtkurve zeigt ausgeprägte Hauptminima (HM) und Nebenminima (NM). Gelegentlich wechseln Haupt- und Nebenminima ihre Position.

gol), so kommt es vor allem auf die exakte Bestimmung der (Haupt-)minimumszeiten an. Aus der Abweichung dieser Minima vom vorausberechneten Zeitpunkt (B—R; siehe oben), lassen sich Rückschlüsse auf Periodenschwankungen bzw. -änderungen ziehen.

Bei Cepheiden und verwandten Typen (RR Lyr-Sterne; δ Sct-Sterne) sollte man Maxima und Minima bestimmen, um auch hier das Periodenverhalten untersuchen zu können.

Bei Mira-Sternen können wir meist nur die Maxima beobachten, liegen doch die meisten Mira-Sterne im Minimum weit unter der Erfassungsgrenze für kleine und mittlere Amateurinstrumente. Ausnahmen hiervon sind u.a. o Cet (Mira), T Cep, SS Vir, X Oph, R Leo. Bei Mira-Sternen bestimmen wir die Maximalhelligkeit und die Periode. Diese beiden Parameter sind nämlich ständiger Veränderung unterworfen. So können die B-R-Werte mehrere Wochen ausmachen, die Maximalhelligkeiten Schwankungen von 1—2 Grössenklassen unterliegen.

Als Beispiel für einen Mira-Stern seien die physischen Werte für T Cephei genannt:

Spektrum M5e—M9e
Maximalhelligkeit 5.4^m
Ø Maximalhelligkeit 6.0^m
Minimalhelligkeit 11.0^m
Ø Mininalhelligkeit 10.3^m
Periode 387.79 d
Elemente des Lichtwechsels 2439 492 + 387.79 d · E
T Cephei ist zirkumpolar, was eine ganzjährige Beobachtung erlaubt.

Bei den Halb- und Unregelmässigen Veränderlichen beobachten wir den gesamten Lichtwechsel über längere Zeit, um die Periodizität, das Helligkeitsverhalten, Helligkeitsstillstände und ähnliche Phänomene untersuchen zu können. (s. Abb. 4). Jedoch sollte sich an diese Sterne nur der etwas erfahrenere Beobachter heranwagen.

Vereinigungen
Die wichtigsten Vereinigungen von Veränderlichenbeobachtern sind:
1. American Association of Variable Star Observers (AAVSO) 187 Concord Ave., Cambridge, Mass. 02138, USA
2. Berliner Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e. V. (BAV) Sternwarte, Munsterdamm 90, D-1000 Berlin 41
3. BBSAG (Bedeckungsveränderlichen — Beobachter der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, Schweiz)
4. A.F.O.E.V. (Association Française des Observateurs d'Etoiles Variables, Frankreich)

Literatur:

1) Voigt, Abriss der Astronomie, Mannheim 1975
2) Brandt, Himmelsbeobachtung mit dem Feldstecher, Leipzig 1972
3) Schröder, Praktische Astronomie, Stuttgart 1973
4) Baderschneider, Anleitung zum Bau eines Feldstecherstatives, SuW *7*, 26, 1968
Zeller, Feldstecher-Astronomie, ORION 157, 179, 1976
5) Roth (Hrsg.), Handbuch für Sternfreunde, Berlin 1967
6) Hoffmeister, Veränderliche Sterne, Leipzig 1970
7) Report of the Variables Group (beim Intern. Astron. Jugendlager) Havelte, NL 1975
8) Bischof, Bestimmung der Systemkonstanten bei Bedeckungsveränderlichen, BAV-Rundbrief *25*, 18, 1976
9) Vehrenberg, Falkauer Atlas, Düsseldorf 1972
10) Becvar, Atlas of the Heavens und Catalogue, Prag 1964
11) Müller/Hartwig, Geschichte und Literatur des Lichtwechsels 1.—3. Bd. Leipzig 1918
Kukarkin et al.,General Catalogue of Variable stars, Moskau 1948
12) Zimmermann, Astronomisches Praktikum, Mannheim 1969

Adresse des Autors:
Klaus-Peter Timm, Im Weidenblech 29, D-5090 Leverkusen 1.

Filmkunde für Astroamateure

von THOMAS SPAHNI, Winterthur

2. Spektrale Empfindlichkeit und Verarbeitung von Filmen.

1. Spektrale Empfindlichkeit

Bei der Entstehung eines photographischen Bildes wird der photochemische Primärprozess durch das auftreffende Licht ausgelöst. Das sichtbare Licht ist aber nur ein ganz kleiner Teil im grossen Spektrum elektromagnetischer Wellen. Nur wenige Wellenlängen haben die Eigenschaft, Silberbromidkristalle zu belichten. Es sind Gammastrahlen, RÖNTGENstrahlen und ultraviolettes bis blaues Licht. Ausser diesen elektromagnetischen Wellen können auch Elektronen, α-Strahlen und andere Partikel photochemische Prozesse auslösen. So wird zum Beispielt im Durchstrahlungs-Elektronenmikroskop eine Photoplatte nicht mit Licht, sondern mit Elektronen «belichtet».

Den Astrophotographen interessieren aber vor allem die Wirkungen des sichtbaren Lichtes und der daran angrenzenden Wellenlängen auf seine Aufnahmeemulsion. Man kann die Empfindlichkeit einer photographischen Schicht in Abhängigkeit von der Wellenlänge des verwendeten Lichtes in einem Diagramm aufzeichnen, und erhält so die Kurve der spektralen Empfindlichkeit. Fig. 1 zeigt als Beispiel die spektrale Empfindlichkeit einer Emulsion, die nicht für längere Wellenlängen sensibilisiert worden ist. Sie entspricht der natürlichen Empfindlichkeitskurve von Silberbromidkristallen. Oberhalb einer Wellenlänge von 250 nm würde die Kurve steil abfallen, weil die Gelatine des Films für ultraviolettes Licht undurchsichtig ist. Solche Filme sind deshalb selbst mit Optiken aus Quarzgläsern nur für das nahe UV brauchbar. Die Grenze kann zwar mit Spezialemulsionen, die viel weniger Gelatine enthalten, noch etwas hinausgeschoben werden, aber für Aufnahmen im kurzwelligen UV muss ein grundsätzlich anderer Weg beschritten werden. Eine fluoreszierende Schicht auf dem Film verwandelt die ultraviolette Strahlung in sichtbares Licht, welches dann vom Film registriert werden kann. Blauempfindliche Filme finden nur in der wissenschaftlichen Photographie Verwendung. Sie sind für Landschafts- und Porträtaufnahmen nicht brauchbar, weil die Zuordnung von Grautönen zu einem farbigen Bild je nach dem Blauanteil des reflektierten Lichts eine unnatürliche Abstufung ergibt. Deshalb enthalten die meisten

Filme sensibilisierende Farbstoffe, welche die Empfindlichkeit der Schicht auf längere Wellenlängen ausdehnen. (Fig. 2)

Orthochromatische Filme: Sie sind wegen ihrer Feinkörnigkeit und des guten Kontrastes bei den Astroamateuren für Planetenaufnahmen beliebt. Die Farbempfindlichkeit erstreckt sich bis in den grünen Teil des Spektrums.

Panchromatische Filme: Sie werden heute in der Amateurphotographie allgemein verwendet und sind bis 650 nm empfindlich. (Fig. 3) Eine weitere Ausdehnung der Filmempfindlichkeit in den roten Bereich wäre für die normale Anwendung schädlich, weil rote Gegenstände sonst leicht überbelichtet würden. Deshalb sind panchromatische Filme für die Aufnahme von Spektren nur sehr bedingt brauchbar. Bereits die rote Linie des Wasserstoffs liegt ausserhalb des spektralen Arbeitsbereichs. Bilder von der Sonne im Licht dieser Linie müssten viel stärker belichtet werden, als Bilder im Licht einer kurzwelligeren Spektrallinie, um eine nützliche Schwärzung zu erzielen.

Infrarotempfindliche Emulsionen: Es ist möglich, die Lichtempfindlichkeit einer Emulsion bis in den infraroten Bereich auszudehnen. Darunter leidet aber die Haltbarkeit des Films. Deshalb müssen infrarotempfindliche Filme gekühlt gelagert werden. Sie registrieren Licht bis zu Wellenlängen von 900 nm, bei einigen extremen Platten ist die Sensibilisierung bis gegen 1200 nm erweitert. (Fig. 4) Das ist leider nur noch auf Kosten der Empfindlichkeit möglich. Solche Platten müssen vom Benützer vor der Belichtung hypersensibilisiert werden, um für astronomische Zwecke überhaupt noch genügend empfindlich zu sein.

Alle sensibilisierten Emulsionen behalten ihre Empfindlichkeit für blaues Licht. Infrarotbilder sind deshalb nur durch Kombination des Films mit Farbfiltern möglich. Je nach Wahl des Filters wird die kurzwellige Strahlung von einer bestimmten Wellenlänge an vom Film ferngehalten.

Anwendung spektroskopischer Emulsionen: Besonders in der Astrophotographie spielt die spektrale Empfindlichkeit der Emulsionen eine grosse Rolle. Wie Farbaufnahmen zeigen, strahlen viele galaktische Gasnebel, stark im roten Licht[1, 2, 3, 4]).

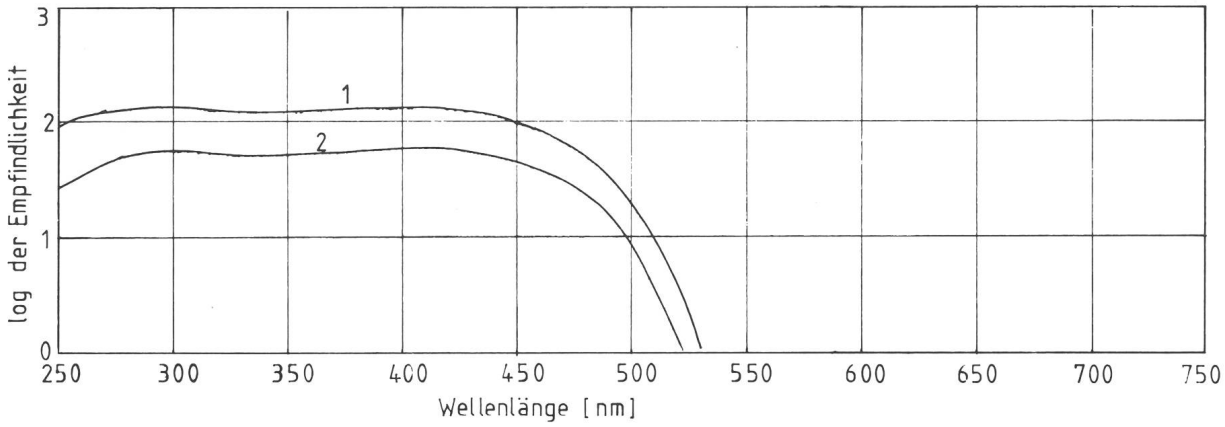


Fig. 1: Kurve der spektralen Empfindlichkeit für den Film Kodak 103-0. Die Empfindlichkeit ist der Kehrwert der Beleuchtungsenergie, ausgedrückt in erg/cm², welche zur Erreichung einer bestimmten Schwärzung nötig ist. In Kurve 1 ist die Schwärzung um 0,3 stärker als die Schwärzung des Filmschleiers, in Kurve 2 um 0,6. Der in der Astrophotographie eher gebräuchliche Film 103a-0 ergibt eine fast identische Kurve. Bei diesen Diagrammen ist die Empfindlichkeit eines Films für Licht einer bestimmten Wellenlänge umso grösser, je höher die Kurve verläuft[11]).

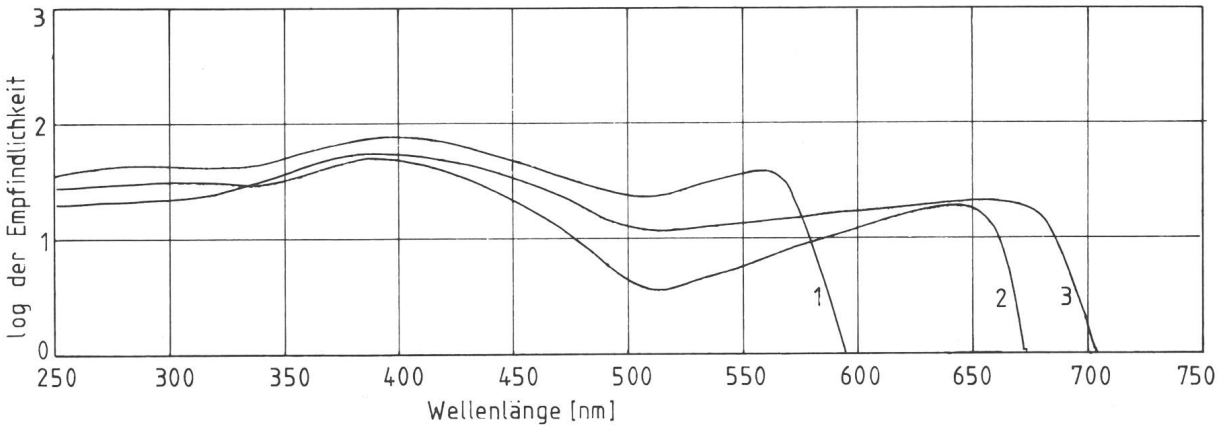


Fig. 2: Das Diagramm zeigt die Kurven der spektralen Empfindlichkeit der drei spektroskopischen Emulsionen Kodak 103a-G (1), 103a-E (2) und 103-F (3). Die Kurven sind für eine Schwärzung, die um 0,6 Skalenteile über der Dichte des Grauschleiers liegt, gezeichnet. Bei den Messungen betrug die Belichtungszeit 1/10 Sekunde; Entwicklung 4 Minuten in D-19 bei 20°C. Beim Film 103-F war die Belichtungszeit 1/25 Sekunde[11]).

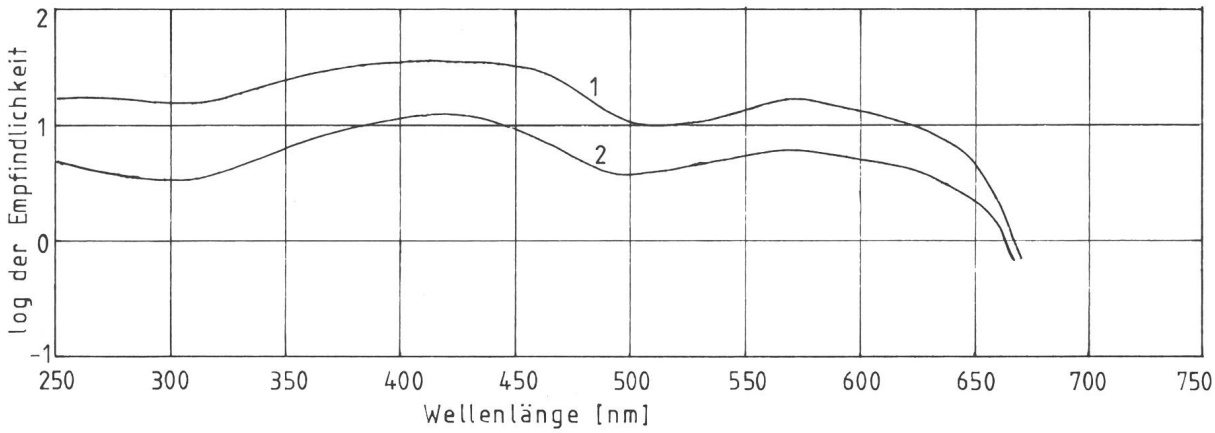


Fig. 3: Kurve der spektralen Empfindlichkeit von Kodak Tri-X Panchromatic Plate, Type B. Kurve 1 gilt für eine Schwärzung von 0,3, Kurve 2 für eine Schwärzung von 0,6 über der Dichte des Gräuschleiers. Belichtungszeit 1/25 Sekunde; Entwicklung 4 Minuten in D-19 bei 20°C, die Form der Kurve ist charakteristisch für die meisten panchromatischen Emulsionen[12]).

Dieses Licht sollte man auch bei Schwarzweiss-Aufnahmen ausnützen, wenn man mit kurzen Belichtungszeiten möglichst viel vom Nebel auf den Film bannen will.

Umgekehrt kann man bei Verwendung von blauempfindlichen Filmen das rote Licht gewollt ausschalten und erhält dann meist ganz andere Kontrastverhältnisse und Nebelformen. Besondere Bedeutung hat die Kombination mit einem geeigneten Farbglas erhält man Aufnahnen erlangt. Farbgläser sind für kurzwellige Strahlen bis zu einem gewissen Punkt undurchlässig, für langwelligeres Licht aber durchsichtig. Spektroskopische Emulsionen haben eine relativ scharfe Empfindlichkeitsgrenze auf der roten Seite des Spektrums. Durch Kombination mit einem geeigneten Farbglas erhält man Aufnahmen in einem engen Spektralbereich, ohne zu Interferenzfiltern greifen zu müssen.

Wenn nun ein galaktischer Nebel den grössten Teil seiner sichtbaren Strahlung gerade in diesem engen Bereich emittiert, gelangt sein Licht ungeschmälert auf den Film, während Streulicht vom Himmelshintergrund oder von Sternen, die in einem kontinuierlichen Spektrum strahlen, zum grössten Teil weggeschnitten wird[5]).

Ein weiterer Vorteil für den streulichtgeplagten Astrophotographen muss noch erwähnt werden. Die modernen Beleuchtungsanlagen für Sportplätze, Autobahnen und Schnellstrassen arbeiten nicht mehr mit Glühbirnen, sondern mit Quecksilber- oder Natriumdampf Hochdrucklampen. Das heisst, dass gerade diejenigen Beleuchtungseinrichtungen, die sich besonders stark auf den Widerschein über Städten auswirken, nur in ganz bestimmten Spektrallinien strahlen. Dieses Licht wird durch Farbgläser vollständig abgehalten, sofern man sich bei den Astroaufnahmen auf einen engen Spektralbereich beschränkt, der weder eine der Quecksilberlinien, noch die gelbe Natriumlinie enthält.

Die Bedeutung der spektroskopischen Emulsionen erschöpft sich nicht in der Stellarphotographie. Rot und infrarot-empfindliche Schichten eignen sich nämlich ganz besonders für Aufnahmen des Mondes und der Planeten.

Rotes Licht durchdringt dünne Gase sehr viel besser als blaues Licht. Es wird durch die Luftunruhe in der Atmosphäre weniger abgelenkt und von Wassertröpfchen oder Staubteilchen auch weniger gestreut. Obwohl also ein Fernrohr im Infrarotbereich theoretisch eine schlechtere Auflösung erbringt, werden Infrarotbilder in der Regel schärfer, weil eben schon bei mittelgrossen Teleskopen nicht die Beugung, sondern die Luftunruhe die Leistung limitiert. Aufnahmen mit grossen Spiegelteleskopen beweisen, dass sogar in einer jener seltenen Nächte mit aussergewöhnlich ruhiger Luft ein Infrarotbild viel mehr feine Einzelheiten enthüllt, als eine Blauaufnahme[6]).

Solche Tricks haben nichts zu tun mit Manipulationen am Negativ *nach* der Entwicklung. Sie beeinträchtigen den wissenschaftlichen Wert einer Astroaufnahme nicht, sofern alle technischen Massnahmen genau aufgezeichnet werden und man bei der Auswertung des Bildes wieder davon ausgehen kann.

2. Kontrast und Wellenlänge

Da die Empfindlichkeit eines Films stark von der Wellenlänge des verwendeten Lichts abhängt, stellt sich natürlich die Frage, ob ausser der Stellung auch die Form der Schwärzungskurve mit der Farbe des Lichts ändert. Das ist zum Glück kaum der Fall. Im allgemeinen steigt der Kontrast gegen die längeren Wellenlängen hin leicht an. Das heisst, dass ein Film im roten Licht bei gleicher Entwicklung härter arbeitet als im blauen Licht. Der Astroamateur wird diese Abhängigkeit aber bei seinen Arbeiten vernachlässigen können.

3. Verarbeitung von Filmen

Bis jetzt ging es darum, unter Beachtung aller Einflüsse ein möglichst gutes latentes Bild auf der photographischen Schicht zu erzeugen. Damit ist aber erst ein Schritt auf dem Weg zu einer guten Astroaufnahme getan. Die genügend belichteten Silberbromidkristalle müssen durch die Entwicklung reduziert werden.

Am Anfang der Verarbeitung steht die Wahl des Entwicklers. Hier empfiehlt es sich unbedingt, den Empfehlungen des Filmherstellers zu folgen. Es bleibt dann immer noch eine kleine Auswahl von Chemikalien, die oft noch in verschiedenen Verdünnungen verwendet werden können. Die grösste Schwierigkeit besteht darin, alle Bedingungen genau zu kontrollieren, um exakt reproduzierbare Resultate zu erhalten. Wenn das nicht gelingt, ist es unmöglich, eigene Erfahrungen zu sammeln. Vor allem muss die Stärke des Entwicklers überwacht wer-

den. Bei kritischen Arbeiten benutzt man für jeden Film frischen Entwickler. Seine Kraft nimmt ab durch Oxydation an der Luft und durch die Reaktionsprodukte der Entwicklung, die in der Lösung verbleiben und den weiteren Entwicklungsprozess behindern. In grossen Tanks, wo man nicht nach der Wegwerf-Methode arbeiten kann, wird genau die Fläche der verarbeiteten Materialien errechnet und entsprechend in regelmässigen Abständen frische Lösung zugefügt.

Neben der Konzentration des Entwicklers hat vor allem die Temperatur einen entscheidenden Einfluss. Obwohl Entwicklungstemperatur und Entwicklungszeit proportional voneinander abhängig sind, sollte man peinlich darauf achten, dass die Temperatur immer genau 20° C beträgt. Andernfalls werden weitere schwer kontrollierbare Variabeln in den so schon genügend komplizierten Entwicklungsprozess eingeführt. Zudem erzeugt eine höhere Entwicklertemperatur, kompensiert durch kürzere Entwicklungszeit, einen stärkeren Schleier. Das ist in jedem Fall ein höchst unerwünschtes Ergebnis. Um Fehler zu vermeiden, muss die Temperatur des Entwicklers immer unmittelbar vor der Entwicklung gemessen werden. In offenen Schalen, wie sie zur Verarbeitung von Platten und Photopapier sehr beliebt sind, bleibt die Temperatur der Flüssigkeit wegen der Verdunstungskühle je nach Luftfeuchtigkeit des Raumes 1—5° C unter der Raumtemperatur.

Während der Verarbeitung dringt der Entwickler in die Gelatineschicht ein und reduziert die belichteten Silberbromidkristalle. Damit diese Reaktion ungehindert abläuft, müssen die Reaktionsprodukte weggespült werden und ständig frischer Entwickler in die Schicht eintreten. Diese Vorgänge werden durch eine lebhafte Bewegung der Flüssigkeit an der Oberfläche der Emulsion sehr begünstigt.

Ständige Bewegung sorgt am ehesten für eine gleichmässige Entwicklung über das ganze Bild. Jeder Photoamateur sollte einmal selbst prüfen, ob seine Art der Entwicklung gleichmässig auf das ganze Bild wirkt. Dazu wird ein Negativ mit einer punktförmigen Lichtquelle aus zwei bis drei Meter Distanz belichtet. Eine Lichtquelle, wie sie jeder Spiegelschleifer für die FOUCAULTprobe seines Spiegels benötigt, leistet hier gute Dienste. Man macht das Loch für den Versuch etwas grösser, und wählt die Belichtungszeit so, dass sich nach der Entwicklung ein mittlerer Grauton ergibt. Wenn eine Kontaktkopie auf extrahartes Vergrösserungspapier immer noch eine eintönige graue Fläche zeigt, waren die Verarbeitungsmethoden gut. Man darf sich aber ruhig auf böse Überraschungen gefasst machen.

In jedem Fall sind die Zonen entlang der Bildränder für photometrische Arbeiten nicht brauchbar. Wegen der Bildung von Wirbeln wird die Zufuhr von Entwickler hier immer eine andere sein, als in der Bildmitte.

Haben Sie auch schon bemerkt, dass ein kleiner Kratzer auf dem Film meistens genau an der wichtigsten Stelle einer gutgelungenen Aufnahme prangt? Der erste Schritt um solche unliebsamen Zwischenfälle zu unterbinden besteht darin, einen kritischen Blick auf das verwendete Wasser zu werfen. Es enthält in vielen Gegenden beträchtliche Mengen von gelösten Mineralien. Diese bilden in Leitungen und Rohren Kalkablagerungen, von denen sich kleine Partikel ablösen und so in die Photochemikalien gelangen. Besonders spektroskopische Filme haben sehr weiche Emulsionen. Da genügen schon winzige Teilchen, um bei lebhafter Bewegung die empfindliche Schicht zu verletzen oder gar in ihr stekkenzubleiben. Man kann sie dann meist nur mit dem Mikroskop von einem echten Sternbildchen unterscheiden. Deshalb muss das verwendete Wasser vor dem Gebrauch filtriert werden, oder man gibt es zum mindesten zuerst in ein Gefäss, wo sich die festen Partikel absetzen können.

Gelöste Verunreinigungen stören die Verarbeitung von Filmen weit weniger. Die Karbonathärte des Wassers sollte aber eine äusserste Grenze von 150 ppm $CaCO_3$ nicht überschreiten. Andernfalls müssen die Chemikalien mit Wasser aus Ionentauschern angesetzt werden. *(Aqua demineralisata).* Nicht nötig ist es, das teurere destillierte Wasser zu verwenden. *(Aqua destillata).*

Diese Qualitätsanforderungen an das Wasser gelten für alle Verarbeitungsstufen.

Nachdem ein Bild unter Beachtung obenstehender Vorsichtsmassnahmen entwickelt ist, sollen die nächsten Verarbeitungsschritte ein haltbares Negativ erzeugen.

Das Stoppbad: Es soll die Entwicklung rasch und gleichmässig beenden. Das Stoppbad ist im Gegensatz zum basischen Entwickler sauer. Das kann zu Komplikationen führen. Wenn der Entwickler Karbonate enthielt, werden diese durch das Stoppbad in der Filmschicht zersetzt. Dabei entsteht CO_2-gas, welches in Form kleiner Luftbläschen in der Gelatine verbleibt. Dadurch wird ein Negativ völlig unbrauchbar. Man rückt dem unerwünschten Phänomen durch eine doppelt so starke Verdünnung des Stoppbades zu Leibe, und wenn auch das nichts nützen sollte, verwendet man als Stoppbad reines Wasser. Auch in diesem Fall muss das Wasser separat vorbereitet und möglichst genau auf die Temperatur des Entwicklers gebracht werden. Die Toleranzen liegen zwischen 18° C und 21° C. Grössere Temperaturunterschiede zum 20° C warmen Entwickler bewirken ein «Abschrecken» des Films. Dabei können sich mehrere Filmkörner zusammenballen. Man nennt diesen Effekt Runzelkornbildung. Das Negativ erscheint dann sehr grobkörnig und die Vergrösserungsfähigkeit des Bildes nimmt entsprechend ab.

Das Fixierbad: Für die Temperatur gelten die gleichen Toleranzen wie beim Stoppbad. Das Fixierbad löst das unbelichtete Bromsilber aus der Schicht heraus. Unbelichtete Stellen verlieren dadurch ihre milchigweisse Farbe und werden durchsichtig. Zudem wird das Negativ unempfindlich gegen Licht und somit haltbar. Für eine vollständige Fixierung muss die Lösung doppelt so lang auf den Film einwirken, als zur Auflösung der milchigweissen Schicht auf den unbelichteten Stellen nötig war. Bei orthochromatischen Filmen, die unter gedämpfter Dunkelkammerbeleuchtung in offenen Tanks verarbeitet werden dürfen, kann man die nötige Fixierzeit direkt bestimmen. In allen anderen Fällen muss man sich an die Richtzeiten des Filmherstellers halten.

Zu lange Fixierung wäscht die schwach belichteteten Stellen aus. Dadurch ändert sich die Schwärzungskurve der Emulsion in der Zone der Unterbelichtung. Solche schlecht kontrollierbaren Einwirkungen müssen unbedingt vermieden werden. Aus diesem Grund muss auch das Fixierbad möglichst frisch sein und darf nicht bis zur völligen Erschöpfung benutzt werden. Eine Faustregel besagt, dass ein Fixierbad erschöpft ist, wenn sich

die nötige Einwirkungsdauer unter dem Einfluss der gelösten Silbersalze verdoppelt hat.

Wässerung: Nun sollen anhaftende Reste des Fixierbades und gelöste Silbersalzreste aus der Emulsion entfernt werden. Sie würden sich sonst mit der Zeit zersetzen und das Negativ zerstören.

Auch beim Wässern muss ein Temperaturbereich von 18° C bis 21° C eingehalten werden. Abgesehen von der Gefahr der Runzelkornbildung nimmt die Wirkung des Wässerungsbades mit tieferen Temperaturen stark ab. Unterhalb von 16° C wird sie ungenügend.

Wegen der Gefahr von Kratzern darf selbst in der warmen Jahreszeit das Leitungswasser nicht direkt zum Wässern benutzt werden. Die Gelatineschicht wird zwar im Fixierbad leicht gehärtet, reagiert aber immer noch sehr empfindlich gegen die ungelösten Teilchen im Leitungswasser.

Während des Wässerns muss das Wasser bewegt werden. Die Zufuhr von Frischwasser ist im allgemeinen genügend, wenn das Wasser im Wässerungsbecken innerhalb von 5 Minuten ersetzt wird. Die Dauer der Wässerung hängt stark vom Typ der Emulsion ab. Deshalb sind auch hier die Angaben des Filmherstellers genauestens zu beachten.

Nach dem Wässern wird der Film aufgehängt und reichlich mit destilliertem Wasser abgespült. Das hilft garantiert gegen Kalkflecken. Filmabstreifer haben zwar die gleiche Wirkung, sie erzeugen aber zusätzlich auf spektroskopischen Emulsionen prachtvolle Kratzer von erheblicher Länge.

Trocknung: Die Filme werden bei Zimmertemperatur an einem staubfreien Ort zum Trocknen aufgehängt. Bei normaler Luftfeuchtigkeit sind die gebräuchlichen Schichten in einer Stunde trocken. Jede schnellere Trocknung kann dazu führen, dass sich das Trägermaterial verzieht. Die Negative sind dann für Kompositbilder nicht mehr brauchbar. Für die Vermessung von Sternabständen aus einer Feldaufnahme, zum Beispiel für die Bestimmung der Eigenbewegung der Mitglieder eines offenen Sternhaufens, dürfen von vornherein nur Emulsionen auf Glasplatten verwendet werden. Nur Glas behält seine Dimensionen über Jahrzehnte unverändert bei. Das ist aber Voraussetzung für die Bestimmung von Eigenbewegungen.

Zum Abschluss werden die Negative in handliche Streifen zerschnitten und in einem Negativbuch mit Einschubtaschen abgelegt. Sie sollen niemals eingerollt in einer Dose gelagert werden. Das Einrollen geht selten ohne Beschädigung ab, und alle Mühe ist dann umsonst.

Für jedes einzelne Bild muss eine Buchhaltung über alle interessierenden Daten Auskunft geben. Im Minimum sollten folgende Angaben enthalten sein:

— Filmtyp
— Datum und Zeitpunkt der Aufnahme
— Belichtungszeit
— Brennweite und Blende
— Filter
— Entwickler und Entwicklungszeit
— Sujet
— Angaben über Luftunruhe und Durchsichtigkeit der Atmosphäre

4. Effekte durch die Filmentwicklung.

Ein Negativ ist nun bereit für die Auswertung und Vergrösserung. Um falsche Rückschlüsse zu vermeiden, müssen verschiedene Effekte berücksichtigt werden, die erst bei der Entwicklung entstanden sind.

Eine optimale Entwicklung erzeugt ein Bild, auf dem

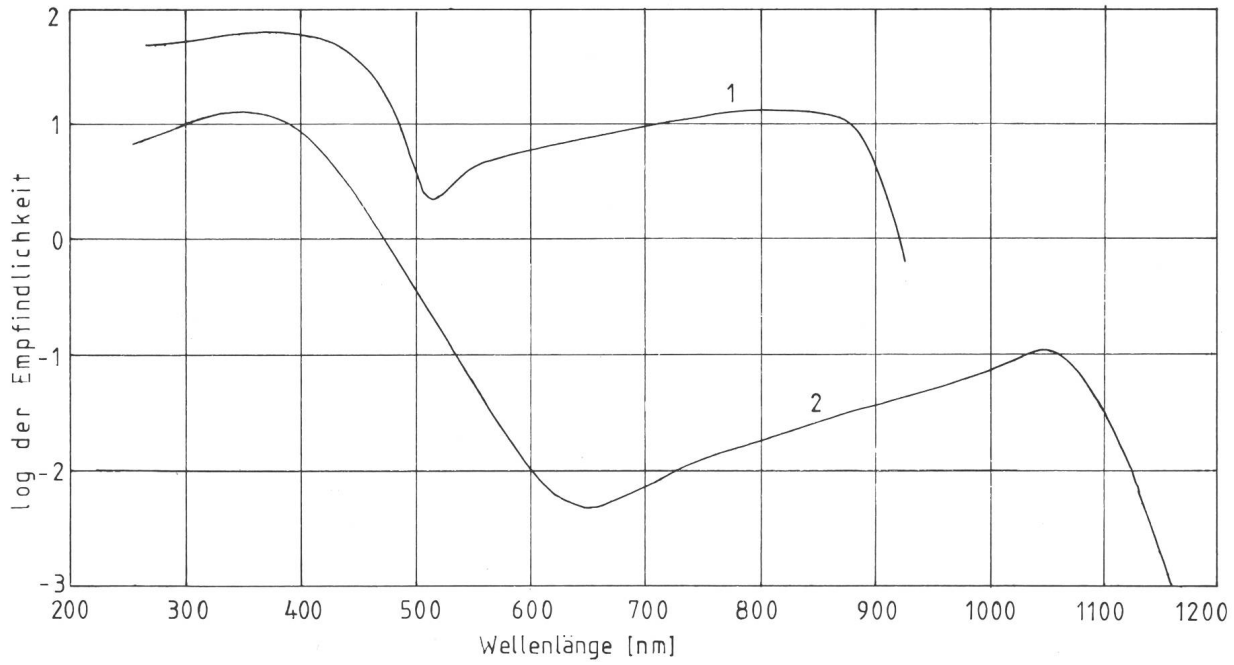


Fig. 4: Spektrale Empfindlichkeit von zwei infrarotempfindlichen Emulsionen. Es handelt sich um Kodak High Speed Infrared Film 4143 (Estar Thick Base), (Kurve 1) und um Kodak Spectroscopic Plate, Type I-Z (hypersensitized), (Kurve 2). Ohne spezielle Behandlung vor der Belichtung wäre der zweite Film viel weniger empfindlich. Die Belichtungszeiten betrugen 1,4 Sekunden, Film 1 ist 8 Minuten in D-76 entwickelt (20°C), Film 2 4 Minuten in D-19 bei gleicher Temperatur.
Beide Kurven gelten für eine Schwärzung von 0,6 über der Dichte des Grauschleiers.
Kodak High Speed Infrared Film und Kodak High Speed Infrared Film 2481 (Estar Base) haben eine ähnliche spektrale Empfindlichkeit wie Film1 [13]).

alle Punkte, die gleich viel Licht empfangen haben, auch die gleiche Schwärzung aufweisen. Das ist nun leider nicht der Fall. Die wichtigsten Abweichungen vom idealen Bild sollen kurz besprochen werden.

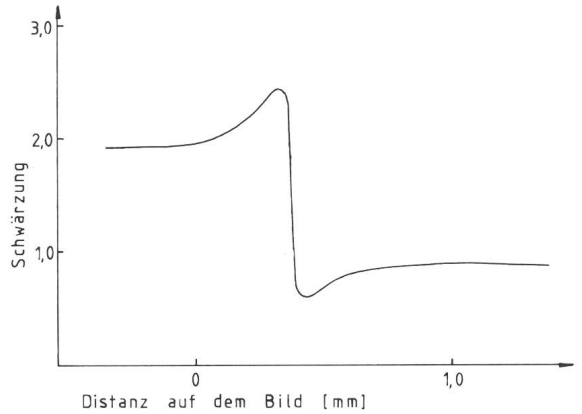


Fig. 5: Kanten-Effekt an der Grenze zwischen zwei gleichmässig beleuchteten Flächen grosser Ausdehnung[14]).

Kanten-Effekt: Er tritt an jeder scharfen Begrenzung zwischen einer hellen und einer dunklen Fläche auf. Die Entwicklerflüssigkeit diffundiert innerhalb der Schicht auch in der Richtung der Schichtebene. An einer scharfen Trennungslinie gelangt unverbrauchter Entwickler von der hellen Fläche auf das dunkle Gebiet. Dieses wird entlang seiner Begrenzung bevorzugt entwickelt, verglichen mit zentral gelegenen Stellen, die nicht von der seitlichen Versorgung profitieren. Umgekehrt diffundiert von ihm aus verbrauchter Entwickler in die schwächer belichtete Fläche. Ihre Randzonen erhalten damit mehr verbrauchte Flüssigkeit und werden entsprechend schwächer entwickelt als andere Zonen, die weiter von der Kante entfernt sind. Fig. 5 zeigt, wie der Übergang der Schwärzung an der Begrenzungslinie zweier völlig gleichmässig belichteter Flächen aussehen kann.

EBERHARD-*Effekt:* Dieser Effekt hat die gleichen Ursachen, wie der Effekt an scharfen Kanten. Die ungleichmässige Entwicklung führt dazu, dass bei kleinen Objekten mit gleicher Flächenhelligkeit das kleinere der beiden nach der Entwicklung stärker geschwärzt ist. Bei sehr kleinen Objekten ist das Ergebnis genau umgekehrt. Fig. 6 stellt diese Erscheinung an verschieden grossen runden Punkten dar, die alle die gleiche Flächenhelligkeit haben. Bei Sternfeldaufnahmen tritt der EBERHARD-Effekt stark in Erscheinung. Die Verhältnisse liegen dort aber nicht so einfach wie in Fig. 6, weil das Bild jedes Sternes, je nach der verwendeten Optik, eine komplizierte Uberlagerung des Beugungsbildes und der Bildfiguren von Koma und Astigmatismus darstellt. Allgemein werden aber Sternbilder mit Durchmessern von ein bis zwei Zehntel Millimeter bei der Entwicklung bevorzugt. Ständige Bewegung des Films während der Entwicklung kann diesen Effekt zwar verkleinern, aber er lässt sich nicht völlig ausschalten.

KOSTINSKY-*Effekt:* Dieser Effekt ist vor allem in der Astrophotographie von besonderem Interesse. Er bewirkt, dass Doppelsterne, die auf dem Film gerade noch getrennt sind, nach der Entwicklung stärker getrennt erscheinen. Die schmale Aufhellung zwischen den beiden schwarzen Punkten erhält von allen Seiten her nur Zufuhr von verbrauchtem Entwickler. Er sammelt sich auf der Trennlinie gleichsam an und behindert dort die Ent-

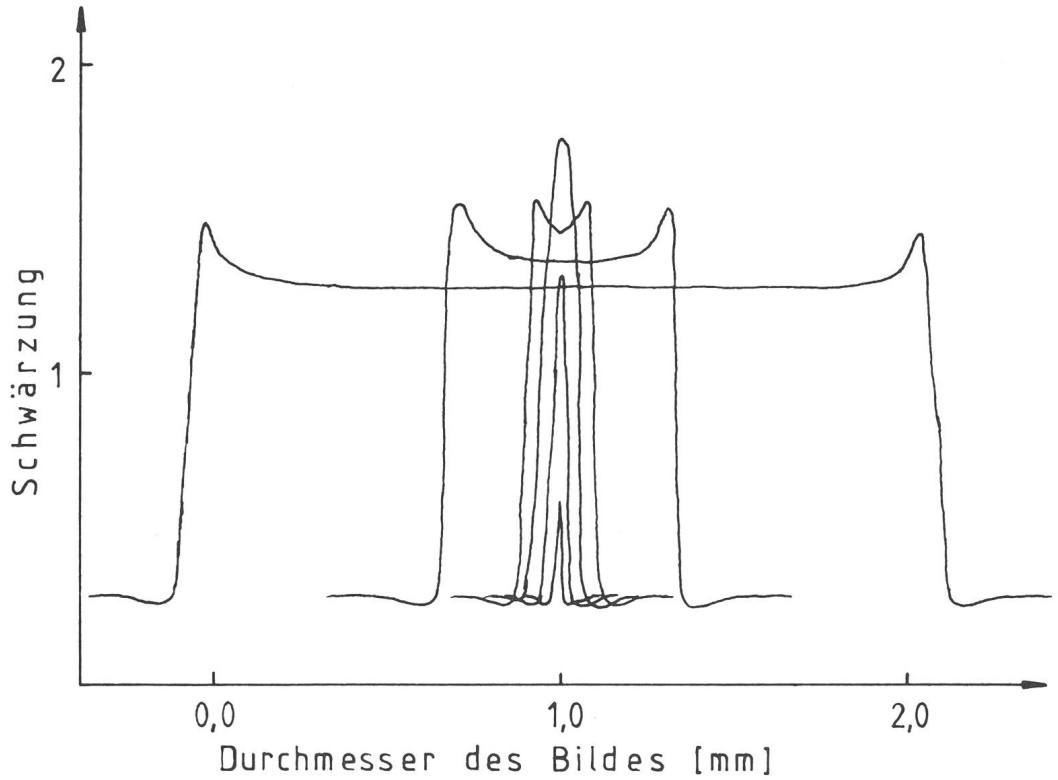


Fig. 6: Eberhard-Effekt. Punkte oder Linien werden bevorzugt entwickelt, sofern ihr Durchmesser 1/10 Millimeter übersteigt. Bei grösseren Ausmassen der Objekte geht der Effekt stufenlos in den Kanten-Effekt über. Extrem feine Punkte und Linien bleiben in der Entwicklung zurück[14]).

wicklung. Dadurch wird die Trennung der Sterne verbreitert. Der KOSTINSKY-Effekt kann auch zur Verstärkung von feinen Absorptionslinien in Spektren führen. Deshalb braucht es sehr umfangreiche Eichungen, um Spektren photometrisch genau zu vermessen.

5. Hypersensibilisierung

Unter Hypersensibilisierung versteht man die Empfindlichkeitssteigerung von Emulsionen durch Behandlung mit verschiedenen Chemikalien vor der Belichtung. Sie ist zu unterscheiden vom Baking-Prozess, wo Platten in einer Stickstoffatmosphäre für einige Stunden auf 65° C erwärmt werden. In beiden Fällen steigt die Empfindlichkeit und auch der Grauschleier. Für den Amateur kommt am ehesten die Hypersensibilisierung von rotempfindlichen Filmen in Betracht. Im Orion sind verschiedene Rezepte dafür angegeben worden[7]). Am einfachsten ist die Behandlung der spektroskopischen Emulsionen Kodak 103a-E und 103a-F mit destilliertem Wasser, das einige cm^3 Kodak Photo-Flo-Lösung enthält. Die Filme werden für 2 Minuten in der 5° C kalten Lösung gebadet und anschliessend in einem Strom möglichst kalter Luft getrocknet. Die Filme sind nach der Behandlung im Tiefkühlschrank bis zu 5 Wochen haltbar. Verglichen mit der Haltbarkeit von infrarotempfindlichem Material, das nach der Hypersensibilisierung nur noch wenige Tage aufbewahrt werden kann, ist das sehr praktisch. Für eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Methoden und der erzielbaren Ergebnisse sei auf die Literatur verweisen[8,9,10]).

Literatur:

1) E. Alt, E. Brodkorb, R. Mehrmann, K. Rihm, Weitere Farbaufnahmen von Objekten des Südhimmels, ORION 33. Jg. (1975) No. 151, Seite 201 ff.
2) E. Alt, E. Brodkorb, R. Mehrmann, K. Rihm, Astrofotografie am Südhimmel, ORION 33. Jg. (1975) No. 150, Seite 152 ff.
3) Max Lammerer, ORION 32. Jg. (1974) No. 143, Titelbild Seite 141.
4) E. Alt, ORION 32. Jg. (1974) No. 140, Titelbild Seite 1.
5) A. Heck, Une heureuse combinaison de filtre et d'émulsion astronomiques, ORION 34. Jg. (1976) No. 153, Seite 32 ff.
6) Dinsmore Alter, Lunar Atlas, Dover Publications, INC. New York 1968, Seite 122 und Seite 306.
7) E. Wiedemann, Empfindlichkeitssteigerungen bei Astro-Emulsionen, ORION 33. Jg. (1975) No. 150, Seite 147.
8) Kodak Plates and Films for Scientific Photography, Kodak Publication No. P-315, First Edition 1973, Seite 20.
9) Morrison, D., and Greenberg, E. H., 1968. Hypersensitization of infrared-sensitive photographic emulsions. Astronomical Journal, 73, 518—21.
10) Spinrad, H., and Wilder, J., 1972. Waterhypersensitization of Kodak special plates, type 098-02. AAS Photo-Bulletin, Nr. 1, 14.
11) Die Kurven entstammen der Publikation 8) Seite 15d.
12) Die Kurve ist Publikation 8) Seite 19 d entnommen.
13) Die Kurven entstammen der Publikation 8) Seite 16d und Seite 17d.
14) Die Zeichnung wurde nach einem Diagramm in Publikation 8) Seite 16 angefertigt.

Adresse des Autors:
Thomas Spahni, Alte Römerstrasse 23, CH-8404 Winterthur.

Zur numerischen Berechnung der Normalrefraktion

von H. BEUCHAT

Als Normalrefraktion wird der von der scheinbaren Zenitdistanz z abhängige Winkel r bezeichnet, um den ein Lichtstrahl in der Normalatmosphäre der Erde von der wahren Zenitdistanz ζ abgelenkt wird.

Das Aufkommen der (programmierbaren) Taschenrechner mit eingebauten mathematischen Funktionen (sin, tan, log usw.) hat den rechnenden Astro-Amateuren dadurch grosse Vorteile gebracht, dass bei Berechnungen die Verwendung von Tabellen dieser Funktionen entfällt.

Hingegen gibt es in der Astronomie manchmal benutzte empirische Standardfunktionen, welche tabelliert vorliegen. Es wäre dabei praktisch, Formeln für solche Funktionen anzugeben, welche an Stelle der Tabelle verwendet würden.

In dieser Form liegt eine durch R. Radau[1]) veröffentlichte Tabelle der Normalrefraktion vor.

Eine ältere Tafel der Refraktion ist etwa diejenige von F. W. Bessel[2]). Die Normalrefraktion spielt eine Rolle bei der Reduktion von beobachteten Zenitdistanzen oder Höhen über dem Horizont. Um bei Zenitdistanzen von ca. 90° die Auf- und Untergangszeiten von Gestirnen unter Berücksichtigung des topographisch gegebenen Horizontes zu bestimmen, benötigt man ebenfalls die Kenntnis der Refraktion, wenn die Zeiten einigermassen genau sein sollten. Die Umkehrfunktion, nämlich den Betrag der Refraktion als Funktion der wahren Zenitdistanz, benötigt man, wenn beispielsweise vorausgerechnete Örter eines Erdsatelliten am Himmel genauer korrigiert sein sollen.

Formeln zur Berechnung der Refraktion

Es lässt sich zeigen, dass bei nicht zu grossen Zenitdistanzen die Refraktion proportional dem Tangens der scheinbaren Zenitdistanz ist

$$r = \alpha \tan z \qquad (1)$$

α ist dabei die Refraktionskonstante.

Bei grösseren und sogar schon bei mässigen Zenitdistanzen weichen die mit dieser Formel berechneten Werte erheblich von den tabellierten ab. Daher besteht die Notwendigkeit, eine diesen Bereich grosser Zenitdistanzen abdeckende mathematische Formel anzugeben.

Hierzu hatte bereits Th. Simpson[3]) die folgende einfach gebaute Näherungsformel angegeben

$$r = \alpha \tan(z - \beta r) \qquad (2)$$

Für den Koeffizienten β schlug J. Bradley[4]) den Wert 3 vor. In Formel (2) geht die Refraktion r sowohl links wie rechts vom Gleichheitszeichen ein. Dies lädt geradezu ein, die Berechnung der Refraktion auf iterativem Wege zu versuchen, das heisst, etwa von $r_o = 0$ ausgehend in die rechte Seite der Formel einzusetzen bis der mit der

Formel erhaltene jeweilige Wert r_{i+1} sich gegenüber dem vorhergehenden r_i nicht mehr ändert.

Mit dieser Formel und diesem Ansatz entstehen aber bei Zenitdistanzen um 90° nach wie vor Schwierigkeiten wegen des Verlaufs des Tangens in diesem Argumentbereich.

Die auf die Formel (2) angewendete Iterationsvorschrift führt sogar zu Divergenz bei Zenitdistanzen um 90°, liefert also keine Werte der Refraktion.

Ausserdem ist die Formel mit dem Wert $\beta = 3$ gar nicht so genau, wie ein Blick in nachstehender Tabelle überzeugt. Diese wurde mit Refraktionskonstante $\alpha = 60.154''$, die dem zitierten Tabellenwerk[1]) entspricht berechnet.

Tabelle 1

z	r(Taf.)	r(1)	r(2)	Anz. It.
45°	1'00.04''	1'00.15''	1'00.05''	3
50°	1'11.51''	1'11.69''	1'11.54''	3
55°	1'25.64''	1'25.91''	1'25.68''	3
60°	1'43.76''	1'44.19''	1'43.83''	3
65°	2'08.25''	2'09.00''	2'08.37''	4
70°	2'43.78''	2'45.27''	2'44.05''	5
75°	3'41.00''	3'44.50''	3'41.64''	5
77°	4'15.23''	4'20.56''	4'16.20''	5
80°	5'29.8 ''	5'41.2 ''	5'31.8 ''	6
85°	10'13.5 ''	11'27.6 ''	10'22.6 ''	8
86°	12'11.8 ''	14'20.2 ''	12'24.3 ''	9
87°	14'58.8 ''	19'07.8 ''	15'14.8 ''	11
88°	19'06.6 ''	28'42.6 ''	19'20.5 ''	14
89°	25'37.0 ''	57'26.2 ''	25'19.8 ''	26
90°	36'36.0 ''	—	—	
91°	56'27.5 ''	—	—	

Das Ziel der Bemühungen soll somit sein, einfach gebaute Formeln anzugeben, um die Normalfraktion r insbesondere des Tabellenwerks[1]) bei gegebener scheinbarer Zenitdistanz z oder bei gegebener wahrer Zenitdistanz $\zeta = z + r$ auf einige Zehntel Bogensekunden genau darzustellen bis hinunter zur Zenitdistanz $z = 91°$, wo die Tabelle 1 nicht ausreicht, muss eben versucht werden, die Algorithmus so zu gestalten, dass in jedem Falle dessen Konvergenz sichersteht und zugleich immer rasch ist, wobei auch der Fall $z \geqslant 90°$ bzw. $\zeta \geqslant 90°$ zu keinerlei numerischen Schwierigkeiten führen soll, indem der iterative Algorithmus mit einer guten Einstiegsfunktion begonnen wird.

Zur Formelgenauigkeit

Da eine Konstante $\beta = 3$ zur guten Darstellung der Tabelle 1 nicht ausreicht, muss eben versucht werden, die Formel (2) auszubauen, indem zuerst

$$r = \alpha \tan(z - f) \tag{3}$$

gesetzt wird, und anschliessend

$$f(z) = r(z)\beta(z) \tag{4}$$

mit variablem β.

Führt man dies aus, so erhält man, ausgehend von Tabellenwerk [1]) die folgende Zusammenstellung

Tabelle 2

z	r	f	β
65°	2'08.25''	0.128317°	3.60187
70°	2'43.78''	0.167546°	3.68277
75°	3'41.00''	0.226465°	3.68902
77°	4'15.23''	0.261764°	3.69216
80°	5'29.8 ''	0.336857°	3.67703
85°	10'13.5 ''	0.599981°	3.52067
86°	12'11.8 ''	0.699151°	3.43939
87°	14'58.8 ''	0.828925°	3.32013
88°	19'06.6 ''	1.003151°	3.14961
89°	25'37.0 ''	1.241257°	2.90731
90°	36'36.0 ''	1.569084°	2.57227
90° 30'	45'00.0 ''	1.776296°	2.36840
91°	56'27.5 ''	2.017331°	2.14388

Es stellt sich heraus, dass im Bereich grosser Zenitdistanzen eine gute Näherung des Verlaufs der Funktion $\beta(z)$ erzielt wird, wenn man setzt

$$\beta = A + B\,F(z) \tag{5}$$

A und B sind zwei empirisch zu bestimmende Konstanten. Die neue Funktion F(z) soll gegen 1 streben für kleinere Zenitdistanzen. Im gesamten Argumentbereich von z soll sie stets positiv kleiner als 1 sein. Im Zusammenhang mit der Formel (5) zeigt es sich, dass folgender Ansatz für F(z) befriedigende Ergebnisse liefert

$$F(z) = e^{-(z/z_0)^m} \tag{6}$$

Auch die Konstanten z_0 und m sind empirisch zu bestimmen. Die insgesamt eingeführten vier Konstanten A, B, z_0, m werden etwa dadurch festgelegt, dass die Darstellung der Normalrefraktion für die Argumente $z = 91, 90, 89, 88$ exakt sein soll.

In diesem Falle sind diese Konstanten einer iterativen Berechnung zugänglich, die von näherungsweise bekannten Werten für z_0 und m ausgeht. Die Formel hierzu sind die folgenden

$$F_1 = F(z_1) \qquad F_2 = F(z_2) \tag{7.1}$$

F(z) gemäss Formel (6)

$$B = \frac{\beta_2 - \beta_1}{F_2 - F_1} \qquad A = \beta_1 - F_1 B \tag{7.2}$$

$$F_3 = \frac{\beta_3 - A}{B} \qquad F_4 = \frac{\beta_4 - A}{B} \tag{7.3}$$

$$m = \frac{\log(-\ln F_4) - \log(-\ln F_3)}{\log z_4 - \log z_3} \tag{7.4}$$

$$\log z_0 = \log z_3 - \frac{1}{m} \log(-\ln F_3) \tag{7.5}$$

Die obigen Formeln sind so lange zu wiederholen (iterieren), bis keine Änderung in den Werten der z_0, m, A, B auftritt.

Zur Sicherstellung der Konvergenz
Sind neben der Refraktionskonstanten α die Werte der A, B, z_0, m bekannt, so führt folgender Algorithmus (Kette von Rechenoperationen) zur Berechnung von r.

Bei gegebenem z und einer ersten Nährung r_0 berechnet man F (z) und β (z) nach den Formeln (6) und (5), und sodann jeweils

$$f_0 = \beta r_0 \qquad r_1 = \alpha \tan(z - f_0)$$
$$f_1 = \beta r_1 \qquad r_2 = \alpha \tan(z - f_1) \text{ usw.} \tag{8}$$
$$\text{bis etwa } | r_{i+1} - r_i | < 10^{-6} \text{ wird.}$$

Die numerische Erprobung dieses Algorithmus (8) zeigt aber, dass für Werte von z um die 90° auch jetzt keine Konvergenz der r_i gegen einen Grenzwert erfolgt, indem die Differenzen aufeinanderfolgender r grösser werden statt kleiner.

Das Verfahren, um auch in diesen Fällen Konvergenz zu erzwingen besteht darin, bei der Berechnung von r_{i+1} nur einen Bruchteil von $\alpha \tan(z - f_i)$ mitzunehmen, also den Algorithmus (8) abzuändern in

$$f_i = \beta r_i \qquad r_i' = \alpha \tan(z - f_i)$$
$$r_{i+1} = r_i + H(r_i' - r_i) \tag{9}$$

Mit einem geeigneten Bruchteil, der zwischen 0 und 1 liegt, zeigt es sich, dass dann in jedem Falle Konvergenz der Refraktion gegen einen Grenzwert erzielt wird. Führt man jedoch einen festen Bruchteil H für alle Berechnungen ein, so zeigt sich, dass man dabei die Schnelligkeit der Konvergenz für kleine Zenitdistanzen erheblich verschlechtert, was als Nachteil des konvergenzerzwingenden Verfahrens in obiger Form zu werten ist.

Das Ziel der nun folgenden Bemühungen wird es sein, das Verfahren zur Konvergenzerzwingung derart abzuändern, dass im gesamten Argumentbereich der Zenitdistanzen z schnelle Konvergenz erreicht wird.

Zur Beschleunigung der Konvergenz
Ansatzpunkt ist die Tatsache, dass für kleine z aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, dass der normale Algorithmus (8), der einem Faktor H = 1 entspricht, mit 3 bis 4 Iterationen konvergiert, also relativ schnell ist. Für grosse z kann man jeweils den besten Bruchteil H ermitteln, der zur schnellsten Konvergenz führt.

Nun hat genau der früher mit Formel (6) eingeführte Faktor F(z) die Eigenschaft, für kleine z gegen 1 zu streben und für grosse z einen Wert zwischen 0 und 1 anzunehmen. Setzt man einfach H = F(z), so erzwingt man im kritischen Bereich zwar die Konvergenz, doch bleibt sie dabei so langsam, dass man sehr lange Rechenzeiten in Kauf nehmen müsste. Stellt man die besten Bruchteile H(z) der Funktion F(z) gegenüber, so findet man, dass der folgende Ansatz im kritischen Bereich zu einer erheblichen Verbesserung der Konvergenz führt

$$H(z) = [F(z)]^L \tag{10}$$

Der Faktor, um welchen die Differenz der Refraktionswerte von Iteration zu Iteration zurückgeht, ist damit ständig grösser als 5, so dass bei Vorliegen einer guten Ausgangsnäherung die Genauigkeit von 10^{-6} Grad nach 5—6 Iterationen mit dem Algorithmus (9) erreicht wird.

Zur Ermittlung der Einstiegsfunktion
Als Einstiegsfunktion wird hier die Ausgangsnäherung bezeichnet, mit welcher der Algorithmus (9) begonnen wird.

Aus der Tabelle 2 ersieht man, dass f(z) für zunehmende z monoton zunimmt, wogegen F(z) monoton abnimmt.

Will man somit auf bereits ermittelte Funktionen von z zurückgreifen, um eine Einstiegsfunktion anzugeben, empfiehlt es sich, den Wert $f_0(z)$ etwa anzusetzen als

$$f_0(z) = K(1 - F^k) \tag{11}$$

Als Einstiegsfunktion $r_0(z)$ hat man dann einfach zu definieren

$$r_0(z) = \alpha \tan(z - f_0) \tag{12}$$

Die beiden neu eingeführten Konstanten K und k sind wie die andern in den Formeln (5)—(10) eingeführten empirisch festzulegen.

Es wäre denkbar, für z = 91 und 90° den Wert von f jeweils genau darzustellen, so dass damit die Refraktion durch $r_0(z)$ für diese Argumente genau dargestellt wäre.

Eine weitere brauchbare Vorschrift wäre die, nur den äussersten Wert der Refraktionstafel exakt darzustellen, und dabei denjenigen Exponenten k zu ermitteln, für den die folgende, weitere Wertpaare z_i r_i berücksichtigende Summe zu einem Minimum wird

$$\sigma_N = \sum_{i=2}^{N} (\log r_i - \log r_0[z_i])^2$$

Grosse Genauigkeit ist für die Einstiegsfunktion ohnehin von untergeordneter Bedeutung; wesentlich ist nur dabei, dass ein Iterieren bei Verwendung des Algorithmus (9) nach Möglichkeit abgekürzt wird.

Die «Umkehrfunktion»
Bei den üblichen mathematischen Funktionen wird diese kurz gesagt darin gesehen, dass sie, bei Vorgabe des Funktionswertes, der zu einem (zulässigen) Argument gehört, wieder dieses Argument als Hauptwert liefert; in diesem Sinne ist etwa $\sqrt{x}$ die Umkehrfunktion von x^2, wenn positive x zugelassen sind.

Die Ermittlung der Normalrefraktion r(z) läuft im wesentlichen darauf hinaus, die wahre Zenitdistanz ζ bei gegebener scheinbarer Zenitdistanz z zu bestimmen. Die «Umkehrfunktion» ist in diesem Sinne eine Funktion, welche bei vorgegebener wahrer Zenitdistanz ζ gestattet, die scheinbare Zenitdistanz z zu ermitteln. Genauso wie man aus $\zeta = z + r(z)$ die wahre Zenitdistanz ermittelt, kann man aus $z = \zeta - r(\zeta)$ die scheinbare Zenitdistanz erhalten, wenn man, wie im Falle von r(z) eine «Umkehrfunktion» $r(\zeta)$ bereitstellt.

Nun kann die Formel (2) wegen $z = \zeta - r$ geschrieben werden

$$r = \alpha \tan(\zeta - \beta r - r) = \alpha \tan(\zeta - \gamma r) \tag{14}$$

Dieser Aufbau der Formel (14) legt nahe, die «Umkehrfunktion» analog anzusetzen wie die Funktion der Normalrefraktion bei gegebener scheinbarer Zenitdistanz. Man setzt daher

$$\gamma(\zeta) = C + D\,G(\zeta) \tag{15}$$

$$G(\zeta) = e^{-\zeta/\zeta_0)\mu} \tag{16}$$

und als konvergenzerzeugender Faktor H

$$H(\zeta) = [G(\zeta)[^{\lambda} \qquad (17)$$

Die Einstiegsfunktion wird hier angesetzt als

$$g_0(\zeta) = K\,(1-G^{\varkappa}) \qquad (18)$$

$$r_0(\zeta) = \alpha \tan(\zeta - g_0) \qquad (19)$$

Ergebnisse

A. Berechnung der Refraktion bei gegebener scheinbarer Zenitdistanz z

$F = e^{-(z/z_0)^m}$
$\beta = A + BF$
$z_0 = 91.85400°$
$m = 41.38486$
$A = 0.631076$
$B = 2.984247$
$f_0 = K\,(1-F^k)$
$r_0 = \alpha \tan(z - f_0)$
$\alpha = 60.154''$
$K = 2.7150°$
$k = 2.0$
$r_{i+1} = r_i + F^L(r_i' - r_i)$
$r_i' = \alpha \tan(z - \beta r_i)$ $i = 0,1,\ldots$
so lange bis $|r_{i+1} - r_i| < 10^{-6}$ (Gradmass) wird
$L = 1.5$

B. Berechnung der Refraktion bei gegebener wahrer Zenitdistanz ζ

$G = e^{-(\zeta/\zeta_0)^{\mu}}$
$\gamma = C + DG$
$\zeta_0 = 91.47948°$
$\mu = 37.85656$
$C = 2.505161$
$D = 2.141612$
$g_0 = K\,(1-G^{\varkappa})$
$r_0 = \alpha \tan(\zeta - g_0)$
$\alpha = 60.154''$
$K = 3.8971°$
$\varkappa = 1/.85$
$r_{i+1} = r_i + G^{\lambda}(r_i' - r_i)$
$r_i' = \alpha \tan(\zeta - \gamma r_i)$ $i = 0,1,\ldots$
so lange bis $|r_{i+1} - r_i| < 10^{-6}$ (Gradmass) wird
$\lambda = 1.0$

Darstellung der Normalrefraktion der Tabelle[1])

Obige Formeln und Zahlenwerte der eingeführten Konstanten ergeben gegenüber dem Tabellenwerk[1]) folgende Abweichungen Δr in Bogensekunden; in der Tabelle 3 ist die Differenz Tabelle minus Formelwert angeführt.

Tabelle 3

$z = \zeta - r$	Δr Formeln A	Δr Formeln B
91°	0	0
90° 30'	+.2	—.3
90°	0	0
89° 30'	—.1	0
89°	0	0
88° 30'	0	0
88°	0	0
87° 30'	—.1	0
87°	—.2	—.1
86° 30'	—.3	—.1
86°	—.3	—.1
85° 30'	—.3	—.2
85°	—.4	—.2
80°	—.2	—.1
77°	—.11	—.07
75°	—.07	—.04
70°	—.03	—.01
65°	0	+.01

Im restlichen Tabellenwerk[1]) weicht die formelmässige Darstellung höchstens um .01'' von dem Tafelwert ab.

Literaturnachweis:

1) R. Radau, Annales de l'Observatoire de Paris, Vol. XIX, Mémoires (1889); abgeändert gemäss Connaissances des Temps pour 1932, Paris (1930), Ed. Gauthiers-Villars, p. 682, 584, 585.
2) Landolt-Börnstein, Zahlenwerte und Funktionen, Bd. III Astronomie und Geophysik (1952), S. 30, 31.
3) Th. Simpson, Mathematical dissertations, London (1743).
4) J. Bradley, Astronomical Observations made at the Royal Observatory at Greenwich, Oxford (1798).
5) H. Wolf, Handbuch der Astronomie (1877), Bd. II, S. 176, 179.

NB.: Ein Programmpaket zur Durchführung der rechnerischen Arbeiten liegt beim Verfasser vor. Benötigt wird ein Taschenrechner Typ TI-59 oder TI-58.

Adresse des Verfassers:
Dr. H. J. Beuchat, Neufeldstrasse 134, CH-3012 Bern.

Sterne und Weltraum

die verbreiteste deutschsprachige astronomische Monatszeitschrift, mit aktuellen Berichten aus der Forschung und Amateurastronomie, zugleich Nachrichtenblatt der Vereinigung der Sternfreunde. 1978 im 17. Jahrgang. Probeheft mit Bezugsbedingungen kostenlos durch:

Verlag Sterne und Weltraum
Dr. Vehrenberg
D-4000 Düsseldorf 14, Postfach 140365

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Materialzentrale

Materiallager: **Anita Bührer-Deola, Hegaustr. 4, 8212 Neuhausen a. Rhf. Tel. (053) 2 55 32**

Briefadresse: **Fredy Deola, Engestrasse 24, 8212 Neuhausen a. Rhf. Tel. (053) 2 40 66**

Wir führen sämtliches Material für den Schliff von Teleskopspiegeln, sowie alle nötigen Bestandteile für den Fernrohrbau.

Bitte verlangen Sie unverbindlich unsere Preisliste.

Astronomische Inhalte in bronzezeitlichen Felsritzungen

von WILLIAM BRUNNER-BOSSHARD, Kloten

Die skandinavischen Gletscher haben die Oberfläche der Granitfelsen glatt geschliffen. Viele dieser Felsflächen blieben unbewachsen. Sie haben den bronzezeitlichen Menschen als Zeichentafeln gedient. Über 3000 Jahre sind uns diese Dokumente, da sie im harten Granit eingehauen und eingeschliffen wurden, erhalten geblieben. Im Gebiet zwischen Oslo und Göteborg ist der schwedische Bezirk um Tanum besonders reich an gut erhaltenen grossen Felsbildern.

Besonders häufig sind Darstellungen von verschiedenartigen einfachen Schiffen oder Schlitten, die mit unterschiedlicher Anzahl von sogenannten Bemannungsstrichen bestückt sind. Dass diese Schiffe auf Mondkulte hinweisen, werden wir später eingehender erklären. Die am Radkreuz erkennbaren Götter und andere Sonnensymbole weisen auf Sonnenkult, der bei den meisten Figuren betonte Phallus auf einen Fruchtbarkeitskult hin. Die Kultäxte und Speere tragenden Götter und Priester wehren bei Finsternissen Unheil ab. Aus der Richtung der Speere und Äxte, die meist nach den Himmelsrichtungen orientiert sind, kann geschlossen werden, dass diese auch auf die Teilung des Tages und des Jahres hinweisen.

Der älteste Regler des Zeitenlauf war aber der Mond. Als ein Symbol für Fruchtbarkeit und Wachstum galt schon immer der wachsende Mond. Ebenso wurde der Mond mit dem Element des Wassers, sowie die Sonne mit dem des Feuers in Zusammenhang gebracht. Für uns modern denkende Astronomen ist zwar der physische Mond der Inbegriff des Toten und Trockenen. Wir müssen aber bedenken, dass für das menschliche Leben nicht der physikalische Zustand des Himmelskörpers massgeblich ist, sondern seine Auswirkungen auf der Erde. Für ein Seefahrer-Volk sind Ebbe und Flut wichtig, d.h. der Mond, der den Ozean beherrscht. Der Mond steht aber auch mit dem monatlichen Rhythmus der Menstruation und der Geburtenhäufigkeit und so zur Fruchtbarkeit in Beziehung. Durch die wechselnde Phasengestalt ist er aber auch ein Symbol der Wiedergeburt. Man würde erwarten, dass die Mondsichel als Kultsymbol auf den Felsbildern häufig dargestellt worden wäre. Als Einzelzeichen finden wir sie nur selten, sie ist aber häufig als Teil eines Schiffes dargestellt. Der Schiffskiel mit dem hochgezogenen Vordersteven zeigt die Fahrtrichtung an, meist von rechts nach links entsprechend der Bewegungsrichtung des Mondes unter den Sternen. Die umgekehrte, dem Tageslauf entsprechende Richtung kommt aber auch vor. Der hochgezogene Achtersteven hat die Form der wachsenden, der Vordersteven die der abnehmenden Mondsichel. Es gibt aber auch kleine kurze Schiffe, die rechts die abnehmende und links die wachsende Mondsichel zeigen. Auf diesen kleinen Booten sind meist nur 3 bis 6 Striche. Zwischen diesen beiden Mondsicheln steht der unsichtbare Neumond. Die Striche auf den Booten geben an, wieviele Tage der Mond um Neumond unsichtbar bleibt. Es wurde schon früh entdeckt, dass Sonnenfinsternisse in der Gegend des Neumondes eintreten. Man schrieb die Verfinsterung aber nicht dem Monde selbst zu, sondern einem Drachen, der aus der Sonne ein Stück herausfresse oder sie ganz verschlinge. Die Schiffssteven, die den Neumondbereich begrenzen, werden darum hie und da mit Drachenköpfen bekrönt. Heute noch nennen wir die Mondbahnknoten Drachenpunkte und haben als aufsteigenden und absteigenden Mondknoten die Zeichen: ☊, ☋ = Drachenkopf und Drachenschwanz.

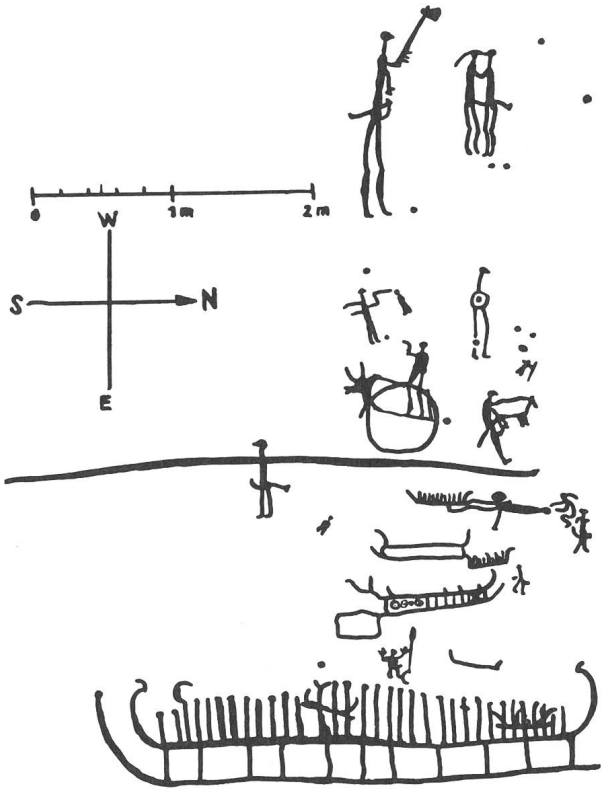


Abb. 1: Mittlerer Teil der Felsritzungen des grossen Felsen in Vitlycke (Gemeinde Tanum) Bohuslän, Südwest-Schweden.

Ein schönes Beispiel für die Richtigkeit der Deutung von vielen Schiffen als Symbole des Mondlaufs haben wir im 360 cm langen Schiffe auf dem Felsbild in Vitlycke (Gemeinde Tanum) gefunden. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus der 7 m hohen und 22 m breiten Felszeichnung. Das grosse Schiff trägt auf der rechten Seite ein kleines Neumondschiff. Da von der Mitte des kleinen Schiffes (Neumond) bis ans linke Ende des grossen Schiffes 29 Striche sind, können wir annehmen, dass die Striche 29 Tage (Nächte) des synodischen Monats bedeuten. Von der wachsenden Mondsichel des linken Steven des kleinen Schiffes bis zum drittletzten Strich des grossen Schiffes, der eine abnehmende Sichel trägt, sind 25 Striche, entsprechend den 25 Nächten, an welchen der Mond sichtbar ist. Die mittleren Striche vom 12. bis 14. sind etwas länger als die andern. Es sind die Tage der Vollmondnächte.

Ein rechteckiger Rahmen über diesen Tagen weist aber auch darauf hin, dass dies die Tage sind, da der Mond in eine Falle geraten, d.h. verfinstert werden kann. Einen Beleg hiefür finden wir im Bildbericht über dem grossen Schiffe. Unter dem rechten Ende des langen Speeres liegt — angehängt an ein kleines Schiff — ein toter Mann, der wie alle Menschendarstellungen auf das für die Situation Wesentliche reduziert ist. Sein Schwertgehänge zeigt nach der Neumondlage im darunterliegenden Neumondboot. Der tote Mann symbolisiert die erstorbene Fruchtbarkeit bei einer totalen Sonnenfinsternis. Über dem Speerende stellt ein kleines Sonnenrösslein den toten Mann auf, d.h. die Sonne wird nach rechts aus dem Finsternisbereiche gezogen. In der Figur darüber ist der Sonnenmann von der Finsternis befreit. Er steht aufrecht auf seinen Beinen. Im obersten Bereiche des Felsen vereinigen sich der Fruchtbarkeitsgott und die Fruchtbarkeitsgöttin.

In der Mitte zwischen dem Götterpaare und dem Vollmondbereiche des grossen Schiffes mit dem darüberliegenden Rechteck steht ein grosser etwas unförmiger Kreis, der dem Erdschatten entspricht. Der Stier wäre dann der Mond, wie er nach seiner Verfinsterung aus dem Erdschatten austritt. Die Dicke des Stieres vom Rücken zum Bauch ist etwas weniger als die Hälfte des Kreises und entspricht dem Verhältnis vom Monddurchmesser zum Erdschattendurchmesser.

Die übergrosse Göttergestalt mit dem Beil ist Zeichen der Befreiung von Sonne und Mond von den Finsternismächten.

Falls der Stier nicht nur auf den Mond, sondern auch auf die Gegend des Sternbildes Stier, wo der verfinsterte Mond beobachtet worden wäre, hinweist, so müsste die totale Sonnenfinsternis, die vorausging, Ende Oktober stattgefunden haben. Die verfinsterte Sonne wäre dann bei den Scheren des Sternbildes Skorpion gestanden. Die Vermutung wird gestützt durch grosse Felszeichnungen von Sonnenscheiben mit Protuberanzen und unregelmässigen Coronastrahlen auf dem benachbarten Kultplatze Fossum (Gemeinde Tanum), wo unter der Sonnenfinsternisdarstellung, gewissermassen als Marginalnotiz, ein Skorpion und ein kleiner Eber eingehauen sind. (Siehe Abb. 2). Die Sternbilder Skorpion und rechts davon Eber waren von den Babyloniern schon im 2. Jahrtausend v. Chr. überliefert. Dass Kultur- und Handelsbeziehungen zwischen Südschweden und dem Vordern-Orient schon damals bestanden haben, ist gut belegt. Der bekannte Archäologe Oscar Almgren[1]) weist auch auf viele Ähnlichkeiten der nordischen Bilder mit ägyptischen hin.

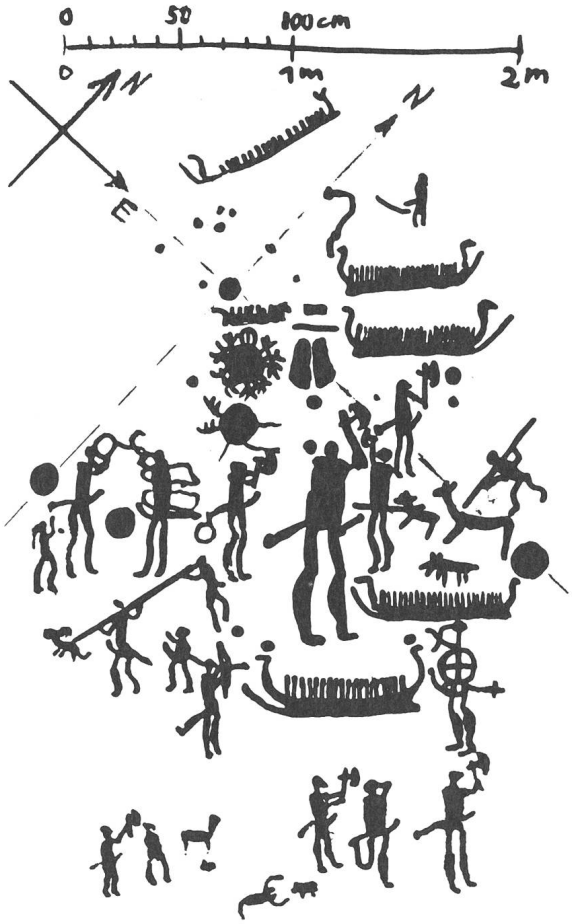


Abb. 2: Hauptteil der Felsfläche von Fossum (Gemeinde Tanum). Die Himmelsrichtungen Nord-Süd und Ost-West sind durch drei grosse Schalen (schwarze Punkte) vermarcht. Die Verbindungsgeraden sind von uns in der Abbildung gestrichelt eingetragen. Der kleine Speer des Rehtöters weist nach Süden. Die meisten Figuren blicken nach NE, einige nach SW.

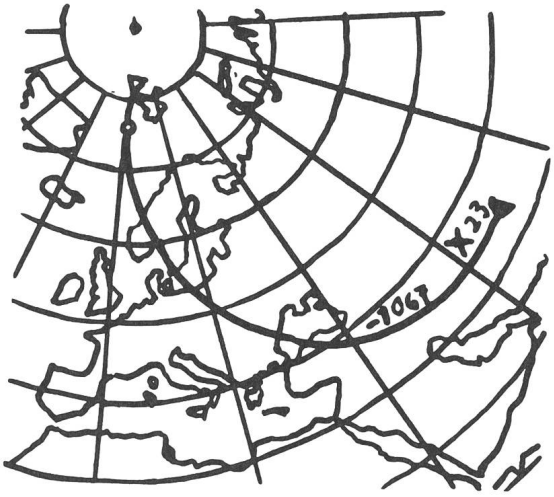


Abb. 3: Europakärtchen mit der Zentralzone der Totalen Sonnenfinsternis vom 23. Oktober 1067 v. Chr. (Kanon der Finsternisse von Oppolzer).

Auf Grund unserer Analyse der Felsbilder Abb. 1 in Vitlycke und Abb. 2 in Fossum können wir annehmen, dass neben andern Inhalten eine Sonnenfinsternis von Ende Oktober und eine Mondfinsternis von Anfang November dokumentarisch festgehalten worden sind. Sehen wir nun im Kanon der Finsternisse von Oppolzer nach, bei welchen totalen Sonnenfinsternissen die Zentralzone die Gegend von Tanum berührte, so finden wir für den Zeitraum von 1200 v.Chr. bis Christi Geburt nur eine einzige, die in Frage kommt. Es ist die totale Sonnenfinsternis vom *23. Oktober 1067 v. Chr.* Für die andern 6 Finsternisse, bei denen Tanum nahe der Zentralzone lag, fallen 2 auf April, 2 auf Juni, eine auf Juli und eine auf August. Nur die Sonnenfinsternis von 1067 v. Chr. fällt auf den Oktober. Abb. 3 zeigt den Verlauf

der Zentralzone. Sie fällt genau in die Gebiete zwischen Oslo und Göteborg und der Spitze von Südschweden, wo die meisten Felsritzungen der Bronzezeit vorkommen. Die Rechnung aus den Sonnenfinsternis-Angaben in Oppolzer bestätigt, dass auf diese Sonnenfinsternis eine totale oder mindestens partielle Mondfinsternis anfangs November folgen musste. Ob event. vor 1200 v. Chr. schon einmal eine ähnliche Sonnenfinsternis in diesem Gebiete stattfand, weiss ich nicht, da hiefür die Rechnungsunterlagen noch fehlen.

Hinweise über andere astronomische Inhalte in Felsritzungen finden sie in: «Basler Beiträge zum Schalensteinproblem und zu den Felsbildproblemen» Heft 9/ 1975 S. 9 bis 13. Bezugsquelle: Dr. H. Liniger, Rudolfstrasse 43, 4054 Basel.

1) Oscar Almgren: «Nordische Felszeichnungen als religiöse Urkunden» Frankfurth a. M. 1934.

Adresse des Verfassers:
Dr. William Brunner-Bosshard, Speerstrasse 4, CH-8302 Kloten.

Astro-Ausstellung «Faszinierendes Universum» in Freiburg. Rückblick

Am 2. April ging die Astrophoto-Ausstellung zu Ende. Dank der guten Zusammenarbeit zwischen Herrn A. VON ROTZ, Zürich; dem Bilderdienst der SAG.; dem Kultur-Departement der Migros-Genossenschaft; dem Naturhistorischen Museum-Freiburg; und der ROBERT A. NAEF-Stiftung konnte diese Ausstellung entstehen. Herrn von Rotz, dem Bilderdienst der SAG und der Migros-Genossenschaft sei herzlich gedankt! Auf Initiative der ROBERT A. NAEF-Stiftung hin, begann diese Wanderausstellung ihre Reise in Freiburg.

Zur Eröffnungsfeier sprach Prof. M. Schürer, Bern über Probleme der modernen Astronomie. Anschliessend gab Dr. M. Cottier, Regierungsrat und Direktor des kantonalen Erziehungsdepartementes seiner Freude zur Errichtung einer Freiburger Sternwarte durch die ROBERT A. NAEF-Stiftung Ausdruck. Am 16. März hielt Prof. P. WILD, Bern, einen gut besuchten und viel beachteten Vortrag zum Thema «Kleinplaneten» vor der Naturforschenden Gesellschaft, Freiburg.

Über *4600* Personen besuchten diese Ausstellung! Ein voller Erfolg! Herr Fasel, Konservator des Museums hat es verstanden dieser Ausstellung besonderen Glanz zu verleihen. Nicht zuletzt hat auch die ROBERT A. NAEF-Stiftung zum Gelingen der Ausstellung beigetragen, hat sie doch ihren grossen Refraktor eigens für diese Ausstellung völlig instand gesetzt. Ausserdem hat sie ein Modell, samt Plänen der zu errichtenden Sternwarte vorgelegt. — In zahlreichen Gesprächen haben die Mitglieder der ROBERT A. NAEF-Stiftung das rege Interesse der Freiburger-Bevölkerung an der Astronomie feststellen können. M. S.

L'exposition astrophotographique «Les Merveilles de l'Univers» à Fribourg

Le 2 avril se sont fermées à Fribourg les portes de l'exposition astrophotographique qui a été présentée au Musée d'Histoire Naturelle. La Réalisation de M. Arnold von Rotz, Président de l'Association Astronomique de Zurich, a bénéficié de la collaboration du Service photographique de la SAS et des service techniques et culturels de Migros. C'est à l'initiative de la Fondation ROBERT A. NAEF pour un Observatoire fribourgeois que cette exposition a débuté à Fribourg son périple qui la mènera dans d'autres villes suisses.

Le 10 février lors du vernissage, M. le Professeur Max Schürer, de l'Institut d'Astronomie de l'Université de Berne a présenté quelques uns des grands problèmes actuels de l'Astronomie, et M. Marius Cottier, Directeur du Département de l'Instruction publique du Canton de Fribourg, s'est déclaré heureux de la perspective d'une prochaine réalisation d'un Observatoire à Fribourg sur l'initiative de la Fondation ROBERT A. NAEF. Le 16. février, le Professeur Paul Wild, rédacteur des du *Sternenhimmel,* a présenté une conférence sur les Planétoïdes, dans le cadre de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Deux visites guidées ont été organisées le soir et l'affluence du public au Musée durant ces deux derniers mois a été remarquable puisque plus de quatre mille personnes sont venues voir Les Merveilles de l'Univers! CR

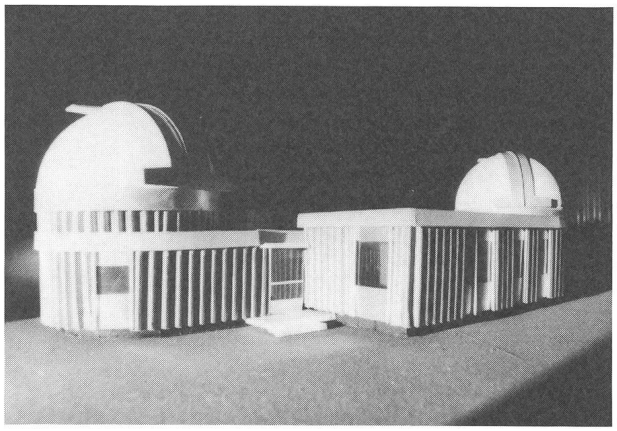


Abb. 1: Modell der zukünftigen Freiburger Sternwarte. Studie zu einem Bau in drei Phasen: Kleine Kuppel: Naefsches Instrument. Flachdach mit Heliostat-Gehäuse (Phase 2). Grosse Kuppel für 40-cm-Spiegel (Phase 3).

Abb. 2: Blick in die Astrofotoausstellung «Faszinierendes Universum». Im Zentrum der Ausstellung der grosse Rheinfelder und Hertel-Refraktor (Besitz der R. A. Naef-Stiftung).

Einladung zur Generalversammlung der SAG in Basel 19./20./21. Mai 1978

Der Astronomische Verein Basel, die Basler Sektion der SAG, freut sich, zur diesjährigen Generalversammlung der SAG einladen zu dürfen. Schwerpunkte des Programms sind vor allem die Besichtigung der Einrichtungen für die Astronomie an der Universität Basel sowie die Vorträge am Freitag und Samstag.

Wir hoffen, dass unser Programm Sie interessiert und dass Sie die Gelegenheit der GV benützen, der Stadt Basel einen Besuch abzustatten.

Mit freundlichen Grüssen
Astronomischer Verein Basel

Programm:

Freitag, 19. Mai 1978

20.10 Vortrag Prof. Dr. P. Wild, Astronomisches Institut der Universität Bern über das Thema «Zufall in der Astronomie».

Samstag, 20. Mai 1978

9.30 Kurzvorträge von SAG-Mitgliedern 1. Teil
12.00 Mittagessen auf dem Rhein; Fahrt Richtung Kembs und zurück
15.00 Generalversammlung SAG
20.00 Festvortrag Prof. Dr. R. Kippenhahn, Institut für Astrophysik der Max Planck Gesellschaft in München über das Thema «Röntgensterne»

Sonntag, 21. Mai 1978

9.00 Kurzvorträge von SAG-Mitgliedern 2. Teil
11.00 Vortrag Prof. Dr. U. Steinlin, Basel
Vorbereitung der Besichtigung
14.00 bis ca. 17.00 Besichtigung in Gruppen:

Bruderholz (Basel)	Anlagen aus dem Astronomie-Praktikum älterer 19 cm Refraktor mit Zusatzinstrumenten Meteorologische Abteilung Seismograph (ausser Betrieb)
Metzerlen	Schmidt-Kamera 40/50/152 Cassegrain 60 cm

Technisches

Vorträge, Kurzvorträge, Ausstellung und GV finden im Hauptgebäude der Universität Basel am Petersplatz statt.

Ausgangspunkt und Ziel der Fahrt auf dem Rhein am Samstag ist die Schifflände, welche vom Petersplatz in ca. 5—10 Minuten zu Fuss erreichbar ist.

Organisierte Abfahrt zur Besichtigung am Sonntag um 14.00 auf dem Petersplatz.

Unterkunft in Hotels in der Umgebung der Universität.

Hotelbestellungen sind möglichst frühzeitig zu richten an: Zentraler Logierdienst, Messeplatz 7, CH-4058 Basel.

Parkierungsmöglichkeiten im Uni-Quartier sowie im Parkhaus des Kantonsspitals (Einfahrt über City-Ring).

Kurzvorträge

Auch in Basel wird den Teilnehmern der SAG GV die Möglichkeit geboten, Kurzvorträge zu halten. Interessenten melden sich an bei Herrn Andreas Müller, Reichensteinerstrasse 36, CH-4053 Basel, Tel. 061 - 22 52 28

Ausstellung

Es besteht die Möglichkeit, Instrumente, Fotos und Arbeiten in den Räumen der Universität Basel auszustellen. Der Transport sowie die Auf- und Ausstellung des Materials erfolgen auf eigene Haftung und Verantwortung. Interessenten melden sich bei Herrn Marcel Lüthi, Holeeholzweg 65, CH-4102 Binningen, Tel. 061/47 30 96

Anmeldung

Für den Ausflug auf dem Rhein mit Mittagessen am Samstag sowie für die Besichtigung am Sonntag sind Anmeldungen erforderlich.

Menu am Samstag auf dem Schiff: Kalbsvoressen
Nudeln in Butter
Gemüse

Preis für Fahrt und Essen: Fr. 27.— pro Person.

Auf dem Schiff werden gegen Vorweisung der Postquittung Bon's abgegeben. Anmeldeschluss: 10. Mai 1978!

Die Besichtigung am Sonntag ist gratis. Der Transport wird mit Privatautos organisiert, da eine Lösung mit Autocar zu teuer wäre.

Wer an der Besichtigung am Sonntag teilnehmen möchte, nicht aber am Mittagessen auf dem Rhein, schickt den Abschnitt des Einzahlungsscheins in einem Couvert an den Astronomischen Verein Basel, Postfach, CH-4008 Basel.

Wir bitten alle, die mit dem eigenen Auto nach Basel kommen und für die Besichtigung am Sonntag noch einen oder mehrere Plätze zur Verfügung stellen können, dies auf dem Abschnitt des Einzahlungsscheines anzugeben. Herzlichen Dank !

Wer ohne eigenes Verkehrsmittel an der Besichtigung teilnehmen möchte, wird ebenfalls gebeten, dies auf dem Abschnitt des Einzahlungsscheines anzugeben.

Die Organisation der Besichtigung wird anschliessend an den Vortrag vom Sonntag Morgen mitgeteilt.

Traktanden der Generalversammlung vom 20. Mai 1978 in Basel

1. Begrüssung durch den Präsidenten
2. Wahl der Stimmenzähler
3. Protokoll der GV vom 21. Mai 1977
4. Jahresbericht des Präsidenten
5. Jahresbericht des Generalsekretärs
6. Jahresrechnung 1977, Revisorenbericht und Beschlussfassung
7. Budget 1978 und 1979, Mitgliederbeiträge 1979
8. Wahlen a) Sekretär
   b) Kassier
9. Wahl der Rechnungsrevisoren
10. Orientierung Statutenrevision
11. Bestimmung von Ort und Zeit der GV 1979
12. Verschiedenes

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Betriebsrechnung 1977

Betriebsrechnung SAG vom 1. Januar bis 31. Dezember 1977

	Rechnung 1977		Budget 1977
3.0 Aufwand			
0.3 ORION	74 000.—		74 000.—
3.2 Drucksachen	1 987.50		6 000.—
3.3 Generalversammlung	1 197.80		1 200.—
3.4 Sekretariat	2 308.85		2 500.—
3.5 Spesen Vorstand und Revisoren	3 224.65		3 500.—
3.6 Jugendorganisation	400.—		2 000.—
3.7 Steuern, Taxen, Gebühren	985.45		500.—
3.8 IAAU	—		—
4.0 Ertrag			
4.1 Einzelmitglieder-Beiträge		47 403.55	42 000.—
4.2 Sektionsmitglieder-Beiträge		44 927.80	40 000.—
4.3 Zins		1 481.55	1 000.—
Vorschlag	9 708.65		
	93 812.90	93 812.90	

Bilanz SAG per 31. 12. 1977

1.0 Aktiven		
1.1 Kasse	503.80	
1.2 Postcheck 82-158	31 403.78	
1.3 Bank SKA 40.125-8	50 651.25	
1.4 Transitorische Aktiven	518.55	
2.0 Passiven		
2.1 Passiven		
2.1 Transitorische Passiven		33 611.65
Vermögen per 31. 12. 76		39 757.08
Vorschlag 1977		9 708.65
	83 077.38	83 077.38
Vermögen per 31. 12. 77	49 465.73	

ORION-Fonds, Betriebsrechnung 1977

3.0 Aufwand		
3.1 Beitrag an Orion	2 154.70	
3.2 Gebühren, Steuern	1 692.—	
4.0 Ertrag		
4.1 Zinsen		2 640.30
Rückschlag		1 206.40
	3 846.70	3 846.70

ORION-Fonds, Bilanz per 31. 12. 1977

1.0 Aktiven		
1.1 Wertschriften	25 000.—	
1.2 Sparheft SKA	26 985.65	
1.3 Transitorische Aktiven	876.40	
Vermögen per 31. 12. 76		54 068.45
Rückschlag	1 206.40	
	54 068.45	54 068.45
Vermögen per 31. 12. 77	52 862.05	

ORION 158—163	78 039.75
Mitteilungsblatt	1 351.—
Kontostand per 31.12.77:	43 859.—

Bericht der Rechnungs-Revisoren

Als von der Generalversammlung der SAG vom 21.5.77 in Bern gewählte Rechnungs-Revisoren haben wir die folgenden Jahresrechnungen pro 1977 (umfassend den Zeitraum vom 1.1.—31.12.77) geprüft:

1. Rechnung SAG
2. Rechnung «ORION-fonds»
3. «ORION»-Rechnung

Die Rechnungsprüfung umfasste den Vergleich der Belege mit den Eintragungen in der Buchhaltung (stichprobenweise), die Kontrolle der Additionen und Überträge und den Vergleich der ausgewiesenen Guthaben mit den Postcheck- und Bankbelegen.

Wir stellten fest, dass

— die Belege mit den Eintragungen in der Buchhaltung übereinstimmen,
— die Bilanzen und die Erfolgsrechnungen mit der Buchhaltung übereinstimmen,
— die Buchhaltungen ordnungsgemäss geführt sind.

Auf Grund der Ergebnisse unserer Prüfungen beantragen wir, die vorliegenden Jahresrechnungen zu genehmigen und dem Vorstand Entlastung zu erteilen.

Zürich und Bellinzona, den 20. März 1978

Die Rechnungsrevisoren:
sig. F. Jetzer sig. A. Egli

Budget 1978 und 1979

SAG-Budget 1978 und 1979

	1978	1979
3.0 Aufwand		
3.1 ORION	74 000.—	74 000.—
3.2 Drucksachen	3 500.—	3 100.—
3.3 Generalversammlung	1 200.—	1 200.—
3.4 Sekretariat	2 500.—	2 500.—
3.5 Spesen Vorstand und Revisoren	3 000.—	3 000.—
3.6 Jugendorganisation	2 000.—	2 000.—
3.7 Steuer, Taxen, Gebühren	1 000.—	1 000.—
3.8 IAAU	200.—	200.—
Vorschlag	—	—
	87 400.—	87 000.—
4.1 Einzelmitglieder	42 000.—	44 000.—
4.2 Sektionsmitglieder	42 000.—	42 000.—
4.3 Zins	900.—	1 000.—
Rückschlag	2 500.—	—
	87 400.—	87 000.—

* abgeändert

Jahresbeiträge 1979

Der Zentralvorstand der SAG schlägt der Generalversammlung vor, die Jahresbeiträge für 1979 unverändert anzusetzen.

Kollektivmitglieder	Fr. 41.—
Kollektiv-Jugendmitglieder	Fr. 22.—
Einzelmitglieder Inland	Fr. 47.—
Einzel-Jungmitglieder	Fr. 25.—
Einzelmitglieder Ausland	Fr. 53.—

3400 Burgdorf,
Urs Kofmel, Zentralkassier SAG

Protokoll der ordentlichen Generalversammlung

vom 21. Mai 1977 im Hörsaal A 6 des Instituts für exakte Wissenschaften der Universität Bern

Tagespräsident: S. Salera, Präsident der Sektion Bern
Vorsitz: Prof. Dr. R. Roggero, Präsident der SAG
Beginn: 13.30 Uhr
Anwesend: 84 Mitglieder und ein paar Gäste

Der Tagespräsident S. Salera begrüsst die Versammlung im Namen der Sektion Bern und erteilt ergänzende Informationen zu den an der Tagung vorgesehenen Vorträgen und Besichtigungen. Er wünscht allen Anwesenden einen guten Aufenthalt und der ganzen Versammlung einen zügigen Verlauf.

Traktanden:

1. *Begrüssung durch den Präsidenten*
   R. Roggero begrüsst die Versammlung und bittet alle um ihren Beitrag zu einem flüssigen Verlauf der GV.

2. *Wahl der Stimmenzähler*
   Die Herren E. Bill und F. Jetzer werden als Stimmenzähler gewählt.

3. *Protokoll der GV vom 29. Mai 1976*
   Das Protokoll der letzten GV wurde im ORION Nr. 155 veröffentlicht. Es wird ohne Diskussion genehmigt.

4. *Jahresbericht des Präsidenten*
   Der Präsident R. Roggero verliest den Jahresbericht. Er erinnert darin an die im vergangenen Jahr Verstorbenen und bittet die Versammlung, ihnen ein ehrendes Andenken zu bewahren.
   In seinem ausführlichen und brillanten Jahresbericht erinnert der Präsident an die Fülle von Nachrichten und Leistungen inner- und ausserhalb unserer Gesellschaft und Sektionen. Er gibt die im Vorstand vorgesehenen Mutationen bekannt und dankt zum Schluss allen Sternfreunden und im besonderen den Mitgliedern des Zentralvorstandes für ihre Verdienste um die Ziele der SAG. Der Bericht wird mit Applaus genehmigt.

5. *Jahresbericht des Generalsekretärs*
   W. Lüthi geht in seinem Jahresbericht vor allem auf die umfangreichen Mitgliederbewegungen ein. Erfreulich ist das starke Ansteigen der Mitgliederzahl seit Anfang 1977. Er bittet alle Sternfreunde, sich vermehrt für das Gedankengut der SAG in der Offentlichkeit einzusetzen. Der Bericht wird von der Versammlung mit Applaus genehmigt.

6. *Jahresrechnung 1976, Revisorenbericht und Beschlussfassung*
   U. Kofmel erläutert die im ORION Nr. 159 veröffentlichte Betriebsrechnung und das Budget 1977 und 1978 und erteilt die gewünschten Auskünfte.
   F. Jetzer verliest den Revisorenbericht und stellt der Versammlung den Antrag, die Rechnung zu genehmigen und dem Vorstand Decharge zu erteilen. Dem Antrag wird einstimmig zugestimmt.

7. *Budget 1977 und 1978, Mitgliederbeiträge 1978*
   Das Budget 1977/78 wird von der Versammlung ohne Gegenstimme genehmigt.
   Die vom Zentralvorstand vorgeschlagenen, unveränderten Jahresbeiträge werden von der Versammlung ohne Diskussion genehmigt. Sie wurden wie folgt angesetzt:

Sektionsmitglieder mit ORION-Abonnement	Fr. 41.—
Sektions-Jungmitglieder mit ORION-Abonnement	Fr. 22.—
Einzelmitglieder Inland	Fr. 47.—
Einzel-Jungmitglieder	Fr. 25.—
Sektionsmitglieder ohne ORION-Abonnement (unter dem Vorbehalt, dass die neuen Statuten genehmigt werden)	Fr. 1.50

8. *Wahl des Jugendleiters*
   P. Bieler wird mit Beifall als Jugendleiter neu in den Zentralvorstand gewählt.

9. *Wahl der Rechnungsrevisoren*
   M. Ruod tritt turnusgemäss als erster Revisor zurück. F. Jetzer wird zum ersten Revisor, A. Egli zum zweiten Revisor und R. Sahner zum Ersatzmann gewählt.

10. *Statutenrevision*
    W. Maeder, Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft für die Statutenrevision (AG) erläutert zu Beginn die verschiedenen Beweggründe, die den Zentralvorstand veranlassten, die Statuten einer Generalrevision zu unterziehen. Vor allem war es die Zielsetzung, die SAG wieder zum Dachverband aller in der Schweiz tätigen Astroamateure zu machen. W. Maeder schlägt den Versammelten vor, jeden Abschnitt einzeln zu behandeln und darüber abzustimmen. Zum Schluss soll über die Statuten gesamthaft abgestimmt werden. Dem Vorschlag wird zugestimmt.

    1. *Name, Sitz und Zweck der Gesellschaft*
    Es wird wie folgt abgeändert:
    6. *Sie* veranstaltet jährlich im Rahmen *ihrer* ordentlichen Generalversammlung Vorträge und Vorführungen. Sie *kann* weitere Veranstaltungen *organisieren,* gegebenenfalls in Verbindung mit Sektionen, welche die Durchführung übernehmen.

Vom Absender vor der Einzahlung abzutrennen

Empfangsschein
Récépissé
Ricevuta

Bitte aufbewahren
A conserver s. v. p.
Da conservare p. f.

Fr. ..... **c.** .....
einbezahlt von / versés par / versati da

.....

.....

.....

auf Konto
au compte
al conto **40-4754**

Astronom. Verein Basel
Basel

Für die Poststelle:
Pour l'office de poste:
Per l'ufficio postale:

(55x105)

Dieser Empfangsschein darf nicht als Girozettel benützt werden
Ce récépissé ne doit pas être utilisé comme avis de virement
Questa ricevuta non va adoperata come cedola di girata

Einzahlungsschein
Bulletin de versement
Polizza di versamento

Fr. ..... **c.** .....
für / pour / per

Astronom. Verein Basel

in / à / a **Basel**

Postcheckrechnung
Compte de chèques
Conto-chèques postali

Postcheckamt
Office de chèques postaux
Ufficio degli chèques postali

40-4754
Basel

Dienstvermerke
Indications de service
Indicazioni di servizio

Aufgabe / Emission / Emissione

N° .....

442.01 Sch. & Co. AG 4.78 2300 A6ES 120

PTT-Betriebe Entreprise des PTT Azienda delle PTT

Abschnitt
Coupon
Cedola

Fr. ..... **c.** .....
einbezahlt von / versés par / versati da

Giro aus Konto
Virement du c. ch.
Girata dal conto **N°** .....

.....

.....

.....

auf Konto
au compte
al conto **40-4754**

Astronom. Verein Basel
Basel

Abschnitt I. wird einstimmig genehmigt.

II. *Mitgliedschaft*
Nach den Erläuterungen von W. Maeder zu diesem Abschnitt meldet sich Prof. Dr. E. Egli, Präsident der Gesellschaft der Freunde der Urania-Sternwarte Zürich zu Wort. Er erinnert an die besondere Stellung und die unterschiedlichen Beziehungen der Urania-Mitglieder zur Astronomie. Die Urania-Gesellschaft hat in erster Linie zum Ziel, die Urania-Sternwarte zu erhalten und zu leiten. Für die Urania-Gesellschaft kommt demnach nur eine Kollektivmitgliedschaft mit einem Pauschalbeitrag und nicht eine zwingende Mitgliedschaft für ihre ca. 600 Mitglieder in Frage. E. Egli regt zudem an, die Kollektiv- und Sektionsmitgliedschaft klar zu trennen. Es folgt eine längere Diskussion verschiedener Votanten. Ein Antrag auf Nichteintreten wird mit 5 Befürworterstimmen abgelehnt.

In der weiteren Detailberatung werden folgende Änderungen beschlossen:
7. Die SAG besteht aus:
a) Einzelmitgliedern;
b) *Sektionen (ihre Mitglieder sind zugleich Mitglieder der SAG);*
c) Kollektivmitglieder *(juristische Personen);*
d) Ehrenmitgliedern;
e) Mitgliedern auf Lebenszeit;
f) Gönnermitgliedern;
9. Kollektivmitglieder wird gestrichen und durch *Sektionsmitglieder* ersetzt.

III. *Sektionen*
15. Unter dem Vorbehalt der Art. 17 und 18 sind die Sektionen verpflichtet, bis Ende Januar jeden Jahres an den Generalsekretär die Zahl ihrer Aktiv- *und Jungmitglieder,* die Liste der Vorstandsmitglieder und ORION-Abonnenten und eventuelle Statutenänderungen zukommen zu lassen.

IV. *Aufnahmen, Austritte und Ausschluss*
17. Aufnahmegesuche als Sektion der SAG von astronomischen Gruppen und Vereinigungen sind an den Generalsekretär zu richten, unter Beilage im Doppel;
— der Liste der Aktiv- *und Jungmitglieder;*
— der Liste der Vorstandsmitglieder

V. *Organe*
21. Die Organe der SAG sind:
a) die Generalversammlung (GV);
b) der Zentralvorstand (ZV);
c) die Rechnungsrevisoren;
d) *die Konferenz der Sektionsvertreter;*

22. Generalversammlung
a) Die ordentliche GV findet jährlich im ersten Halbjahr statt. Ausserordentliche GV sind einzuberufen auf Verlangen der Mehrheit des ZV oder von wenigstens einem *Zehntel* aller Mitglieder, unter Bekanntgabe von bestimmten Anträgen.

Mit Rücksicht auf die vorgerückte Zeit und unter dem Eindruck, dass es nicht möglich sein wird, die ganzen Statuten durchzuberaten, stellt W. Staub den Antrag auf Rückweisung an den ZV zur Neuvorlage an der nächsten GV. Der Antrag wird mit einer Gegenstimme gutgeheissen. Die neuen Statuten sollen vorgängig der Behandlung durch die GV durch einen Rechtsberater auf ihre juristische Haltbarkeit überprüft und anschliessend den Sektionen unter Beilage von genau formulierten Fragen zur Vernehmlassung zugestellt werden.

11. *Bestimmung von Ort und Zeit der GV 1978*
Die GV 1978 findet in Basel statt. Der genaue Zeitpunkt wird im ORION bekanntgegeben.

12. *Verschiedenes*
M. Schmid orientiert die Versammlung über das Vorhaben der Freiburger Gesellschaft, eine Robert A. Naef-Sternwarte zu gründen und bittet alle Sternfreunde, diese Bestrebungen mit einem Beitrag auf das Postcheck-Konto 17-9656, Stiftung Robert A. Naef, Freiburg zu unterstützen.

Der Präsident dankt allen Anwesenden für ihr Erscheinen und ihre aktive Mitarbeit bei der Behandlung der Sachgeschäfte und schliesst die ordentliche GV 1977 um 17.20 Uhr.

Bern und Zürich, im Juni 1977

Der Protokollführer:
gez. A. von Rotz

Mittagessen auf dem Rhein am Samstag

_____ Personen à Fr. 27.—

Besichtigung am Sonntag

_____ Plätze stehen zur Verfügung

Autokennzeichen:

_____ Personen ohne eigenes Verkehrsmittel

Astro-Ausstellung «Faszinierendes Universum»

Vielen SAG-Mitgliedern ist sicher die anlässlich der Generalversammlung der SAG in Luzern 1976 gezeigte Astrofoto-Ausstellung «Faszinierendes Universum» noch in bester Erinnerung. Dank der Initiative und dem grossen Einsatz von ARNOLD VON ROTZ (Protokollführer des SAG-Zentralvorstandes) konnte diese Ausstellung 1977 in stark erweiterter Auflage in der Klubschule Migros Zürich gezeigt werden. Die Leitung der Migros-Klubschulen Schweiz zeigte grosses Interesse an dieser Ausstellung und lud die lokalen Klubschulleiter ein, diese Ausstellung in den örtlichen Klubschulen ebenfalls zu zeigen. In der Folge entschieden sich alle regionalen Klubschulen für die Aufnahme dieser Astrofotoschau in ihre Ausstellungsprogramme. Das ganze Fotomaterial wurde durch ein Graphiker-Atelier in Zusammenarbeit mit A. VON ROTZ neu gestaltet. Alle finanziellen Aufwendungen für Gestaltung, Druck, Bilderrahmen, Transport, Versicherung (das Ausstellungsmaterial ist für ca. Fr. 15000.— versichert), Referenten etc. werden von den Klubschulen übernommen.

Die lokalen Gesellschaften der SAG sind aufgerufen, mit ihren örtlichen Klubschulleitungen in Verbindung zu treten, für die Vernissage einen geeigneten Einführungsreferenten zu organisieren und ihre Mitglieder und weitere interessierte Kreise auf die Ausstellungen aufmerksam zu machen.

Diese Wanderausstellung bietet der SAG die Gelegenheit, sich einem breiten Publikum vorzustellen. Für diese Gelegenheit sei an dieser Stelle dem Initiator, A. VON ROTZ, und den Migros Klubschulen bestens gedankt.

Terminkalender der Ausstellung «Faszinierendes Universum»

Freiburg: 10. Feb.—2. April 1978 (nicht im Klubschulausstellungsprogramm)

1. Aarau	6. 4.—28. 4.78
2. Luzern	5. 5.—31. 5.78
3. Bern	7. 6.— 1. 7.78
4. Lausanne	ca. Juli/Aug. 78
5. Sion	4. 9.—30. 9.78
6. Brig	9.10.—31.10.78
7. Basel	4.11.— 2.12.78
8. Langendorf/SO	8.12.—22.12.78
9. Lugano	ca. Jan./Feb. 79
10. Genève	ca. März/April 79

Aufruf des Jugenddienstes

Letztes Jahr wurde ich im ORION (vgl. Nr. 159, S. 39) vorgestellt und an der GV in Bern zum Leiter des Jugenddienstes gewählt. Wünsche und Anregungen sollten an mich gelangen. Leider habe ich vergebens darauf gewartet, und ich könnte eigentlich fast versucht sein, mich ob dieser Wunschlosigkeit für überflüssig zu halten und mich leise zurückzuziehen. Immerhin meine ich, doch einiges an Gedanken und Zeit investiert zu haben, um den Daumen noch etwas am Puls zu belassen.

Einige haben mit mir in der Zwischenzeit mit ihren Anliegen Kontakt aufgenommen. Mit etwelchen aus dem Raume Zürich hatte ich sogar persönlichen Kontakt, woraus stets fruchtbare Gespräche entstanden. Um diesen *Kontakt* geht es mir ganz besonders. Es ist nicht mein Fehler, dass dieser bis heute nur spärlich zustandekam. Es wird auch nicht möglich sein, mit allen einen persönlichen Dialog zu pflegen. Aber ich möchte mindestens, und das ist eine sehr ernst gemeinte Bitte, aus jeder Sektion einen Vertreter kennenlernen, der sich wie ich um die Fragen und Probleme im Zusammenhang mit den Jungastronomen in unserem Verein kümmert. Es sollte meiner Meinung nach jeder Sektion möglich sein, einen solchen engagierten Vertreter zu finden und an die GV 78 nach Basel zu delegieren. Zusammen mit diesem Team wird man Bedürfnisse erarbeiten, neue Ideen aufwerfen und für die Zukunft zu einer fundierten, von der Basis getragenen und anregenden Jugendarbeit kommen. Es hat ja wirklich keinen Sinn, wenn ich da «von oben herab» irgend etwas zusammenschustere und als einsamer Irrstern ins Blaue hinein meine eigenwilligen Ziele verfolge. Mir ist auch die aufgewendete Zeit zu teuer, um zum billigen Jakob zu werden, auf dessen Angebote man eingeht oder nicht. Nein, von allem Anfang an soll eine Basis, ein Team helfen, das weitere Vorgehen mitzutragen und mitzubestimmen. Die Zusammenarbeit mit den Sektionen scheint mir in diesem Zusammenhang von ausserordentlicher Wichtigkeit zu sein. Und an diesen Jugendfragen wird sich keine Sektion vorbeistehlen wollen, die gewillt ist, das nächste Jahrzehnt zu überdauern.

Ich bitte, nein, *ich erwarte daher von allen Sektionen, mir bis zum 30. April 1978 die Namen und Adressen ihrer Vertreter mitzuteilen, die ich anlässlich der GV 78 zu einem ersten Gespräch begrüssen darf.* (Anschrift: Jugenddienst der SAG, Paul S. Bieler, Seestr. 45, 8712 Stäfa).

Amateurastronom aus der DDR sucht Briefkontakt

Junger, 18jähriger Amateurastronom aus der DDR sucht Briefkontakt mit einem jungen Beobachter in der Schweiz. Sein Interesse gilt den galaktischen und extragalaktischen Objekten sowie der Astrophotographie. Wer mit dem jungen Studenten Kontakt aufnehmen möchte, melde sich bitte bei Werner Lüthi, Lorraine 12 D/16, 3400 Burgdorf.

Zu verkaufen:

20 cm Maksutow-Teleskop

1:16 Brennweite 320 cm

stabile Montierung, 3 Okulare elektr. Nachführung, Zenitprisma. Sucher: 6 cm Achromat 1:8,3, Zenit Prisma.

Preis: Fr. 2 500.—

Heinz Obergsell, Unterer Deutweg 74
8400 Winterthur, Tel. 052 - 29 52 71

Sonnenbeobachtung für den Amateur

von W. LÜTHI

Sonnenflecken I

Die ersten Hinweise auf Sonnenflecken findet man bereits in alten chinesischen, japanischen und koreanischen Schriften.

Die Entdeckung, dass die dunklen Flecken der Sonne angehören, erfolgte aber erst unmittelbar nach der Erfindung des Fernrohres. Am 13. Juni 1611 berichtete Johannes Fabrizius in seiner Schrift «Narratio de maculis in sole observatis et apparente earum cum sole conversione» über seine ersten Sonnenfleckenbeobachtungen. Fast gleichzeitig, im März 1611, beobachtete auch der Jesuitenpater Christoph Scheiner in Ingolstadt die schwarzen Flecken auf der Sonnenoberfläche. Er wurde aber von seinem Provinzial Busäus so tüchtig abgekanzelt, dass er die Beobachtungen für einige Zeit unterbrach.

Im Januar 1612 liess Markus Welser in Augsburg drei Briefe von Christoph Scheiner, die dieser unter dem Pseudonym «Apelles» an ihn richtete, drucken und an

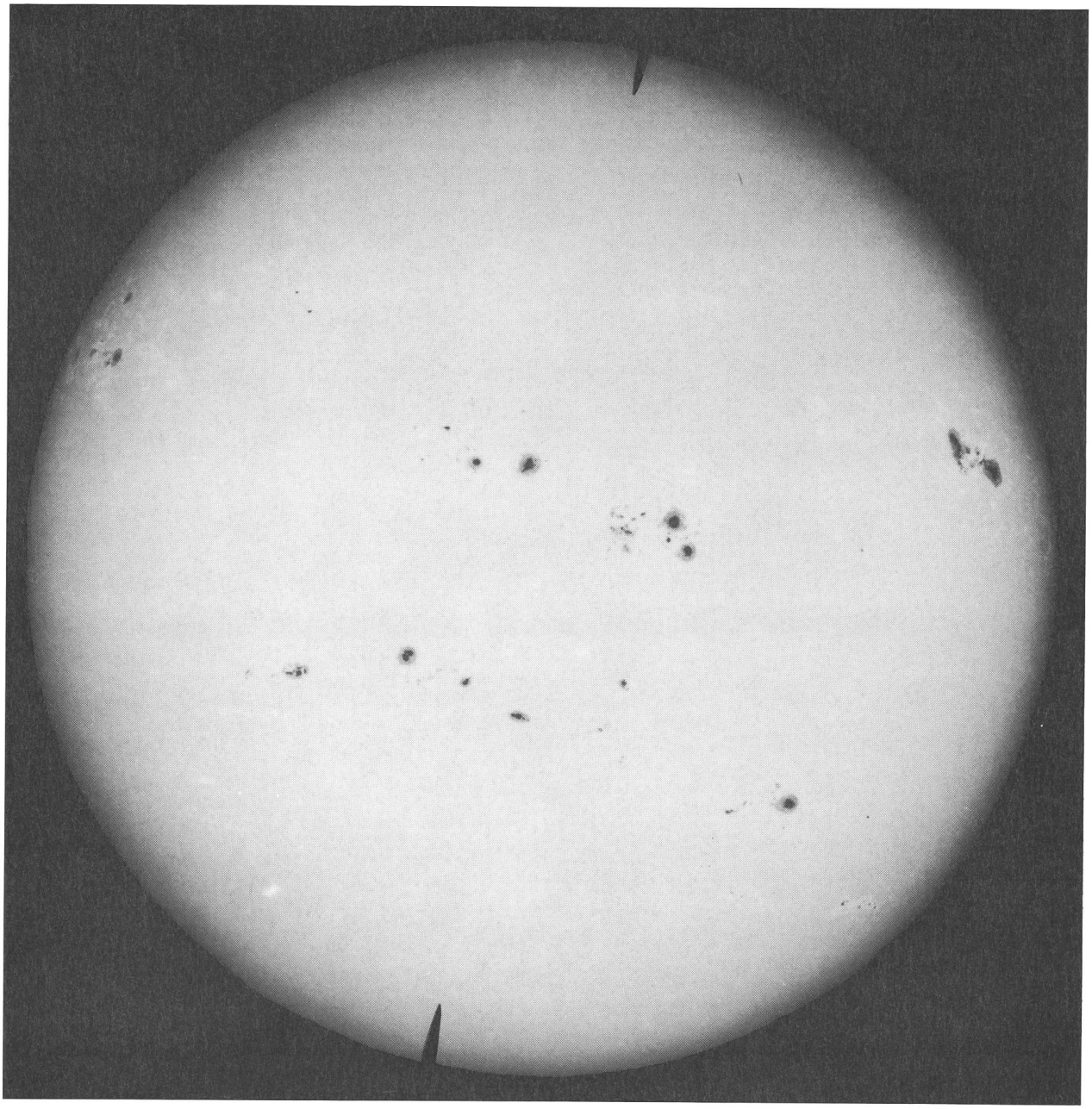


Fig. 1: Sonnenaufnahme während des Sonnenfleckenmaximums 1937. Die einzelnen Sonnenfleckengruppen befinden sich in der Nähe des Sonnenäquators. Aufnahme: Mount Wilson and Palomar Observatories.

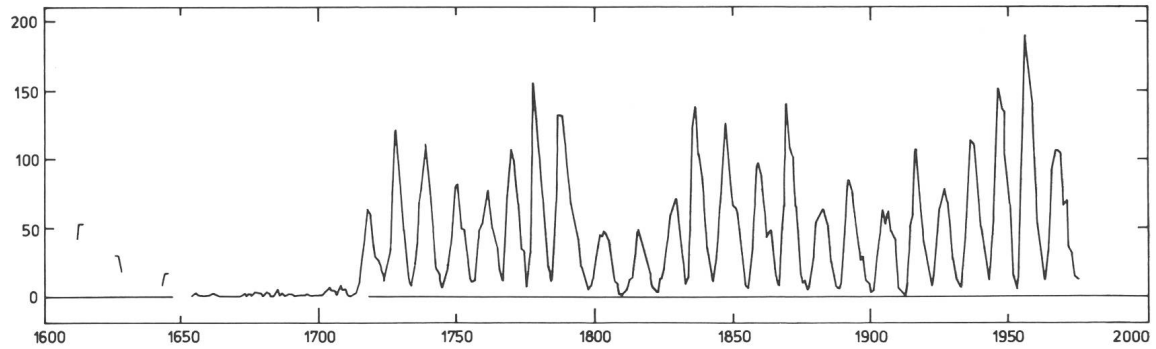


Fig. 2: Fleckenrelativzahlen von ca. 1620 bis 1977[1]). Die graphische Darstellung der Sonnenfleckenperioden nach Eddy und Waldmeier zeigt deutlich die geringe Sonnenaktivität in den Jahren zwischen 1650 und 1710 sowie die späteren, regelmässigen 11-jährigen Zyklen.

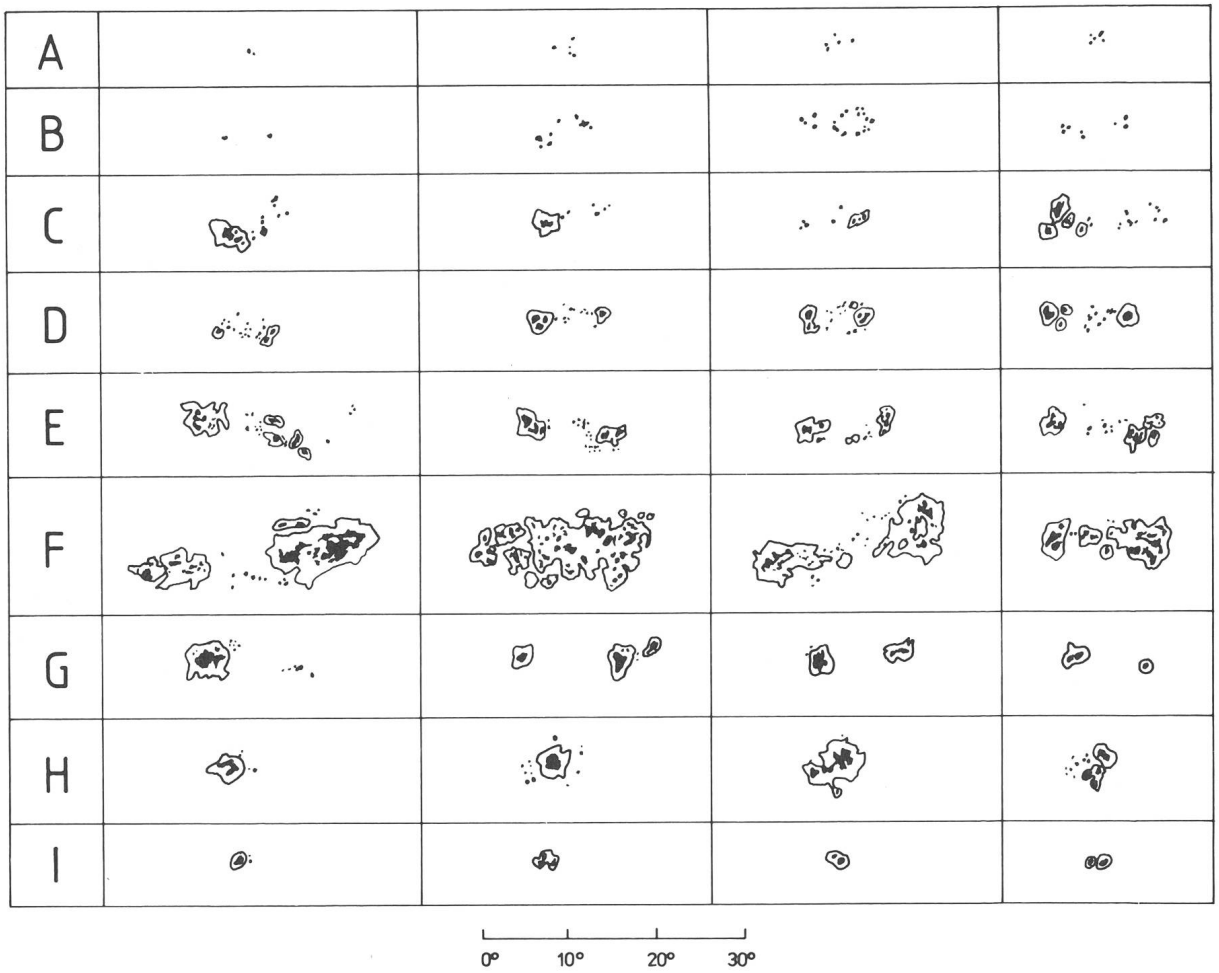


Fig. 3: Klassifikation der Sonnenfleckengruppen[2]). Fig. 3 zeigt ein Schema, das durch Prof. Waldmeier von der Eidg. Sternwarte Zürich vor 40 Jahren eingeführt wurde. Je nach Struktur und Grösse werden die Fleckengruppen in 9 Klassen (A—I) eingeteilt.

A: ein einzelner Fleck oder eine Gruppe von Flecken, ohne Penumbra oder bipolare Struktur.
B: Gruppe von Flecken ohne Penumbra in bipolarer Anordnung.
C: bipolare Fleckengruppe, von der der eine Hauptfleck von einer Penumbra umgeben ist.
D: bipolare Gruppe, deren Hauptflecken eine Penumbra besitzen; mindestens einer der beiden Hauptflecken soll eine einfache Struktur aufweisen; Länge der Gruppe im allgemeinen kleiner als 10°.
E: grosse bipolare Gruppe; die beiden von Penumbrae umgebenen Hauptflecken zeigen im allgemeinen eine komplizierte Struktur; zwischen den Hauptflecken zahlreiche kleinere Flecken; Länge der Gruppe mindestens 10°.
F: sehr grosse bipolare oder komplexe Sonnenfleckengruppe; Länge mindestens 15°.
G: grosse bipolare Gruppe ohne kleinere Flecken zwischen den beiden Hauptflecken; Länge mindestens 10°.
H: unipolarer Fleck mit Penumbra; Durchmesser über 2,5°.
I: unipolarer Fleck mit Penumbra; Durchmesser unter 2,5°.

verschiedene Gelehrte, so unter anderem auch an Galilei, versenden. Dieser antwortete am 4. Mai 1612, dass er bereits Mitte August 1610 in Padua und später in Florenz Sonnenflecken beobachtet habe. Zwischen Scheiner und Galilei entstand ein erbitterter Streit um die Priorität der Entdeckung. Scheiner gebührt jedoch sicher das Verdienst, durch seine jahrelangen, ununterbrochenen Beobachtungen mehr über die Natur und das Verhalten der Sonnenflecken erfahren zu haben als je ein anderer Zeitgenosse.

1630 veröffentlichte er unter dem Titel «Rosa Ursina» seine Beobachtungsergebnisse aus den Jahren 1618 bis 1627. Scheiner entdeckte die Neigung der Sonnenachse gegen die Ekliptik; er bestimmt die Rotation und fand dabei heraus, dass diese von der heliographischen Breite abhängig ist; er erkannte sogar die Fleckenzonen und stellte die sprunghafte Verlagerung derselben zur Zeit geringerer Fleckentätigkeit nach höheren Breiten fest. Lange Zeit hatte die Wissenschaft seinen Beobachtungen nichts Neues oder gar Besseres beizufügen.

1843 konnte der Dessauer Amateurastronom Heinrich Schwabe aufgrund 20jähriger Beobachtungstätigkeit nachweisen, dass die Sonnenfleckentätigkeit mit einer Periode von rund zehn Jahren variiert. Der Entdeckung Heinrich Schwabes wurde zuerst kaum Beachtung geschenkt.

Etwa um die gleiche Zeit beschäftigte sich auch der Schweizer Rudolf Wolf mit der Sonnenbeobachtung. Er führte 1848 die sogenannte Relativzahl R ein, die es erlaubt, die Veränderungen der Fleckenzahl quantitativer zu erfassen.

Ende des letzten Jahrhunderts untersuchten Gustav Spörer (1887) und E. W. Maunder (1890) die alten Beobachtungsdaten. Sie kamen dabei zu einem überraschenden Ergebnis (Fig. 2). Während in den ersten Jahren der Sonnenbeobachtung (1610—1640) eine Fleckenzahl im Sinne der von Schwabe entdeckten Sonnenfleckenperiode nachgewiesen werden konnte, war ab 1645 bis etwa 1713 ein fast völliges Ausbleiben der Sonnenflecken festzustellen. Nach einem rund 70jährigen Unterbruch wurden die Fleckenerscheinungen in den Jahren 1714/15 wieder zahlreicher. Die Fleckentätigkeit kehrte wieder zu ihrem normalen Verhalten zurück.

E. W. Maunder prüfte die Frage, ob das ungewöhnliche Aktivitätsminimum durch unvollständiges Erfassen der Sonnenflecken vorgetäuscht worden war. Eingehende Studien des umfangreichen Materials unter Einbezug alter Berichte über Polarlichterscheinungen lieferten ihm jedoch weitere Argumente zugunsten der Realität der 70jährigen Aktivitätsruhe.

Nachdem die Untersuchungen von Spörer und Maunder lange Zeit unbeachtet blieben, sind sie in jüngster Zeit wieder vermehrt in die Diskussion gekommen.

Sonnenfleckenrelativzahl und Sonnenfleckenzyklus

Es ist Rudolf Wolf, der ab 1864 der neu gegründeten Eidgenössischen Sternwarte Zürich vorstand, sowie seinen Nachfolgern H. A. Wolfer, W. Brunner und Max Waldmeier zu verdanken, dass wir heute über eine systematische und ununterbrochene Beobachtungsreihe der Sonnenflecken über mehr als ein Jahrhundert verfügen. Zahlreiche weltweit verteilte Beobachtungsstationen ermöglichen heute eine praktisch lückenlose Überwachung der Sonne. Europäische Zentrale ist nach wie vor die Eidg. Sternwarte Zürich.

Zur Charakterisierung der Fleckentätigkeit wird immer noch die von Wolf 1848 eingeführte Relativzahl R verwendet:

$$R = k\,(10g + f)$$

Dabei bedeutet g die Zahl der vorhandenen Fleckengruppen, f die Zahl aller sichtbaren Einzelflecken. Ist

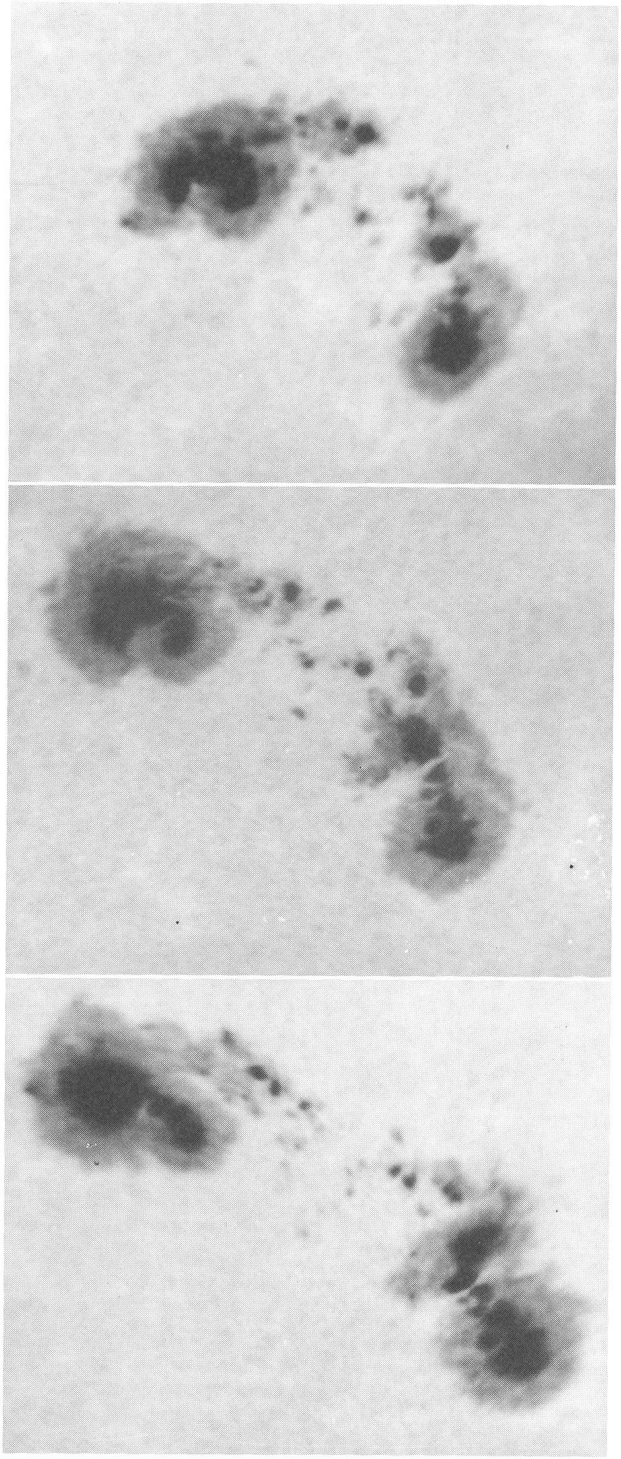


Fig. 4: Die drei Aufnahmen zeigen die Entwicklung eines grossen Sonnenfleckens vom 8.—10. Februar 1978.
Aufnahmen: Prof. J. Dragesco, Cotonou, République Populaire du Benin.

nur ein Fleck vorhanden, wird er auch als Gruppe gezählt. Der Faktor k besorgt die Reduktion auf das Standardinstrument der Sternwarte Zürich. Er kann nur bestimmt werden durch Vergleichung mit den Zürcher Standard-Relativzahlen der betreffenden Tage. K ist im wesentlichen von der Leistung des Fernrohres und der Auffassung des Beobachters abhängig.

Der Beobachtungsbefund von Schwabe, dass die Sonnenfleckentätigkeit mit einer Periode von etwa 10 Jahren variiert, veranlasste R. Wolf zu umfangreichen Untersuchungen über die Variationen der Sonnenfleckenhäufigkeit. Er fand dabei einen durchschnittlichen Wert von 11,1 Jahren. Die Abstände der aufeinanderfolgenden Maxima können jedoch zwischen 7 und 17 Jahren variieren. Auch die Intensität der einzelnen Maxima ist verschieden. So erreichte das Maximum von 1816 nur R = 45.8; das Maximum von 1957 jedoch R = 151.6.

Die zwei letzten Maxima fielen in die Jahre 1957 und 1968. Nach einer in der Sowjetunion entwickelten Methode zur Vorausberechnung der Sonnenaktivität ist das nächste Maximum in der ersten sechs Monaten des Jahres 1980 mit einer Maximalzahl von R = 154 zu erwarten.

Die Länge eines Sonnenfleckenzyklus wird von Minimum zu Minimum gerechnet, da die Lage des Maximums in einem Zyklus nicht immer die gleiche ist. Die hohen Maxima sind stark unsymmetrisch. Sie weisen einen steilen Anstieg zum Maximum und einen langen Abstieg zum Minimum auf, während die niedrigen Maxima nahezu symmetrisch sind.

Die einzelnen Sonnenfleckenzyklen werden durchlaufend numeriert. Der Zyklus von 1755 bis 1766 erhielt dabei die Nummer 1. Gegenwärtig (seit 1976) befinden wir uns im Anstieg des 21. Zyklusses.

Fleckenzone und Fleckenentwicklung

Die Verteilung der Flecken über die Sonnenscheibe ist nicht gleichmässig. Die Flecken treten vielmehr nur in einer nördlichen und südlichen Fleckenzone auf, die zwischen den heliographischen Breiten

$$B = \pm 35° \text{ und } B = \pm 5°$$

liegt.

Nach einem Minimum erscheinen die ersten Flecken des neuen Zyklus in hohen heliographischen Breiten um B ± 35°. Im Verlaufe einer Periode verschieben sich die beiden Zonen gegen den Äquator hin. Am Ende der Periode (Minimum) befindet sich die Zone auf etwa ± 5°. Diese Zonenwanderung erlaubt die Unterscheidung der gleichzeitig auftretenden Flecken des alten und des neuen Zyklus.

Dass ein Sonnenfleck ausserhalb dieser Zonen auftritt ist sehr selten.

Wenn ein Fleck erstmals als solcher zu beobachten ist, hat er einen Durchmesser von ca. 2—3''. Im gleichen Gebiet entstehen oft nach Minuten oder Stunden weitere Flecken. Die Sonnenflecken zeigen eine ausgesprochene Neigung, in Gruppen aufzutreten. Die meisten Gruppen verschwinden jedoch bereits nach einigen Stunden oder spätestens einigen Tagen wieder. Geht die Entwicklung aber weiter, so verläuft sie etwa wie in Fig. 3. Eine sich voll entwickelnde Gruppe durchläuft also die Typen A-B-C-D-E-F-G-H-I-A. Bricht die Entwicklung einer Gruppe bei D ab, dann werden meistens die Typen A-B-C-D-I-A durchlaufen. Die grösste Ausdehnung erreicht eine Gruppe als Typ F mit über 200 000 km. Sie erreicht diese Grösse meistens nach etwa 10 Tagen.

Die Lebensdauer der Sonnenflecken liegt zwischen wenigen Tagen und etwa 100 Tagen, also rund 4 Sonnenrotationen. 95% aller Flecken weisen jedoch eine Lebensdauer unter 11 Tagen auf.

Literatur:
1) Sky and Telescope No 6, Juni 1976.
2) Ergebnisse und Probleme der Sonnenforschung, Leipzig 1955, Prof. Dr. M. Waldmeier.

Adresse des Verfassers:
Werner Lüthi, Lorraine 12 D/16, 3400 Burgdorf.

Sternwarte Kreuzlingen:

Aufsehenerregendes Teleskop für hochenergetische Gammastrahlung

In der Sternwarte Kreuzlingen ist seit einigen Wochen ein geheimnisvolles Knacken zu hören, welches von seltenen Pfeiftönen unterbrochen wird. Ursache dieser Geräusche sind hochenergetische Teilchen aus dem Weltraum, gezählt und hörbar gemacht durch ein elektronisches Gerät im Photolabor. Ein Koaxialkabel verbindet dieses Gerät mit einem ungewöhnlichen Teleskop auf der Terrasse, welches Tag und Nacht, unabhängig von Sichtverhältnissen und Witterung, vollautomatisch gesteuert den Himmel im Bereich der harten Gammastrahlung absucht. Als Strahlungsempfänger dienen zwei Geiger-Müller-Zählrohre, zwischen denen ein Bleifilter die niederenergetische terrestrische Strahlung ausblendet. Die Signale aus dem Weltraum gelangen von den Strahlungsempfängern auf eine Koinzidenzstufe, die dafür sorgt, dass nur diejenigen Strahlungsteilchen einen Ausgangsimpuls auslösen, welche beide Zählrohre nahezu gleichzeitig durchschossen haben.

Ein Aufzeichnungsgerät, bestehend aus Synchronmotor, Getriebe, Schrittmotor und Spindel, registriert die Impulse auf einer langsam rotierenden Platte. Die Zeit für eine Umdrehung entspricht der Erdrotation und beträgt im Idealfall 23 Stunden 56 Minuten 4,091 Sekunden!

Nach 20 Tagen liegt jeweils eine umfassende Messreihe vor. Diese wird auf eine Sternkarte übertragen und erlaubt dadurch die Gegenden des Weltraums auszumachen, aus denen die rätselhaften Signale herkommen.

Gibt es Strahlungsquellen, welche zeitweise oder für immer verstummen? Entstehen neue Strahlungsquellen und wo? Aus welchen Gegenden des Himmels ist die Strahlung besonders dicht, wo fehlt sie und warum?

Solche Fragen beschäftigen den Erbauer der hervorragenden Instrumente und Geräte, ein junges Mitglied der Astronomischen Vereinigung Kreuzlingen. Gegen Ende des Winters hofft er einige dieser Fragen, wenig-

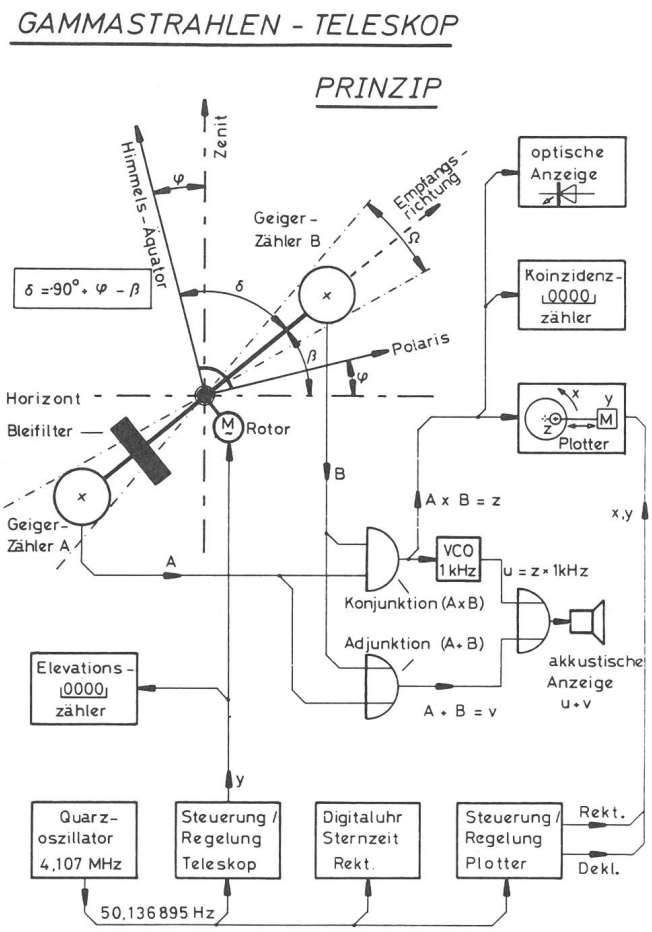


Fig. 1: Gammastrahlen-Teleskop.

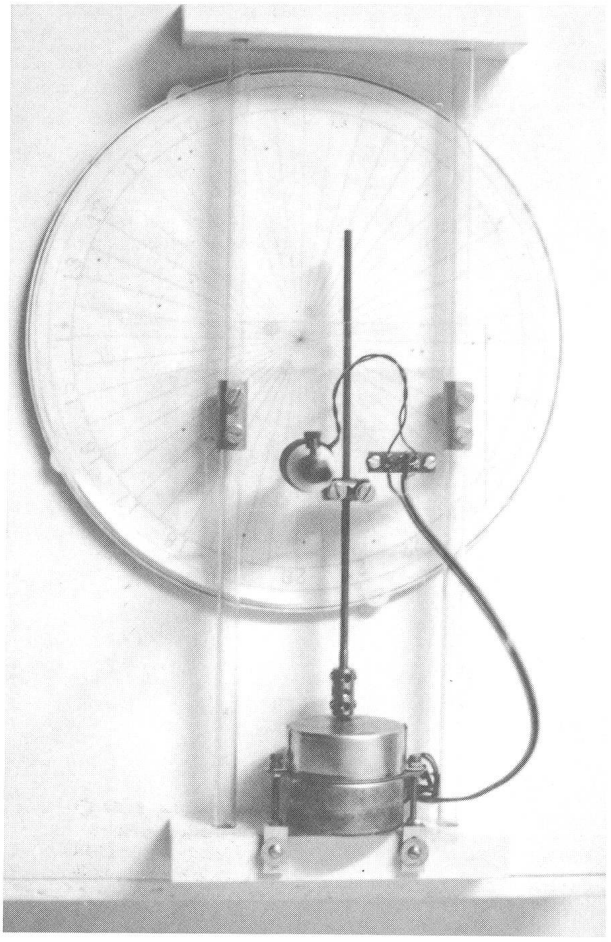


Fig. 2: Das Aufzeichnungsgerät von oben.

Abb. 3: Gamma-Strahlen-Teleskop auf der Terrasse der Sternwarte Kreuzlingen.

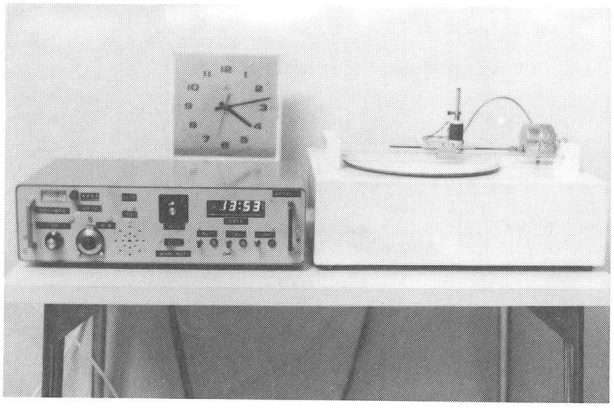


Abb. 4: Steuerelektronik mit Zeichengerät für das Gamma-Strahlen-Teleskop.

stens teilweise beantworten zu können. Vor allem lohnend wäre es, die Energie der einfallenden Teilchen zu messen. Doch dazu fehlen einstweilig die finanziellen Mittel für notwendige Geräte und Apparaturen.

Wie nahe ein Amateur zu den Profis aufgeschlossen ist, kann aus der kurzen Geschichte dieses jungen Forschungszweiges beurteilt werden:

1969 erst entdeckten australische und amerikanische Wissenschaftler die erste Punktquelle hochenergetischer Gammastrahlung im Sternbild Sagittarius. Ein Ballon trug das Gammastrahlenteleskop, eine Anordnung aus

Funkenkammer, Scintillationszähler und Cerenkovdetektor in eine Höhe von 40 km, um erstmals die neuartigen Signale aus dem Weltraum festzustellen und zu orten. Ein zweiter Ballonflug bestätigte und verbesserte die Positionsangaben (Rektaszension 288°, Deklination —35°).

Wegen ihrer weitreichenden Aussagemöglichkeiten z.B. über die Entstehung kosmischer Strahlung, ist die Gamma-Astronomie unterdessen bei vielen Ballon- und Satellitenexperimenten vertreten.

Es ist der ausserordentlichen Initiative und den erstaunlichen Fähigkeiten dieses Studenten der Fachhochschule Konstanz zu verdanken, dass ein ähnliches Projekt verwirklicht und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden konnte.

(Die Sternwarte ist jeweils am Mittwochabend für Jedermann geöffnet).

Adresse des Berichterstatters:
Karl Bosshard, Anderwertstrasse 13, CH-8280 Kreuzlingen.

Ausserirdische Gammastrahlung lässt *Koinzidenz-Gebirge* entstehen

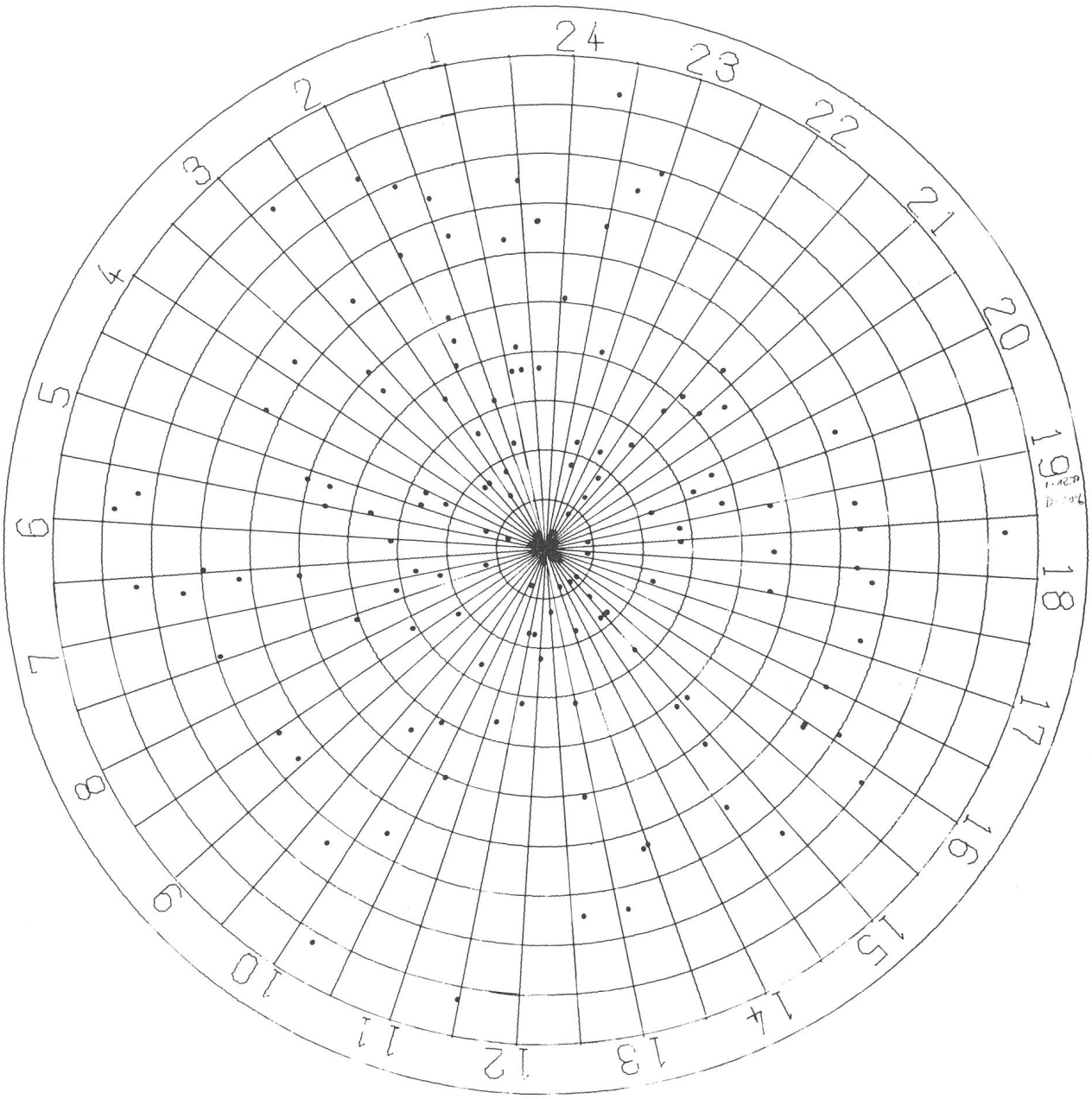


Fig. 1: Messprotokoll für Dezember 1977. Deklination = 90°—1.6°r/mm (r = Radius). Im Zentrum der Scheibe denke man sich den nördlichen Himmelspol (Polaris). Der äussere Rand der Scheibe entspricht dem südlichen sichtbaren Horizont.

Gibt es Strahlungsquellen im Weltraum, welche zeitweise oder für immer verstummen? Entstehen neue Strahlungsquellen und wo? Aus welchen Gegenden des Weltraums ist die Strahlung besonders dicht, wo fehlt sie und warum?

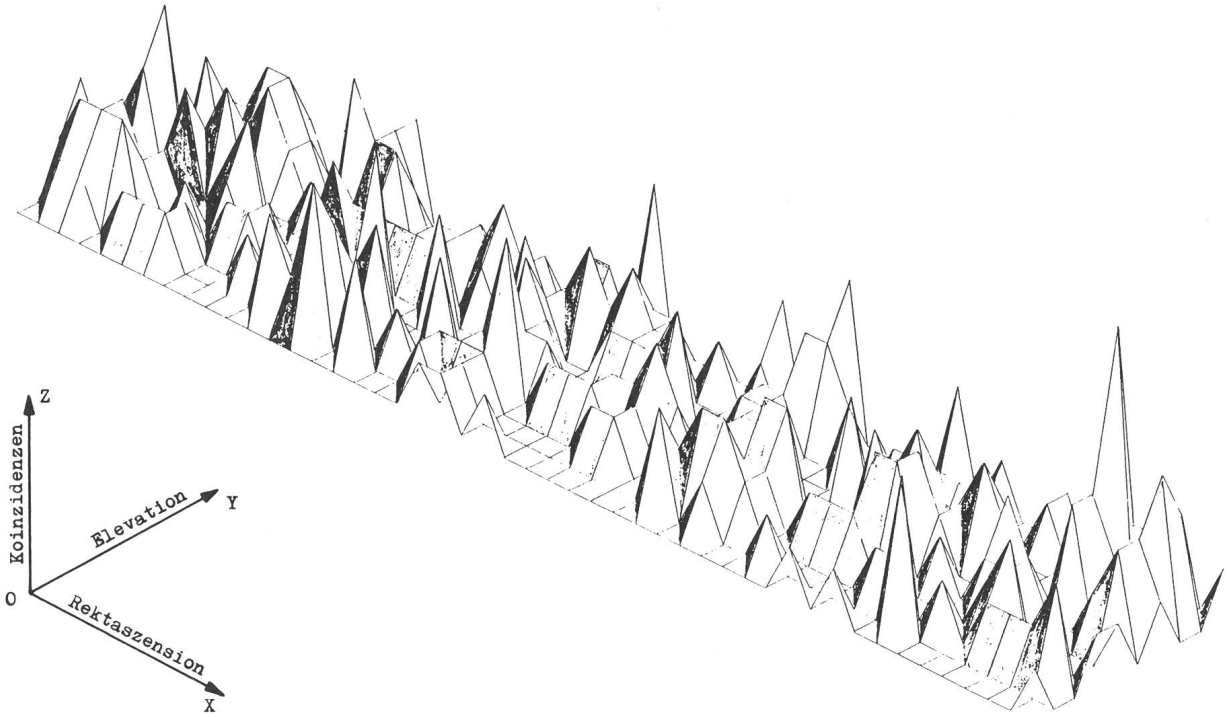


Fig. 2: *Koinzidenz-Gebirge* der ausserirdischen Gammastrahlung. Auswertung zweier Messprotokolle.
Elevation = Deklination + 42°60'
Rektaszension = Oh . . . 24h
Koinzidenzen = 0,1,2, . . ., n

Diese Fragen beschäftigen einen Studenten, Fachgebiet Elektrische Nachrichtentechnik, Mitglied der Astronomischen Vereinigung Kreuzlingen. Mit seinem selbstgebauten Gamma-Teleskop und weiteren Geräten ortet er Strahlungsquellen im Bereich der harten Gamma-Strahlung und versucht Antworten auf diese Fragen zu bekommen.

Die Signale aus dem Weltraum haben sich unterdessen in zwei Messprotokollen niedergeschlagen. (Vergleiche Bild 1). Eine erste Auswertung mit Hilfe des Computers liegt nun vor.

Damit wir uns die Verteilung der Strahlungsquellen besser vorstellen können, wurden die einzelnen Datenpunkte sorgfältig auf Lochkarten gestanzt und dem Rechner (TR4) der Fachhochschule Konstanz eingegeben. Durch ein spezielles Programm werden die Daten (dreidimensionale Felder im Kernspeicher) aufsummiert, gedruckt und auf einem XY-Plotter gezeichnet. Der Computer errechnet sich die notwendigen Parameter selbständig. Für die verwendeten 480 Stützstellen wurden rund 10'000 Ganzwörter verwendet! Das zeitraubende Ergebnis: eine dreidimensionale Zeichnung, das vorliegende Koinzidenz-Gebirge. (Bild 2)

Die X-Koordinate entspricht dabei der Rektaszension im Meridian der Sternwarte, die Y-Koordinate (Elevation) beginnt am südlichen Horizont und endet in der Gegend des Polarsterns. Die Höhe der einzelnen Berge (Z-Koordinate) gibt Auskunft über die Anzahl der Koinzidenzen pro Flächeneinheit bezogen auf das Polar-Koordinatensystem der Messprotokolle (Bild 1). Der Raumwinkel einer Flächeneinheit des Koinzidenz-Gebirges beträgt 13 msr (Millisteradiant) eine ungewohnte Einheit.

Beim genaueren Betrachten des Koinzidenz-Gebirges, scheinen sich Zentren (mehr und höhere Berge) heraus zu kristallisieren, Gebiete, wo Strahlungsquellen dichter beisammenliegen. Mit weiteren Messreihen reduziert sich der Einfluss von Zufallstreffern. Profiliert sich die Gebirgslandschaft stärker oder verflacht sie zusehends? Die nächsten Ergebnisse können darüber Auskunft geben und werden deshalb mit Spannung erwartet.

Adresse des Berichterstatters:
K. Bosshard, Anderwertstrasse 13, 8280 Kreuzlingen

ORION-Redaktion-ORION-Redaktion-ORION-Redaktion

Zum Reinzeichnen von Autorenzeichnungen sucht die Redaktion noch einige

tech. Zeichner

Wer bereit ist, sich für die Gestaltung des ORION einzusetzen, melde sich bei der ORION-Redaktion.

ORION-Redaktion-ORION-Redaktion-ORION-Redaktion

Neues Sonnen-Turmteleskop von ZEISS

Das bisher «höchste» Zeiss-Teleskop — es wird nach der Endmontage von den Fundamenten bis zum Eintrittsfenster rund vierzig Meter hoch sein — wird in diesen Tagen fertiggestellt. Es handelt sich um ein Sonnen-Turmteleskop für das *Hida*-Observatorium der Universität *Kyoto* in Japan. Das spezielle Spiegelteleskop (ein *aplanatisches Gregory-System*) wird auf der Spitze eines etwa zwanzig Meter hohen Turmes montiert werden. Es weist eine freie Öffnung von sechzig Zentimeter Durchmessser auf und ist mit mehreren zum Teil neuartigen Spektrographen und Kameras ausgerüstet. Der Horizontalspektrograph ist rund vierzehn Meter lang, der Vertikal-Spektrograph reicht etwa fünfzehn Meter tief in den Boden hinein. Eine komplexe Prozessrechner-Steuerung vervollständigt die Anlage.

Die Konzeption des Instrumentes wurde von den Oberkochener Fachleuten in enger Zusammenarbeit mit den japanischen Astronomen in mehrjähriger Arbeit entwickelt. Von der Auftragserteilung bis zur Fertigstellung vergingen nur rund drei Jahre — eine bemerkenswert kurze Bauzeit für dieses 15-Millionen-DM-Projekt. Dabei ist zu bedenken, dass Zeiss neben den optischen und mechanischen Komponenten auch die elektronische Steuerung entwickelt und die zugehörige Software erarbeitet hat, während zur gleichen Zeit Entwicklung und Fertigung des 3,5-m-Spiegelteleskops für das Max-Planck-Institut für Astronomie vorangetrieben wurden.

Die optischen Elemente des Sonnenteleskops bestehen aus der Glaskeramik Zerodur und aus anderen optischen Gläsern vom JENAer Glaswerk Schott & Gen. in Mainz.

Das neue Sonnen-Turmteleskop ist aus verschiedenen Gründen von besonderem Interesse. Zum einen ist die Sonnenforschung durch die weltweiten Energieprobleme über den Rahmen einer Grundlagenforschung hinausgewachsen. Zum anderen sind an das neue Sonnen-Turmteleskop bezüglich Hardware und Software so ungewöhnliche Anforderungen gestellt worden, dass es die technisch-wissenschaftliche Problematik verdient, in einer eigenen Tagung behandelt zu werden.

Am 8. und 9. Dezember 1977 fand daher im Oberkochener Zeiss-Werk ein internationales Symposium über das neue Teleskop statt, bei dem optische, mechanische

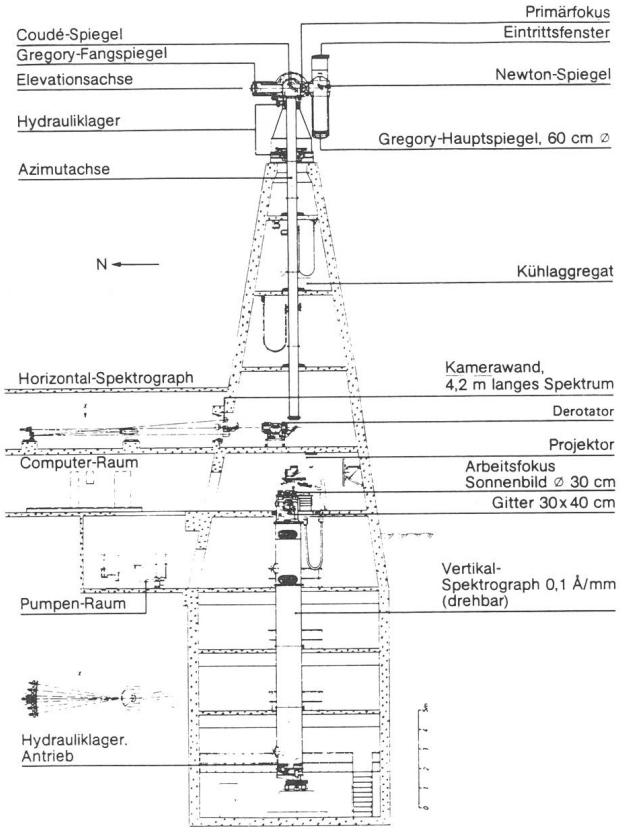


Fig. 1: ZEISS Sonnen-Turmteleskop für das Hida-Observatorium in Japan, Längsschnitt (Schema).

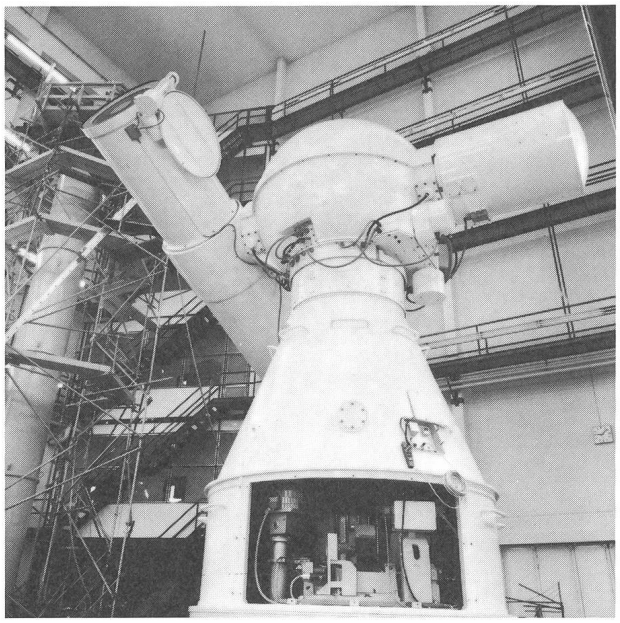


Fig. 2: Das Sonnen-Teleskop mit geöffneter Schutzkappe vor dem Eintrittsfenster. Im Teleskop-Sockel ist der Azimut-Antrieb zu sehen.

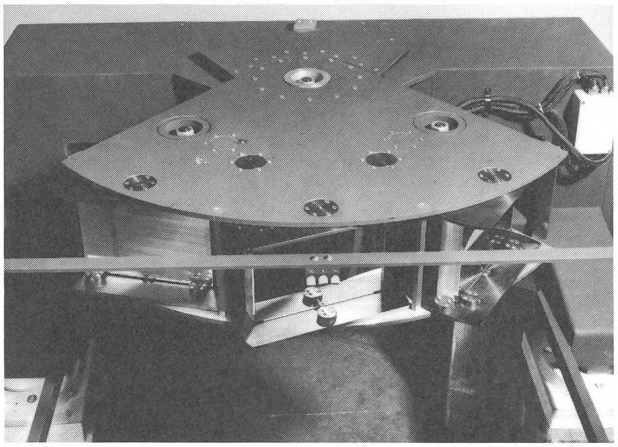


Fig. 3: Gittergruppe des Horizontalspektrographen.

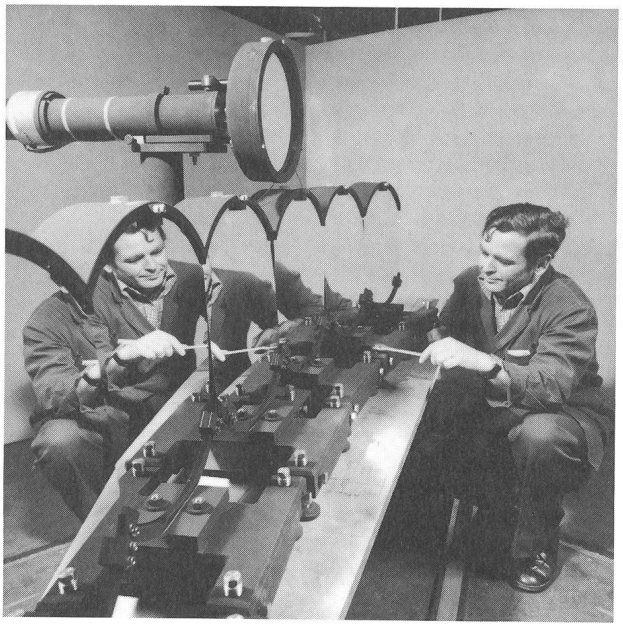


Fig. 4: Kameraspiegel des Horizontalspektrographen.

und elektronische Probleme behandelt wurden. Die Vorträge berührten u. a. die optischen Systeme des Teleskops und des Horizontalspektrographen, Besonderheiten der Montierung, das thermische Verhalten des Eintrittsfensters, die Nachführeinrichtungen, die Datenkommunikation sowie die Bedienungsmöglichkeiten. Ausserdem wurde das Instrument vorgeführt.

Nach der Abnahme durch die japanischen Astronomen wird das Sonnen-Turmteleskop demontiert und nach Japan verschifft.

Die Sonnenforscher in Kyoto, die sich bisher weitgehend auf theoretische Untersuchungen beschränken mussten, freuen sich, dass sie nun bald über ein leistungsfähiges Grossgerät verfügen. Im *Hida*-Observatorium soll eine Studiengruppe unter Leitung des Direktors, Prof. Dr. A. HATTORI, präzise Sonnenspektren aufnehmen. Damit ist eine chemische Analyse der Sonnenatmosphäre möglich; *Temperatur, Dichte* und *Druck* der Gase sowie *Wirbel, Gasströmungen* und *magnetische Erscheinungen* können erforscht werden. Man hofft auch herauszufinden, warum die Korona, die äusserste Schicht der Sonnenatmosphäre, eine Temperatur von rund einer Million Grad aufweist, während auf der Sonnenoberfläche «nur» 6000 Grad gemessen werden.

Zeiss Sonnen-Turmteleskop in Stichworten

Aufgaben:
Beobachtung, Photographie und Spektrographie der Sonne und einzelner Sonnenbezirke.

Bauzeit rund 3 Jahre.

Wert etwa 15 Mio DM.

Gesamthöhe etwa 40 m.

Optische Komponenten:

1. *Aplanatisches Gregory-System* (Spiegelteleskop mit konkavem Sekundärspiegel) mit 60 cm freier Öffnung, in altazimutaler Montierung.

2. Neuartiger *horizontaler Breitbandspektrograph* mittlerer Dispersion. Spektralbereich 360—690 nm, in 6 Bereiche aufgeteilt und simultan auf 4,2 m Breite sichtbar.
Bis zu 12 Spektralkameras können gleichzeitig eingesetzt werden.

3. *Vertikaler Czerny-Turner-Spektrograph* hoher Dispersion (bis 100 mm/nm) und hoher Auflösung ($\lambda/\Delta\lambda$ = 250000) für die schmalbandige Spektrographie und Magnetographie. Spektralbereich 360—1100 nm. Durchmesser des Kollimatorbündels 260 mm.

4. *Spektroheliograph* zur Photographie der Sonne in einem sehr engen Spektralbereich.

5. *Weitere Einrichtungen:* Kameras zur Photographie der Sonne im integralen Licht und im Licht der H-alpha-Linie (Lyot-Filter).
Möglichkeiten zur Beobachtung der ganzen Sonne und von Protuberanzen.
Infrarot-Monitor.

Besonderheiten zur Vermeidung thermischer Probleme:
Aufbau des Teleskops auf einem rund 20 m hohen Turm mit gekühlter Verkleidung.
Kuppellose Konstruktion.
Strahlengang grossenteils im Vakuum.
Hauptspiegel durch Invarrohr auf Distanz gehalten.
Gekühlte Blenden.

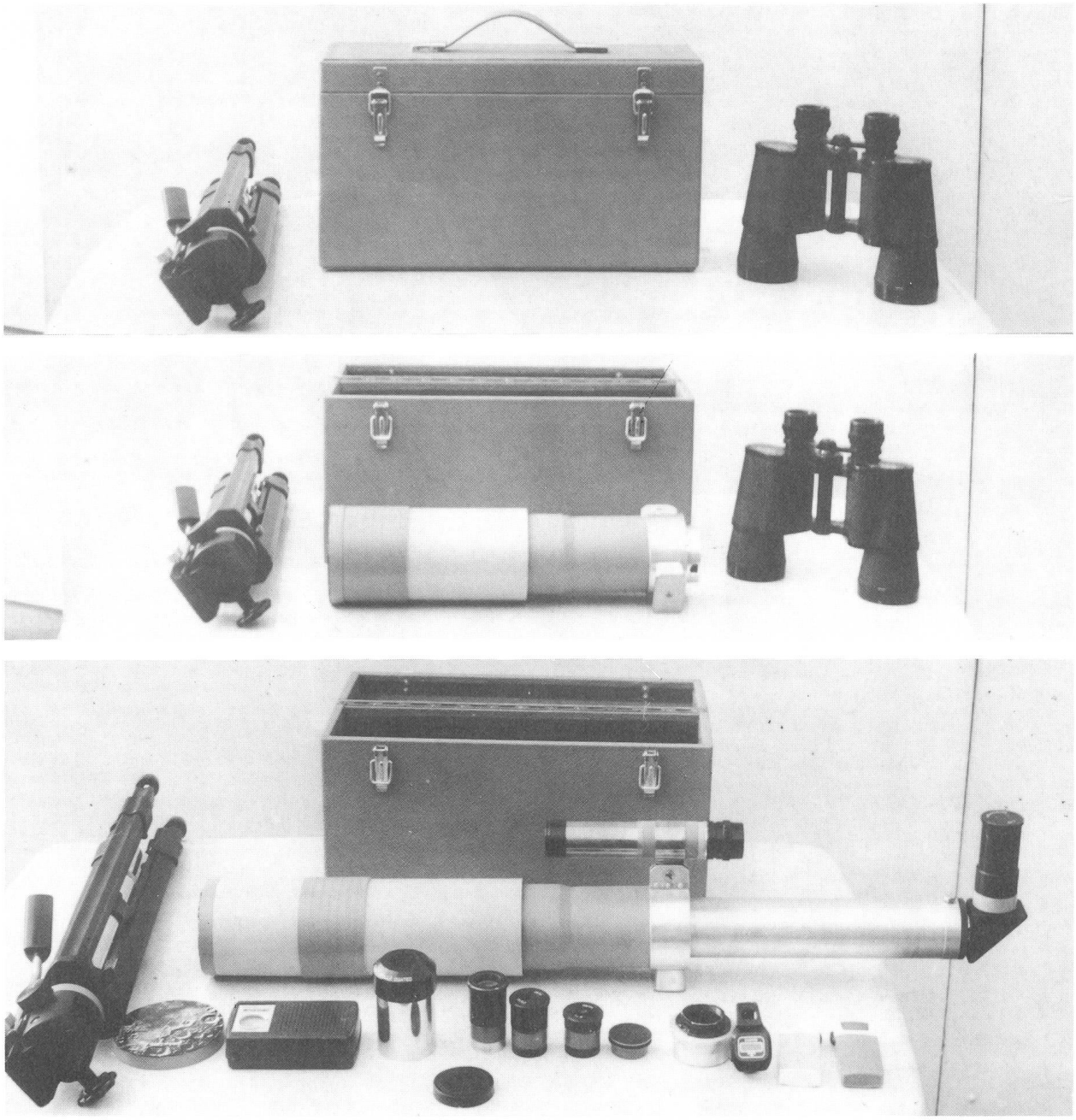
Ein Teleskop für die Flugreise

von MAX LAMMERER, Lichtenfels

Die Beobachtungsbedingungen für uns Mitteleuropäer werden bekanntermassen von Jahr zu Jahr schlechter. Viele Sternfreunde, die an regenverhangenen Abenden ihre Alben mit Stellaraufnahmen durchblättern, wundern sich, wie so etwas vor Jahren noch möglich war: eine detailreiche Orion-Aufnahme oder die Abbildung einer entfernten Galaxie.

Nun gibt es Gott sei Dank in Europa, vor allem in Südeuropa noch Plätze, die für astronomische Beobachtungen gut geeignet sind. Dieser Tatsache hat inzwischen die professionelle Astronomie Rechnung getragen, indem sie ihre Observatorien auf Berge im Süden Spaniens, Italiens, Griechenlands und in die Türkei verlegt hat, auf Berge, die an vielen Tagen des Jahres ausgezeichnete Beobachtungsbedingungen bieten.

Für den Amateur liegt der sonnige Süden — leicht erreichbar — sozusagen vor der Haustüre, sofern er sich des Flugzeugs bedient. Viele Reiseunternehmen veran-



Das Teleskop für die Flugreise mit 80 mm Objektivdurchmesser ist zusammen mit dem Zubehör in einem kleinen Koffer untergebracht. Der Feldstecher dient zum Grössenvergleich.

Das Teleskop einsatzbereit auf dem Stativ. Es wiegt einschliesslich Koffer, Stativ und Zubehör nur knapp 6 kg.

stalten preiswerte Flugreisen in die genannten Länder und bieten damit dem Astro-Amateur die Möglichkeit, an günstigen Plätzen Beobachtungen durchzuführen. Da es jedoch in der Umgebung der Touristikzentren kaum Feriensternwarten mit entsprechender Ausrüstung gibt, ist der Amateur gezwungen, sein eigenes Gerät mitzubringen.

Jeder Flugreisende darf für seinen Flug bekanntlich einen Koffer mit einem Gewicht von höchstens 20 kg mit sich führen. Ein Teleskop, das für die Flugreise geeignet erscheint, darf nur einen Bruchteil dieses Gewichts ausmachen, damit der Reisende auch wichtige persönliche Dinge im Koffer unterbringen kann. Ein Teleskop für die Flugreise muss demnach sehr leicht, sehr klein und trotzdem leistungsfähig sein. Ausserdem sollte es möglichst vielseitig einsetzbar sein. Es sollte mit geringer Vergrösserung zur Beobachtung der Milchstrasse einen lichtstarken Feldstecher mit seinem grossen Gesichtsfeld ersetzen können, sollte aber auch hohe Vergrösserungen bieten, die Detailstudien an Mond und Planeten zulassen.

All diese Überlegungen führten zum Bau eines einfachen Refraktors mit 80 mm Öffnung und 62 cm Brennweite. Wie aus den nebenstehenden Abbildungen ersichtlich ist, ist der Refraktor in der Art eines Spektivs zusammenschiebbar. Er ist einschliesslich Taukappe, Zenitprisma, Kamera-Anschluss und reichlichem Zubehör in einem Tragekoffer untergebracht, dessen Ausmasse 38x12x21 cm betragen.

Das Teleskop verwendet in seinem vorderen Teil genormte, verstärkte Plastikrohre. Das einschiebbare Rohr auf der Okularseite des Teleskops besteht aus Aluminium. Es wird durch eine Klemmschraube arretiert. Durch das Hin- und Herschieben des Aluminiumrohres wird das Teleskop grob fokussiert. Die Feineinstellung des Okulars erfolgt dann durch Verschieben des Zenitprismas.

Eine überschlägige Rechnung zeigt, dass ein 80-mm Refraktor in seinen Leistungen einem katadioptrischen System von 90 mm Öffnung gleichwertig ist, weil in diesem Verluste an Licht durch die Reflexionen an zwei Spiegeln und durch die Mittenabschattung des Sekundärspiegels hinzunehmen sind. Der Refraktor, der diese Verluste nicht aufweist, besitzt zudem noch das ideale Beugungsbild. Sein einziger Nachteil ist das unvermeidliche sekundäre Spektrum des Objektivs, das sich jedoch bei einer Öffnung von 80 mm und bei einem Öffnungsverhältnis von 1:8 noch in Grenzen hält und erst bei hohen Vergrösserungen zu bemerken ist.

Das Objektiv 80/622 mm stammt von der amerikanischen Firma A. Jaegers. Es wird gegenwärtig zu einem Preis von $ 44.50 angeboten. Es ist ein zweilinsiger vergüteter Achromat, der in seinen optischen Leistungen kaum Wünsche offen lässt. Zusammen mit den Okularen der verschiedenen Brennweiten (60 mm, 40 mm, 17,5 mm, 12,5 mm, 6 mm, 4 mm) sind Vergrösserun-

Jahresbericht 1977 der Städtischen Sternwarte auf der Steig

Der Jahresbericht der Städtischen Sternwarte auf der Steig ist jedes Jahr ein Spiegelbild des Wetters, das im Frühjahr, Sommer und Herbst herrschte. Der schöne Frühling 1977 zeigte sich deutlich in den ansehnlichen Besucherzahlen, die geradezu auf ein Rekordjahr schliessen liessen. Aber der total verregnete Sommer, der auch sehr vielen Familien und Einzelgängern die Ferien verdarb, war wie eine kalte Dusche für die Sternwarte: wir konnten das Observatorium nur an wenigen Abenden öffnen. Im Herbst verdeckten Nebel und Hochnebel wochenlang den Sternenhimmel — das «Rekordjahr» was ausgeträumt...

Hier in kurzen Angaben die Zahl der eingeschriebenen Besucher (einschreiben ins Besucherbuch ist freiwillig, daher dürfte die Zahl der Interessenten wesentlich höher gewesen sein):

Januar 1977	*	3 Besucher
Februar	*	3 Besucher
März		159 Besucher
April		140 Besucher
Mai		123 Besucher
Juni		91 Besucher
Juli		76 Besucher
August	(!)	56 Besucher
September		111 Besucher
Oktober		42 Besucher
November		25 Besucher
Dezember		16 Besucher
Total		845 Besucher

* (Sternenhimmel wochenlang bedeckt!)

Bekanntlich ist die Sternwarte jeden *Dienstag, Donnerstag und Samstag* ab 8 Uhr oder 8.30 für jedermann unentgeltlich geöffnet — aber *nur bei klarem Himmel!* Frühzeitige Anmeldungen sind jedoch für Schulen oder grössere Gruppen an den verantwortlichen Leiter unerlässlich: Dr. h.c. Hans Rohr, Postfach 3125, 8200 Schaffhausen. Jeweils steht ein Demonstrator am grossen Fernrohr zur Verfügung. H. R.

gen im Bereich von 10fach bis 150fach möglich. Im einen Fall ist das Teleskop ein «Superfeldstecher» 10×80 und im anderen Fall ein Gerät für Mond- und Planetenbeobachtung. Ausserdem kann das Teleskop auch als Teleobjektiv mit 62 cm Brennweite 1:8 verwendet werden. Zum Zubehör gehören neben einem 6x30 Sucher auch noch ein kleines Radio, Sternkarten und eine einfache Digitaluhr.

Für visuelle Beobachtung, für die das Teleskop allein gedacht ist, genügt eine azimutale Aufstellung. So wird hierfür ein Fotostativ der Fa. Quelle verwendet, das sich bisher gut bewährt hat.

Das Gewicht dieses leistungsfähigen Kleinrefraktors beträgt, einschliesslich Koffer, Zubehör und Stativ ca. 6 kg. Es bleibt also beim Packen des Flugkoffers noch viel Raum für persönliche Dinge. Die Mitnahme des Refraktors im Reisegepäck dürfte sich jedoch für den Sternfreund sehr lohnen, sei es bei Naturbeobachtungen, bei der Verwendung des Geräts als langbrennweitiges Teleobjektiv oder schliesslich als Teleskop unter sternklaren südlichen Nächten.

Adresse des Verfassers:
Max Lammerer, Langheimer Str. 34, D-862 Lichtenfels, BRD

Genaue Ausrichtung der Polachse nach dem Himmelspol

von W. SPINNLER

Wie genau zielt meine Polachse wirklich gegen den Himmelspol? Diese Frage stellten sich sicher schon viele Hobby-Astronomen nach Beendigung der Montage-Arbeiten für ein parallaktisch geführtes Fernrohr mit festem Standort. Ich habe die Antwort so gesucht:

Auf ein und denselben Film wurden zwei photographische Aufnahmen in Richtung Himmelspol gemacht.

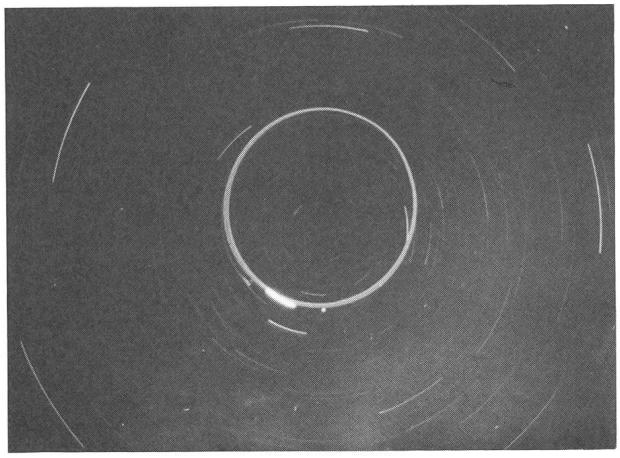


Bild 1. Vor der Justierung. Polachse des Fernrohrstativs und Himmelspol stimmen nicht überein.

Bei der ersten Aufnahme wurde die auf dem Stativ starr befestigte Kamera während ca. 30 Minuten mit offenem Verschluss ohne Nachführung stehen gelassen; für die zweite Aufnahme wurde die Polachse mehrfach rasch gedreht und der Kamera-Verschluss für 15—30 Sekunden neuerdings geöffnet.

Auf der Aufnahme entstanden so zwei gut unterscheidbare Bilder; einmal die hellsten Zirkumpolarsterne mit konzentrisch zu einander liegenden Kreisbögen gleicher Winkellängen. Der gemeinsame Mittelpunkt ist natürlich der Himmelspol. Zum zweiten bildet sich der Polarstern (als hellster Stern in der Gegend) als geschlossene Kreislinie ab. Der Kreismittelpunkt ist der Durchstosspunkt der Polachse durch das Himmelsgewölbe. Bei richtiger räumlicher Orientierung der Polachse müssten die Zentren der beiden Aufnahmen genau zusammen fallen (Bild 1).

Richtung und Ausmass der vorhandenen Ablage sind nun aus der Aufnahme zu bestimmen und die Achsrichtung entsprechend zu ändern. Hier beginnen für den Amateur die Schwierigkeiten.

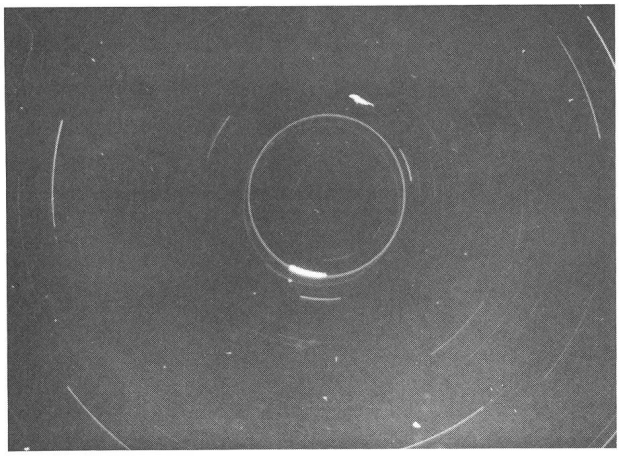


Bild 2. Übereinstimmung nach der Korrektur.

Wer eine Korrektur nicht einfach «nach Gefühl» vornehmen und mit einer weiteren Aufnahme die Wirkung der vollzogenen Änderung sichtbar machen will, muss über einige messtechnische Mittel verfügen, die kaum allgemein verfügbar sind. Mir stand ein von unten beleuchteter Messplatz für die Filmauflage zur Verfügung, über den eine Messlupe mit Fadenkreuz messbar verschoben werden kann, so dass für jeden gewünschten Punkt der Arbeitsfläche die x, y-Koordinaten seines Ortes auf 1/100 mm genau abgelesen werden konnten.

So liessen sich beliebige Punkte des Kreises und der Kreisbögen ausmessen und daraus die beiden Zentren rechnen. Nachdem die Winkelabweichung nach Meridian und Azimut bekannt war, wurde Neigung und Horizontal-Richtung der Pol-Achse um den gewollten Betrag korrigiert. Den Erfolg der Bemühungen dokumentiert Bild 2. (Die schwächere geschlossene Kreislinie ist nicht zu beachten, sie verdankt ihren Ursprung einer anfänglich zu wenig starren Montage der Kamera die aber sofort behoben wurde).

Adresse des Berichterstatters:
Dr. W. Spinnler, Schachenstrasse 144, 8906 Bonstetten

DAS INSTRUMENT

4. Kapitel: «Die Messung der Steifigkeit» (Teil I)

4.1. Das Messprinzip

Im Kapitel 2 wurde darauf hingewiesen, dass Begriffe und Grössen mit denen wir operieren und argumentieren, eindeutig definiert und im Falle der Physik auch messbar sein müssen. Die Steifigkeit wurde im vorangegangenen Kapitel definiert. Hier wird gezeigt, wie sie an Teleskopmontierungen gemessen werden kann.

Die Definitionsgleichung (3.1) $F = c \cdot \Delta$ weist den Weg zur Messung der Steifigkeit. Dazu ist das Instrument mit einer bekannten Kraft F zu belasten und die Auslenkung Δ in Kraftrichtung zu messen. Am einfachsten lässt sich eine definierte Belastung durch Gewichte aufbringen, deren Gewichtskraft man über eine Schnur auf das Instrument überträgt. Gewichte in irgend einer Form hat wohl jeder Amateur zur Hand und eine beliebige, vom Lot abweichende Kraftrichtung lässt sich sehr einfach mit einer kleinen Seilrolle realisieren. Die Grösse des Prüfgewichtes richtet sich nach der Grösse, bzw. nach der Steifigkeit der Montierung. Für kleine und mittlere Instrumente werden in der Regel Prüfkräfte von 10—20 N[1]) und für steifere Montierungen solche von etwa 50 N ausreichen, da keine grossen Auslenkungen für die Messung erforderlich sind. Mit der Teleskopoptik lassen sich sehr kleine Auslenkungen hinreichend genau messen. Besonders elegant lässt sich die Auslenkung erfassen, wenn das Teleskop mit einer photographischen Einrichtung versehen werden kann. Man braucht dazu nur die Auslenkung heller Sterne auf dem Film mit einer Messlupe auszumessen. Die Auslenkung lässt sich aber auch mit einem Fadenkreuzokular direkt am Himmel bestimmen. Die Winkelabstände der Sterne, die aus einem Sternatlas entnommen werden, sind dazu ein ausgezeichneter Maßstab. Die Winkelauslenkung δ wird dabei nach der Formel

$$\Delta = f \cdot \mathrm{tg}\,\delta \qquad \text{Gl. 4.1}$$

in die lineare Auslenkung Δ umgerechnet, wobei f die Brennweite der Optik ist. Bei kleinen Winkeln kann man auch mit dem arc δ rechnen. Ja, man könnte sogar daran denken, die Steifigkeit von Teleskopmontierungen überhaupt auf Winkel zu beziehen, wie dies bei der Torsion der Fall ist. Damit ist das Messprinzip bereits beschrieben.

Ehe auf die Rahmenbedingungen der Messung eingegangen wird, sollen noch einige Hinweise zur Einheit der Steifigkeit gemacht werden. Die Einheit der Steifigkeit ist das N/m *(Newton/Meter)*. Für mechanische Strukturen und Teleskopmontierungen ist das N/m eine zu kleine Einheit. Sie wäre angebracht, wenn etwa die Steifigkeit eines Grashalmes angegeben werden soll. In unserem Fall verwenden wir eine um den Faktor 10^6 grössere Einheit, das MN/m *(Meganewton/m)*. Wenn die Steifigkeit von Teleskopmontierungen in MN/m angegeben wird, dann erhält man anschauliche Zahlenwerte, denn der Steifigkeit von 1 MN/m entspricht eine Auslenkung von 1/100 mm bei einer Kraft von 10 N. Eine Auslenkung von 0,01 mm lässt sich auf einer Sternaufnahme mit einer 10-fach vergrössernden Messlupe noch gut erfassen, und 10 N sind eine jedermann vertraute Kraft, die etwa auftritt, wenn man am Okulartrieb manipuliert. Die Steifigkeiten von Amateurmontierungen werden etwa zwischen 0,1 und einigen 10 MN/m liegen.

4.2. Rahmenbedingungen der Steifigkeitsmessung

Die Beschreibung des Messprinzips gewährleistet in der Regel noch nicht, dass an verschiedenen Orten ausgeführte Messungen vergleichbar sind. Dazu bedarf es gewisser Konventionen, die die Rahmenbedingungen der Messung festlegen. Diese werden durch den Zweck, dem die Messung dienen soll und durch messtechnische Aspekte bestimmt. Messkonventionen sind immer in gewisser Hinsicht willkürliche, wenn auch sinnvolle Annahmen, über die man sich einigen muss oder geeinigt hat. Über die Messung der Steifigkeit an Teleskopmontierungen liegen noch keine Erfahrungen vor, da diese bis heute von keinem Amateur bewusst gemessen wurde. Die hier festgelegten Rahmenbedingungen sollen daher als ein erster Vorschlag für die einheitliche Messung der Systemsteifigkeit an Teleskopmontierungen angesehen werden.

Im Kapitel 3 wurde gesagt, dass die Steifigkeit einer Struktur

— *vom Bezugspunkt, das heisst vom Punkt der Krafteinwirkung,*
— *von der Kraftrichtung,*
— *von den Fesselrandbedingungen (Aufstellung oder Verankerung am Fundament) und*
— *von der Geometrie der Struktur abhängt.*

In den Rahmenbedingungen der Messung müssen daher diese Punkte präzisiert werden.

1. Die Bezugsebene und die Richtung der Prüfkraft

Durch das *Grundkriterium 1* werden nicht nur die Auslenkung Δ, sondern auch die Prüfkraft F und die Steifigkeit auf die Bildebene bezogen, da nur Auslenkungen in ihr für ein Teleskop optisch relevant sind. Es ist leicht einzusehen, dass eine Verschiebung des Rohres längs der optischen Achse keinen Einfluss auf das Bild hat und optisch nicht feststellbar ist, wenn weit entfernte Objekte abgebildet werden. Wenn Kräfte schräg zur Bildebene auf das Instrument einwirken, dann lassen sich solche Kräfte immer in zwei Komponenten zerlegen, von denen eine in der Bildebene und die andere auf der optischen Achse liegt. Die axiale Kraftkomponente F_x und die ihr zugeordnete Steifigkeitskomponente c_{xx} haben eine Auslenkung Δ_x in Richtung der optischen Achse zur Folge. Sie wird nur dann auch *Querauslenkungen* Δ_y, Δ_x[2]) in der Bildebene verursachen, wenn in der Steifigkeitsmatrix die Komponenten c_{xy} und c_{xz} nicht vernachlässigt werden dürfen. Bei Teleskopmontierungen können in der Regel diese Glieder vernachlässigt werden, ohne dass dadurch ein ins Gewicht fallender Fehler gemacht würde. Damit

lassen sich die beiden ersten Rahmenbedingungen für die Steifigkeitsmessung wie folgt festlegen:

A. Die Messung der Systemsteifigkeit hat mit der Teleskopoptik zu erfolgen, die auf der Montierung betriebsmässig und definitiv montiert sein muss.

B. Die Auslenkung Δ und der ihr zugeordnete Vektor der Prüfkraft F müssen in der Bildebene der Teleskopoptik liegen.

Diese beiden Punkte bedürfen noch einiger Anmerkungen.

Zu A.: Das Rohr mit der Teleskopoptik ist ein integraler und wichtiger Teil des Instrumentes. Es muss daher in die Systemsteifigkeit einbezogen werden. Mit der Teleskopoptik wird schlussendlich gearbeitet und an ihr treten jene Auslenkungen auf, die beim Beobachten stören. Bei den meisten Amateurinstrumenten sind die Verbindungsstellen zwischen dem Rohr und der Deklinationsachse ausgesprochene *Schwachstellen,* die einen beträchtlichen Beitrag zur Auslenkung beisteuern. Es ist daher wichtig, dass sie bei der Messung miterfasst werden. Zudem hätte man gar keine andere Möglichkeit kleine Auslenkungen an einer Teleskopstruktur zu messen, als mit der eigenen Teleskopoptik.

Zu B.: Diese Forderung lässt sich nicht bei allen Fernrohrsystemen exakt einhalten. Bei Refraktoren und Cassegrain-Systemen müsste die Prüfkraft am Fadenkreuzokular oder an der Kamera angreifen. Es wäre wenig sinnvoll die Kraft auf diese heiklen und wenig steifen Glieder einwirken zu lassen. Diese Endglieder in der Steifigkeitskette würden die Systemsteifigkeit stark beeinflussen, so dass aus der Messung kaum mehr Schlüsse auf die Steifigkeit der übrigen Struktur gezogen werden könnten, was ja der Sinn solcher Messungen ist. Man wird daher die Prüfkraft in einer zur Bildebene parallelen *Kraftebene* direkt am Hauptrohr angreifen lassen (Abb. 1) und diese Ebene möglichst nahe an die Bildebene heranrücken. Die Auslenkung, die in der Bildebene gemessen wird, muss in diesem Fall auf die *Kraftebene* umgerechnet werden. Bei solchen Instrumenten wird daher die Systemsteifigkeit nicht mehr exakt auf die Bildebene bezogen sein, was in Kauf genommen werden muss. Bei Newton-Systemen tritt dieses Problem nicht auf, da die Bildebene bezüglich der Systemsteifigkeit nach wie vor auf der optischen Achse vor dem Fangspiegel und nicht am seitlich herausgespiegelten Ort liegt. Sie ist daher der Messung zugänglich und die Systemsteifigkeit kann richtig erfasst werden.

2. Die Fesselrandbedingungen

Die Fesselrandbedingungen haben einen grossen Einfluss auf die Systemsteifigkeit. Mit anderen Worten, die *Fesselsteifigkeit* geht in die Systemsteifigkeit des Instrumentes ein. Es ist daher keineswegs gleichgültig wie das Instrument für die Messung aufgestellt wird.

C. Für die Messung der Steifigkeit ist das Instrument so aufzustellen oder auf seinem Fundament zu verankern, wie dies bei seinem späteren Einsatz der Fall ist.

Wenn das Instrument in einem Schutzbau stationär aufgestellt wird, dann ist dieser Punkt selbstverständlich

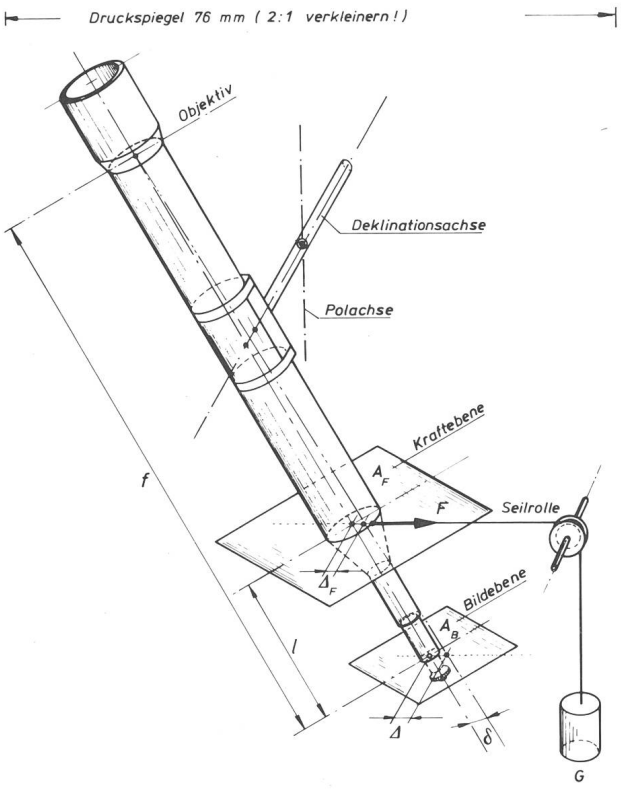


Abb. 4.1: Messung der Systemsteifigkeit an einem Refraktor.
Dazu lässt man eine bekannte Prüfkraft F auf das Rohr einwirken und misst mit der Teleskopoptik die Winkelauslenkung δ oder die lineare Auslenkung Δ. Die Prüfkraft muss in einer zur Bildebene A_B parallelen Ebene A_F liegen und wird über eine Schnur und ein kleines Seilröllchen aufgebracht. Die Umrechnung von Δ auf Δ_F erfolgt nach:

$$\Delta_F = \Delta \cdot (1 - \frac{l}{f}) \qquad \text{Gl.4.2}$$

und unproblematisch, da man die Steifigkeitsmessung ohnehin erst in Angriff nehmen wird, wenn das Instrument auf seinem Platz aufgestellt und justiert ist. Etwas problematischer ist die Situation bei transportablen Montierungen, die an verschiedenen Orten aufgestellt werden können. Bei ihnen hat die Beschaffenheit des Bodens einen beträchtlichen Einfluss auf das Messergebnis. Einheitliche Messbedingungen ergeben sich erst, wenn man solche Instrumente auf einem Betonboden aufstellt. Im Gelände wird die Steifigkeit des Instrumentes in der Regel kleiner als bei der Messung sein, aber dies liegt dann nicht an der Montierung[3]).

Literatur:

1) Es sei in Erinnerung gerufen, dass die gesetzliche Einheit der Kraft das «Newton» N ist. Ein Gewicht der Masse 1 kg übt auf seine Unterlage eine Gewichtskraft von 9,8066 N aus.
2) Der Begriff der Quersteifigkeit und Querauslenkung wird in einem späteren Kapitel behandelt.
3) Der Abschluss des Kapitels 4, «Die Messung der Steifigkeit» erfolgt im nächsten Heft des ORION.

Zuschriften an den Verfasser:
Ing. H. Ziegler, Hertensteinstrasse 23, CH-5415 Nussbaumen.

25 Jahre VdS

Alle zwei Jahre führt die Vereinigung der Sternfreunde (VdS) Deutschland ihre Generalversammlung durch. Die VdS ist 1952 aus den beiden Vorläufern, der 1891 gegründeten Vereinigung für Astronomie und kosmische Physik (VAP), sowie dem 1921 gegründeten Bund der Sternfreunde (BDS) hervorgegangen. Zum 25jährigen Jubiläum wurde die Generalversammlung nicht zuletzt nach Darmstadt einberufen, in der Hoffnung, dass gleichzeitig die jüngste Sternwarte in Westdeutschland eingeweiht werden könne. Die Fertigstellung dieser Sternwarte verzögerte sich jedoch, so dass die Einweihung erst 1978 möglich sein wird. Darmstadt bot jedoch für die Jubiläums-Veranstaltung im Justus-Liebig-Haus, vom 10. bis 13. November 1977, einen gediegenen Rahmen und die Astronomische Gesellschaft von Darmstadt hat keine Mühe gescheut, die Veranstaltung gründlich vorzubereiten und eine reibungslose Durchführung zu gewährleisten. So war im Foyer des Justus-Liebig-Hauses und in einigen angrenzenden Räumen eine sehr reich dotierte Instrumenten-Ausstellung, zusammen mit einer grossen Zahl von Fachschriften, Büchern, Bildern, Mitteilungsblättern und Sternkarten, aber auch eine Meteoritensammlung zu besichtigen, die jedes Astronomen-Herz höher schlagen liess.

Herr LEHMANN, Vorsitzender der Darmstädter Amateur-Astronomen, konnte über 250 Vereinsmitglieder sowie Gäste aus Dänemark, Frankreich, der Schweiz und Österreich, sowie die Behördevertreter begrüssen. Der Präsident der VdS, Herr Dr. Frewert, stattete den Darmstädter-Amateur-Astronomen den Dank für die Organisation der Tagung ab und lobte Herrn Lehmann für die Tatkraft und den Idealismus bei den Bemühungen um den Bau der erwähnten Sternwarte, aber auch die grosse Schar von Idealisten, die sich im Darmstädter Verein zusammen getan haben und ohne die eine Verwirklichung des Baues nicht möglich gewesen wäre.

Der von GÜNTHER D. ROTH, einem Gründungsmitglied, verfasste Rückblick auf die 25 Jahre VdS wurde von einem weiteren Gründermitglied verlesen. Unter schwierigsten Bedingungen überdauerte die Vereinigung die Aufbauphase in den ersten 15 Jahren. Eine Zeitschrift wurde herausgegeben, ein Austausch-Dienst für Instrumente organisiert und den Mitgliedern eine Buchausleihe angeboten. Ausserdem sorgten Expeditionsreisen der Mitglieder in fast alle Erdteile sowie Studienreisen zu Sternwarten und Weltraumcentren in die USA, nach Alaska und nach Afrika für die nötige Publicität. Auch wurden verschiedene Studiengruppen in der Vereinigung gebildet, so eine für Sonnenforschung, weitere Gruppen für Mondforschung, Milchstrassenforschung, Meteorforschung sowie Polarlichter-Forschung.

Den Reigen der Vorträge eröffnete ein Referat von Herrn Dr. CH. LEINERT, Heidelberg, über die Erforschung des Interplenaren Raumes mit den beiden Helios-Sonden I und II. Die erste Sonde erreichte 1974 eine Distanz von 0,31 astronomische Einheiten von der Sonne, die Sonde Nr. II 1976 sogar 0,28 astronomische Einheiten und erforschten damit den sonnennahen Raum und den Sonnenwind. Die Kosten für dieses Projekt betrugen 450 Millionen DM. Unter Kanzler ERHARD erfolgten die Vorstudien, unter Kanzler KISSINGER der Durchführungsbeschluss, unter Kanzler BRANDT die Vorbereitungen und unter Kanzler SCHMIDT die erfolgreiche Durchführung dieses Helios-Sonden-Projektes.

Herr A. KUNERT, Berlin, berichtete sodann über die am Vortag stattgefundene Arbeitssitzung der Lehrkräfte an Schulen, Sternwarten und Planetarien.

Die Reihe der Fachvorträge setzte Herr B. BRÜCKNER, Düsseldorf, fort mit seinem Referat über die Erfahrungen beim Fotografieren der Sonne, wobei er unter anderem darauf hinwies, dass sich kleinere Teleskope z.B. solche mit 17 cm Durchmesser und einer Brennweite von 4 m, also einem Öffnungsverhältnis von 1 zu 23 sich sehr gut eignen und es lassen sich mit solchen auch sehr gut die Granulationen auf der Sonne festhalten.

Herr P. VÖLKER aus Berlin referierte sodann über die Aequidensiten eines Sonnenflecken, während Herr Dr. O. VOGT, Tübingen, und Herr REINSCH aus Bremen über Positionsbestimmungen von Sonnenflecken und deren Auswertungen berichteten. Zwischenhinein überbrachte ein Vertreter der Gruppe Strassburg der SAF Glückwunsch und Grüsse und gab dabei der Hoffnung Ausdruck, dass ein übernationales Zusammenwirken der einzelnen nationalen Gesellschaften gefördert werden könnte.

Ein Höhepunkt der Tagung war derFreitagabend-Vortrag in der technischen Hochschule von Darmstadt. Herr Professor Dr. HANS ELSÄSSER, Heidelberg, sprach «über die Entstehung von Sternen». Er zeigte an Hand von Grossaufnahmen von Nebeln und interplenarischen Staubansammlungen den neuesten Stand der Forschung auf. In packender Weise verstand es der Referent, die Dramatik des Geschehens im Weltall aufzuzeigen.

Am Samstag-Vormittag fand die ordentliche Mitgliederversammlung des VdS mit den üblichen Traktanden sowie Neuwahl des Vorstandes, Zusammenarbeit mit Ortsvereinen und Jugendgruppen, Aktivierung astronomischer Arbeitsgruppen usw. statt.

Am Nachmittag wurde die Reihe der Kurzvorträge fortgesetzt mit einem Vortrag von H. P. HÖBEL, Erlangen, über Elektronik in der Amateur-Astronomie. Die stürmische Entwicklung in der Elektronik zeigt sich darin, dass noch 1962 für ein Klein-Computer etwa 4000 DM bezahlt werden musste, während ein solcher 1964 noch 800 und heute nur noch 20 bis 40 DM kostet. Unter anderem kamen auch die Mikro-Computer für die Instrumentennachführung zur Sprache.

Herr H. E. HEISER, Osnabrück, verstand es in humorvoller Weise, seine Erlebnisse und Erfahrungen mit einem lichtelektrischen Fotometer darzulegen. Der enorme Zeitaufwand für die Kurvenaufnahmen von drei Veränderlichen mit 25 Messabende, teilweise mit Abbruch wegen schlechter werdendem Wetter und einer totalen Beobachtungszeit von 50 Stunden! zeigt die grosse, geduldige Arbeit, die für gesicherte Aufzeichnungen nötig sind. Herr HEISER weist aber einmal mehr auf den Kompromiss hin, der zwischen Amateur-Astronom und seiner Familie und Frau etwa getroffen werden muss und welcher viel Verständnis erfordert. Mit einem programmierbaren Taschenrechner, der ihm seine Frau schenkte, konnte er später den Zeitaufwand pro Messung erheblich verkürzen.

Herr P. FRANK, Velden, erläuterte die Auswertung von Astro-Aufnahmen mit Hilfe eines Mikrophotometers.

Interessant war sodann ein Referat über eine neue Methode zur Sichtbarmachung des Sirius-Begleiters, welches von Herrn B. WEDEL, Berlin, gehalten wurde. Um die riesige Helligkeitsdifferenz von 1 zu 10000 zu überbrücken, wird eine schnell rotierende Scheibe mit einem kleinen Schlitz am Umfang von 0,2 mm Breite verwendet, wodurch der Helligkeitsunterschied auf 1 zu 10 reduziert werden kann, so dass dann der im Abstand von 10 Bogensekunden stehende Begleiter gut sichtbar gemacht und fotografisch festgehalten werden kann.

Herr Dr. O. WALTER aus Wien machte dann auf den wertvollen Beitrag für die Astronomie aufmerksam, welche Amateur-Astronomen leisten können, und zwar beim Auffinden und Beobachten von Klein-Planeten.

Ein weiterer Kurzvortrag über Taschenrechner in der Amateur-Astronomie folgte von Herrn Dr. W. OEGNER, Köln, wobei er vor allem auf den grossen Vorteil hinwies, den programmierbare Taschenrechner bieten können. Es wird eine Umfrage gemacht bezüglich Programmeingaben. Hat man für Bahnberechnungen früher mit Taschenrechnern ohne Programm-Eingabe ca. 8 Stunden benötigt, so reduziert sich die Zeit auf 3 bis 4 Stunden mit programmierbaren Taschenrechnern. Bei Benützung eines Gross-Computers reduziert sich allerdings der Zeitaufwand auf ½ Sekunden. H. R. LUKAS, Berlin, referierte über den Doppelstern Zeta Aurigae, mit einer Periode von 972,5 Tagen, einer roten und einer blauen Komponenten und einem Helligkeitsverhältnis von 1 zu 70.

Zum Schluss der Referate folgte von Herrn T. STOLZEN, Remscheid, die Vorführung eines kurzen Filmes über das Perlschnurphänomen bei der Ringförmigen Sonnenfinsternis vom 29. April 1976 auf Kreta, bei dem die einzelnen Mondberge durch Lichtabschwächungen deutlich erkannt werden konnten.

Nicht unerwähnt sei noch der Bericht von J. BECKER, Bonn, über die Arbeitsprogramme der Internationalen Astronomenjugendtage.

Zum Abschluss der Tagung konnte der Präsident des VdS, Herr Dr. FREVERT, erfreulich feststellen, dass es sich um eine bedeutende Tagung mit ca. 250 bis 300 Teilnehmern handelte und lud dann auf den Sonntagmorgen die Teilnehmer zu einer Fahrt nach Heppenheim und zur Besichtigung der im Bau befindlichen Sternwarte Starkenburg ein, welche ein bemerkenswertes Instrumentarium aufweist. Eine weitere Gruppe besuchte das Europäische Raumfahrtzentrum (ESOC). Mit einem gemeinsamen Mittagessen fand die denkwürdige Tagung ihr Ende.

Adresse des Berichterstatters:
R. Wirz, Ingenieur, Sandgütsch 18, CH-6024 Hildisrieden.

Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Seit dem April 1975 hat sich in unserem Verkaufsprogramm einiges geändert:

2.2. «Giants of Palomar» vergriffen

3. Alle schwarz-weissen Bilder sind auch ins Ausland lieferbar

4. Neu insgesamt 13 Poster

8. Farb-Dias: Serie 15 vergriffen

10. NASA-ZEISS-DIAS:
Serie «Fotografie im Weltraum» mit 24 Dias ist vergriffen. Dafür sind die Serien 1—10 und 13—19 wieder lieferbar (je 12 Dias)

11. **Neu:** 22 Farb-Dias «AGAF» (Arbeitsgemeinschaft für Astrofotografie)

Bestellungen ab sofort nur noch mit Bestellschein/ Preisliste 1977.

Nouvelles du Service de Photographies

2.2. Les «Giants of Palomar» sont épuisés

3. Tous les photos noirs et blancs sont livrables aussi à l'étranger

4. 6 Posters neufs

8. Diapositives en couleurs: la série no. 15 est épuisé

10. Diapositives «NASA-ZEISS»:
la série «Photographie dans l'Univers» (24 diapositives) est épuisé. Les séries 1—10 et 13—19 (chaque à 12 diapositives) sont livrables de nouveau.

11. **Nouveau:** 22 Diapositives en Couleurs «AGAF»

Commandez s.v.p. seulement avec le Bulletin de commande/prix courant 1977

Kataloge, Nachträge und Bestellscheine/Preislisten 1977 bei Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meieriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf.

Catalogues, supplements et bulletins de commande/prixcourant 1977 chez Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meieriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf.

Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse

Sonnenfleckenrelativzahlen für Januar/Februar 1978

Januar (Monatsmittel 49.3)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	84	88	102	102	73	69	42	36	36	15

Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	18	20
R	18	26	26	36	30	23	24	14	8	7

Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	20	30	43	37	32	47	69	79	90	104	118

Februar (Monatsmittel 89.8)

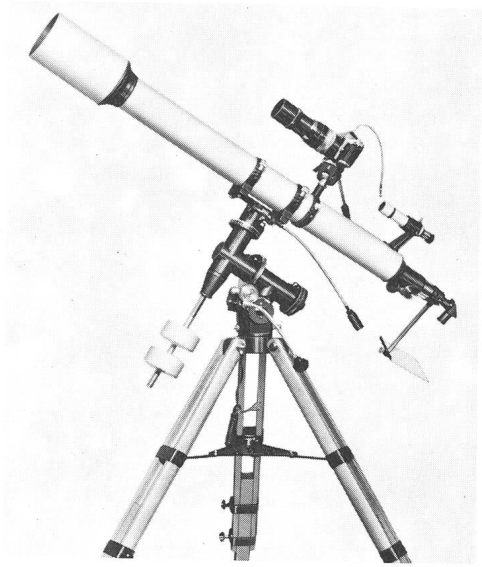
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	128	120	131	138	137	129	121	89	94	96

Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	95	92	93	82	59	64	56	55	53	52

Tag	21	22	23	24	25	26	27	28
R	63	74	69	78	94	86	79	88

Nach Angaben der Eidg. Sternwarte Zürich, Prof. Dr. M. Waldmeier

ROYAL **PRÄZISIONS-TELESKOPE**



Sehr gepflegte japanische Fabrikation
Refraktoren mit Objekten von 60—112 mm Öffnung
Reflektoren mit Spiegeln von 84—250 mm Öffnung
Grosse Auswahl von Einzel- **und Zubehörteilen**
VERKAUF BEI ALLEN OPTIKERN
Generalvertretung, **GERN,** OPTIC, Bevaix NE

In dem beliebten Jahrbuch, das von Dr. Paul Wild, Astronomisches Institut der Universität Bern, herausgegeben wird, enthalten die Jahresübersicht und die Monatsübersichten wie gewohnt zahlreiche Kärtchen zur Darstellung des Laufs von Planeten und Planetoiden, zur Veranschaulichung der je zwei Sonnen- und Mondfinsternisse, usw.

Der Astro-Kalender vermittelt rasch greifbar die genauen Zeiten und Umstände aller zu beobachtenden Erscheinungen, wie z. B. Planeten-Konjunktionen, Vorübergänge des Mondes an hellen Sternen, Sternbedeckungen, Jupitermond-Phänomene, Algol-Minima, u. a. m.

Dem Anfänger erleichtern Sternkarten mit Legende die Orientierung am Himmel, und auch dem erfahrenen Beobachter dient vortrefflich die umfangreiche «Auslese lohnender Objekte», welche die wichtigsten Angaben über 560 helle oder besondere Sterne, Sternhaufen, Nebel etc. enthält.

Dieses Jahrbuch ist für alle geschrieben, die sich in der großen Fülle der Himmelserscheinungen zurechtfinden wollen. Es kann auch viele Anregungen für den Schulunterricht bieten und sei daher Lehrern besonders empfohlen.

Neben den illustrierten Jahres- und Monatsübersichten vermittelt der bewährte Astronomische Tages-Kalender, der auf über 2000 Erscheinungen aufmerksam macht, auf praktische Weise und ohne mühsames Blättern ein Bild der zahlreichen Beobachtungsmöglichkeiten. Keine wichtigen Ereignisse können dem Sternfreund entgehen. Er ist jederzeit zum Beobachten bereit!

Erhältlich in jeder Buchhandlung
Verlag Sauerländer, Postfach, 5001 Aarau

Bibliographie

Alvén, H. und Arrhenius, G., *Structure and Evolutionary History of the Solar System.* D. Reidel, Publ. Corp., Dordrecht (Holland) 1975. XVI + 280 Seiten, geb. ca. Dfl. 80.—

Obschon eine reichhaltige Literatur über die Sonne und die Planeten existiert, haben es die Autoren unternommen, eine moderne, aktuelle und mit den neuesten Beobachtungsergebnissen übereinstimmende Beschreibung unseres Sonnensystems zu geben. Dies ist ein Verdienst, das dadurch gerechtfertigt wird, dass die Forschung auch innerhalb unseres Sonnensystems mit immer weiter verfeinerten Mitteln weitergeht, zumal noch viele Fragen innerhalb dieses Gebietes nicht oder nur ungenügend beantwortet sind.

Was wir bis heute über die Entwicklungsgeschichte und die Struktur unseres Sonnensystems wissen, ist in diesem Buch übersichtlich und sehr gut verständlich zusammengefasst. In einem ersten Teil werden die allgemeinen Grundlagen auf Grund der Beobachtungsergebnisse, der Aufbau, die Entwicklung und damit auch die Zukunft der einzelnen Objekte unseres Sonnensystems beschrieben. Dabei kommen auch die himmelsmechanischen Aspekte (physikalisch-mathematische Definitionen unter Berücksichtigung der Wechselwirkungskräfte) ausführlich zur Sprache. Neben der klassischen Physik wird auch die moderne Physik (Atom- und Kernphysik, Quantentheorie) in die Diskussion einbezogen. In einem zweiten Teil wird auf die Entwicklung der Körper des Sonnensystems, sowie auf die Beziehungen und Abhängigkeiten insbesondere der Planeten und ihrer Trabanten von einander eingegangen, wobei die gravitationellen Effekte im Vordergrund stehen. Weiter in die aktuelle astrophysikalische Forschung führt der dritte Teil, der bis in das Gebiet der Plasmaphysik reicht. Im vierten Teil werden schliesslich die unser Sonnensystem betreffenden chemischen Fragen behandelt. Es wird nicht nur die chemische Zusammensetzung der Planeten und ihrer Monde, sondern auch der Asteroiden, Meteoriten und weiterer Objekte — soweit bekannt — behandelt und es wird auch auf die daraus ableitbaren möglichen chemischen Reaktionen eingegangen.

Das Werk ist übersichtlich gestaltet, gut illustriert und beschränkt sich, was die Mathematik betrifft, auf das Wesentliche. Es kann somit einem breiten Leserkreis, der sich für die Entstehung und die Entwicklung unseres Sonnensystems interessiert, sehr empfohlen werden.

D. Wiedemann, Astronomisches Institut der Universität Basel.

Kleczek, Josip, *The Universe.* D. Reidel, Publ. Corp., Dordrecht (Holland) 1976. VII + 259 Seiten, Dfl. ca. 70.—

Der vorliegende 11. Band der Serie «Geophysics and Astrophysics Monographs» richtet sich in erster Linie an Studenten der Astronomie und verwandter Gebiete. Er dürfte aber auch für Geophysiker, Meteorologen, Plasmaphysiker, Chemiker und Astronauten von Interesse sein. Dieses Buch will Aufschlüsse und Erklärungen über die Struktur des Universums geben, soweit dies beim heutigen Stand der Forschung möglich ist.

In der Astronomie versteht man unter dem Begriff *Universum* den mit Materie (Elementarteilchen, Elementen und Verbindungen), sowie mit Energie in Form von Strahlung erfüllten und der Beobachtung zugänglichen Raum, wie er in der *Kosmologie,* der Erforschung der physikalisch-mathematischen Struktur der Welt, sowie in der *Kosmogonie,* der Erforschung der Bildung und Entwicklung der Himmelsobjekte und der Welt als Ganzes diskutiert wird. Demgemäss wird im vorliegenden Buch versucht, die Entwicklung der Welt vom Feuerball bis zur Gegenwart auf die Eigenschaften der Elementarteilchen und deren mögliche Wechselwirkungen zurückzuführen, was einer Anwendung der Elementarteilchen- und Kernphysik im Raum gleichkommt.

Dem Autor ist es gelungen, eine grosse Zahl wichtiger einschlägiger Probleme eines zur Gänze kaum erfassbaren Forschungsgebiets auf nur 260 Druckseiten zu behandeln. Dies bedeutete natürlich, dass Zäsuren vorgenommen und Erläuterungen auf die knappste Form gebracht werden mussten. Es wird deshalb auch nur ein Minimum an Formeln gegeben und es werden oftmals nur Grössenordnungen genannt. Dies wird als zulässig erachtet, da das Buch im Prinzip nur Grundlagen vermitteln will und es dem Leser überlässt, welcher Theorie und welchem Weltmodell er den Vorzug geben möchte. Dafür wird eine Vertiefung der Kenntnisse durch ein weiteres Literaturstudium empfohlen. Leider unterlässt es der Autor aber, durch ein geeignetes Literaturverzeichnis dem Leser an die Hand zu gehen, was den Wert des Buches sichtlich mindert.

Im ersten Kapitel findet man eine Beschreibung der Elementarteilchen, den Bausteinen des Universums, deren Wechselwirkung im zweiten Kapitel und deren mögliche Zustände und Verbindungen im dritten Kapitel behandelt werden. Das vierte Kapitel beschreibt die Materie und ihre Erscheinungsformen vom einzelnen Teilchen bis zu seinen grössten Agglomerationen, den Galaxie-Haufen, womit der hierarchische Aufbau des Universums erläutert wird. Die damit verbundenen kosmologischen und kosmogonischen Probleme bilden den Inhalt des fünften Kapitels. Kurze Zusammenfassungen am Ende jedes Kapitels erleichtern die Uebersicht.

Die Lektüre dieses Buches, das sich an einen breiten Leserkreis wendet, ist interessant und schon deshalb empfehlenswert. Dass dabei manche Wünsche und Fragen ungelöst bleiben, liegt in der Natur der Sache. Die vom Autor gegebenen Anregungen zu verfolgen wird indessen vielen Lesern von Nutzen sein.

D. Wiedemann, Astronomisches Institut der Universität Basel.

Mitteilung des SAG-Vorstandes

Auf den Zeitpunkt der GV in Basel treten die Herren Urs Kofmel, Kassier, Roland A. Holzgang, techn. Redaktor, und Walter Staub, 2ter Vizepräsident, von ihren Ämtern zurück.

Werner Lüthi, Generalsekretär, übernimmt neue Aufgaben in der techn. Redaktion und im Vorstand. Sein Amt ist deshalb auch neu zu besetzen.

Der Zentralvorstand schlägt zur Wahl vor

als Zentralsekretär:
Andreas Tarnutzer
Hirtenhofstr. 9
6005 *Luzern*

als Zentralkassier:
Fritz Hefti
Segantinistrasse 114
8049 *Zürich*

als 2ter Vizepräsident:
Erich Laager
Schlüchtern
3150 *Schwarzenburg*

Refraktoren

sind Fernrohre mit höchstem Auflösevermögen. Für den Selbstbau Ihres Linsenfernrohres liefern wir:

AK-Objektive
Preiswerte verkittete achromatische Objektive bis 125 mm Öffnung. Ideal für alle kleineren Fernrohre.

FH-Objektive
Objektive aus zwei Linsen mit Luftabstand. Gegenüber den AK-Objektiven grösseres brauchbares Bildfeld, auf der optischen Achse (Bildmitte) diesen gleichwertig.

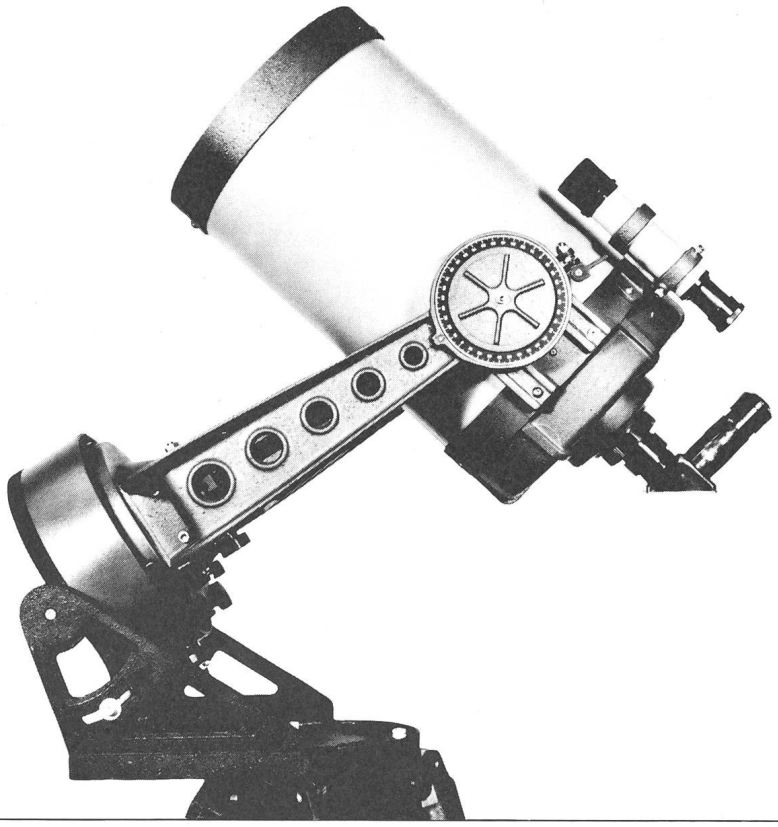
HA-Objektive
Zweilinsige Objektive aus Sondergläsern, die sich von den FH-Objektiven durch ein wesentlich verringertes sekundäres Spektrum unterscheiden.

VA-Objektive
Dreilinsige aprochromatische Fernrohrobjektive von hervorragender Farbreinheit im gesamten visuellen Bereich

VAS-Objektive
Vom Infrarot über den sichtbaren Bereich bis das Ultraviolett vereinigt dieses vierlinsige Fernrohrobjetiv vier Wellenlängen in einem Brennpunkt.

Wir senden Ihnen gerne kostenlos unseren Katalog, der aber nicht nur 84 verschiedene Fernrohrobjektive, sondern auch Spiegel, Spiegelsysteme, Okulare, Filter usw. enthält. Schreiben Sie uns bitte!

Lichtenknecker Optics AG.
B-3500 Hasselt (Belgien) **Grote Breemstraat 21**



Celestron

das moderne optische
Schmidt-Cassegrain-System
für Naturbeobachtungen
und Astronomie

Lieferbare Modelle:

C.5 —12.7 cm Spiegel
C.8 —20 cm Spiegel
C.14—35 cm Spiegel

Prospekte durch:

Christener Optik

Alleinvertretung für die Schweiz

Marktgass-Passage 1, Bern
Tel. 031 22 34 15

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen:

* Maksutow
* Newton
* Cassegrain
* Spezialausführungen

Spiegel- und Linsen- ∅:
110/150/200/300/450/600 mm

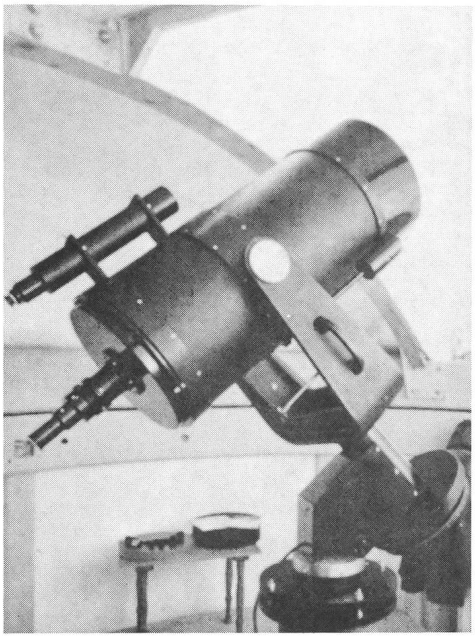
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK • CH-8731 Ricken

Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

Maksutow-Teleskop 300/4800



tasco TELESKOPE

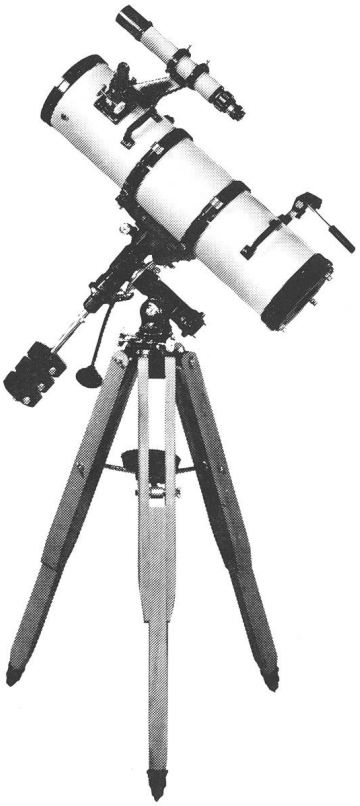
für anspruchsvolle Amateure

Reichhaltiges Programm von Refraktoren und Reflektoren in verschiedenen Preisklassen.

Grosses Angebot an Zubehör, Okularen, Linsen.

Speziell lichtstarke Feldstecher.

Verlangen Sie unsere Prospekte und Preislisten

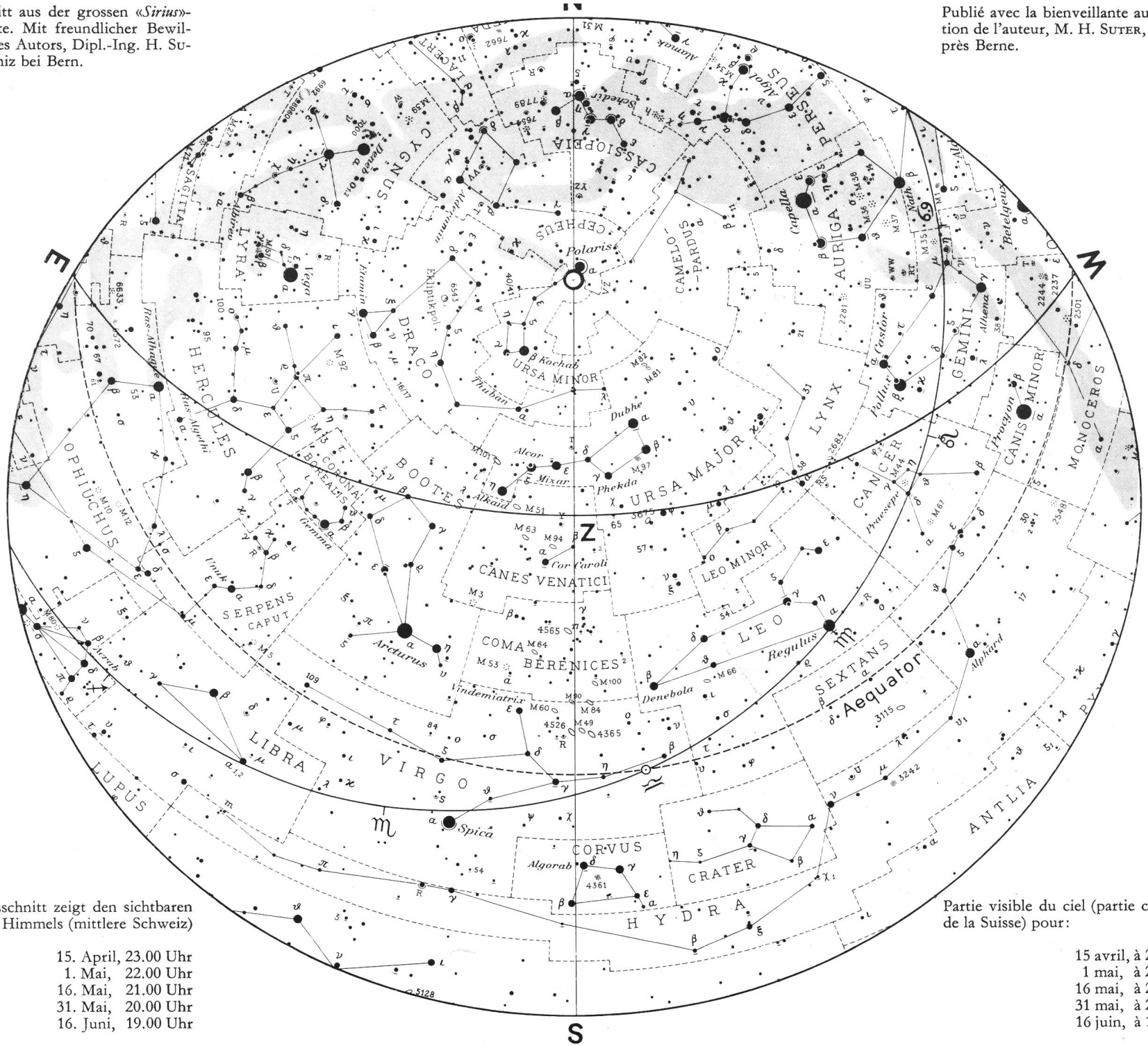


tasco optics
KIEPERT-REINACH

Postfach, CH-4153 Reinach/Basel

Ausschnitt aus der grossen «*Sirius*»-Sternkarte. Mit freundlicher Bewilligung des Autors, Dipl.-Ing. H. Suter, Köniz bei Bern.

Publié avec la bienveillante autorisation de l'auteur, M. H. Suter, Köniz près Berne.



Der Ausschnitt zeigt den sichtbaren Teil des Himmels (mittlere Schweiz) für:

15. April, 23.00 Uhr
1. Mai, 22.00 Uhr
16. Mai, 21.00 Uhr
31. Mai, 20.00 Uhr
16. Juni, 19.00 Uhr

Partie visible du ciel (partie centrale de la Suisse) pour:

15 avril, à 23.00 h
1 mai, à 22.00 h
16 mai, à 21.00 h
31 mai, à 20.00 h
16 juin, à 19.00 h