Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 36 (1978)
Heft: 164

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

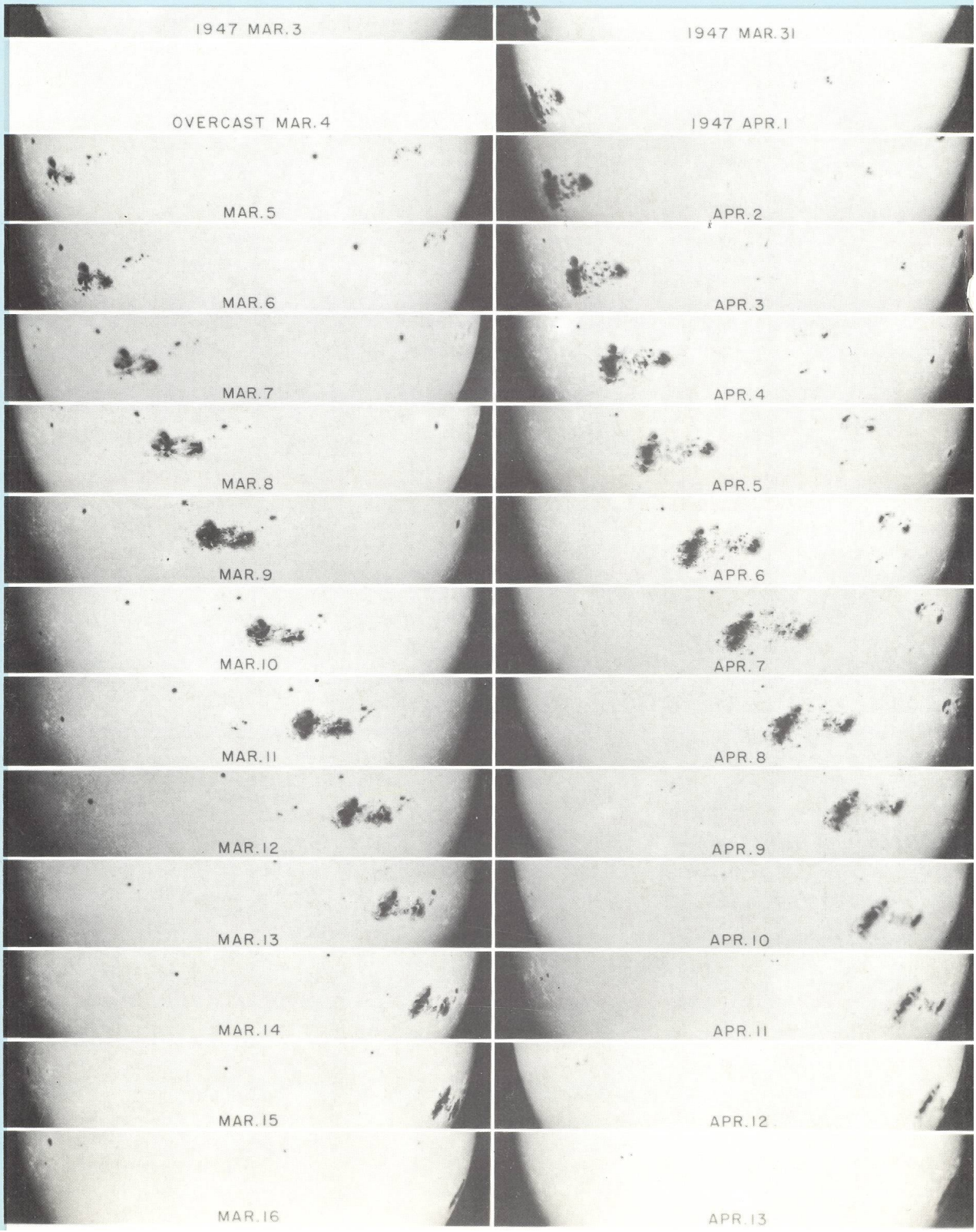
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on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

Download PDF: 20.08.2025

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

Februar
Février
1978

164

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 1—48, Nr. 164, Februar 1978 36e année, pages 1—48, No. 164, Février 1978

ORION

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

Inhaltsverzeichnis

E. POLLMANN:
Sternspektroskopie 4

E. POLLMANN:
Angewandte Spektralklassifizierung 9

THOMAS SPAHNI:
Filmkunde für Astroamateure 11

M. GOLAY:
Pourquoi les astronomes suisses doivent-ils poursuivre leurs recherches dans le ciel Sud 16

J. BÖING:
Zeitliche Veränderungen auf Jupiter 1971—1976/77 24

PHILIP STAIGER:
Die Sonnenflecken 1977 27
Sonnenbeobachtung für den Amateur 30

J. CLASSEN:
Katalog über 78 irrtümlich als Impaktstrukturen bezeichnete Objekte 31

H. SCHILT:
Koordinatentransformationen, sphärische Dreiecke und Taschenrechner 36

Sonne — Mitteilungsblatt der Amateur-Sonnenbeobachter 38

Astroferienkurs der Volkshochschule Bern 39

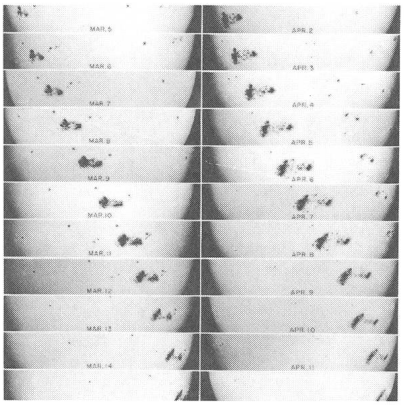
Sonnengruppe der SAG 39

Internationales Astronomisches Jugendlager/AYC 1978 in Tunesien 39

Bibliographie 40

Das Instrument 42

Titelbild/Couverture



Der grosse Sonnenfleck von 1947

Unsere Sonne stellt in vielerlei Hinsicht sowohl für den Anfänger wie auch für den fortgeschrittenen Amateurastronomen ein überaus interessantes und lehrreiches astronomisches Objekt dar. Besonders bei visuellen Beobachtungen über den gesamten Bereich des sichtbaren Lichtes sind wegen der Licht- und Wärmestrahlung unseres Tagesgestirnes strengste Vorsichtsmassnahmen zu treffen. In dieser ORION-Ausgabe beginnt eine Artikelserie, die den Anfänger mit den Techniken und den Möglichkeiten der Sonnenbeobachtung vertraut machen wird (Seite 30).
Das Titelbild (Mount Wilson and Palomar Observatories) wurde aus 25 Teilfotos zusammengesetzt und zeigt das zweimalige Umlaufen desselben gigantischen Sonnenflecks vom 3. März bis 13. April 1947.

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.
Inseratauftrage 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.

Sternspektroskopie

von E. POLLMANN, Leverkusen

Das Aufnehmen und Auswerten von Sternspektren ist eine der vielseitigsten und interessantesten Aufgaben, die sich der ernsthafte Astroamateur stellen kann. Um so mehr ist es unverständlich, dass die spektroskopische Beobachtung in der Vergangenheit bei den Amateuren so wenig Beachtung gefunden hat. Zwar sind in der letzten Zeit einige interessante Veröffentlichungen erschienen, zum richtigen Durchbruch der Sternspektroskopie ist es bislang nicht gekommen. In diesem Kapitel soll nun der Versuch gemacht werden, Vorurteile hinsichtlich übermässigen physikalischen Grundwissens, zu hoher Anschaffungskosten sowie gesteigerten Bastlergeschicks u. a. abzubauen helfen.

Die Sternspektren bestehen aus einem kontinuierlichen Spektrum mit einer Vielzahl dunkler Linien, den sogenannten Fraunhoferschen-Absorptionslinien. Um diese Linien auf einem Film oder einer Platte sichtbar werden zu lassen, bedient man sich eines Spektralapparates, in dem das eintretende Sternlicht fächerförmig ausgebreitet wird. Bringt man vor das Objektiv einer Kleinbildkamera ein Prisma geeigneter Dispersion (Farbenzerlegung) an, so entsteht in der Brennebene ein fadenförmiges Spektrum des eingestellten Sterns. Eine solche Anordnung wird mit Objektivprismenspektrograph bezeichnet. Sternwarten besitzen normalerweise Fernrohre mit langen Brennweiten und grossen Objektivdurchmessern. Hier ist schon aufgrund des Gewichtes ein Prisma mit kleinem brechenden Winkel notwendig. Bei den für Amateure sinnvollen Grössenordnungen ist dagegen ein Prisma mit relativ grossem brechenden Winkel erforderlich. Hier stellt sich schon die Frage nach der Brennweite des Objektivs, dessen Öffnungsverhältnis, und den Daten für das dem Objektiv optimal angepassten Prisma. Darauf wird später an anderer Stelle näher eingegangen. Abhängig von der Glassorte des Prismas, seinem brechenden Winkel e sowie seines mittleren Brechungsexponenten, wird das parallel zur Basisfläche des Prismas einfallende Sternlicht mehr oder weniger stark gebrochen. Fällt nun das Sternenlicht unter dem Winkel α auf das Prisma (Fig. 1), so sind die Brechungswinkel für die einzelnen Farben verschieden. Der Brechungsexponent für eine einzelne Farbe errechnet sich aus

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Die Ablenkung, die der Strahl beim Durchgang durch das Prisma erfährt, erreicht ihren kleinsten Wert, wenn er das Prisma symetrisch durchsetzt. In dieser Einstellung ist dann der Einfallswinkel gleich dem Ausfallswinkel, und das Prisma befindet sich im Minimum der Ablenkung. Spektralaufnahmen sollten grundsätzlich im Minimum der Ablenkung durchgeführt werden, weil dann das Prisma voll ausgeleuchtet ist, und damit das spektrale Auflösevermögen optimal wird. Die Dispersion eines Spektrographen gibt für die verschiedenen Wellenlängen an, wieviel Ångströmeinheiten (Mass für die Wellenlänge, 1 Å = 10^{-8} cm) auf 1 mm Spektrum fallen, und nimmt mit dem Dispersionsvermögen des Glases und dem brechenden Winkel e des Prismas zu. Wegen des begrenzten Auflösevermögens der hochempfindlichen Fotoemulsionen sollte sie nicht grösser sein als unbedingt notwendig. Um übermässig grosse Reflexionsverluste zu vermeiden, sollte auch der brechende Winkel 60° nicht überschreiten. Mit folgender Formel lässt sich der Brechungswinkel δ (Fig. 2) im Minimum der Ablenkung für eine bestimmte Wellenlänge λ und dem entsprechenden Brechungsindex η der verwendeten Glassorte errechnen:

$$\eta = \frac{\sin \frac{\delta + e}{2}}{\sin \frac{e}{2}}$$

Die Länge des Spektrums in der Filmebene für zwei definierte Wellenlängen ergibt sich aus der Differenz der beiden Ablenkungswinkel und dem Abstand des Objektivprismas zur Filmebene, wobei die Länge des Spektrums sich proportional zur Brennweite des Objektivs verhält. Das Auflösungsvermögen eines Spektrographen kann verstanden werden, als die Wellenlängendifferenz zweier Linien, die gerade noch voneinander getrennt sind, und ist definiert durch den Quotienten $\lambda/\Delta\lambda$. In der folgenden Tabelle sind für die Prismenglasarten Bor BK1 bzw. Flint F_3 und einer Objektivbrennweite von 100 mm die Spektrenlängen aufgeführt.

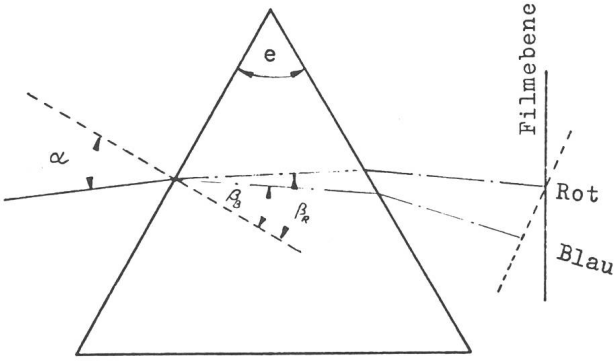


Fig. 1: Farbenzerlegung im Prisma.

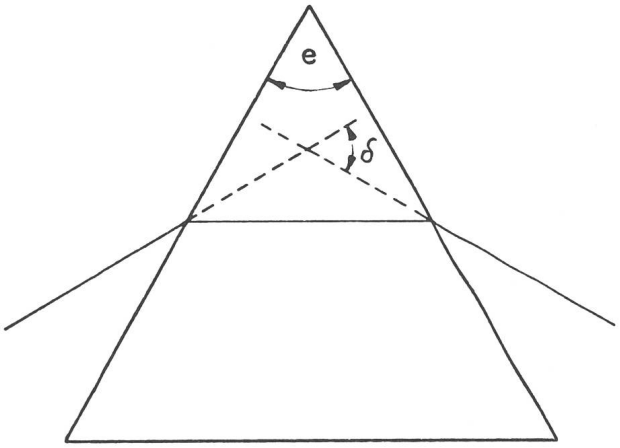


Fig. 2: Minimum der Ablenkung.

Glasart	Brechender Winkel	Spektrenlänge
Bor-Kron	30°	0,472 mm
BK 1	45°	0,798
$\eta = 1{,}51$	60°	1,308
Flint	30°	1,025
F_3	45°	1,480
$\eta = 1{,}62$	60°	3,154

η = Brechungsindex Für λ = 4861 Å.

Welche Objektive können für die Sternspektroskopie Verwendung finden? Aus Bild 1 geht hervor, dass die blauen Strahlen stärker gebrochen werden als die roten, und hier wird bereits eines der schwierigsten Probleme bei der Auswahl eines geeigneten Objektivs deutlich. Die meisten handelsüblichen Teleobjektive sind nicht völlig frei von chromatischer Abberation und werden somit beim Einsatz in der Spektroskopie nur einen relativ engen Spektralbereich scharf in der Filmebene abbilden können, der in den meisten Fällen etwa zwischen 4800 Å und 3900 Å (H_β — $H\zeta$) liegt. Das Spektrum wird also im Prismenspektrographen in einer zur optischen Achse geneigten Ebene abgebildet. Der Fehler macht sich um so weniger bemerkbar, je stärker das Objektiv abgeblendet wird, da die Farbzerlegung besonders durch die Randstrahlen hervorgerufen wird. Es können also demzufolge nur gute achromatische Objektive zum Einsatz kommen. Trotzdem wird man in der Regel immer mit einem gewissen Rest chromatischer Fokusdifferenzen zu rechnen haben. Bei Aufnahmen, in denen nur eng begrenzte Spektralbereiche erfasst werden sollen, wird man sich mit diesen optischen Gegebenheiten leicht abfinden können; im Falle gehobener Ansprüche bietet sich hier allerdings dem geschickten Bastler unter den Amateurastronomen die Möglichkeit, sich ein Kameragehäuse selber zu bauen, in dem der Film der Fokusdifferenz des Objektives entsprechend auf einer zur optischen Achse geneigten Ebene geführt wird. Der erforderliche Winkel zwischen dieser schiefen Ebene und der optischen Achse ist am sinnvollsten experimentell durch Versuchsaufnahmen zu ermitteln.

Nach meinen Erfahrungen wird man mit Objektiven von etwa 135 bis 300 mm Brennweite und Öffnungsverhältnissen von 1:2,8 bis 1:5 recht brauchbare Spektren erhalten, wobei mit den Kodakfilmen 103a-O oder 103a-F die erforderlichen Belichtungszeiten für Sterne 5. Grösse bei gutem Himmel bei etwa 30 bis 40 Minuten liegen. Die erforderliche Kantenlänge des Prismas muss stets der Objektivöffnung angepasst sein, um diese auch voll auszuleuchten (vgl. Fig. 3). Mit bekanntem Brechungsindex η und Ablenkungswinkel δ lassen sich diese Masse auch graphisch ermitteln.

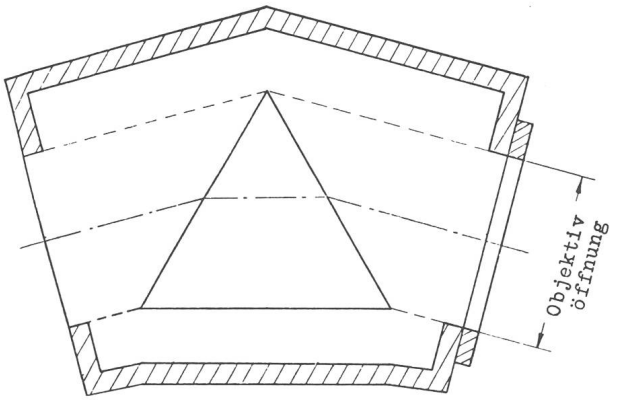


Fig. 3: Prismengehäuse.

Die Anbringung des Prismas vor das Objektiv geschieht am zweckmässigsten in einem Holzkasten. Es wird im Minimum der Ablenkung auf dessen Grundplatte aufgeklebt. Auf die Lichteintrittsfläche kann dann ein passender Objektivfilterring aufgeklebt werden, mit dem das Holzgehäuse vor das Objektiv geschraubt wird. Selbstverständlich sollte das Gehäuse zur Vermeidung von Streulicht innen mattschwarz lackiert sein. Die brechende Kante des Prismas muss so orientiert sein, dass sie parallel zur täglichen Bewegung der Sterne zu liegen kommt. Die Einstellung des Prismas in das Minimum der Ablenkung gilt gemäss den obigen Ausführungen streng genommen nur für eine einzige Farbe des Lichtes. Sie kann in der Weise vorgenommen werden, dass man beispielsweise in ausreichender Entfernung eine Strassenlaterne anvisiert und dabei das Prisma so lange dreht, bis das Laternenspektrum langsam in die Mattscheibe des Kamerasuchers hineinläuft bis zu einem Punkt, wo es umkehrt und wieder herausläuft. Diese relativ grobe Einstellung des Ablenkungsminimums über den Umkehrpunkt wird den praktischen Ansprüchen des Amateurs jedoch voll genügen.

Das zunächst noch fadenförmige Sternspektrum steht nun senkrecht zur Rektaszension. Um die feinen Linien photographisch sichtbar werden zu lassen, muss dieser Spektralfaden um einen bestimmten Betrag verbreitert werden. Während bei normalen Sternfeldaufnahmen das Fernrohr gleichmässig exakt nachgeführt werden muss, wird bei der Aufnahme eines Spektrums die Nachführung intervallweise betätigt. Das heisst, sie wird für einige Sekunden ausgeschaltet, um danach den Leitstern von Hand oder mit der elektrischen Feinbewegung wieder in die Ausgangsposition ins Fadenkreuz des Okulars zu bringen. Er wird also mit einer Amplitude bestimmter Grösse zwischen zwei Fäden im Okular pendeln. Die Grösse b dieser Amplitude errechnet sich aus dem Abstand a der Fäden, den Brennweiten F des Leitfernrohres und f der Spektrographenoptik nach folgender Formel:

$$b = a \frac{f}{F}$$

Je kleiner diese Amplitude gehalten wird, desto geringer wird die erforderliche Belichtungszeit. Die Spektrenbreite in der Filmebene sollte den Wert von 0,3 bis 0,4 mm nicht unterschreiten, da sonst die Filmkörnung eine sichere Linienidentifizierung z. B. unter dem Mikroskop problematisch macht.

Dem Spektroskopiker werden beim Auswerten seiner Aufnahmen zwei Erscheinungen nicht entgehen:

— erstens wird er feststellen, dass die Linien der Spektren der Randsterne, die ausserhalb der Filmmitte mitaufgenommen werden, nicht genau senkrecht zur Deklinationsrichtung, sondern mehr oder weniger schief dazu abgebildet sind. Die Ursache dafür ist, dass die Bewegungsrichtung der Pendelamplitude bei den Randsternen nicht parallel zur Tangente ihres Stundenkreises verläuft und eben nur für den eingestellten Stern in der Filmmitte gegeben ist;

— zweitens wird er bemerken, dass die Spektren in verschiedenen Zonen der Filmebene keine einheitliche Dispersion aufweisen. Man wird sich hier an das eingangs Gesagte bezüglich der Farbzerlegung im Prisma erinnern. Das Ablenkungsminimum (Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel) ist auch hier eben nur für den in der Filmmitte eingestellten Stern gegeben, und sämtliche Sterne mit einem davon abweichenden Einfallwinkel sind entsprechend einem anderen Dispersionsverhalten des Prismas ausgesetzt. Diese zwei Störquellen kann man einfach umgehen, wenn man sich bei der Spektroskopie nur mit der Aufnahme eines einzelnen Sterns zufrieden gibt.

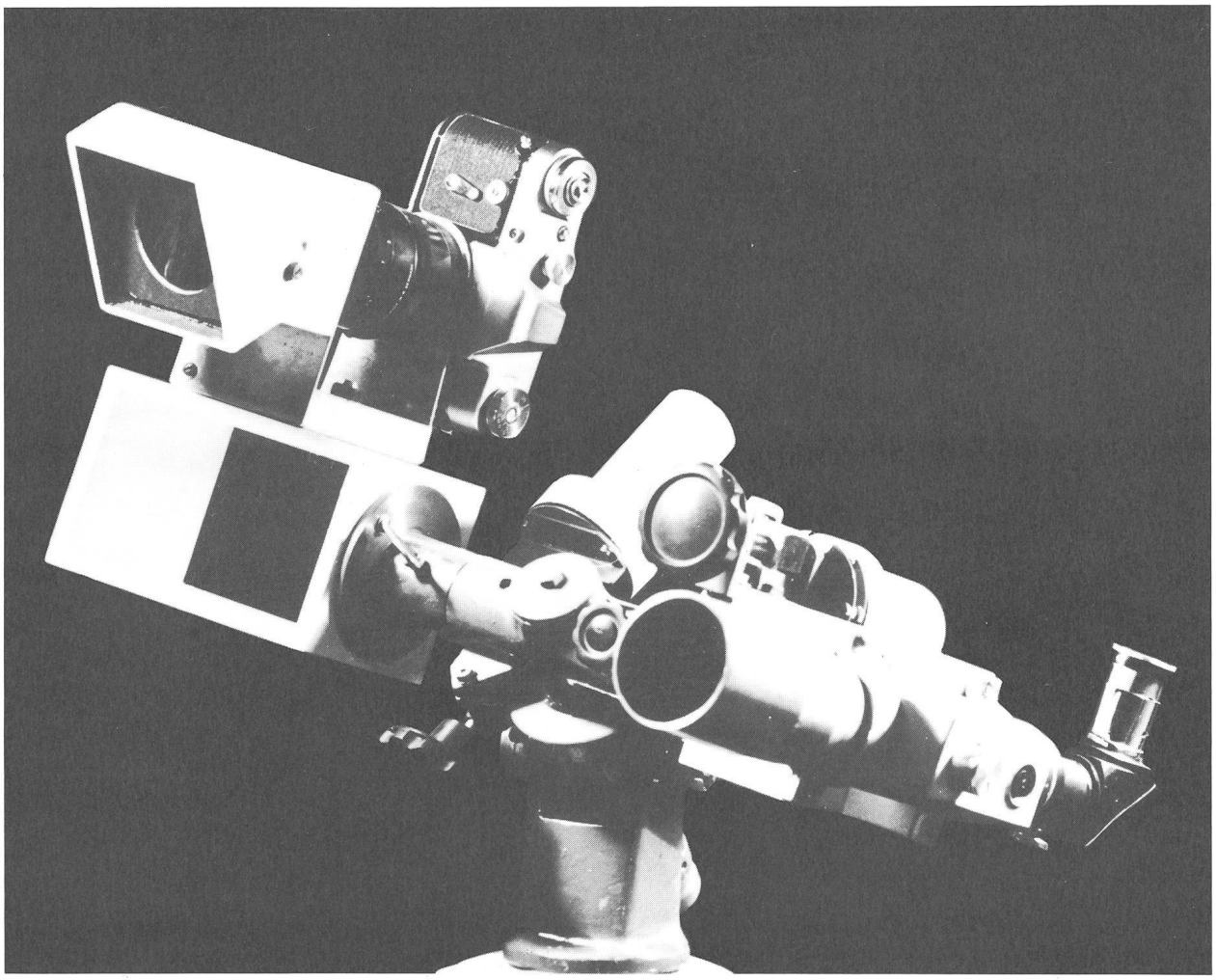
Die Linien im Sternspektrum sind charakteristisch für die im Stern vorhandenen Elemente. Ihre Wellenlängen lassen sich nach bestimmten Serien ordnen; z. B. die sogenannte Balmerserie des Wasserstoffs. Ihre Entstehung kann vereinfacht folgendermassen verstanden werden: die Elektronen eines Atoms befinden sich normalerweise im energieärmsten Grundzustand und können durch Aufnahme von Energie in einen angeregten Zustand höherer Energie übergehen, sind dort aber nicht stabil und fallen sofort wieder auf niedere Energiestufen zurück. Hierbei wird die entsprechende Energiedifferenz als Licht in Form einer Emissionslinie frei. Den Vorgang muss man sich beim Auftreten von Absorptionslinien in umgekehrtem Ablauf vorstellen. Man kann deshalb über die verschiedenen Frequenzen der Linien auf die Energiezustände der Sternatmosphäre schliessen.

Zum Ausmessen von Objektivprismenspektren kommen eigentlich nur drei gebräuchliche Verfahren in Frage:

1. Die Projektionsmethode:
hier wird mit einem Diaprojektor oder photographischen Vergrösserungsgerät das Sternspektrum an die Wand bzw. auf den Kopiertisch projiziert und mit einer Schieblehre vermessen.

2. Die Auswertung mit dem Mikroskop und Mikrometerschlitten:
mit diesem Verfahren wird eine weit höhere Messgenauigkeit erzielt als mit der Projektionsmethode. Die auszumessenden Spektrallinien werden mit dem Fadenkreuz des Messokulars mittels Schlitten zur Deckung gebracht und ihre Distanzen an der Messuhr mit einer Ablesegenauigkeit von 1/100 mm bestimmt. Fig. 4 zeigt ein selbstgebautes Instrument dieser Bauart, mit dem sehr zufriedenstellende Ergebnisse erhalten wurden.

Beiden Verfahren gemeinsam ist die Ableitung der Be-



Spektrograph als Gegengewicht an der Deklinationsachse eines transportablen 240-mm-Teleskopes montiert: KB-Kamera mit 135 mm (1:3,5) Objektiv mit vorgesetztem 60°-Kronglasprisma. Erbauer: E. Pollmann.

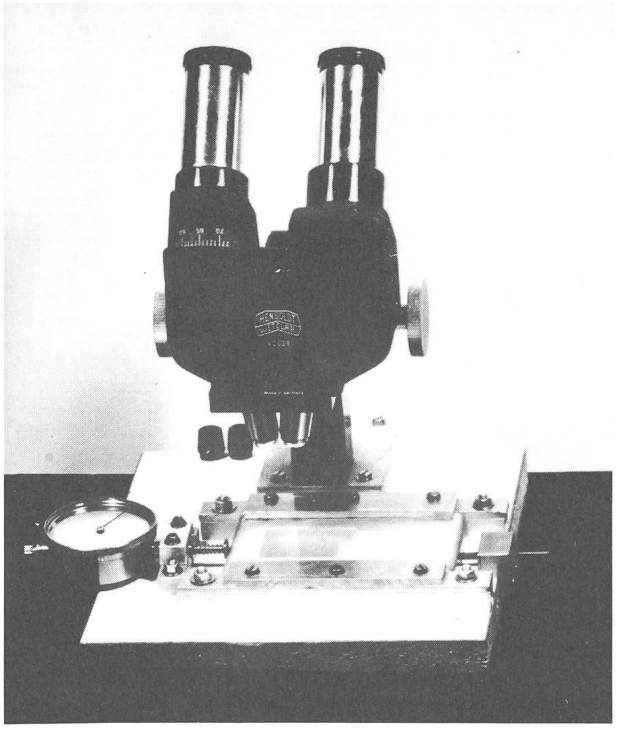


Fig. 4: Gerät zur Mikrometervermessung.

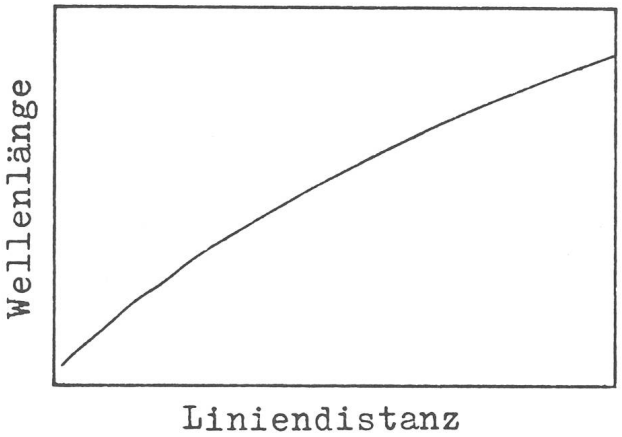


Fig. 5: Dispersionskurve eines Prismas.

ziehung zwischen der Wellenlänge der Spektrallinien und ihrer Lage im Spektrum über die Dispersionskurve des Prismas (Fig. 5) mit einer Aufnahme des Spektrums eines A-Sterns, dessen ausgeprägte Wasserstofflinien das ermöglichen. Als Nullpunkt wählt man die erste Linie Hα und misst von ihr aus den Abstand der übrigen Linien. Die Distanzen der Wasserstofflinien werden auf der Abszisse gegen ihre entsprechenden Wellenlängen auf der Ordinate aufgetragen. Die Kurve wird zunächst einen gekrümmten Verlauf annehmen, um über Hζ hinaus in den Proportionalitätsbereich zwischen Wellenlänge und Liniendistanz überzugehen. Bei der Darstellung der Dispersionskurve sollte der Abbildungsmaßstab nicht zu klein gewählt werden, um eine möglichst hohe Ablesegenauigkeit zu erreichen.

3. Die photometrische Registrierung:
von allen drei hier beschriebenen Verfahren stellt die photometrische Registrierung die einzig objektivierbare Methode dar und soll darum hier etwas ausführlicher beschrieben werden: das Filmnegativ des Sternspektrums wird wiederum mit einem normalen Vergrösserungsgerät senkrecht nach unten auf einen Fotowiderstand eines Photometerschlittens projiziert. Der Widerstand ist in einem lichtdichten Gehäuse untergebracht, dessen obere Lichteintrittsfläche mit einem Spalt von 0,1 mm Breite und 2 mm Höhe versehen ist. Die Spaltbreite lässt sich durch Aufkleben zweier dünner mattschwarz lackierter Aluminiumfolien und einer Rasierklinge leicht einstellen. Es ist darauf zu achten, dass das Widerstandsgehäuse auf dem Photometerschlitten eine wackelfreie saubere Seitenführung besitzt. Mit einem Wechselstromsynchronmotor und Untersetzungsgetriebe wird nun der Photometerschlitten mit einer gleichförmigen und vor allem reproduzierbaren Geschwindigkeit von ca. 0,6 mm/Min. über eine Feingewindestange angetrieben und über die gesamte Spektrenlänge hinweggefahren. In Bild 6 ist ein Photometerschlitten der hier beschriebenen Bauweise dargestellt, mit dem eine gesamte Spektrenlänge von 100 mm durchfahren werden kann. Der Fotowiderstand wird mit einer konstanten Gleichspannung von etwa 100 V versorgt, wobei die an ihm abfallende Teilspannung in der Grössenordnung von 5—20 mV zur Registrierung direkt auf einen Kompensationsschreiber mit gleichmässigem Papiervorschub gegeben werden kann. Mit einer solchen Einrichtung wird man nun einen Regi-

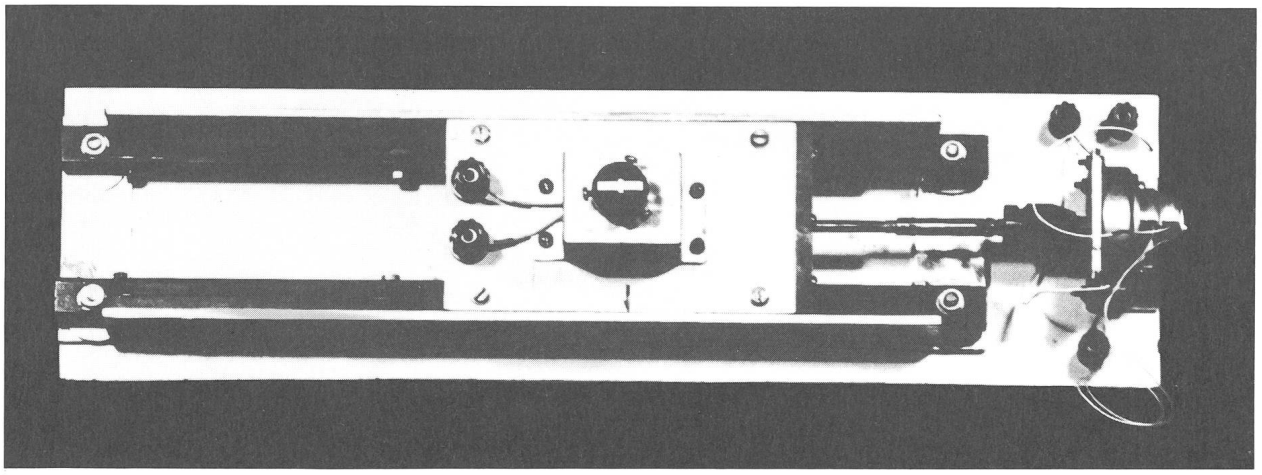


Fig. 6: Photometerschlitten.

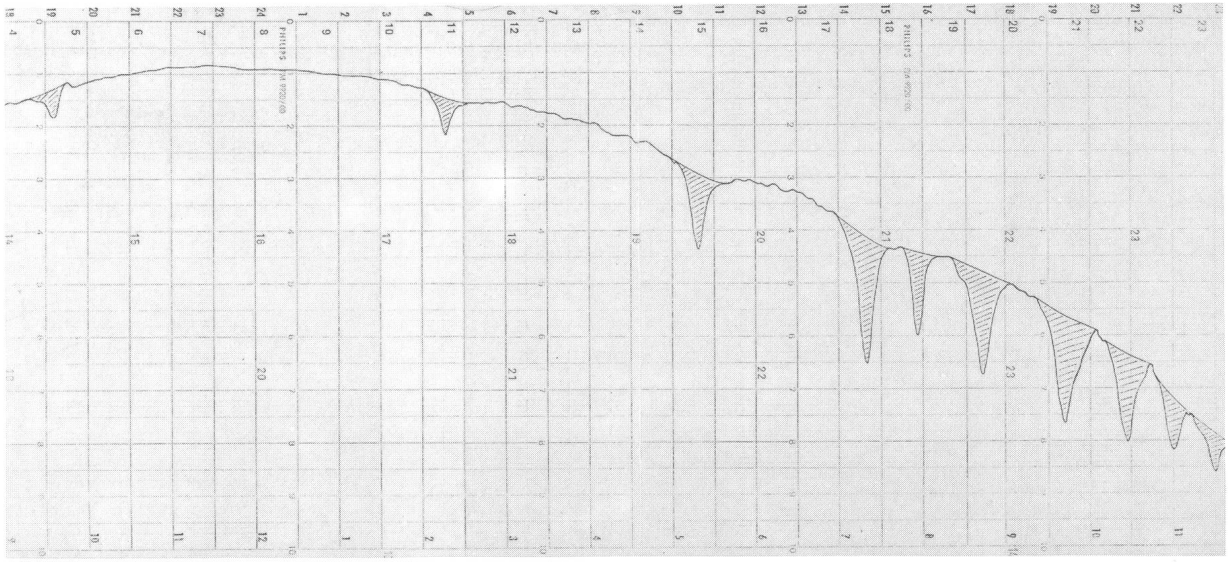


Fig. 7: Photometrisches Spektrum, Aql (A7).

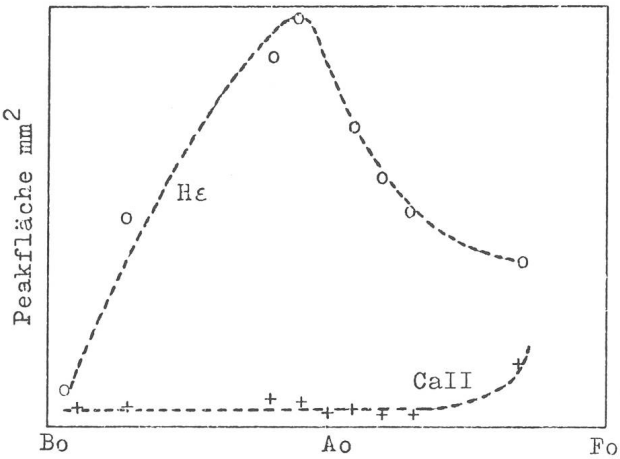


Fig. 8: Zusammenhang zwischen Linienintegral und Spektraltyp.

strierstreifen mit einer mehr oder weniger grossen Anzahl von Absorptionspeaks des photographischen Spektrums erhalten.

Zum Zweck der Peakidentifizierung photometriert man in Anlehnung an die beiden ersten Verfahren zweckmässigerweise das Spektrum eines Sterns vom Spektraltyp A. Den Registrierstreifen dieses Eichsterns bringt man mit dem des zu untersuchenden Sterns zur Deckung und fixiert darin die Positionen der Wasserstoffpeaks. Durch Extrapolation können dann die Wellenlängen der interessierenden Absorptionslinien bestimmt werden. Ein Beispiel der photometrischen Registrierung eines Sterns vom Spektraltyp A7 (αAql) zeigt Fig. 7. Mit dem hier beschriebenen Auswertverfahren bieten sich einige Untersuchungsmöglichkeiten eines Sternspektrums an. Linienverbreiterung- oder auch -aufspaltung durch Dopplereffekt, die mit der Projektions- und Mikrometermethode wohl auch festgestellt werden können, sind bei photometrischer Vermessung sehr viel anschaulicher und vor allem objektiver darzustellen. Desweiteren lassen sich sehr aufschlussreiche Linienintensitätsbetrachtungen in Abhängigkeit vom Spektraltypus bei gleicher Leuchtkraftklasse durchführen. Die Fläche unter einem Absorptionspeak ist ein Mass für die Intensität der entsprechenden Absorptionslinie. Sie wird durch Planimetrieren des Kurvenverlaufs gemessen, wobei die Basislinie die Verbindung des beiderseits angrenzenden Kontinuums darstellt. Trägt man die vom Kurvenverlauf der Linien Hε und Ca II (K) umschlossene Fläche gegen den Spektraltypus auf (Fig. 8), so zeigt Hε in ihrer Intensität ab etwa Bo eine stetige Zunahme mit deutlichem Maximum bei B9, um danach über Ao hinaus in der Intensität wieder abzunehmen. Die Linie Ca II bleibt in der Intensität schwach ab Bo bis etwa A5, um darüber hinaus plötzlich stark anzusteigen. Leider lagen zur Zeit der Manuskriptverfassung keine weiteren Aufnahmen ab A7 bei gleicher Leuchtkraftklasse vor, um den weiteren Intensitätsverlauf von Hε und Ca II aufzunehmen. In der Praxis der Berufsastronomen bildet die Photometrie der Linienprofile u. a. die Grundlage zur Interpretation der Physik der Sternatmosphäre und der Erforschung von Rotationseffekten.

Als weitere Anwendungsmöglichkeiten der spektroskopischen Beobachtung wären besonders erwähnenswert:

a) die Linienaufspaltungen bzw. -variationen von spektroskopischen Doppelsternen und δ-Cepheisternen und

b) der langperiodischen Veränderlichen

c) die spektralen Besonderheiten der sogenannten Hüllensterne (γCassiopeia, Wasserstofflinien in Emission u. a.)

Unter anderem ist es möglich, über die Linienaufspaltung von Bedeckungsveränderlichen sehr aufschlussreiche Beobachtungen hinsichtlich der Radialgeschwindigkeit zu gewinnen.

An b) anknüpfend konnte vom Verfasser im Frühjahr 1977 an dem langperiodischen Bedeckungssystem Zeta Aurigae das Verschwinden der Wasserstofflinien des B-Sterns als Folge seiner Bedeckung durch den K-Stern beobachtet werden. Bild 9a zeigt im Zeta Aurigae-Spektrum (4900—3700 Å) die Wasserstoffabsorptionen der B-Komponente vor der Bedeckungsphase;

Aufnahme 9b, zur Zeit der Bedeckung gewonnen, lässt im gleichen Spektralbereich nur noch den Anteil

Wellenlänge	Element
6563 Å	H α
4861	H β
4481	Mg II
4471	He I
4383	Fe I
4340	Hγ
4325	Fe I
4307	Metalle (G-Band)
4303	Fe I
4299	Fe I
4227	Ca I
4172	Fe II
4128	Si II
4121	He I
4102	Hδ
4026	He I
4024	Zr II
3970	Hε
3968	Ca II (H-Linie)
3934	Ca II (K-Linie)
3890	Hζ
3857	Si II
3836	Hη
3799	Hϑ
3771	Hι
3759	Ti II
3751	H$\varkappa$

der Metallinien der K-Komponente erkennen. Ein besonderer spektraler Leckerbissen dieses Bedeckungssystems ist schliesslich noch das Auftreten von Kalziumlinien zu dem Zeitpunkt, wo während des langsamen Verschwindens des B-Sterns hinter dem K-Stern dessen Kalziumatmosphäre von der B-Sternstrahlung durch-

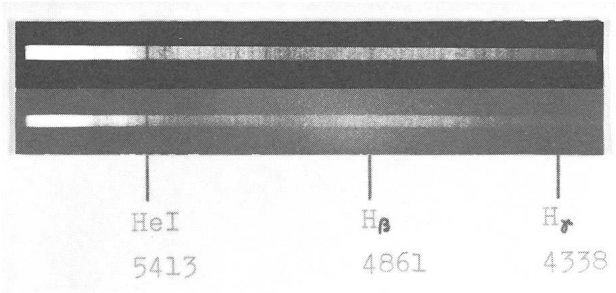


Fig. 9: Oben: Fig. a), 1977 März 3. Unten: Fig. b), 1977 April 16.

setzt wird. Leider dauert dieser Vorgang nur einige Tage und konnte wegen ungünstiger Witterungsbedingungen vom Verfasser nicht beobachtet werden. Für die Aufnahmen in dem oben erwähnten Spektralbereich wurde der Film Kodak 103a-O mit seinem Empfindlichkeitsmaximum bei ca. 4300 Å verwendet. Im Hinblick auf die Auswahl des Filmmaterials für die Spektroskopie sollten grundsätzlich nur dem jeweiligen Untersuchungsziel optimal angepasste Emulsionstypen verwendet werden. Die beiden Typen 103a-0 und 103a-F z. B. ergänzen sich in ihrer spektralen Empfindlichkeitsverteilung sehr gut und erfassen insgesamt einen Spektralbereich von ca. 7600 bis 3600 Å. Nach eigenen Aufnahmen ist der Beginn der spektralen Empfindlichkeit deutlich an der atmosphärischen A-Bande (7600 Å) zu erkennen. Die abschliessend tabellarische Zusammenstellung einiger analytisch wichtiger Absorptionslinien wird dem Sternspektroskopiker zur Linienidentifikation seiner Spektren eine nützliche Hilfe sein.

Adresse des Autors:
Ernst Pollmann, Hammerweg 20, D-5090 Leverkusen.

Angewandte Spektralklassifizierung

von E. POLLMANN, Leverkusen

Die Praxis der Spektralklassifizierung wird den meisten Astro-Amateuren lediglich nur von der Theorie her ein Begriff sein. Obgleich sich im Rahmen seiner instrumentellen Möglichkeiten durchaus einige interessante Beobachtungsaufgaben anbieten, wird er in der Literatur hingegen echte Anwendungsbeispiele kaum oder gar nicht finden. Es ist darum in diesem Aufsatz mein Anliegen, eine Möglichkeit aufzuzeigen, die aus den Lehrbüchern der Astronomie erworbenen theoretischen Kenntnisse an einem einfachen aber deshalb nicht minder interessanten Beobachtungsbeispiel anzuwenden. An dem pulsationsveränderlichen Stern δ-Cephei ist eine solche spektroskopische Beobachtungsaufgabe durch die Tatsache gegeben, dass er, ausgehend von der Abnahme seiner Maximalhelligkeit innerhalb von 5,366341 Tagen bis zum Minimum seine Spektralklasse von F2 zu G2 verändert. Mit einem einfachen Prismenspektrographen[1, 2, 3]), dessen mittlere Lineardispersion im Bereich Hβ-Hγ etwa 200 Å/mm beträgt, wird man diese Spektrumvariation photographieren können. Die Belichtungszeiten liegen sowohl während des Maximums wie auch im Minimum bei Verwendung hochempfindlichen Filmmaterials (Kodak 103a-0) bei ca. 15—20 Min., wobei der genaue Aufnahmezeitpunkt festgehalten werden muss. Bei der Auswahl des Filmmaterials sollte darauf geachtet werden, dass dessen Maximalempfindlichkeit in etwa mit dem für die Beobachtung interessanten Spektralbereich übereinstimmt.

Es erhebt sich nun die Frage, nach welchen Kriterien das photographierte Spektrum ausgewertet werden soll. Im BI-Taschenbuch «Einführung in die Astronomie» von Becker ist auf den Seiten 132/133 eine Methode beschrieben, nach der die Potsdamer Spektraldurchmusterung erarbeitet wurde. Danach wird das Intensitätsverhältnis zweier typischer Linien geschätzt oder vermessen, wobei eine mit fortschreitender Spektralklasse schwächer, die andere stärker wird. Wie schon erwähnt, erfasst die Variabilität der Spektralklasse von δ-Ceph den Bereich von F2 bis G2, und gemäss der Potsdamer Spektraldurchmusterung wird dabei das Intensitätsverhältnis der Linien 4307 Å (G-Band, Metalle) zu 4340 Å (Hγ) wie es in der Abb. 1 in Abhängigkeit von der Spektralklasse dargestellt ist, für die quantitative Auswertung herangezogen. Dieses Verhältnis kann in einer Art Stufenschätzung ermittelt werden, wobei der Gesamteindruck der Linien das Intensitätsmass darstellen soll. Für

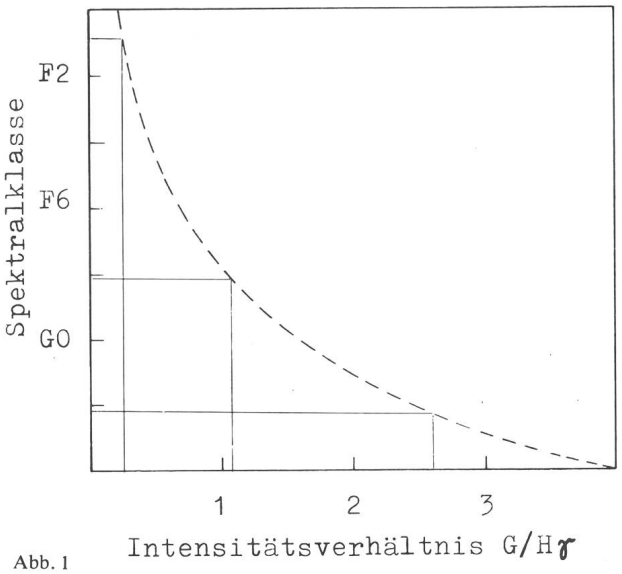


Abb. 1

eine derartige quantitative Untersuchungsreihe scheint jedoch eine photometrische Linienvermessung, wie sie von mir an anderer Stelle beschrieben wurde[1, 4]) geeigneter.

Mit meinem 910 mm 30° Kronglasprismenspektrographen gelangen mir drei Spektralaufnahmen von δ-Ceph bei JD 2443406,313 . . . . 434,278 und . . . . 436,266 entsprechend den Lichtwechselphasen 0,08, 0,288 und 0,658. Der Aufnahme bei Phase 0,08 ging das Maximum des Sterns um 0,429 Tage voraus, und Aufnahme bei Phase 0,658 lag um 0,0812 Tage vor dem Minimum. Die Spektren in diesen beiden Phasen müssten also deutlich

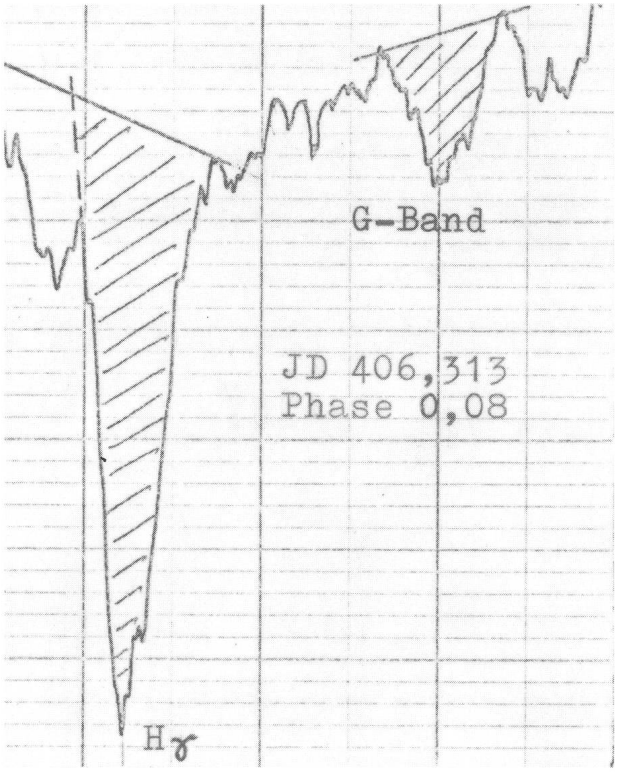


Abb. 2a

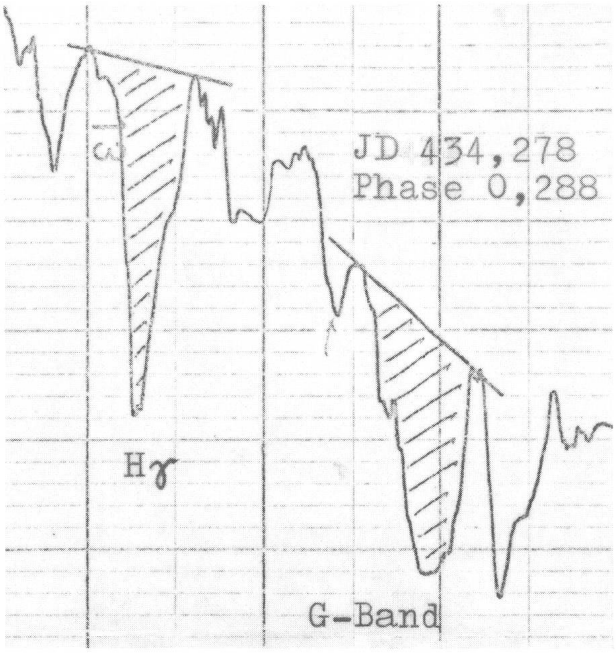


Abb. 2b

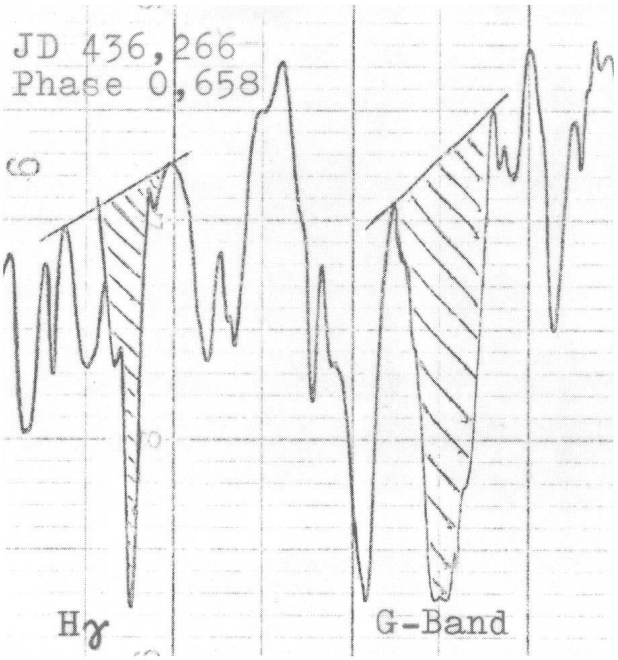


Abb. 2c

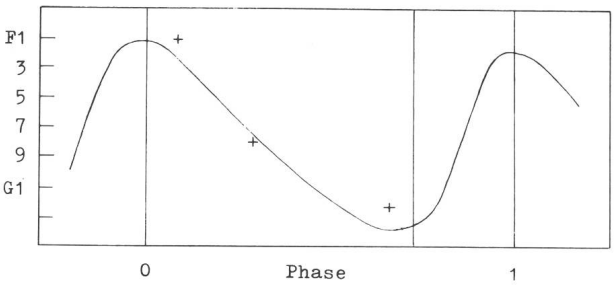


Abb. 3

den Unterschied zwischen den Klassen F2 und G2 erkennen lassen. In Abb. 2 sind die Ausschnitte aus den Photometerkurven der drei Spektren dargestellt, in der die veränderten Linienintensitäten in Abhängigkeit von der Phase sehr schön verdeutlicht werden. Die Flächen unter diesen Absorptionslinien, ein Mass für deren Intensität, wurden mit einem Planimeter ermittelt und das Verhältnis G-Band/Hγ errechnet, wobei folgende Werte bestimmt werden konnten:

Phase	Hγ	G-Band	G-Band/Hγ
0,08	530 mm²	120 mm²	0,23
0,288	197 mm²	210 mm²	1,07
0,658	130 mm²	340 mm²	2,6

Überträgt man nun das so ermittelte Intensitätsverhältnis in die Kurve des Diagrammes der Abb. 1, so lässt sich daraus für jedes Verhältnis die entsprechende Spektralklasse ableiten:

Phase	Spektralklasse
0,08	F1
0,288	F8
0,658	G2

Auf den Mechanismus dieses Vorganges soll hier nicht eingegangen werden, es sei auf die Spezialliteratur[5]) verwiesen. Im Diagramm der Abb. 3 ist die phasenabhängige Spektralklassenvariation, wie sie bei δ-Cephei-Sternen beobachtet wird, wiedergegeben. Es gilt nun zu prüfen, ob die ermittelten Werte aus den eigenen Beobachtungen sich in diesen Kurvenverlauf einpassen lassen. Die drei photometrisch bestimmten Spektralklassen werden ihren Phasen entsprechend in das Diagramm eingetragen. Wie man sieht, weichen die Messpunkte im Bereich der Extremwerte der Lichtkurve etwas vom eigentlichen Kurvenverlauf ab. Diese Abweichung ist eventuell dadurch zu erklären, dass die Änderung der Spektralklasse von Periode zu Periode nicht immer streng zu gleichen Werten führt, wie es die Kurve darstellt. Zur Klärung dieses Befundes wäre es erforderlich, die Untersuchungsreihe mehrfach zu wiederholen. Jedoch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Werte aus nur drei Aufnahmen erhalten wurden, kann das Ergebnis als durchaus zufriedenstellend betrachtet werden. Das hier beschriebene spektroskopische Anwendungsbeispiel ist sicher nur eine Reproduktion dessen, was professionellen Astronomen schon längst als gesicherte Erkenntnis vorliegt. Es vermittelt deshalb nicht minder dem Amateur unter Miteinbeziehung der Theorie solcher physikalischer Prozesse ein sehr viel besseres Verständnis für derartige Abläufe.

Literatur:
[1]) Pollmann, E., SuW 9/77; S. 296
[2]) Ahnert, P., Kalender für Sternfreunde 1968; S. 185
[3]) Alt, W., SuW 4/69; S. 93
[4]) Pollmann, E., Mitteilungsblatt der Volkssternwarte Köln; 4/76
[5]) Hoffmeister, C., Veränderliche Sterne, Leipzig 1970

Adresse des Autors:
Ernst Pollmann, Hammerweg 20, D-5090 Leverkusen.

Filmkunde für Astroamateure

von THOMAS SPAHNI, Winterthur

Teil 1: Bildentstehung, Schwärzung und Kontrast

Seit die Photographie ein neues Kapitel der Astrophysik eingeleitet hat, versuchen mehr und mehr auch Amateure Himmelsobjekte auf den Film zu bannen.

Über die instrumentellen Voraussetzungen ist im ORION eingehend berichtet worden[1, 2, 3, 4]).

Aber selbst wenn die Optik ein erschütterungsfreies und gestochen scharfes Bild erzeugt, besteht noch lange keine Gewähr für gute Astroaufnahmen. Belichtungszeit, Wahl der Emulsion und Verarbeitung sind oft entscheidend. Deshalb ist es unumgänglich, dass ernsthafte Astrophotographen ihre Filme selbst verarbeiten.

Leider ist es unmöglich eine allgemeine Anleitung zu geben, die in jedem Fall zu guten Resultaten führt. Dafür kann aber jeder, der einige Kenntnisse über photographische Schichten besitzt, diejenige Kombination von Film und Verarbeitung ermitteln, die in seinem Fall die besten Ergebnisse verspricht.

Diese Darstellung der wichtigsten Grundlagen soll dabei helfen.

Entstehung eines Bildes

Ein Film besteht aus winzigen Silberbromidkristallen, eingebettet in eine Gelatineschicht. Diese Schicht ist auf einem stabilen Träger wie etwa Glas oder Zelluloid aufgebracht. Bei den handelsüblichen Filmen ist das Zelluloid inzwischen durch modernere Kunststoffe ersetzt worden.

Bei der Belichtung gelangt ein Lichtquant durch die Aufnahmeoptik auf den Film und trifft dort einen Silberbromidkristall. Es schlägt einem Bromidion ein Elektron aus der Bahn und wird dabei absorbiert. So entsteht ein freies Photoelektron, das an seinem alten Platz eine positiv geladene Lücke zurücklässt. Beide sind innerhalb des Kristalles frei beweglich. Ein benachbartes Elektron springt in das Loch, fehlt aber an seinem alten Platz. Die positive Lücke wird wie ein «Schwarzer Peter» weitergegeben.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass das überzählige Elektron und das positive Loch irgendwann wieder zusammenfinden und sich unter Abgabe von Energie wieder vereinigen. In diesem Fall ist der Silberbromidkristall unbelichtet wie zuvor.

Zum Glück hat jeder Kristall Fehler in seinem Kristallgitter, sei es durch Einschlüsse von fremden Stoffen, oder durch Beschädigungen an seiner Oberfläche.

An solchen sogenannten aktiven Stellen wird ein wanderndes Elektron festgehalten und von einem beweglichen Silberion neutralisiert. An der aktiven Stelle ist ein neutrales Silberatom entstanden.

Während der Belichtungszeit wiederholt sich dieser Vorgang. Auftreffende Lichtquanten lösen neue Photoelektronen aus, die dann ebenfalls an der aktiven Stelle festgehalten und durch weitere Silberionen neutralisiert werden. Wenn während der ständigen Wanderung durch den Kristall zwei positive Lücken aneinandertreffen,

verbinden sie sich zu einem Brommolekül. Die Gelatine absorbiert das entstandene Brom.

An den aktiven Stellen sammelt sich nun langsam ein winziger Fleck von metallischem Silber an.

Man vermutet, dass es bei den empfindlichsten Silberbromidkristallen vier bis zehn gebundene Silberatome an einer aktiven Stelle braucht, bis der Kristall belichtet ist. Noch ist zwar von einer Schwärzung nichts zu sehen, man spricht deshalb von einem latenten Bild, aber die Silberatome sorgen dafür, dass bei der Entwicklung alle verbleibenden Silberionen reduziert werden. Das gesamte Korn wird schwarz. Die Entwicklung des Films ist also lediglich eine Verstärkung des latenten Bildes, und zwar ungefähr um einen Faktor von 10^9.

Jetzt ist klar, warum grobkörnige Filme empfindlicher sind als feinkörnige. Die grossen Körner bilden eine grössere Auffangfläche für das Licht und haben folglich auch schneller die nötige Anzahl Lichtquanten eingefangen, um bei der Entwicklung schwarz zu werden.

Schwärzungskurve und Kontrast

Ein entwickeltes Filmkorn kann nur ganz geschwärzt sein oder gar nicht. Graue Zwischentöne sind unmöglich.

Wären in einem Film alle Körner gleich gross, so sähe eine Landschaftsaufnahme wie ein Holzschnitt aus. Schwarze und helle Bildteile wären durch scharfe Kanten voneinander abgegrenzt. Dies ist bei den sogenannten Strichfilmen teilweise verwirklicht.

Um eine weiche Gradation zu erreichen, enthalten die meisten Emulsionen Silberbromidkristalle von verschiedener Grösse und in mehreren Lagen übereinander.

Die Schwärzung nimmt dann bei gleichbleibender Belichtungszeit mit zunehmender Beleuchtungsstärke zu. Stellt man die Zunahme in einem Diagramm dar, so erhält man die *Schwärzungskurve.* (Fig. 1).

Auf der Abszisse ist der Logarithmus des Produktes von Bestrahlungsstärke und Belichtungszeit aufgetragen, wobei aber alle Messungen für eine Schwärzungskurve mit der gleichen Belichtungszeit ausgeführt werden müssen.

Die Schwärzung d wird gemessen, indem man einen Lichtstrahl durch den Film schickt und das Verhältnis des auftreffenden zum austretenden Licht misst. (Fig. 2).

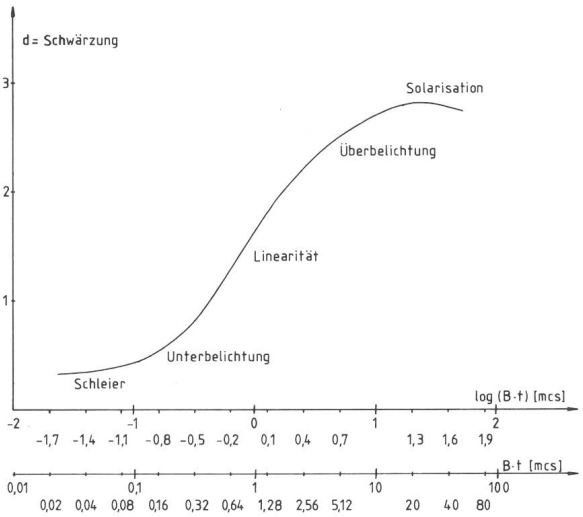


Fig. 1 : Beispiel einer Schwärzungskurve. Zur Verdeutlichung des Helligkeitsumfanges sind auf einer zweiten Abszisse neben den Logarithmen auch die Werte für die Belichtung selbst aufgetragen. Masseinheit ist die Meter-Kerzen-Sekunde [mcs]. Die Schwärzung des Films, abgetragen auf der Ordinate, ist als logarithmischer Wert definiert. Sie kann direkt aus der Skala abgelesen werden.
Bei den logarithmischen Skalen bedeutet eine Zunahme um 0,3 Skalenteile eine Verdoppelung der effektiven Grösse.

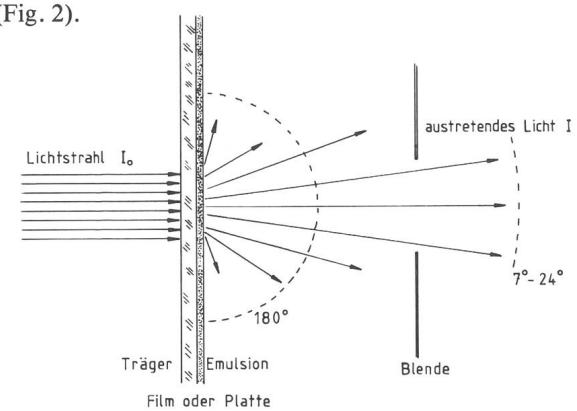


Fig. 2 : Vorrichtung für die Messung der Dichte d. Der Film wird mit einem parallelen Lichtstrahl durchleuchtet. Dabei wird ein Teil des Lichtes gestreut. Für die Ermittlung der sogenannten diffusen Dichte wird das gesamte austretende Licht über einen Winkel von 180° berücksichtigt, für die halbdiffuse Dichte ein Winkel von 24° und für die Messung der parallelen Dichte darf nur ein um 7° divergentes Lichtbündel in die Photozelle gelangen.

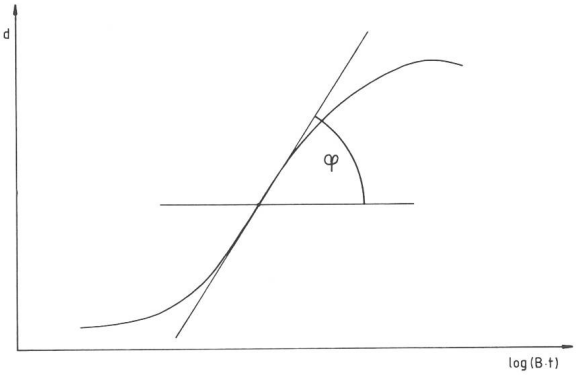


Fig. 3 : Der Kontrast Gamma ist als die grösste Steigung der Schwärzungskurve definiert. Er wird als Tangens des Winkels φ angegeben. Der Gamma-Wert ermöglicht keine Rückschlüsse auf die allgemeine Form der Kurve, da für ihn nur der Punkt grösster Steigung massgebend ist.

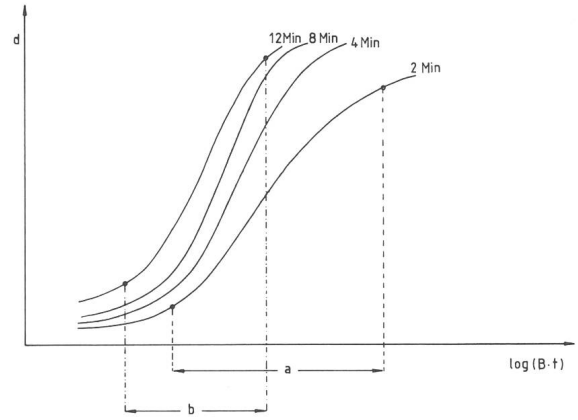


Fig. 4 : Änderung der Schwärzungskurve während der Entwicklung des Films. Die Zahlen bei den Kurven bedeuten die Entwicklungszeiten. Bei gesteigerter Entwicklung des Films nimmt der brauchbare Belichtungsspielraum ab. Man beachte, dass a und b auf einer logarithmischen Skala abgetragen sind. Der Belichtungsspielraum a ist viermal grösser als b.

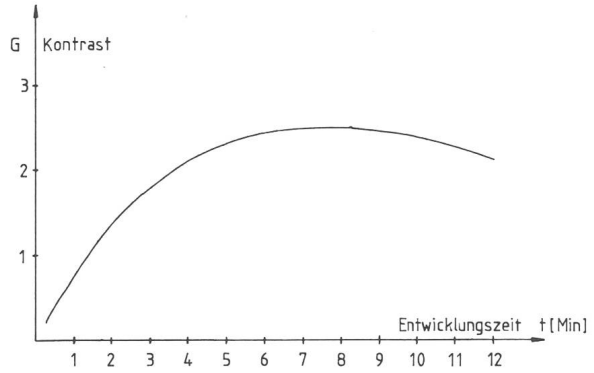


Fig. 5: Abhängigkeit des Kontrastes von der Entwicklungszeit. Die Kurve ist nach den Schwärzungskurven von Fig. 4 gezeichnet. Obwohl der Kontrast bei langer Entwicklung wieder abnimmt, überschneiden sich die Schwärzungskurven nicht.

$$\text{Es gilt: } d = \log (I_0/I)$$

Besonders bei grobkörnigen Filmen wird das Licht etwas gestreut. Je nachdem ob man bei der Messung nur einen kleinen Winkel oder das gesamte austretende Licht berücksichtigt, erhält man für d etwas andere Werte.

In allen folgenden Diagrammen bedeutet d die diffuse Dichte, gemessen über einen Winkel von 180°, im Gegensatz zur Dichte im parallelen Licht, die immer etwas grösser ist.

Das American National Standards Institute hat die einzuhaltenden Bedingungen für die Messung festgelegt. (ANSI Standard PH2.19-1959).

Wenn ein Negativ mit einem Kaltlicht Vergrösserungsapparat vergrössert werden soll, ist die diffuse Dichte massgebend. Bei den Kondensorvergrösserern bestimmt die Dichte im parallelen Licht die Helligkeitsverteilung auf dem Positiv, weil das Negativ hier mit annähernd parallelem Licht durchleuchtet wird.

Die Schwärzungskurve ist an ihrem unteren Ende parallel zur Abszisse. Diese Grunddichte, Schleier genannt, setzt sich aus der Dichte des Filmträgers und der unbelichteten Schicht zusammen. Die Zone der Unterbelichtung zeigt die minimale Beleuchtungsstärke, die zur Erzeugung einer Schwärzung nötig ist. Daran schliesst sich ein mehr oder weniger linearer Anstieg der Dichte bei zunehmender Beleuchtungsstärke an. Für photometrische Arbeiten liegt hier der brauchbare Belichtungsspielraum. Das gilt auch für die meisten anderen photographischen Arbeiten. Bei noch grösserer Beleuchtungsstärke endet die Linearität, bei starker Überbelichtung kann die Dichte sogar wieder abnehmen. Diesen Effekt nennt man *Solarisation.*

Die Steilheit des linearen Teils der Kurve ist ein Mass für den *Kontrast* des Negativs. (Fig. 3).

Man hat ihn mit dem griechischen Buchstaben *Gamma* bezeichnet und folgendermassen definiert:

$$\gamma = \mathrm{tg}\varphi$$

φ ist der Winkel zwischen der Horizontalen und der Tangente an den steilsten Punkt der Schwärzungskurve.

Der Kontrast lässt sich innerhalb der Gegebenheiten einer Emulsion in weitem Rahmen durch die Verarbeitung steuern. Verdünnung des Entwicklers und tiefere Entwicklungstemperatur in Verbindung mit verlängerter Entwicklungszeit schwächen den Kontrast. Fig. 4 zeigt die Abhängigkeit der Schwärzungskurve von der Entwicklungszeit.

Die Hersteller von Filmen geben oft eine Kontrast-Entwicklungszeit Kurve an. (Fig. 5). Sie zeigt, in welchem

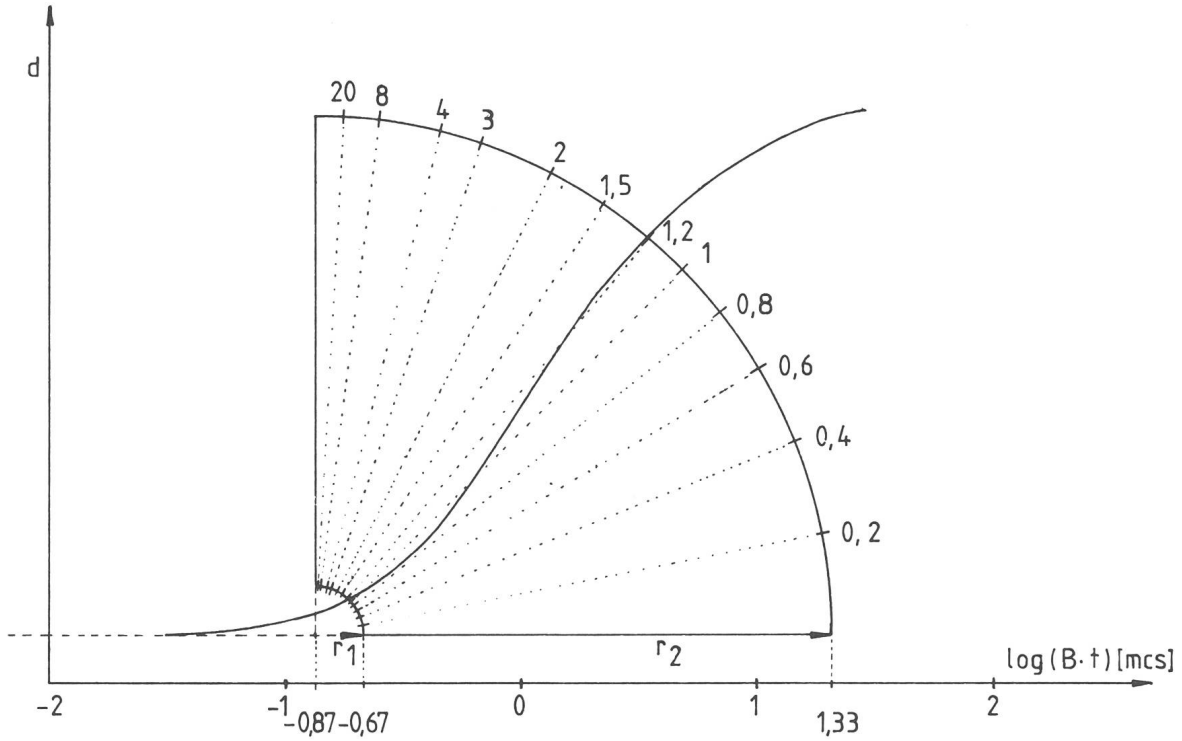


Fig. 6: Korrekt angelegte Schablone zur Bestimmung des Kontrast-Indexes aus einer Schwärzungskurve. Die Schwärzungskurve muss beide Radien bei derselben Winkelablesung schneiden. r_1 muss 0,2 Einheiten der Abszissenskala betragen, r_2 2,2 Einheiten. Dann kann angenommen werden, dass sich der praktisch brauchbare Teil der Schwärzung innerhalb der Ableseschablone befindet. Sie zeigt die mittlere Steigung, das heisst den Tangens des Winkels zwischen der Horizontalen und der Verbindungslinie der beiden Schnittpunkte.

Mass sich der Gamma-Wert durch eine verlängerte Entwicklung steigern lässt. Man sieht aber auch, dass dies nur bis zu einem gewissen Grad sinnvoll ist. Zudem wird der Schleier verstärkt und in der Zone der Unterbelichtung sehr wenig gewonnen. Eine stark entwickelte Sternfeldaufnahme zeigt also nicht mehr Sterne, wohl aber sind die genügend belichteten Sternbildchen stärker geschwärzt. Dafür büsst man einen grossen Teil des Helligkeitsumfanges ein. Bei Planetenaufnahmen dagegen wird man ein beträchtliches Mass an Detail gewinnen, vorausgesetzt dass die Belichtung richtig getroffen wurde und die Schwärzung des Planetenscheibchens innerhalb der Linearität liegt.

Bei Astroaufnahmen, wo die nichtlineare Zone der Unterbelichtung von grösster Wichtigkeit ist, bringt der Gamma-Wert Probleme, vor allem wenn man Filme mit unterschiedlichen Schwärzungskurven vergleichen will. Deshalb wird er immer mehr vom Kontrast-Index verdrängt.

Der Kontrast-Index berücksichtigt die mittlere Steigung zwischen den beiden Punkten der schwächsten und der stärksten noch brauchbaren Schwärzung auf der Schwärzungskurve. Der Kontrast-Index kann mit Hilfe einer Schablone aus der Kurve herausgelesen werden. (Fig. 6).

Es bleibt nun noch der Zusammenhang zwischen Kontrast und Empfindlichkeit zu untersuchen. Betrachten wir hierzu Fig. 7. Film A benötigt nur halb so viel Licht um die Schwärzung x zu erreichen wie Film B. Trotzdem benötigen beide Filme gleich viel Licht um eine Dichte vom Betrag y zu erreichen, und wenn die Dichte noch grösser sein soll, so ist Film B sogar noch empfindlicher als Film A.

Hier zeigt sich sehr schön, wie wichtig die Wahl der richtigen Emulsion für einen bestimmten Zweck ist. Zur Registrierung schwächster Sterne innerhalb einer begrenzten Belichtungszeit wäre unbedingt Film A vorzuziehen. Geht es aber darum, einen schwachen Nebel

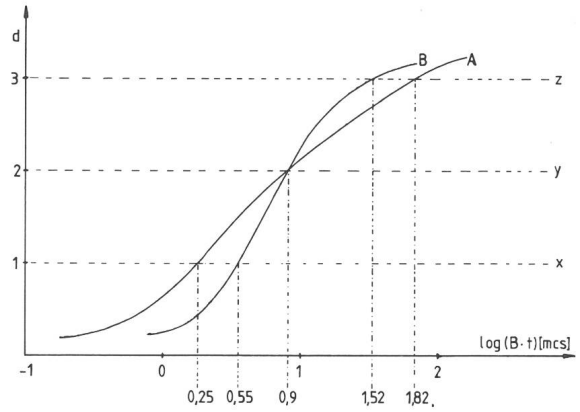


Fig. 7: Vergleich von zwei unterschiedlichen Filmen mit verschiedenen Schwärzungskurven.

trotz eines leicht aufgehellten Nachthimmels deutlich abzubilden, so wird man die verlängerte Belichtungszeit gern in Kauf nehmen, wenn sich dafür das Objekt auf dem Negativ klar vom Schleier abhebt.

Temperatur und Belichtungszeit

Bei Emulsionen für den wissenschaftlich-technischen Gebrauch teilen die Hersteller auf Anfrage die Schwärzungskurven ihrer Produkte mit. Der Amateur kann dann die jeweils gültige Empfindlichkeit für eine gewünschte Schwärzung bestimmen. Um Enttäuschungen zu vermeiden, müssen wir aber noch einen Effekt berücksichtigen, der in der Astrophotographie einige Berühmtheit erlangt hat, den SCHWARZSCHILD-Effekt.

Zur Ermittlung einer Schwärzungskurve wurde mit Absicht die Belichtungszeit konstant gehalten und nur die Beleuchtungsstärke variiert. Nach dem Reziprozitätsgesetz von BUNSEN, dass die photochemische Wirkung proportional dem Produkt von Bestrahlungsstärke und Belichtungszeit sei, wäre dies unnötig. Dieses Reziprozi-

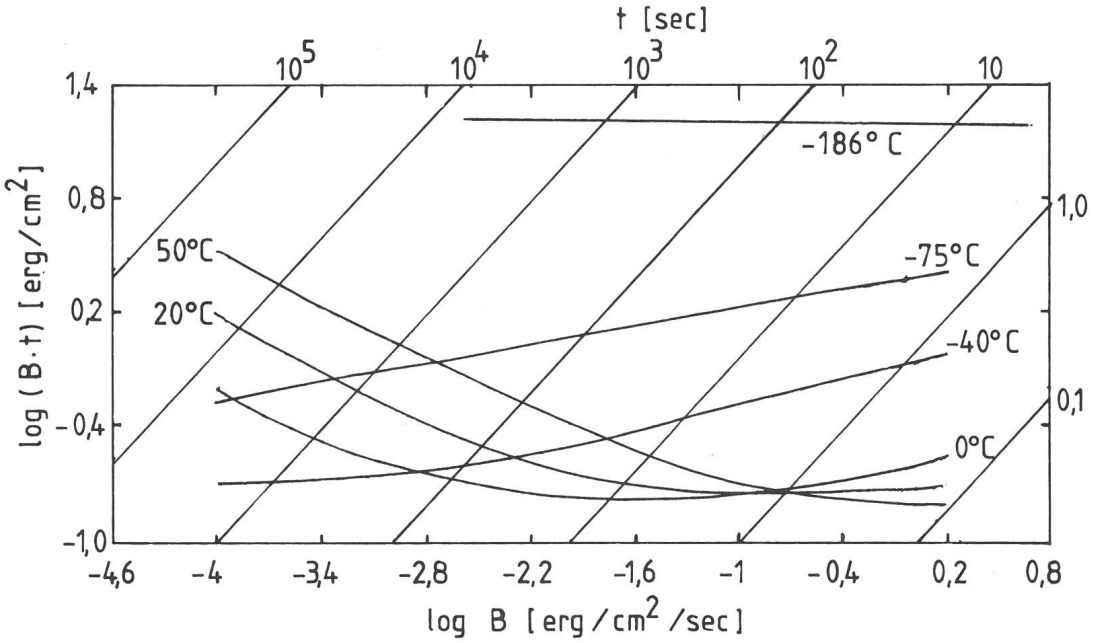


Fig. 8: Energien für die Belichtung eines Films für verschiedene Temperaturen und deren Abhängigkeit von der Beleuchtungszeit. Die Empfindlichkeit bei langen Belichtungszeiten nimmt mit sinkenden Temperaturen zuerst zu, dann wieder ab[5]).

tätsgesetz gilt aber nur für den photochemischen Primärprozess.

$$Br^- + h_v = Br + e^-$$

Dieser kann aber rückgängig gemacht werden, wenn das Elektron und das positive Loch wieder zusammenfinden.

Das positive Loch, in Wirklichkeit ein Bromatom auf der Suche nach einem Elektron zur Auffüllung seiner äussersten Elektronenschale, kann auch an einer aktiven Stelle vorbeikommen, wo bereits reduzierte Silberatome angesammelt sind. Es wirkt stark oxydierend und wird dadurch ein Silberatom in den unbelichteten Zustand zurückführen.

$$Br + Ag = Br^- + Ag^+$$

Die unerwünschten Reaktionen machen sich vor allem bei langen Belichtungszeiten und schwachen Bestrahlungsstärken bemerkbar, wenn die Zufuhr von Lichtquanten sehr langsam ist. SCHWARZSCHILD hat das Reziprozitätsgesetz von BUNSEN daraufhin korrigiert.

$$d = \text{konstant wenn } B \cdot t^p = \text{konstant}$$

Der Exponent p heisst SCHWARZSCHILDexponent. Bei den meisten handelsüblichen Filmen beträgt er ungefähr 0,8.

Bei einigen Emulsionen für die Langzeitphotographie sind die unerwünschten Sekundärreaktionen weitgehend unterdrückt. Ein solcher Film ist zum Beispiel Kodak 103a-O, bei dem die ideale Kombination von Beleuchtungsstärke und Belichtungszeit ungefähr 100 Sekunden beträgt.

Die Temperatur beeinflusst die Geschwindigkeit, mit der sich Elektronen und Atome innerhalb der Silberbromidkristalle bewegen. Durch Tiefkühlung der photographischen Schicht können die unerwünschten Reaktionen unterdrückt werden, bei allzu starker Kühlung verhindert man aber auch die Reduktion der Silberionen, so dass die Empfindlichkeit stark abnimmt. Entgegen einer weitverbreiteten Meinung, die auf möglichst tiefe Temperaturen schwört, liegt die optimale Kühlung für die meisten Emulsionen bei —20°C bis —30°C. Fig. 8 zeigt die benötigte Belichtungsenergie in Abhängigkeit von verschiedenen Belichtungszeiten und Temperaturen. Das Diagramm ist typisch für die meisten handelsüblichen Filme. Einzig die absoluten Werte für die Empfindlichkeit und das Verhalten bei höheren Temperaturen können etwas differieren.

In bitterkalten Winternächten wird die optimale Kühlung auch ohne spezielle Apparaturen beinahe erreicht. Bei solchen Gelegenheiten können Filme mit Erfolg eingesetzt werden, die im Sommer für Langzeitaufnahmen völlig ungeeignet wären.

Die Kühlung beeinflusst die charakteristische Form der Schwärzungskurve eines Films kaum. Man erreicht die Verbesserung der Filmempfindlichkeit auch ohne eine nennenswerte Verstärkung des Schleiers. Das ist ein grosser Vorteil der Kühlung gegenüber der Empfindlichkeitssteigerung durch Hypersensibilisierung.

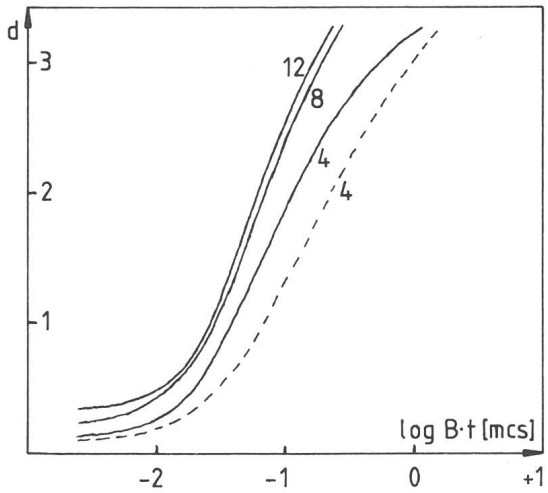


Fig. 9: Schwärzungskurven für die Filme Kodak 103a-O (gestrichelte Linie) und Kodak 103a-F (ausgezogene Linien). Die Zahlen bei den Kurven sind die Entwicklungszeiten im Entwickler D 19 bei 20°C.
Die Filme wurden durch ein Neutralfilter von der Dichte 3,42 eine Stunde lang mit Tageslicht belichtet.
Die Bedingungen entsprechen somit weitgehend denjenigen bei Astroaufnahmen.

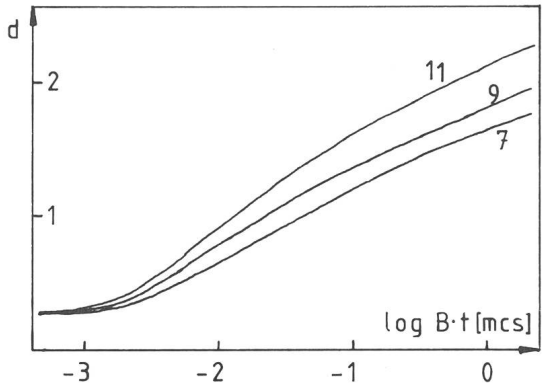


Fig. 10: Schwärzungskurve von Kodak Tri-X Pan Film. Entwicklung in D 76 bei 20°C, Bewegung in Minutenintervallen. Die Proben wurden bei Tageslicht mit 1/50 Sekunde belichtet.

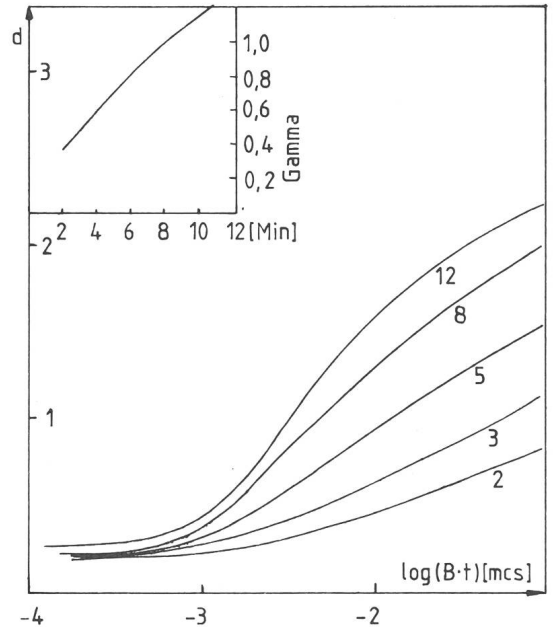
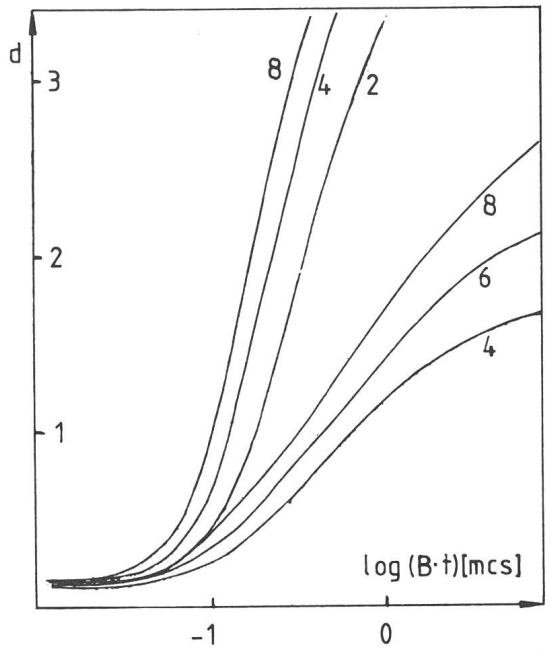


Fig. 11: Schwärzungskurve für Kodak 2475 Recording/Estar Film. Entwickelt in DK 50 bei 20°C. Belichtung 1/50 Sekunde mit Tageslicht. Für längere Belichtungszeiten verliert der Film deutlich an Empfindlichkeit. Folgende Tabelle zeigt den Blendenausgleich:

Belichtungszeit	1/10	1	10	100	Sekunden
Blende	+1/3	+2/3	+1 1/3	+2 1/3	öffnen

Das Auflösungsvermögen des Films liegt bei 63 Linien pro mm.



Farbfilme sollen stärker gekühlt werden als Schwarzweissfilme. Hier soll die Tiefkühlung vor allem die Farbbalance erhalten, indem die SCHWARZSCHILDexponenten der verschiedenen Schichten möglichst nahe an 1 gebracht werden. Dass dadurch die Belichtungszeiten etwas länger werden, muss man in Kauf nehmen.

Technischer Anhang

Zum Schluss sei eine kleine Zusammenstellung der Schwärzungskurven derjenigen Filme gegeben, die für den Amateur erhältlich sind und die auch üblicherweise in der Astrophotographie eingesetzt werden.

Die Kurven und Daten sind den Angaben der Hersteller entnommen[6]).

Fig. 12: Schwärzungskurve des Films Kodak SO 410 Estar. Die unteren drei Kurven entstehen bei Entwicklung in HC-110 bei 20°C; Bewegung in Intervallen von 30 Sekunden. Die oberen drei Kurven gelten, wenn der Film bei gleichen Bedingungen im Entwickler D 19 entwickelt wird.
In beiden Fällen erfolgte die Belichtung bei einer Belichtungszeit von 1 Sekunde mit Tungsten Licht. Der Kontrast-Index für die sechs Kurven ist:
0,8 1,0 1,2 3,2 3,4
Trotz der guten Empfindlichkeit ist das Auflösungsvermögen mit 250 Linien pro mm extrem hoch.
Der Film ist speziell geeignet für Aufnahmen von Mond und Planeten.
Er ist, wie auch die spektroskopischen Emulsionen, im Kleinbildformat vom Treugesell Verlag Düsseldorf erhältlich.

Literatur

1) Heinrich Treutner, ORION 31 (1973) No. 134 S. 22.
2) Heinrich Treutner, ORION 32 (1974) No. 142 S. 118.
3) E. Alt, J. Rusche, ORION 33 (1975) No. 148 S. 69.
4) H. Blikisdorf, ORION 34 (1976) No. 157 S. 172.
5) Die Figur wurde gezeichnet nach: Mees, C. E. K., and James, T. H., 1966, The theory of the photographic process, 3rd edition. New York: Macmillan.
6) Die Angaben sind den Datenblättern zu den einzelnen Filmen entnommen sowie aus: Kodak, Plates and Films for scientific photography, (P-315), first edition 1973.

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

Pourquoi les astronomes suisses doivent-ils poursuivre leurs recherches dans le ciel Sud

par M. GOLAY, Genève

1. Introduction

Quel que soit le secteur de la science contemporaine, même la recherche la plus modeste nécessite des investissements considérables tant sur le plan humain que matériel. Par exemple une institution d'importance moyenne à l'échelle européenne comme l'Observatoire de Genève dépense chaque année en heures de travail et en équipement l'équivalent de tous les investissements effectués en un demi-siècle de 1900 à 1950. Dans ces conditions un effort important doit être fait afin que le travail des astronomes suisses soit aussi rentable que possible et qu'il ne soit pas dévalorisé par des contraintes qu'un pays industrialisé peut aisément éviter. Il paraît évident qu'un astronome doit pouvoir bénéficier le plus souvent possible d'un ciel découvert et bien transparent. Si on lui impose de travailler dans de mauvaises conditions, il devra parfois passer des années à effectuer des mesures que d'autres mieux placés effectueront en une ou deux semaines. Le ciel étant un extraordinaire laboratoire de physique, il n'est pas évident que l'objet stellaire, que l'astronome doit analyser afin que sa recherche avance, se trouve justement observable dans de bonnes conditions d'un observatoire placé à l'intérieur des frontières de son pays. Il apparaît aujourd'hui, au contraire, que les objets stellaires les plus extraordinaires sont malheureusement le plus fréquemment dans le ciel Sud, donc inaccessible de la Suisse.

Dans les paragraphes qui suivent je tente de montrer pourquoi nous avons provisoirement une station d'observation à La Silla, au Chili, dans l'enceinte d'un observatoire européen, ESO, et ceci grâce à la générosité et à la collégialité des scientifiques européens. Il faut savoir que la Suisse, et ceci malgré les demandes répétées des astronomes aux autorités de notre pays depuis bientôt 15 ans, n'est pas membre de cette organisation intergouvernementale. J'ai parlé ci-dessus d'une station provisoire car il m'est difficile de croire que les astronomes suisses puissent bénéficier éternellement des services d'une organisation internationale sans participer aux frais. Nous sommes donc des hôtes de l'organisation et nous devrons partir discrètement un jour (proche) si nous ne sommes pas capables de trouver une forme convenable de coopération avec cette généreuse organisation.

2. Fraction du ciel accessible aux astronomes de la zone tempérée

Les observations de haute précision qu'exige l'astronomie moderne doivent être effectuées au voisinage du zénith. Il n'est pas recommandé de faire des mesures d'intensité à plus de 56° du zénith. Dans ce cas le trajet

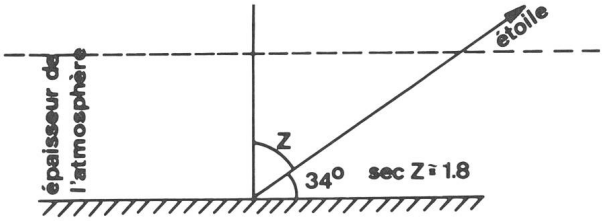


Fig. 1: Coupe de l'atmosphère terrestre.

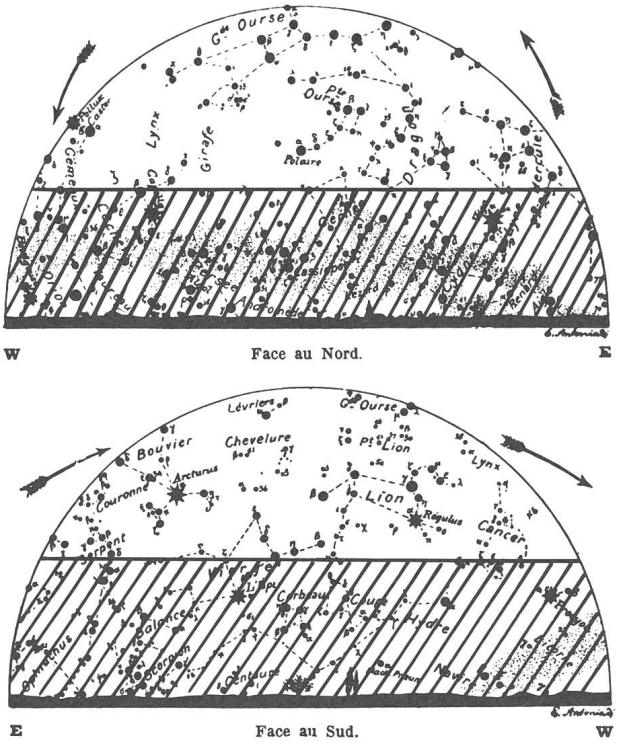


Fig. 2: Le ciel le 1er mai (à 21.00 h). La région hachurée recouvre la région du ciel où les observations sont sérieusement perturbées par l'absorption atmosphérique.

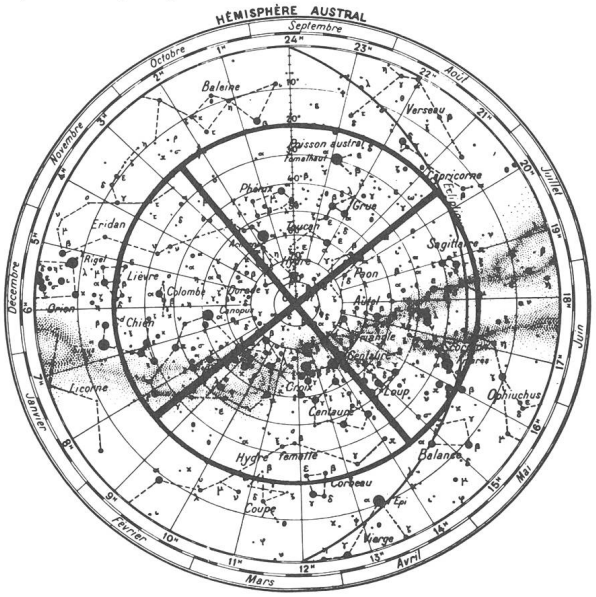


Fig. 3: Fraction du ciel Sud inobservable de nos régions.

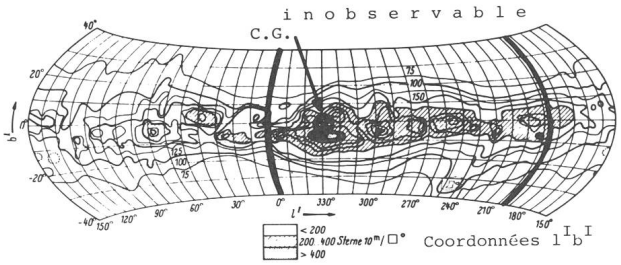


Fig. 4: Distribution de la densité des étoiles plus brillantes que la 11ème magnitude. Projection en coordonnées équatoriales. La partie hachurée est inobservable.

du pinceau lumineux dans l'atmosphère est 1.8 fois plus grand que celui parcouru lors d'une observation au zénith. La Fig. 1 montre le trajet limité d'un tel pinceau lumineux dans l'atmosphère de la Terre.

La Fig. 2 donne un exemple de la fraction du ciel observable dans de bonnes conditions au début de la soirée du 1er mai. Grâce à l'inclinaison du plan de l'équateur céleste sur le plan de l'horizon local, il est possible d'observer convenablement, de la latitude de la Suisse, plus de la moitié du ciel. La Fig. 3 donne la carte de l'hémisphère céleste Sud. La surface circulaire intérieure barrée représente toute la partie du ciel impossible à observer convenablement (sec Z atteint 2.3 á la limite, valeur qui ne permet que rarement de bonnes observations) de nos régions, soit environ les $^2/_5$ du ciel. La mise en route d'observations et de recherches dans la partie qui nous est cachée serait inutile si tous les types d'objets stellaires étaient également distribués dans le ciel. Malheureusement, l'expérience montre le contraire et généralement la distribution des divers types d'objets stellaires est très dissymétrique par rapport au plan équatorial. Ainsi certains objets stellaires d'importance fondamentale pour la compréhension des phénomènes cosmiques n'existent même pas dans l'hémisphère Nord.

3. Dissymétrie des distributions en projection sur la sphère céleste des divers objets stellaires

a) Dissymétrie dans la distribution des étoiles

Les cartes des figures 2 et 3 sont traversées par une bande aux bords très déchiquetés, la Voie Lactée. Là se trouve concentrée la plus grande partie des étoiles et de la matière interstellaire. Par exemple, à la magnitude 20, il y a 40 fois plus d'étoiles par degré carré dans le plan défini par la Voie Lactée (plan galactique) que dans la direction perpendiculaire (pôle galactique). La Fig. 4 montre, sur l'ensemble du ciel, la distribution en projection sur la sphère céleste de la densité d'étoiles jusqu'à la 11ème magnitude. Cette figure met en évidence que la plupart des régions les plus riches en étoiles échappe aux observatoires du ciel Nord. Enfin remarquons sur la Fig. 4 que le centre de la Galaxie (CG) dont l'intérêt astrophysique est immense se trouve dans la région inaccessible aux observatoires suisses.

b) Dissymétrie dans la distribution de la matière interstellaire

La Fig. 5 reproduit un photomontage de nombreux clichés de la Voie Lactée. La Fig. 6 donne les isophotes du rayonnement galactique produit par les étoiles et la lumière diffusée par la matière interstellaire. Là encore,

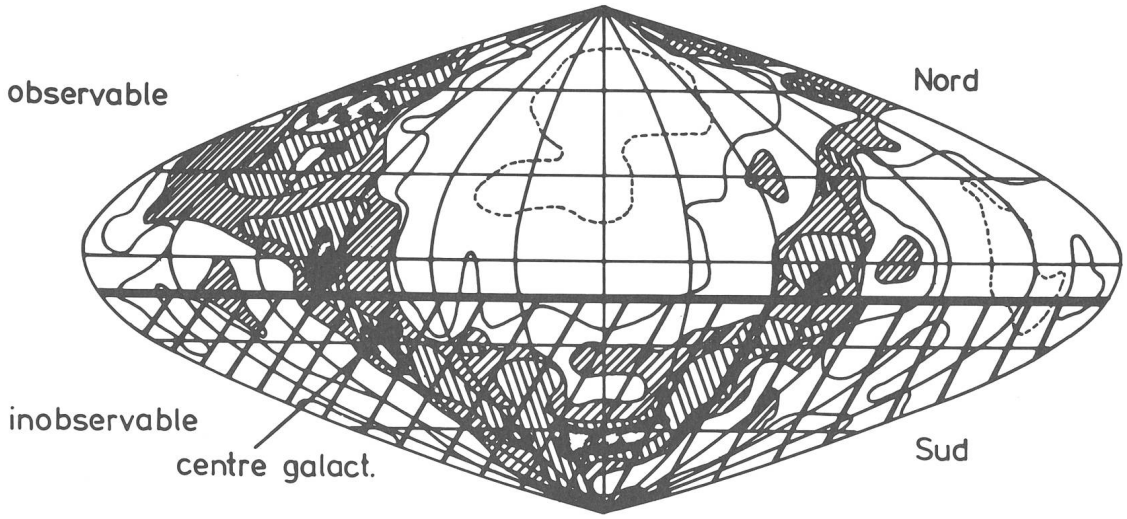


Fig. 5 : Photomontage de clichés stellaires mettant clairement en évidence la Voie Lactée et les objets importants qui échappent à l'observation des astronomes de l'hémisphère Nord.

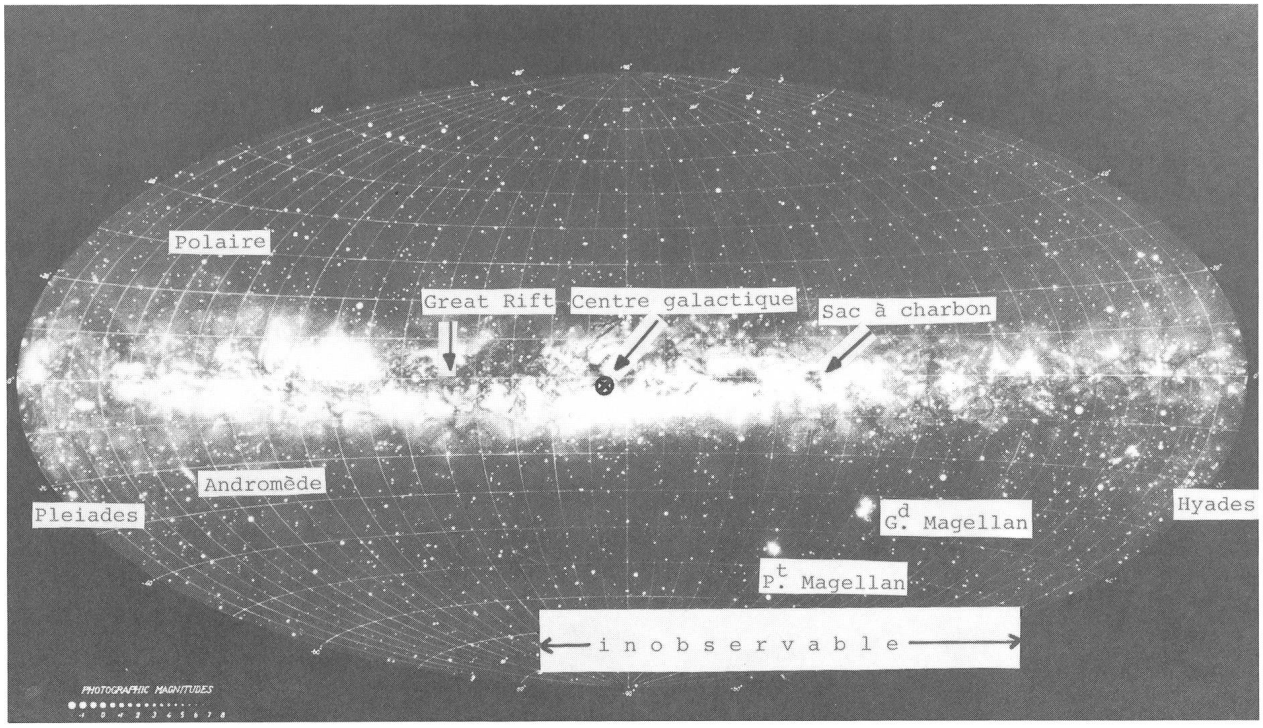


Fig. 6 : Distribution du rayonnement stellaire diffusé par la matière interstellaire. L'éclat est exprimé en nombre d'étoiles de 10ème magnitude par degré carré.

les régions les plus brillantes sont inobservables de notre pays.

La matière interstellaire est distribuée en nuages de poussière particulièrement concentrés dans le plan galactique. La Fig. 7 donne la distribution des positions de ces nuages et fait ressortir une fois de plus que ces objets sont nettement plus nombreux dans le ciel Sud.

c) Dissymétrie dans la distribution des amas globulaires

Les amas globulaires sont des agglomérations d'étoiles à symétrie sphérique comprenant des centaines de milliers d'étoiles. Ces objets gravitent, souvent à très grande distance, autour du noyau galactique. Deux seulement sont visibles à l'oeil nu (ils sont dans le ciel Sud), il s'agit de Omega Centauri (NGC 5139) et 47 Tucan (NGC 104). Dans l'hémisphère Nord, un oeil exercé peut éventuellement détecter M 13 (NGC 6205). L'éclat de M 13 est de 2.3 mag. plus faible, soit 11 fois plus faible en intensité que ω Centauri. De plus, 80% des amas globulaires sont inobservables du ciel Nord. Ceci est illustré par la Fig. 8.

La Fig. 9, photographie prise dans la direction du centre de la Galaxie, région inaccessible aux observateurs du ciel Nord, couvre le 2% de la surface totale du ciel. Chaque amas globulaire est représenté par un cercle. Le

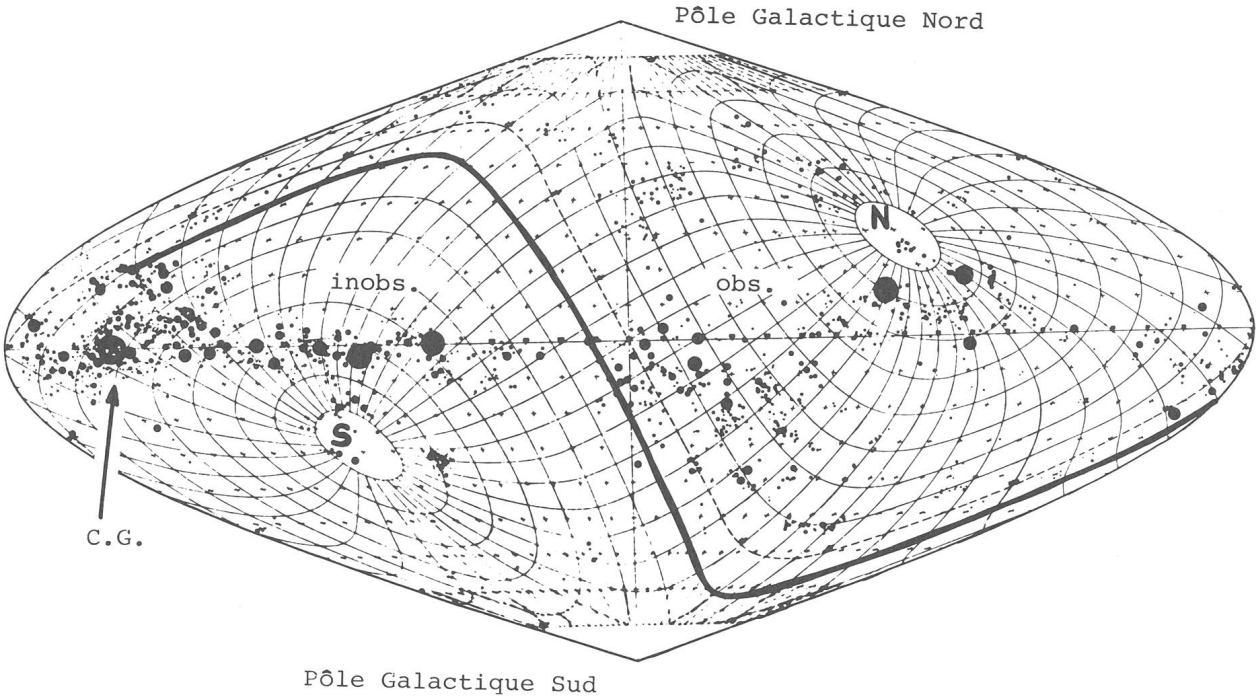


Fig. 7 : Distribution des nuages de matière interstellaire. Projection en coordonnées galactique. Les lignes d'égale ascension droite et d'égale déclinaison sont dessinées.

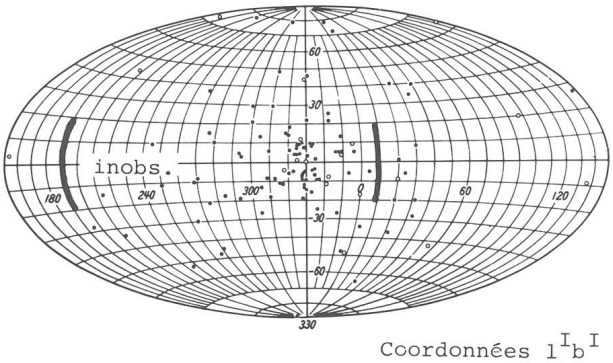


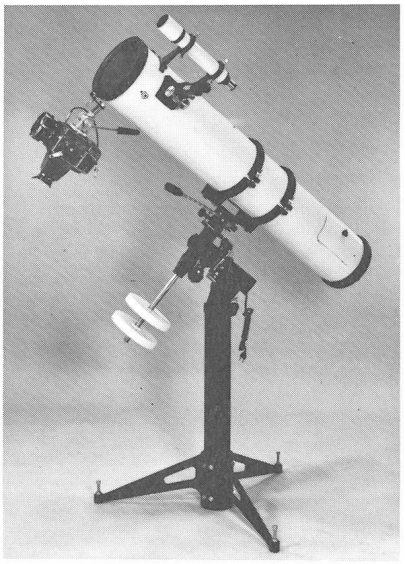
Fig. 8: Distribution des amas globulaires. Projection en coordonnées galactiques $l^I b^I$.

$^1/_3$ des amas globulaires connus à ce jour sont dans ce cliché, ce qui met en évidence l'extraordinaire richesse de cette région privilégiée.

d) Dissymétrie dans la distribution, en projection sur la sphère céleste, d'étoiles d'un type spectral donné

La structure très complexe de la Galaxie implique donc pour chaque type d'objet une certaine distribution dans l'espace. Les paramètres caractéristiques de cette distribution sont souvent des indicateurs de l'âge des objets considérés ou contribuent à la compréhension des étapes de leur évolution. La coïncidence entre la distribution spatiale et la distribution des vitesses de deux populations d'objets différents peut indiquer parfois une origine commune. Par exemple, les étoiles très froides M sont très concentrées dans la région du Sagittaire ainsi que les variables du type W Virginis, les novae et les RR Lyrae. Par contre, les étoiles chaudes O, B, W et les Céphéides classiques sont pratiquement absentes de ces régions. La

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

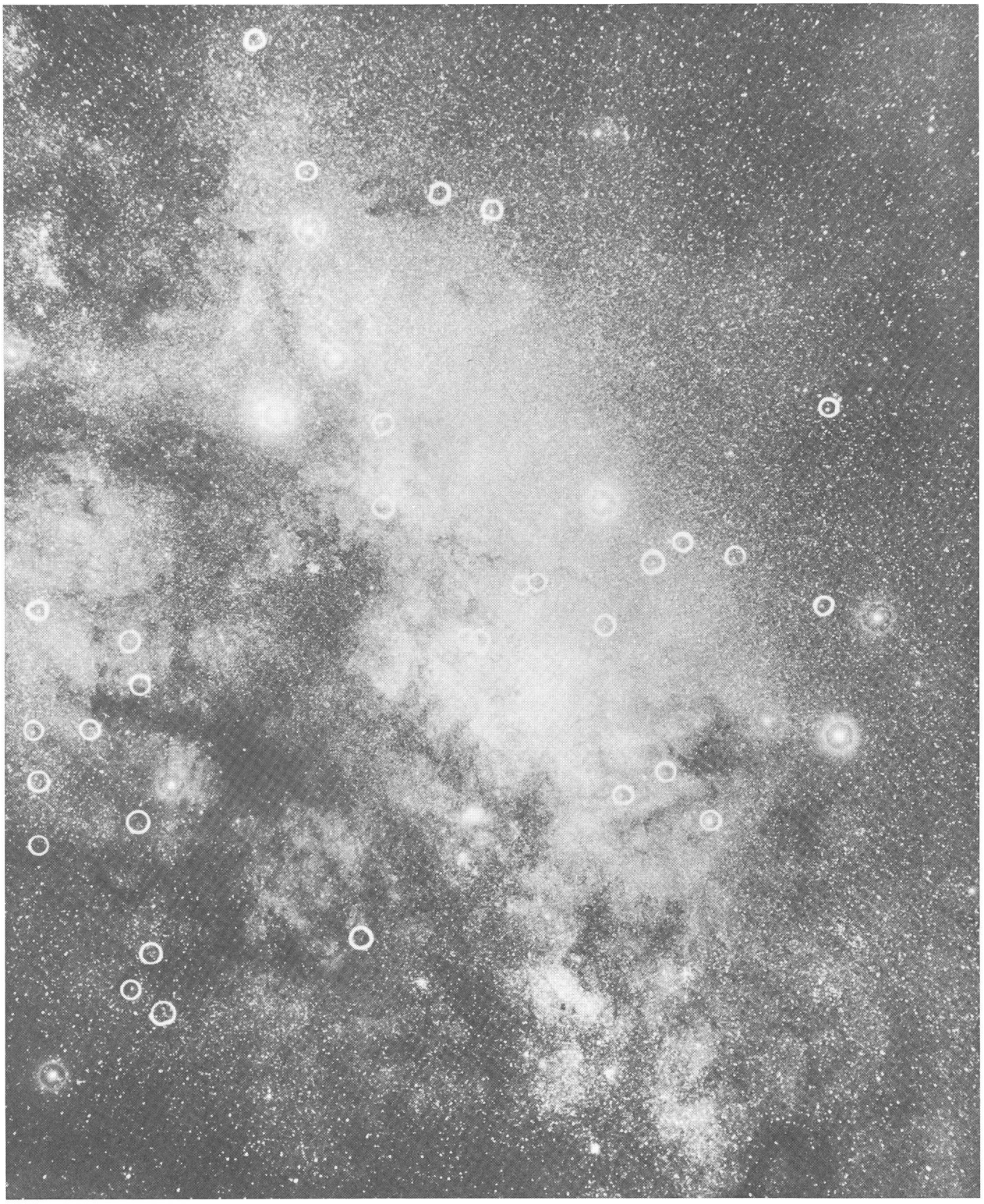


Fig. 9: Photographie du centre de la galaxie. Les amas globulaires sont signalés par des cercles.

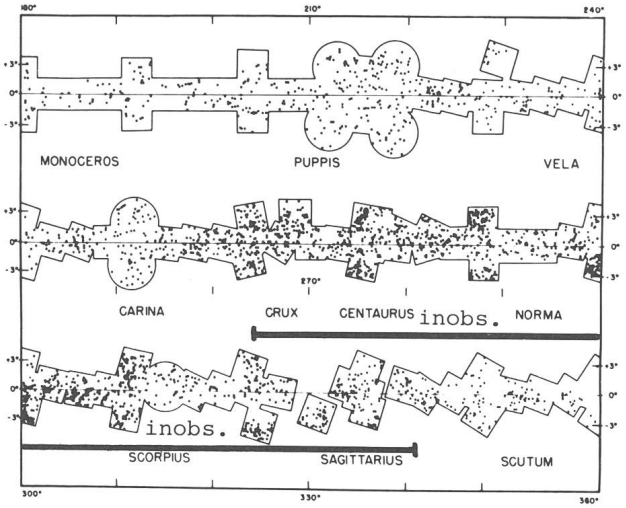
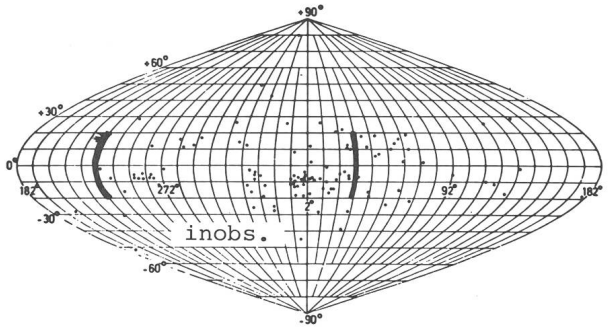
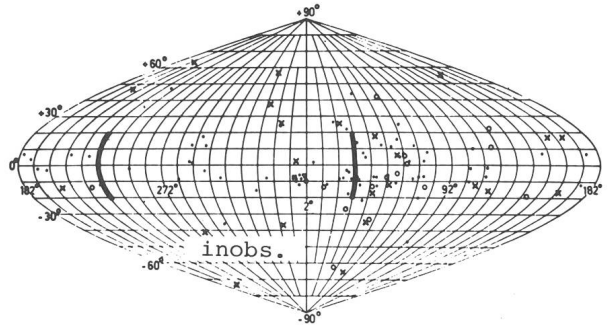


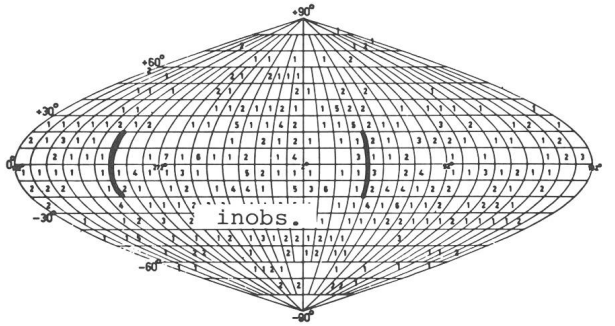
Fig. 10: a) Distribution des étoiles plus froides que M 5.5. Projection en coordonnées galactiques $I^{I}b^{I}$.



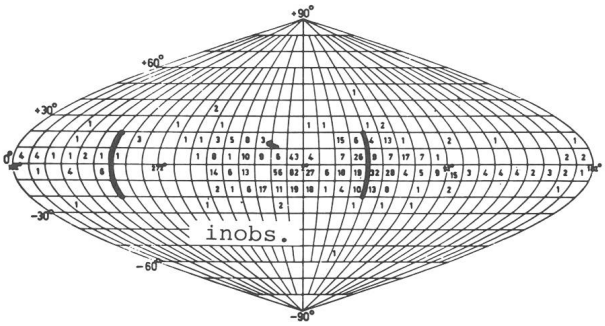
b) Distribution des étoiles variables du type W Virginis. Projection en coordonnées galactiques $I^{II}b^{II}$.



c) Distribution des étoiles variables RV Tauri et des variables semi-régulières. Coordonnées $I^{II}b^{II}$.



d) Distribution des étoiles variables longues périodes plus brillantes que la magnitude 11 au maximum d'éclat. Le nombre d'étoiles par carré de 10° x 10° est indiqué.



e) Mêmes étoiles que pour d) mais le maximum d'éclat est compris entre 14 et 15ème magnitude.

Fig. 10a illustre la distribution des étoiles M. L'intervalle de longitude le plus riche se trouve pratiquement entièrement dans la partie inobservable pour nos régions.

Les Fig. 10a, b, c, d, e permettent de comparer les distributions de divers types stellaires et donnent une idée de la variété des distributions rencontrées tout en constatant que là encore la majorité d'entre eux ne sont observables que du ciel Sud.

4. Conditions d'observation des phénomènes liés à la structure spirale

L'observation des groupes d'étoiles jeunes ainsi que la distribution de l'hydrogène neutre ont mis en évidence une structure de bras. La Fig. 11 schématise la structure de bras mise en évidence par les observations optiques tandis que la Fig. 12 donne l'image radioélectrique.

Dans les Fig. 11 et 12 nous avons indiqué la partie qui est inobservable de nos latitudes. Nous constatons donc que le bras dont le Soleil est membre ne peut être observé que sur une moitié. Les bras intérieurs échappent complètement à nos observations ainsi que les prolongements des bras extérieurs. Les théories de l'évolution des étoiles ne seront satisfaisantes que lorsqu'elles seront en mesure d'expliquer l'évolution de tous les objets stellaires et du milieu dans lequel les étoiles sont plongées. Aucune théorie n'explique actuellement de façon satisfaisante l'évolution des groupes stellaires même les plus simples ni la formation des bras. Aucune observation ne met en évidence de façon nette les différences des états physiques et de composition chimique des bras, les théories des atmosphères stellaires n'étant pas assez évoluées pour expliquer les observations.

L'étude de notre Galaxie et de sa structure est difficile parce que nous sommes plongés dedans. L'observation d'autres galaxies à divers états évolutifs doit donc nous permettre une meilleure compréhension de notre propre Galaxie.

5. Intérêt du ciel Sud pour l'étude comparée de notre Galaxie et des galaxies voisines

Dans la Fig. 5 nous voyons, dans l'hémisphère galactique Sud, en dehors de la Voie Lactée, trois taches diffuses. Ce sont les galaxies Andromède (M 31), SMC (petit Nuage de Magellan), LMC (grand Nuage de Magellan). Ces trois galaxies appartiennent à un groupe dit «groupe local». La Fig. 13 représente la position dans l'espace des galaxies du groupe local. Les lignes de projection de ces galaxies sur une sphère sont dessinées et sont d'autant plus longues que la galaxie est plus proche de la nô-

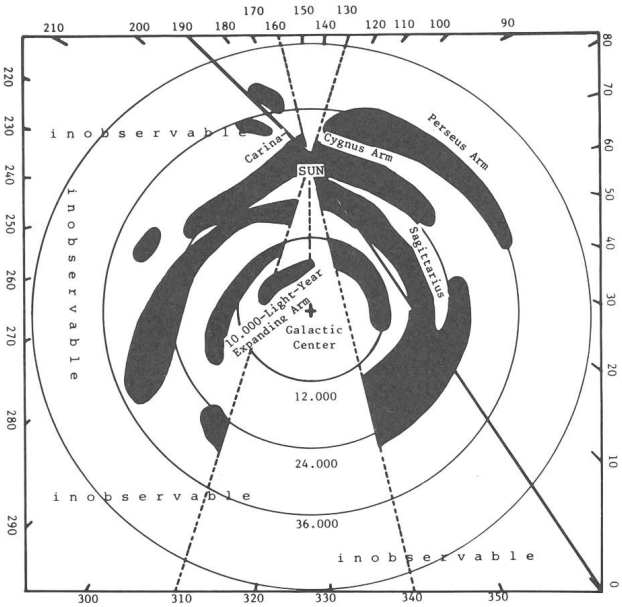


Fig. 11: Bras de notre Galaxie décrits par la radioastronomie.

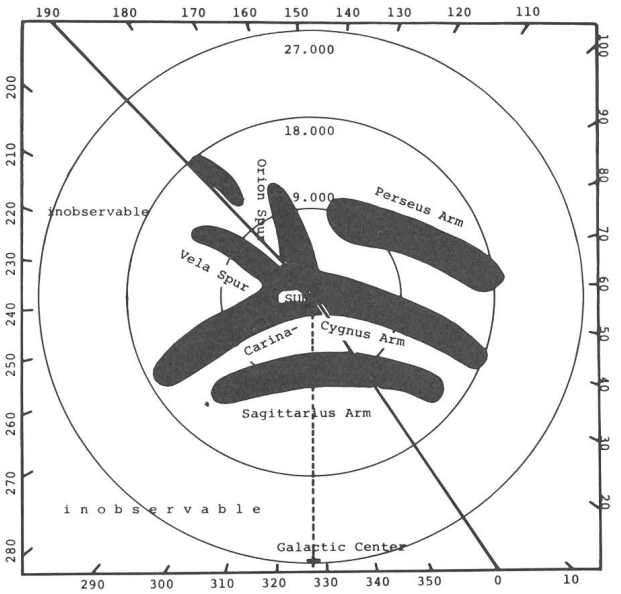


Fig. 12: Bras de notre Galaxie décrits par les observations optiques.

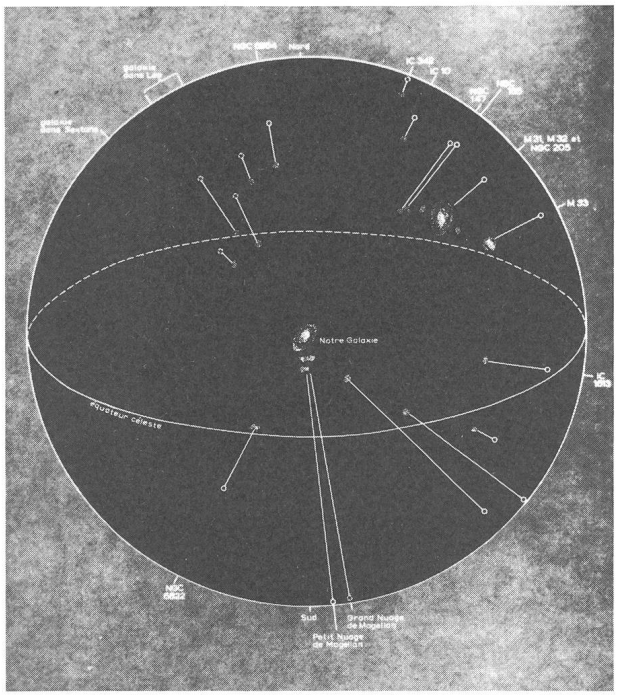


Fig. 13: Position dans l'espace des galaxies du groupe local.

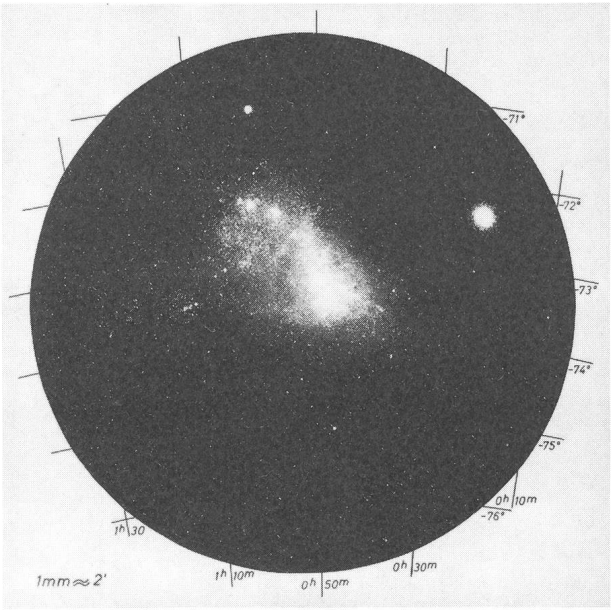


Fig. 14: Petit nuage de Magellan.

tre. La trace de l'équateur céleste a aussi été portée, ce qui permet de constater que les galaxies les plus proches sont dans le ciel Sud. La galaxie Andromède est 10 fois plus éloignée que les deux Nuages de Magellan. Or, seuls les télescopes d'au moins 250 cm de diamètre peuvent espérer résoudre en étoiles certaines parties d'Andromède. Par contre, l'observation dans les Nuages de Magellan est relativement aisée. La Fig. 14 représente le petit Nuage de Magellan ainsi que 47 Tuc, un des plus brillants amas globulaires du ciel. La Fig. 15 donne le grand Nuage de Magellan et la Fig. 16 une étude morphologique des 2 nuages qui en fait ressortir la complexité. L'étude de ces documents a permis de montrer que le petit Nuage est un satellite du grand comme M 32 et NGC 205 sont des satellites d'Andromède.

Grâce à leur proximité il est possible de retrouver dans les Nuages de Magellan la plupart des objets que nous avons dans notre Galaxie: étoiles variables, amas ouverts, amas globulaires, nébuleuses en émission, nébuleuses planétaires, matière absorbante. L'identité entre ces objets et les objets similaires de notre Galaxie n'est cependant pas évidente car les âges de ces nuages et leur état évolutif sont fort différents de ceux de notre Galaxie. Les Nuages de Magellan ont joué un rôle important dans la détermination des distances cosmiques. Déjà en 1912, Miss Leavitt mesurait la période de 25 étoiles variables du petit Nuage de Magellan. La relation période-luminosité étant connue par l'observation des Céphéides de notre Galaxie a donc permis à Miss Leavitt de déterminer la distance du SMC. Cette distance, retou-

chée sérieusement en 1944 par Baade, a servi à étalonner toutes les autres méthodes de détermination des distances extra-galactiques.

Ces trois galaxies suffisamment proches pour permettre l'observation d'objets individuels sont utilisées pour tester le taux de production d'objets stellaires que cha-

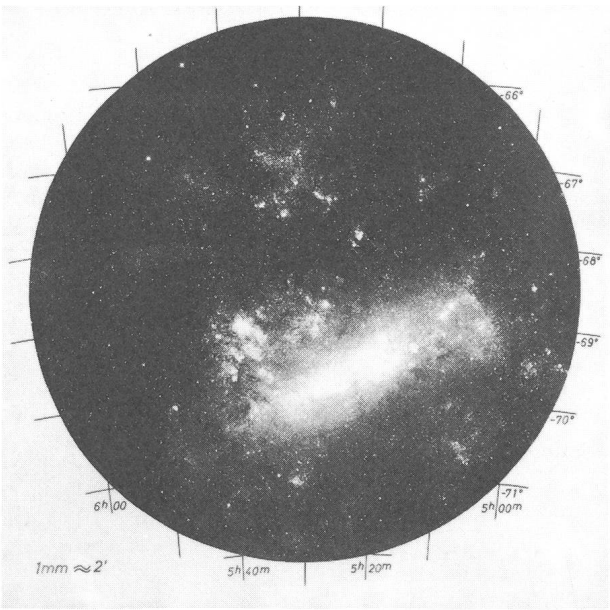


Fig. 15: Grand nuage de Magellan.

que théorie de l'évolution doit être en mesure de fournir.

L'examen morphologique des galaxies que nous ne pouvons malheureusement pas résoudre en étoiles distinctes fait ressortir une extraordinaire variété de structures. L'étude de ces structures est évidemment essentielle si nous voulons traiter les problèmes d'évolution et ceux concernant la structure de l'Univers. Plus les galaxies sont proches, plus la quantité d'informations acquises est grande, même si les objets membres ne peuvent pas être individuellement mesurés. Environ 28 galaxies sont assez proches pour permettre de fructueuses études de structures. Malheureusement, il n'est pas possible de réunir, dans un seul hémisphère céleste une variété suffisante de types morphologiques. Chaque recherche de ce type nécessite donc d'être poursuivie sur l'ensemble du ciel.

6. *Conclusions*

J'espère avoir montré, non pas seulement la richesse du ciel Sud, mais aussi qu'il n'est pas possible en astronomie de limiter arbitrairement une recherche à une région du ciel. La poursuite de nos recherches nous impose de pouvoir faire appel à des observations dans le ciel Sud et d'étendre au ciel Sud nos méthodes mises au point dans le ciel Nord. L'Univers dans son évolution n'a pas tenu compte de la position géographique des astronomes suisses.

Adresse de l'auteur:
Prof. Dr. M. Golay, Observatoire, CH-1290 Sauverny.

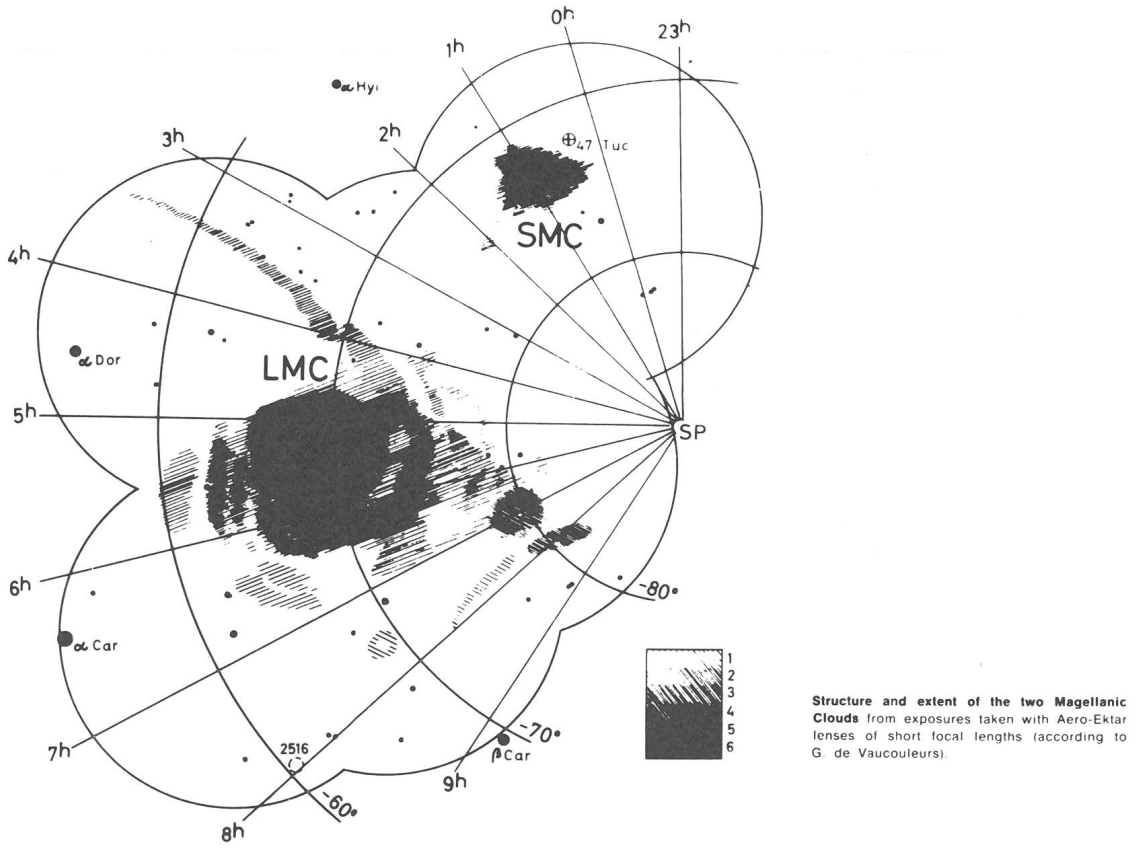


Fig. 16: Morphologie des 2 nuages de Magellan.

Zeitliche Veränderungen auf Jupiter 1971—1976/77

von J. Böing

Der Riesenplanet Jupiter war dem Amateurastronom schon immer ein dankbares Beobachtungsobjekt. Schon in einem kleinen Teleskop erkennt der Beobachter eine Vielzahl von Atmosphärischen Störungen (Details). In meinen Forschungen stellte ich mir die Frage, ob Aktivitätszentren auf Jupiter über Jahre hinaus ihre Positionen in Bändern und Zonen beibehalten. Ausserdem schloss ich in diese Auswertungen die Breitenveränderungen der Bänder sowie die Bewegungen des GRF innerhalb der Sichtbarkeitsperioden 1971—1976/77 ein.

Die folgende Aufzählung enthält die mir zur Verfügung gestellten Materialien:

Josef Loserth, 8073 Kösching Dürrnhof 2, 9 Gesamtkarten 6. 8.—9. 12. 1975.

Peter Fuchs, 3501 Fuldatal II, Meissnerstrasse 30, AAK Kassel Jupiter, 5 Gesamtkarten 29. 7.—16. 8. 1974.

R. B. Minton, University of Arizona, Measures of Jupiter Photographs 1974/75 Apparition. Verwendet wurden die Positionen der Bänder.

Roland Hedewig, 35 Kassel, Theodor-Haubach-Strasse 2, Jupiter AG Kassel, 10 Gesamtkarten: 4G-Karten 29. 9.—14. 12. 1975, 5G-Karten 8. 10.—10. 12. 1976, 1G-Karte 30. 1.—31. 1. 1977.

Erich Karkoschka, 7 Stuttgart 75, Nellingerstrasse 45c, Planetarium Stuttgart. 1971: 12 G-Karten 19. 5.—14. 8. 1971. 1972: 14 G-Karten 16. 3.—2. 10. 1972. 1973: 16 G-Karten 27. 5.—1. 12. 1973.

Insgesamt standen mir 68 Gesamtkarten mit einer jovigraphischen Länge von 24480° zur Verfügung. Die Beobachtungen wurden mit Reflektoren von 4½ bis 8 Zoll gemacht.

Der Auswertungsweg der Beobachtungen ist im Text erklärt.

Nach meinen Ergebnissen kann ich sagen, dass das STB über 6 Beobachtungsjahre Aktivitätspositionen besitzt, die ihre jovigraphische Lage (Länge) beibehalten, bzw. geringfügig ändern. Dies ist in den Diagrammen 2 und 3 gut zu erkennen. Bei den anderen Bändern bzw. Zonen konnte ich keine Überlagerung der Aktivitätsgebiete feststellen.

Auffällig bei der jovigraphischen Breitenverschiebung der Bänder ist der Zusammenhang zwischen der «Variablen Sichtbarkeit» des STrB und der «Verbreiterung» des SEB. Ebenso markant die Breitenverschiebungen des STB und NTB zum Äquator hin.

Veränderungen der jovigraphischen Breiten der Bänder 1971—1976/77 (Abbildung 1)

Ständige Sichtbarkeit der 4 Hauptbänder STB, SEB, NEB und NTB.

STB: Auffällig an diesem Band sind die Positionsverschiebungen in jovigraphischer Breite. Veränderungen der Breite von —33° (1971) bis —25° (1977). Dies gilt für die Mitte des Bandes. Ebenso «verbreiterte» es sein Ansehen von ca. 2° (1971) bis auf 5° (scheinbarer Durchmesser) Ende 1976. In den Jahren 1975/76 und 1976 wurde häufig ein «Knoten» (Verdichtung in der vollen Bandbreite) zwischen 65°—100° jovigraphischer Länge, also kurz hinter dem nachfolgenden Ende des GRF beobachtet.

STrB: Eine Überraschung für mich war, dass das STrB eigentlich kein «Neues Band» auf Jupiter war. Es wurde schon 1972 und 1973 von E. Karoschka in Stuttgart beobachtet. Hier muss es sich um ein Band «Variabler Sichtbarkeit» handeln. Sehr auffällig ist aber, dass das SEB im darauffolgenden Jahr einer Sichtbarkeit des STrB breiter wird. Das STrB ist dann nicht mehr sichtbar. Beobachtet zuerst 1973—1974/75. Dasselbe Phänomen habe ich 1975/76—1976/77 erkennen können: 1975/76—1976/77: Das STrB näherte sich nach seiner «Entstehung» 1975/76 dem SEB vom 29. Juli bis zum 15. Dezember von —23° auf —20° jovigraphischer Breite. Das SEB hatte in diesem Jahr noch seine «normale» Breite. 1976/77 ist das STrB nicht mehr sichtbar. Es wurde sehr wahrscheinlich wie 1974/75 vom SEB integriert. Das SEB hat 1976/77 eine Breite von —2° bis —19°!! Es gibt also demnach einen Zusammenhang zwischen der «Variablen Sichtbarkeit» des STrB und der Verbreiterung des SEB.

1975/76 konnte ich beobachten, dass dieses Band starken Intensitätsschwankungen unterworfen war. Bemerkenswert war die direkte Verbindung an der westlichen (linken); und zeitweise auch an der östlichen (rechten) Seite des GRF.

SEB: Die «scheinbare Mitte» des SEB befand sich immer um —10° ± 1,5° jovigraphischer Breite. Besonders auffällig war die «Verbreiterung» von —6° bis —11,5° (1971) bis auf —2° bis —19° Breite 1976/77. Im turbulenten SEB konnte ich 1975 eine Teilung in 2 kleinere, ungefähr gleich breite und dunkle Bänder beobachten. Diese Teilung wurde von mir zum ersten Male am 1. 10. 1975 bei 150-, 180facher Vergrösserung beobachtet. 1976 habe ich diese Teilung an 8 Abenden erkennen können. Diese Teilung ist von sehr beständiger Dauer. Ich habe sie noch am 20. 3. 1977 mit einem Spiegelteleskop (200/1200 mm) bei 180x beobachten können. 1971 war in diesem Band ein besonderes häufiges Auftreten von WOS zu erkennen.

NEB: Das NEB war in den 6 Beobachtungsjahren 3 starken Schwankungen in jovigraphischer Breite unterworfen:

1. 1971—1972 von jeweils 7° bis 15°
2. 1973—1974/75: In diesen beiden Jahren entfernte sich das NEB um ca. 3° vom Äquator (0°).
   Positionen: 7° bis 14° (1973); 10° bis 16° (1974/75).
3. 1975/76 «Verbreiterung» auf ca. 7° (scheinbarer) Durchmesser.
   Position: 7° bis 14°.
   1976/77 «Verkleinerung» des «scheinbaren» Durchmessers auf 5°.
   Position: 7° bis 12°.
   Anfang 1977 näherte sich das NEB dem Äquator um 2° gegenüber 1975/76 bis auf 7° Abstand.

In meinen Beobachtungsjahren 1975/76 und 1976/77 konnte ich eindeutig im NEB, speziell an der dem Äquator zugewandten südlichen Seite die stärkste Aktivität auf Jupiter feststellen.

NTB: Das NTB war in allen Beobachtungsjahren starken Positions- und Intensitätsschwankungen unterworfen.

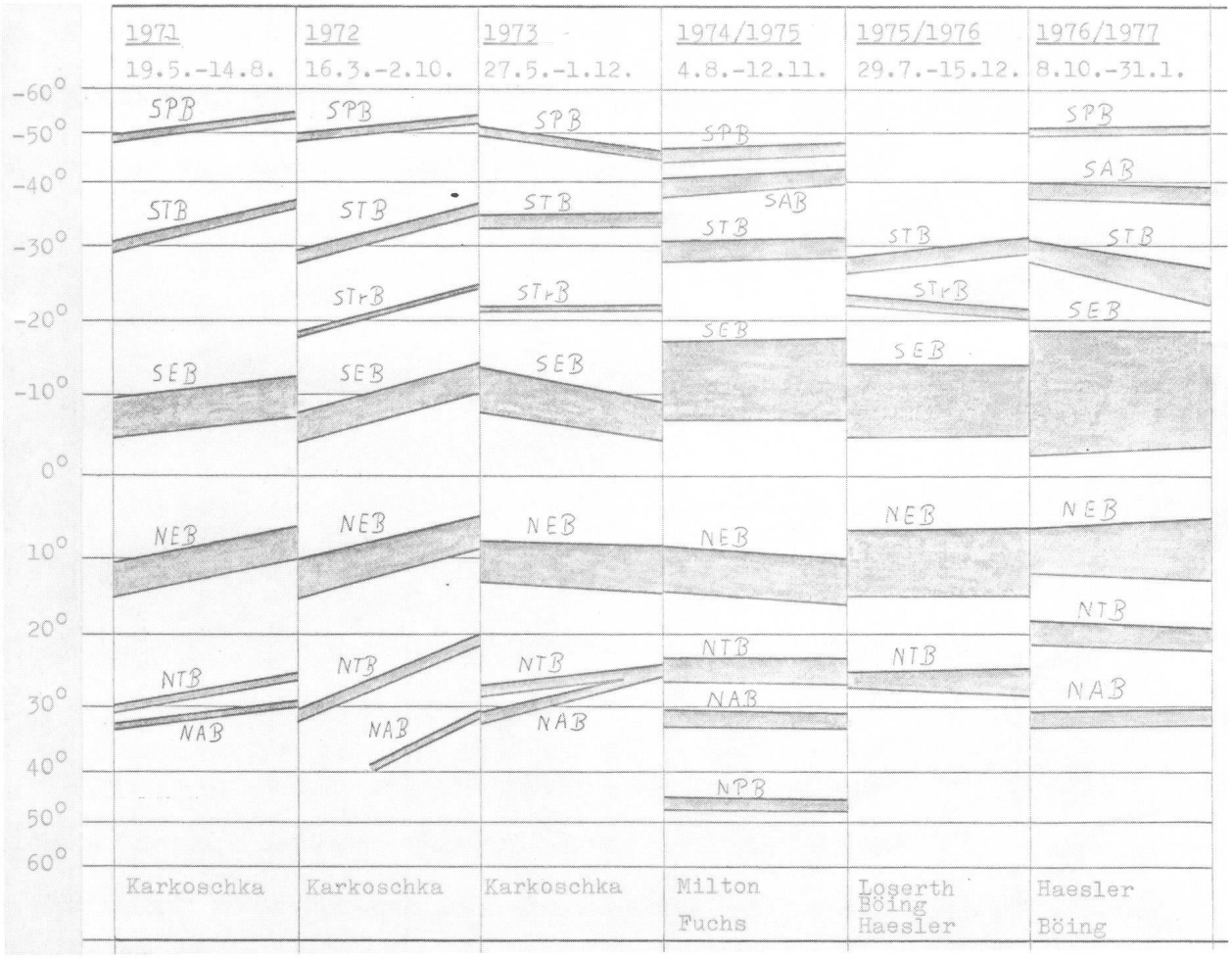


Fig. 1: Veränderungen der jovigraphischen Breiten der Bänder 1971 bis 1976/1977.

Die Verschiebungen in jovigraphischer Breite zwischen 1971—1977 betrugen ca. 10°. Bemerkenswert war die direkte Verbindung zwischen NTB und NAB Ende 1973. 1971—1973 war das Band durchschnittlich nur 2° breit. Ab 1974/75 bis 1976/77 trat eine «Verbreiterung» bis auf ca. 3,5° auf. Auffällig die sprunghafte Annäherung von 5° zum NEB von 15° bis 17,5° (1974/75) auf 18° bis 22° (1976/77).

Bemerkenswert, dass in allen Jahren eine Annäherung vom STB zum NEB bzw. NTB zum NEB beobachtet wurden. Sehr deutlich zu sehen 1976/77.

Auswertungsweg der Beobachtungen:
An dieser Stelle sei vorweggenommen, dass es mir weniger um die Intensität (Anzahl pro Gesamtkarte) der einzelnen Bänder bzw. Zonen, sondern nur um die Positionen der grösseren Aktivität eines Beobachtungsjahres im jovigraphischen Längensystem geht.

Meinen Auswertungen legte ich folgendes zugrunde: Jeder Beobachter sieht mehr oder weniger Details in einer bestimmten Nacht. Dies hängt von der jeweils unterschiedlichen Auflösung und Vergrösserung seines Instrumentes, der Wahrnehmung von Details eines einzelnen Beobachters sowie von der Luftgüte und einigen anderen Faktoren ab. Falls ein grösseres Aktivitätsgebiet auf Jupiter sichtbar ist, werden es beide erkennen, der eine sieht wegen der besseren Auflösung seines Instrumentes zwar mehr Details als der andere, aber beide werden an dieser Stelle auf Jupiter eine Häufung von Details feststellen. Mir geht es ja, wie schon angesprochen, nicht um die Zahl = Intensität, sondern vielmehr um die Positionen der Jupiteraktivität. Anmerkung zu Abb. 2, 3, 4: Senkrechte Achse = Anzahl der Details pro Gesamtkarte!

Positionen und Intensitäten der Aktivität von Details (Abb. 2 und 3)
STB: 1971: An diesem Diagramm, Abb. 2, fallen sofort die 3 Aktivitätsgebiete (A1 —65°), (A2 —185°), (A3 —

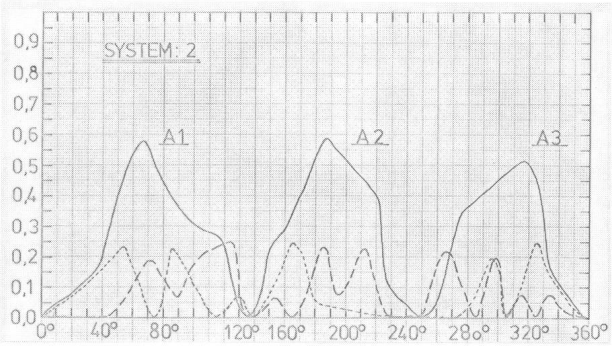


Fig. 2: STB-Positionen und Intensitäten von Detail-Aktivitäten. (——— 1971, ------ 1972, — — — 1973)

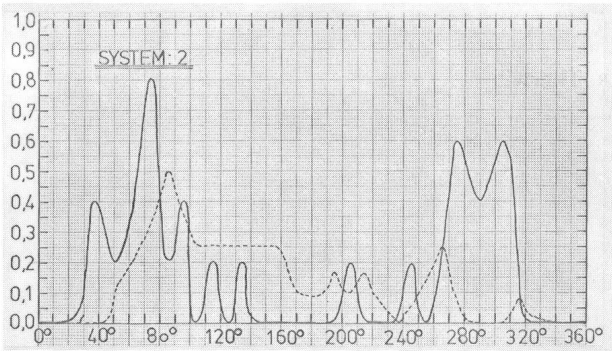


Fig. 3: STB-Positionen und Intensitäten von Detail-Aktivitäten. (—— 1974/75, ------ 1975/76, — — — 1976/77)

315°) auf. Ihr Abstand untereinander (von Spitze zu Spitze) beträgt ca. 120° jovigraphische Länge. Dies ist geometrisch gesehen sehr auffällig. Bei diesen Aktivitäten handelte es sich um 3 WOS mit nachfolgenden Knoten im Band. Die 3 WOS hatten eine Sichtbarkeitsperiode von ca. 60 Tagen.

1972: In diesem Jahr wurden 5 Gebiete von grösserer Aktivität beobachtet. Die 2 Spitzen bei 55° und 85° decken sich ungefähr mit A1. Ebenso die 2 Spitzen bei 295° und 325° mit A3. Die Spitze bei 165° ist zu weit nach links verschoben, als dass man von einem Zusammenhang mit A2 sprechen kann.

1973: Es wurden 1973 von E. Karoschka 6 Gebiete auf Jupiter mit grösserer Aktivität beobachtet. Die 2 Kurven bei 185° und 210° decken sich mit A2. Die anderen 4 Kurven liegen nur teilweise in den Aktivitätszentren wie im Vergleich zum Jahr 1971.

Als Zusammenfassung der Jahre 1971—1973 lässt sich sagen, dass alle 3 Jahreskurven dieselben 3 Nullpunkte (0° —, 145° — und 250°) durchlaufen. Ebenso liessen sich im STB 1971—1973 3 besonders aktive Regionen feststellen: 1. L I = 40° — 120°; 2. L I = 160° — 225°; 3. L I = 265° — 330°.

1974/75 — 1975/76 — 1976/77 (Abb. 3)

STB: 1974/75: Es wurden von P. Fuchs 2 Haupt-Aktivitätsgebiete mit 9 Spitzen beobachtet. Auffällig ist, dass sich die Gebiete A1 und A3 von 1971 mit 5 Aktivitätsspitzen von 1974/75 decken. A1 = 35° —, 75° —, 95°. A3 = 265° —, 305. Die Jahresaktivität um A2 ist fast ganz gesunken. Bei den Kurven um 75° —, 155° —, 260° und 310° handelte es sich um 4 WOS.

1975/76: Von den 3 Beobachtern wurde 1 Gebiet grösserer (60° — 220°); und 1 Gebiet kleinerer Aktivität (250° — 270°) festgestellt. Auffällig ist die Aktivität zwischen 60° bis 220°. Ihre grösste Spitze deckt sich fast mit der von 1974/75 bei 75°. Ansonsten hat dieses Gebiet viele Ähnlichkeiten gegenüber dem Vorjahr. Die Aktivität bei der Spitze von 265° hat gegenüber dem Vorjahr deutlich abgenommen und sich nach links verschoben.

1976/77: In diesem Jahr wurde von Haesler und mir überhaupt keine Aktivität im STB festgestellt. Dies

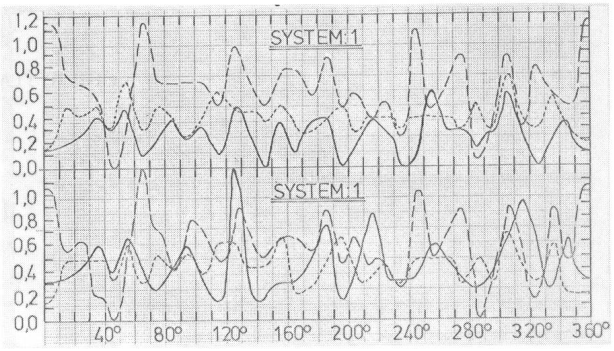


Fig. 4: EZ-Positionen und Intensitäten von Detail-Aktivitäten. (—— 1971, ------ 1972, — — — 1973). Oben: EZ_{mitte} — SEB_N. Unten: NEB_S — EZ_{mitte}.

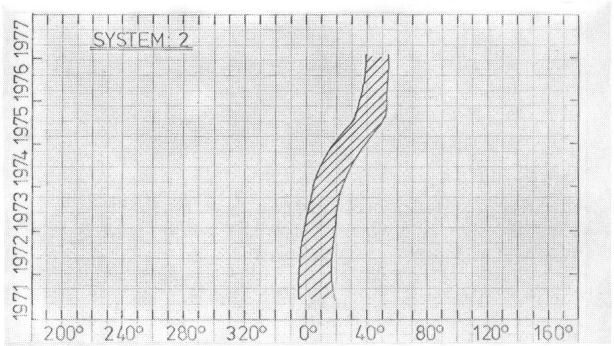


Fig. 5: GRF-Positionsverschiebungen in jovigraphischer Länge 1971 bis 1977.

hängt sicher mit der Sichtbarkeit (Breitenausdehnung des SEB —2° bis —19°), der Annäherung des STB an das SEB sowie mit der Unsichtbarkeit des GRF zusammen.

Positionen und Intensität von Details (Abb. 4)

EZ: Zur Erklärung des Diagramms sei noch gesagt: Das Diagramm ist in 2 «Diagrammkästen» aufgeteilt. Das Obere gilt für SEB_N bis EZ (Mitte); das Untere für NEB_S bis EZ (Mitte).

Die EZ weisst keine eindeutig festgelegten «Aktivitätsherde» auf. Auffällig aber dennoch die stärkere Aktivität 1973. Bei diesen Aktivitäten 1971—1973 handelte es sich fast ausschliesslich nur um Brücken.

Positionsverschiebungen in jovigraphischer Länge (Abb. 5)

GRF: Der GRF zeigt in den Beobachtungsjahren 1971—1977 eine eindeutige Drift-Bewegung. Auffällig ist die sprunghafte Positionsverschiebung 1975/76. Der GRF war 1976/77 von den Beobachtern nicht gesehen worden. Die ganze STrZ war wie von einem «grauen Schleier» eingehüllt. Die Angaben des GRF von Januar 1977 stammen vom «Jupiter Bulletin Association of Lunar and Planetary Observers».

Adresse des Autors:
Jochen Böing, Fasanenkamp 17, BRD-427 Dorsten 21.

Zu verkaufen

Spiegelteleskop 15 cm

Ganzmetall-Montierung, verschiedene Okulare und Barlow-Negativlinse. Nur Fr. 400.—.

Christian Schlegel, Weitenaustr. 20,
9215 Schönenberg a. d. Thur, Tel. (072) 3 23 39

Die Sonnenflecken 1977

PHILIP STAIGER, Therwil

Hier ist der zweite Bericht über meine im Rahmen der Möglichkeiten des Durchschnittsamateurs gemachten Sonnenbeobachtung[1]). Rekapitulieren wir rasch: Folgende häufig gebrauchte Abkürzungen seien nochmals definiert.

G bedeutet die Anzahl der Sonnenfleckengruppen (z. B. sogenannte bipolare Gruppen, welche aus zwei Hauptflecken in Ost-West-Richtung bestehen und oft auch kleinere Nebenflecken aufweisen).

F ist die blosse Anzahl der einzelnen, in den Gruppen vorhandenen Flecken.

R bezeichnet schliesslich die aus G und F berechenbare Relativzahl: $R = 10 \times G + F$

Als Beobachtungsinstrument diente mir weiterhin ein Refraktor mit folgenden Daten:
Brennweite f = 800 mm
Öffnung D = 40 mm
Okulare 36x, 64x, 89x
Zenitprisma mit eingeschraubtem Sonnenfilter

Allgemeine Feststellungen

Vergleicht man die Mittelwerte von 1976 mit denen von 1977, so ist auf den ersten Blick zu erkennen, dass die Sonne 1977 fleckenreicher gewesen ist. Dies war nicht anders zu erwarten, da 1976 laut Statistiken innerhalb der elfjährigen Fleckenperiode ein Minimumsjahr war. So ist es denn auch kaum verwunderlich, dass die Sonne je länger je seltener fleckenlos zu sehen war. Vor allem gegen Anfang des Jahres konnte dies noch ein paar mal beobachtet werden. Seit dem 1. August 1977 allerdings waren auf der Sonne immer Flecken zu sehen, wenn auch ihre Anzahl teils beträchtlichen Schwankungen unterworfen war.

Monatsmittel

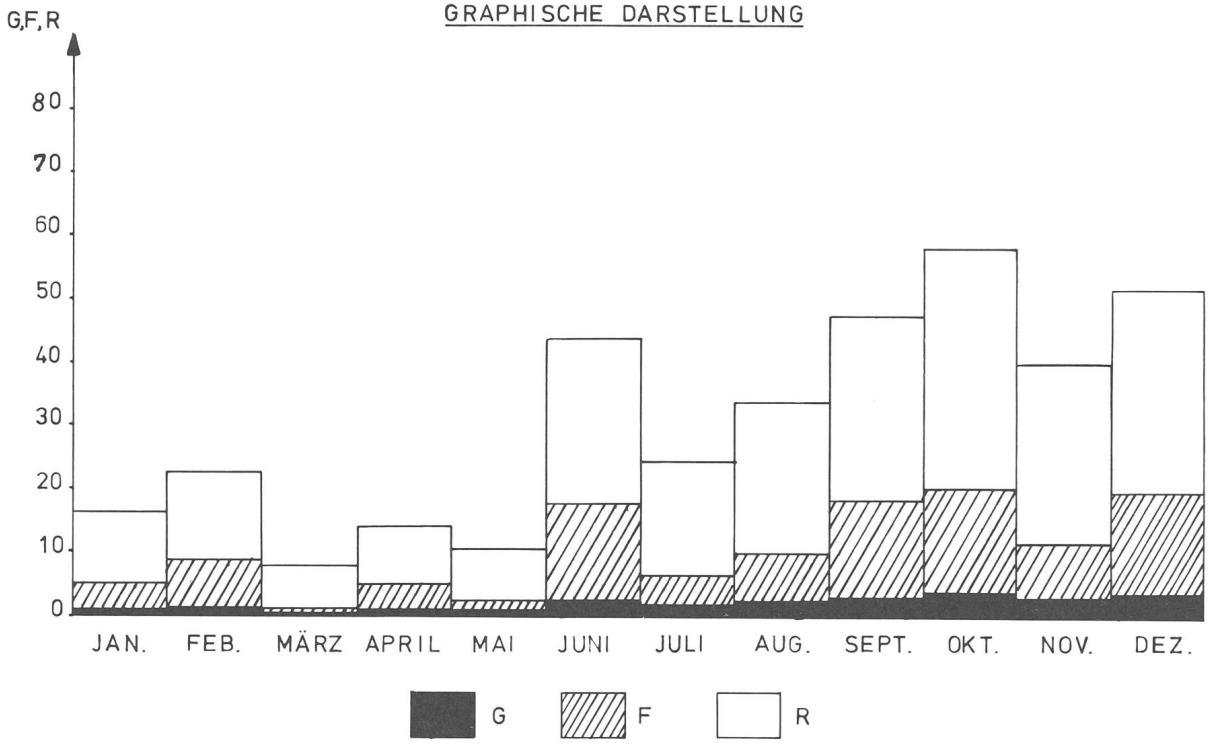
Monat	Beob. Tage	mit — ohne Flecken	%		%	Mittelwerte für		
						G	F	R
Januar	10	7	70	3	30	1,1	5,3	16,3
Februar	15	11	73	4	27	1,4	8,7	22,7
März	21	11	52	10	48	0,6	1,3	7,5
April	13	9	69	4	31	0,9	5,2	14,4
Mai	16	9	56	7	44	0,8	2,6	10,7
Juni	20	20	100	0	0	2,6	17,9	43,9
Juli	22	18	82	4	18	1,8	6,6	24,4
August	24	24	100	0	0	2,4	9,7	33,8
September	24	24	100	0	0	2,9	18,2	47,4
Oktober	16	16	100	0	0	3,8	19,8	57,9
November	13	13	100	0	0	2,8	11,2	39,7
Dezember	13	13	100	0	0	3,2	19,1	51,4

Jahresmittel

Zum Vergleich seien an dieser Stelle nochmals die Werte des Vorjahres angegeben.

Jahr	Beob. Tage	mit — ohne Flecken	%		%	Mittelwerte für		
						G	F	R
1976	231	133	58	98	42	0,8	3,6	11,4
1977	207	175	85	32	15	2,1	10,6	31,4

GRAPHISCHE DARSTELLUNG



Besonderes 1977

Öfters kam es vor, dass die Sonne ein besonders eindrückliches Schauspiel bot. Drei Beispiele seien hier erwähnt.

Der 16. Februar (vgl. Abb. 2)

Bis dahin waren zwar wohl Fleckengruppen in ± 30° heliographischer Breite zu sehen gewesen, so dass der langsame Anstieg von R berechtigterweise zu erwarten war; jedoch blieb ein merklicher Anstieg von R bis damals aus. Am 16. Februar 1977 erreichte nun R einen für meine Beobachtungszeit bemerkenswerten Hochpunkt. 6 Gruppen und insgesamt 22 Flecken zählte ich am frühen Nachmittag. Dass dieses Maximum sich nicht lange hielt, zeigt untenstehende Liste. Sie gibt die Werte von G, F und R an für die Beobachtungstage kurz vor und nach dem 16. Februar:

Beob.-Tage		G	F	R
Februar	7.	0	0	0
	11.	1	21	31
	13.	3	35	65
	16.	6	22	82
	18.	3	10	40
	19.	2	3	23
	21.	1	3	13

Man konnte dieses Ereignis als ein Zeichen des sich nähernden Maximums der elfjährigen Periode verstehen, zumal die meisten Gruppen in höheren Sonnenbreiten lagen. Seit dem 16. Februar sind übrigens Fleckengruppen in Äquatornähe höchst selten geworden. Von den 98 1977 beobachteten Fleckengruppen befanden sich nur noch 5 in Äquatornähe (alle 5 nördlich des Äquators). 39 Gruppen waren in höheren südlichen Sonnenbreiten und 54 Gruppen in höheren nördlichen Breiten. Dies ergab die interessante Verteilung von 60% auf der Sonnennordhalbkugel und 40% auf der Sonnensüdhalbkugel.

Ende März

Relativ fleckenarm zeigte sich die Sonne vom 14. März bis zum 10. April. Zweimal nur während dieser Zeitspanne (15 Beobachtungstage) konnte ich eine kleine, bipolare Gruppe sehen, welche sich gleich wieder auflöste:

Beob.-Tag		G	F	R
März	13.	1	1	11
	14.	0	0	0
	15.	0	0	0
	16.	0	0	0
	17.	0	0	0
	20.	0	0	0
	21.	0	0	0
	22.	1	2	12
	23.	1	2	12
	25.	0	0	0
	26.	0	0	0
	31.	0	0	0
April	5.	0	0	0
	6.	0	0	0
	9.	0	0	0
	10.	0	0	0
	14.	1	11	21

Anfang Dezember

30. November:

Eine einzige Gruppe mit sieben Flecken ist beim Ostrand in etwa 30° südlicher Sonnenbreite erschienen. R = 17.

5. Dezember:

Jetzt sind es vier bipolare Gruppen mit insgesamt 34 Flecken. R = 74.

Bis zu diesem Tag war R seit dem 16. Februar nicht über R = 82 gestiegen.

10. Dezember:

Von den vier am 5. 12. 77 beobachteten Gruppen sind zwei nicht mehr zu sehen. Inzwischen sind dagegen 6

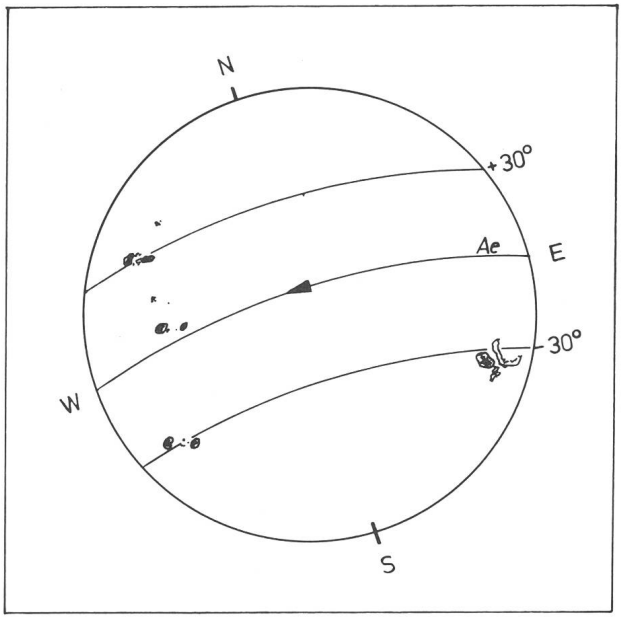


Abb. 2: Die Sonne am 16. Februar 1977 um 13.30 Uhr MEZ. Bei den Objekten rechts von der Fleckengruppe nahe beim Ostrand in —30° Sonnenbreite handelte es sich um eine besonders grosse, auffällige Fackel.

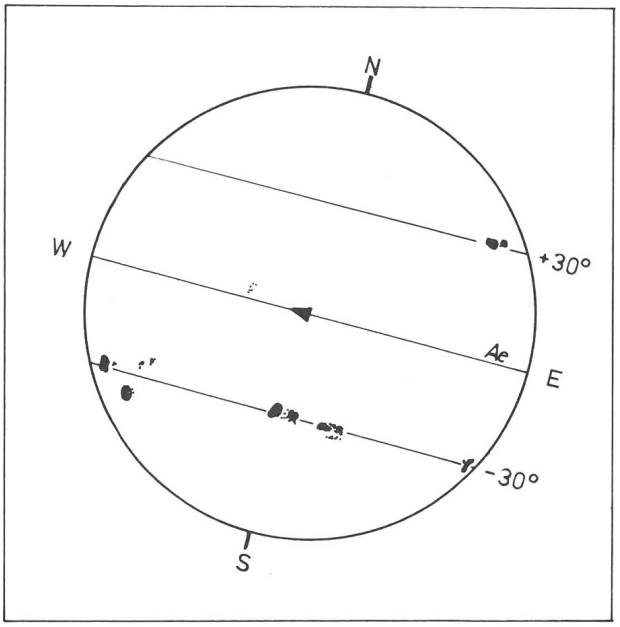


Abb. 3: Die Sonne am 10. Dezember 1977 um 13.15 Uhr MEZ.

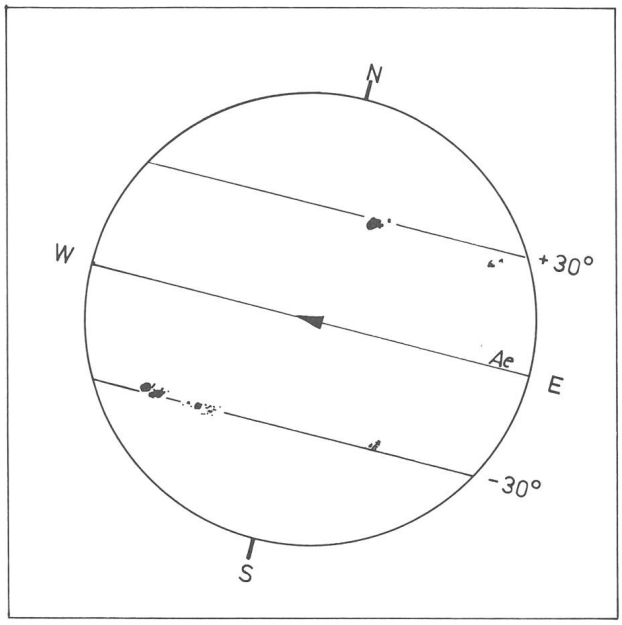


Abb. 4: Die Sonne am 13. Dezember 1977 um 12.20 Uhr MEZ.

neue Gruppen erschienen (vgl. Abb. 3) G = 8, F = 52, R = 132.

Wie im Falle des raschen Anstieges von R am 16. Februar, so blieb auch dieser Hochpunkt nicht gerade lange bestehen.

13. Dezember:

Die Relativzahl hat wieder stark abgenommen (vgl. Abb. 4) R = 79.

Dass diese Tendenz der Abnahme von R erhalten blieb, zeigt untenstehende Graphik (Abb. 5). Vor allem kann man daraus auch den raschen Anstieg von R und den ebenso schnellen Rückgang derselben vor und nach dem 10. Dezember erkennen.

Sonnenfleckenrelativzahlen für November/Dezember 1977

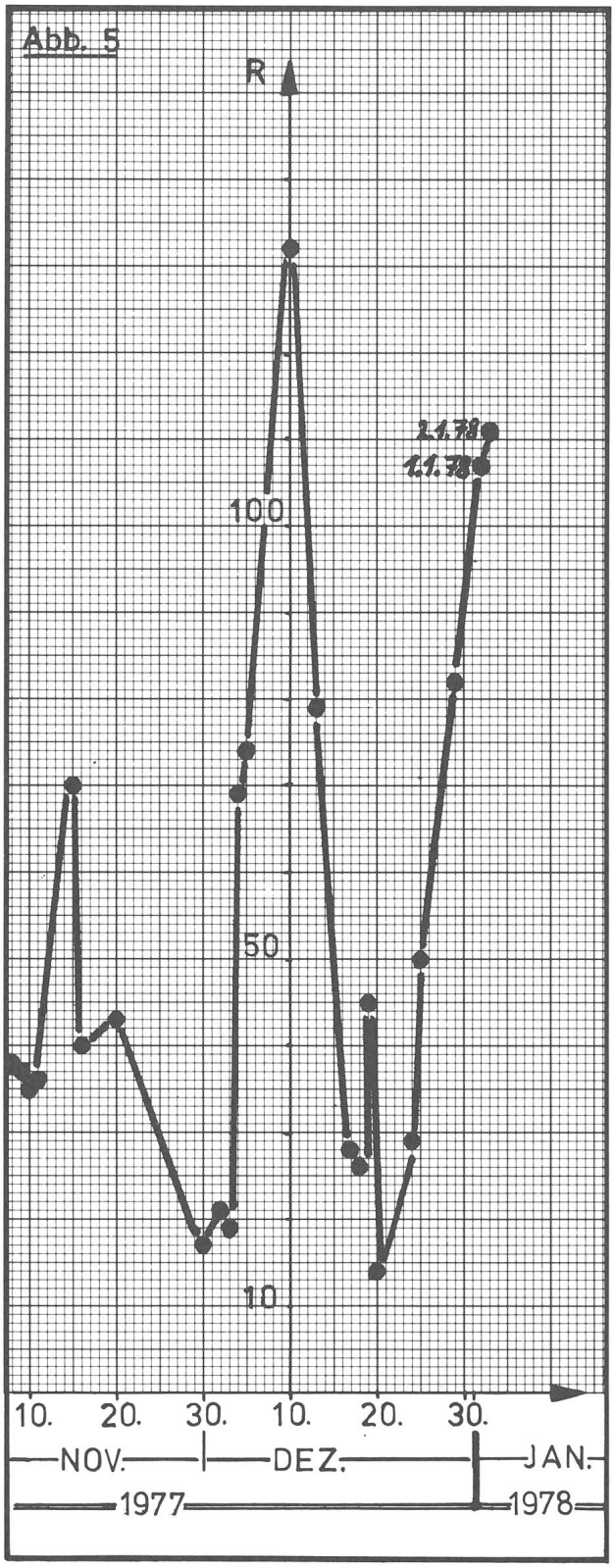
November (Monatsmittel 26.6):

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	44	42	22	21	20	23	34	25	31	25
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	25	24	26	24	33	41	46	50	51	31
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R	28	26	20	15	8	7	14	7	10	24

Dezember (Monatsmittel 41.3):

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R	20	15	31	47	62	58	55	36	55	75	
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
R	71	53	34	32	44	46	26	28	39	23	
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	23	17	23	25	30	36	50	38	58	70	61

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



1) Vgl. ORION Nr. 159, April 1977.

Adresse des Verfassers:
Philip Staiger, Gymnasiast, Kleinfeldweg 1, 4106 Therwil.

Sonnenbeobachtung für den Amateur

Einleitung

Von vielen Amateurastronomen wird die Sonnenbeobachtung etwas stiefmütterlich behandelt. Der Grund dafür mag vielleicht in der beruflichen Tätigkeit des Einzelnen liegen; einem nächtlichen Hobby ist leichter nachzugehen.

Die Sonne ist aber das einzige Objekt, von dem wir im Übermass Licht erhalten. Es lassen sich deshalb bereits mit kleinen Instrumenten gute Beobachtungsresultate erzielen. Auch die Berufsastronomen verwenden zur Sonnenüberwachung oft Instrumente mit Öffnungen von 10 bis 20 cm. Die Fleckenbeobachtungen der Eidgenössischen Sternwarte zur Errechnung der Relativzahlen werden zum Beispiel vom Anfang an bis zum heutigen Tag mit einem Frauenhoferschen Fernrohr von 8 cm Öffnung und 110 cm Brennweite bei 64facher Vergrösserung durchgeführt.

Am einfachsten zu beobachten sind die Sonnenflekken, die Fackeln und die Granulation. Bereits etwas schwieriger, aber heute durchaus im Bereich des Amateurs, liegen die Beobachtungen der Protuberanzen. Die Überwachung der Chromosphäre im monochromatischen Licht des Wasserstoffs oder des Kalziums durch den Amateur scheitert heute noch vorwiegend an den finanziellen Auslagen, kostet doch ein Hα-Filter zwischen Fr. 2300.— bis Fr. 3000.—. Dass aber die Sonnenbeobachtung auch mit einfacheren Mitteln möglich ist, soll nun im weitern gezeigt werden.

Beobachtungsmethoden
und die dazu nötigen Instrumente

Zur Beobachtung der Sonne sind keine grösseren optischen Hilfsmittel erforderlich. Schon ein Zweizöller kann beim Beobachten gute Dienste leisten. Niemals darf man aber durch ein Fernrohr direkt in die Sonne schauen. Selbst bei einem kurzen Blick durch das Okular kann das Auge schwer geschädigt oder sogar zerstört werden.

Die Beobachtung der Sonne kann auf zweierlei Arten erfolgen. Einmal durch die Sonnenprojektion, zum andern durch die direkte Beobachtung am Okular.

Die Sonnenprojektion

Die einfachste und gefahrloseste Art ist die Projektion der Sonne auf einen weissen Schirm. Diese Methode eignet sich zudem ausgezeichnet zum Anfertigen von Zeichnungen. Die auf dem Schirm projizierten Umrisse der Flecken oder Fackeln lassen sich leicht nachzeichnen.

Durch die Veränderung des Abstandes Okular—Projektionsschirm kann jede gewünschte Grösse des Sonnenbildes erreicht werden. Der Schirm muss deshalb so gearbeitet sein, dass man ein Zeichnungspapier (Protokollblatt) darauf befestigen und ihn in verschiedenen Entfernungen vom Okular feststellen kann. Dadurch ist es möglich, die jahreszeitlichen Schwankungen des scheinbaren Sonnendurchmessers auszugleichen und immer den gleichen Bilddurchmesser beizubehalten, was für eine spätere Auswertung der Bilder von Vorteil ist.

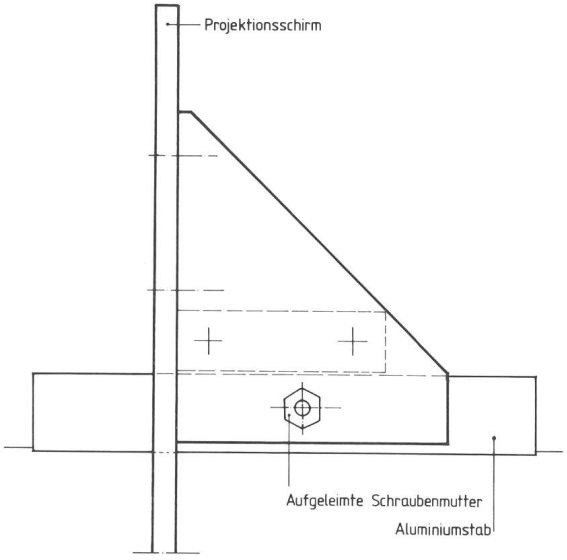


Fig. 2 und 3 zeigen eine einfache Konstruktion zur Befestigung des Projektionsschirmes auf dem Rohr. Der Schirm kann auf dem Aluminiumstab hin- und hergeschoben und auch jederzeit entfernt werden.

Fig. 2: Seitenansicht.

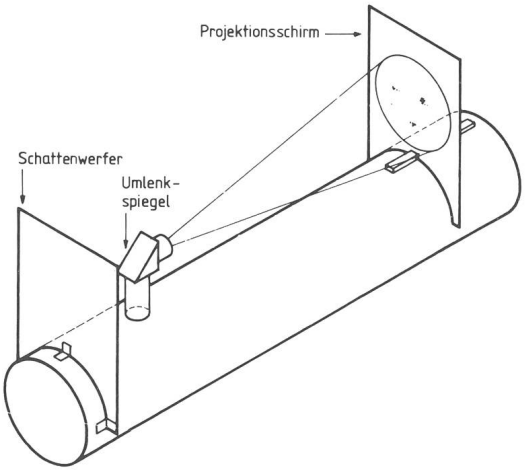


Fig. 1: Anordnung des Projektionsschirmes bei einem Spiegelteleskop.

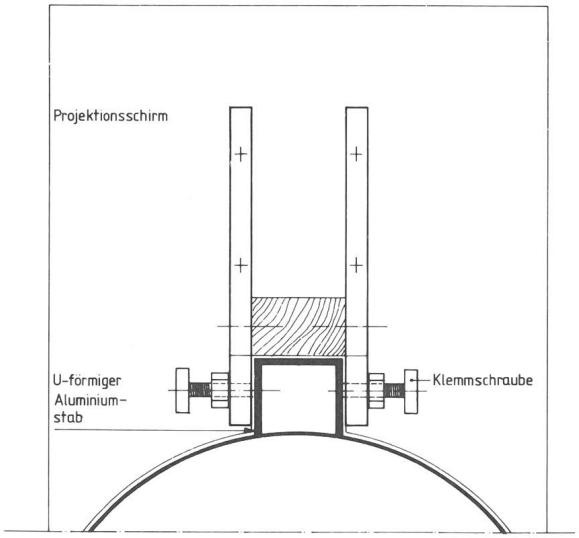


Fig. 3: Ansicht von Hinten.

Die Bildgrösse hängt jedoch nicht nur vom Abstand Okular—Projektionsschirm ab, sondern auch von den Brennweiten des Objektivs und Okulars. Je länger die Brennweite des Objektivs und je kürzer die Brennweite des Okulars sind, desto grösser wird das Sonnenbild.

Der Durchmesser des Sonnenbildes kann wie folgt berechnet werden:

$$d = \frac{F \cdot (a-f)}{100 \cdot f} \quad \text{oder} \quad d = V \cdot \frac{a-f}{100}$$

Dabei entsprechen:
d dem Durchmesser des Projektionsbildes der Sonne
a dem Abstand Okular—Schirm
F der Brennweite des Objektivs
f der Brennweite des Okulars
V der Vergrösserung

Die Vergrösserung wie auch der Projektionsbilddurchmesser sollten nicht zu gross gewählt werden, da die Bildhelligkeit sehr schnell abnimmt. Als Standardgrössen werden Durchmesser von 10—15 cm empfohlen.

Um ein möglichst kontrastreiches Bild zu erhalten, ist es empfehlenswert, mit einem über Projektionsschirm und Kopf des Beobachters gestülpten schwarzen Tuch zu beobachten.

Leichtes Hin- und Herwedeln auf dem projizierten Bild mit einem glänzenden Fotopapier steigert zudem den Kontrast nochmals ganz erheblich.

Die direkte Sonnenbeobachtung am Okular

Bei der direkten Sonnenbeobachtung sind wir gezwungen, die gewaltige Lichtmenge durch eine Abblendvorrichtung abzuschwächen. Dazu kommen verschiedene Möglichkeiten in Frage.

Abblenden des Objektivs

Nicht zu empfehlen ist das starke Abblenden des Objektivs, weil dabei das Auflösungsvermögen durch Definitionsverlust leidet. Zur Beobachtung der Granulation ist eine Auflösung von 1" nötig. Es darf deshalb keinesfalls mit einer Objektivöffnung unter 10 cm gearbeitet werden.

Objektivfilter

Die starke Sonnenstrahlung kann mit einem vor dem Objektiv montierten Filter[1]) abgeschwächt werden. Es kommt dann nur soviel Licht und Wärme in das Instrument, wie zur Beobachtung erforderlich ist. Diese Filter sind meist mit einer Chrom- oder Aluminiumschicht versehen, die das auffallende Sonnenlicht stark reduziert. An die Qualität solcher Filter müssen aber hohe Anforderungen gestellt werden, um Spiegelungen und Verzerrungen des Sonnenbildes zu vermeiden. Filter dieser Art sind daher nicht billig.

Anstelle eines Objektivfilters kann auch eine «Tuthill-Folie»[2]) verwendet werden. Sie besteht aus 2 aluminisierten, dünnen Polyesterfolien. Eine Verzeichnung des Bildes ergibt sich dabei nicht. Die Folie sollte aber nicht für zu grosse Optiken verwendet werden, da sie etwas Streulicht verursacht, das sich bei Öffnungen über 15 cm negativ auswirkt.

Okularfilter

Okularfilter werden normalerweise in das vordere Ende des Okulars geschraubt. Bei Verwendung solcher Filter ist grösste Vorsicht geboten, denn es besteht die Gefahr, dass das Filter zerspringt und dadurch das Auge des Beobachters nicht mehr ausreichend vor der schädlichen Licht- und Wärmemenge geschützt ist.

Man verwende deshalb nur spezielle Sonnenfilter[3]), die mit einer Spiegelschicht versehen sind, die die auftretende Licht- und Wärmestrahlung zurückwirft. Das Filter kann sich somit nicht erwärmen.

Helioskop

Ein sehr gutes Hilfsmittel ist das Helioskop oder Sonnenokular[4]). Beim Helioskop wird mit Hilfe von Reflexion an Prismen oder Glasflächen der grösste Teil der unnützen und schädlichen Strahlung durch eine Öffnung ausgeblendet. Durch ein zusätzliches schwaches Neutralglas erreicht man eine für das Auge angenehme Helligkeit.

Es war die Absicht des Verfassers, dem interessierten Amateur-Astronomen kurz die wichtigsten Beobachtungsmethoden und Hilfsmittel zur Sonnenbeobachtung darzustellen.

In weiteren Abschnitten soll dann näher auf die einzelnen Arbeitsgebiete der Sonnenbeobachtung eingegangen werden.

Bezugsquellen:
1) Lichtenknecker Optics A.G., Grote Breemstraat 21, B-3500 Hasselt.
2) Roger W. Tuthill, Inc., Box 1086 ST, 11 Tanglewood Lane, Mountainside, N.J. 07092.
3) Lichtenknecker Optics A.G.
4) Materialzentrale der SAG, Fredy Deola, Engestrasse 24, 8212 Neuhausen a. Rhf.

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

Katalog über 78 irrtümlich als Impaktstrukturen bezeichnete Objekte

von J. Classen

Einführung

Dieser historische Anhang zum *Katalog über 230 sichere, wahrscheinliche, mögliche und zweifelhafte Impaktstrukturen* (vgl. ORION 163, Seite 198 ff) enthält 78 Objekte, welche in der Literatur als Meteoritenkrater bezeichnet worden sind. Nach jetziger Kenntnis wurden diese Objekte jedoch nicht durch Meteorite hervorgerufen. Die fünfte Spalte enthält daher ausnahmslos die Bewertung

E: Lokalitäten mit Indizien für irdischen Ursprung (keine Impaktstrukturen).

Auch die Lokalitäten dieses Kataloges wurden wieder in 30 x 42 cm grosse Karten eingetragen, die von der Sternwarte Pulsnitz an Mitarbeiter abgegeben werden.

Adresse des Autors:
J. Classen, Sternwarte Pulsnitz, 8514 Pulsnitz, DDR.

Nr.	Name	Land	Zahl der Krater	Bewertung	geogr. Breite	geogr. Länge	Bemerkungen	Durchmesser in m	Tiefe in m	Alter in 10^6 Jahren	entdeckt	Nachweise
	Europa											
1	La Sauvetat	Frankreich	1	E	44°52'N	01°31'E	Einsenkung	1 500				2,3,20,62
2	Confolent	Frankreich	1	E	45°05'N	01°48'E	Einsenkung	1 500				2,3,20,62
3	Pariser Becken	Frankreich	1	E	48°56'N	02°30'E	Einsenkung	300 000				4,9
4	Hérault, Faugères	Frankreich	6	E	45°32'N	03°08'E		300	50	0,01?	1950	1-4,9
5	Lac du Bouchet	Frankreich	1	E	44°56'N	03°47'E	See	1 000			1965	2,3
6	Urach Areal	Bundesrepublik Deutschland	?	E	48°30'N	09°24'E	300 Vulkanschlote	35 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1962	12,14
7	Stopfenheimer Kuppel	Bundesrepublik Deutschland	1	E	49°04'N	10°53'E	Aufwölbung	8 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1971	12,36,43, 49
8	Lago di Bolsena	Italien	1	E	42°37'N	11°56'E	See	13 000	305			35
9	Lago Trasimeno	Italien	1	E	43°08'N	12°07'E		15 000	257			35
10	Rötz-Tiefenbach	Bundesrepublik Deutschland	viele	E	49°23'N	12°35'E	insgesamt 10 km lange Einsenkung	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,37,38, 39
11	Cham-Stamsried	Bundesrepublik Deutschland	viele	E	49°14'N	12°37'E	insgesamt 15 km lange Einsenkung	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,37,39
12	Horaždovice	Tschechoslowakei	viele	E	49°23'N	13°36'E	insgesamt 15 km langes Seengebiet	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,39
13	Blatná-Sedlice	Tschechoslowakei	viele	E	49°25'N	13°55'E	insgesamt 20 km langes Seengebiet	etwa 1 000		Enstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,39
14	Strakonice-Písek	Tschechoslowakei	viele	E	49°17'N	14°03'E	insgesamt 15 km langes Seengebiet	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,39
15	Vodňany	Tschechoslowakei	viele	E	49°05'N	14°16'E	insgesamt 30 km langes Seengebiet	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,39
16	České Budějovice-Novy Hrady	Tschechoslowakei	viele	E	48°50'N	14°40'E	insgesamt 30 km langes Seengebiet	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,38,39
17	Třeboň-Lomnice-Veselí	Tschechoslowakei	viele	E	49°04'N	14°45'E	insgesamt 30 km langes Seengebiet	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,39
18	Jindřichuv Hradec	Tschechoslowakei	viele	E	49°07'N	15°07'E	insgesamt 20 km langes Seengebiet	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,39
19	Edelbach	Österreich	viele	E	48°40'N	15°26'E	Einsenkung aus vielen Kratern, Alemonit	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,39
20	Gföhl	Österreich	viele	E	48°30'N	15°30'E	Einsenkung aus vielen Kratern, Alemonit	etwa 1 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1974	12,39
21	Jasenice	Tschechoslowakei	1	E	49°27'N	18°00'E	nahe Valaské Meziříči, Rundstruktur	2 000		Entstehung mit Nördlinger Ries?	1970	12,53
22	Radhošt	Tschechoslowakei	1	E	49°28'N	18°15'E	Halbkreis			Entstehung mit Nördlinger Ries?	1961	12,53
23	Ungarische Tiefebene	Ungarn	1	E	47°00'N	21°00'E	Einsenkung	200 000			1933	3,9,21
24	Iljinzy	UdSSR	1	E	49°08'N	29°12'E		4 000	100	100?	1973	56
25	Schwarzes Meer/ Bosporus	UdSSR, Türkei Griechenland	viele	E	43°00'N	35°00'E	Einsenkung durch Meteoritenschauer 1680 v.Z. ?	300 000	2300	0,003655		22
26	Kasantip	UdSSR, Krim	1	E	45°30'N	35°48'E	Riff	4 500			1968	54
	Asien											
27	Iriston	UdSSR	1	E	42°54'N	43°54'E	Einsenkung	500	100		1966	54
28	Gwarkuh	Persien, Balutschistan	1	E	28°30'N	60°40'E		45	15		1933	2,3,4,9

Nr.	Name	Land	Zahl der Krater	Bewertung	geogr. Breite	geogr. Länge	Bemerkungen	Durchmesser in m	Tiefe in m	Alter in 10^6 Jahren	entdeckt	Nachweise
29	Japanisches Meer	Japan	1	E	40°00'N	135°00'E	Meer	800 000	3000		1964	2,3,20
	Afrika											
30	Richât	Mauretanien	einige	E	21°09'N	11°24'W	Glied der Kraterkette Nr. 127–136 ?	45 000				2-5,9,12, 42
31	Quarkziz	Algerien	1	E	24°00'N	07°30'E						34
32	Butare Krater	Ruanda	1	E	02°36'S	29°44'E					1966	4
33	Viktoria Njansa	Ostafrika	1	E	01°00'S	33°00'E	See	250 000	1180			44
34	Bishoftu Krater	Äthiopien	14	E	08°45'N	39°00'E	45 km SW Addis Ababa				1951	2,3
35	Sokotra	Süd-Yemen	1	E	12°36'N	53°40'E						4,9
	Nordamerika											
36	Ka-Imu-Hoku	USA, Hawai	1	E	20°55'N	156°53'W					1924	3,4,9
37	Ubehebe	USA,Kalifornien	2	E	36°59'N	117°32'W		150			1965	1,3,4
38	Panemint	USA, Kalifornien	1	E	36°05'N	117°22'W		70	12		1961	3,4,9
39	Duckwater	USA, Nevada	1	E	38°07'N	115°07'W		68	5		1951	1,3,4
40	Elegante	Mexiko, Sonora	1	E	31°40'N	112°55'W					1952	2,9
41	Agnak Insel	Canada, N.W.T.	4	E	67°30'N	108°00'W		150	15			4
42	Cerro Colorado	USA, New Mexico	1	E	35°06'N	107°00'W		800			1965	17
43	Afton Krater	USA, New Mexico	3	E	32°05'N	106°50'W	Vertiefungen					1,3,4
44	Crestone	USA, Colorado	1	E	38°52'N	105°39'W					1963	3,4,9
45	New Mexico Krater, Mory County	USA, New Mexico	1	E	36°00'N	105°00'W	Luftbeobachtung	9	1		1948	1-4,9
46	Ellef Ringness Insel	Canada, N.W.T.	4	E	78°30'N	102°30'W		32 000			1951	3,4,9
47	Wilbarger Dome	USA, Texas	1	E	33°50'N	99°15'W					1963	3,4,9
48	Tepexitl	Mexiko, Puebla	1	E	19°13'N	97°26'W	Rundstruktur	1 180	92		1974	32
49	Winkler	USA, Kansas	1	E	39°29'N	96°49'W	Einsenkung	760			1961	3,4,9
50	Golf von Campeche	Mexiko	1	E	21°00'N	94°00'W	Meer	650 000	3300		1964	2,3,20
51	Tiffin	USA, Iowa	1	E	41°48'N	91°41'W		30	2,5		1937	1-4,9
52	Limeston Mountain Disturbance	USA, Michigan	1	E	47°00'N	89°00'W	Lage unsicher				1943	2
53	Hicks Dom	USA, Illinois	1	E	37°42'N	88°13'W					1954	2,3
54	Mosquito Golf	Panama	1	E	10°00'N	81°30'W	Meer	300 000	2000		1964	2,3,20
55	Parry Sound	Canada, Ontario	1	E	45°22'N	79°55'W		2 240			1965?	4,9
56	Caralina Bais	USA, Nord- und Süd Carolina	3	E	34°00'N	77°00'W	Meer	100 000	200?		1933	2,3,9,21
57	Franktown	Canada, Ontario	1	E	45°03'N	76°04'W		1 200	8	400	1960	1-4,9
58	Lac Chatelein	Canada, Quebec	1	E	60°15'N	74°36'W	See	55?	5			4
59	St. John Lake	Canada, Quebec	1	E	48°30'N	72°00'W	See					9
60	Sault aux Cochons	Canada, Quebec	1	E	49°17'N	70°05'W		11 200			1960	2-4,9
61	Ungava Bai	Canada, Quebec	1	E	60°00'N	67°20'W	Meer	240 000	100		1960	1-4,9,20
62	Menihek Seen	Canada, Quebec	2	E	53°42'N	66°40'W	2 Seen, Luftaufnahme	4 800			1960	1-4,9
63	Merriwell	Canada, Quebec	1	E	58°00'N	65°00'W	See					4,9
64	Michikamow	Canada, Labrador	1	E	54°34'N	64°27'W	See	5 600			1960	2,9
65	St. Lorenz Golf	Canada	1	E	47°06'N	63°03'W	südl. Teil des Golfes	288 000	50		1960	2-4,9,20,27
66	Bermudas	Atlantik	1	E	30°00'N	62°00'W	Meer	2 250 000	5000			2,20
	Südamerika											
67	Colluma	Bolivien	1	E	18°32'S	68°05'W					1966	4
68	St. Georg Golf	Argentinien	1	E	46°00'S	67°00'W	Meer	200 000	80		1964	2,3,20

Nr.	Name	Land	Zahl der Krater	Bewertung	geogr. Breite	geogr. Länge	Bemerkungen	Durchmesser in m	Tiefe in m	Alter in 10^6 Jahren	entdeckt	Nachweise
69	Kleine Antillen	Westindien	1	E	14°30'N	65°00'W	Meer	600 000	5000	400	1964	2,3,9,20
70	Tierra del Fuego	Argentinien-Falklandinseln	1	E	52°30'S	65°00'W	Meer	600 000	400		1964	2,3,20
71	Samborombon Bai	Argentinien	1	E	35°45'S	56°30'W	Meer	100 000	16		1964	2,3,20
	Australien											
72	Lake Hamilton	Südaustralien	1	E	34°00'S	135°20'E	Einsenkung					1,4
73	Eastern Arnhem Land	Nordaustralien	1	E	13°10'S	135°40'E					1950	3
74	Eyre Peninsula	Südaustralien	mehrere	E	34°30'S	136°00'E	Einsenkung				1947	2-4,9
75	Bass Straße	Tasmanien	1	E	40°00'S	146°00'E	Meer	270 000	80		1967	4
76	Tasmania Krater	Tasmanien	1	E	43°20'S	147°00'E	Ursprung des Darwin Glases?	1 000		0,70?	1973	58
	Antarktis											
77	Wedell Meer	südöstlich Südamerika	1	E	67°00'S	40°00'W	Meer	1 000 000	5000		1964	2,3,20
78	Wilkes Land	südwestlich Australien	1	E	71°00'S	140°00'E	Ursprung der Australite ?	240 000			1961	3,4,9

Nachweise

Bisherige Kataloge (chronologisch)

1 O'Connell, E.: A catalog of meteorite craters and related features with a guide in the literature. Rand Corp., Santa Monica, California, 1965 (116 Lokalitäten)

2 Monod, T.: Contribution à l'établissement d'une liste d'accidents circulaires d'origine météoritique, cryptoexplosive, etc. Ifan-Dekar, 1965 (95 Lokalitäten)

3 Hey, M.H.: Catalogue of Meteorites. Pages 538–562. London 1966 (139 Lokalitäten)

4 Freeberg, J.H.: Terrestrial Impact Structures – A Bibliography. U.S. Geol. Surv. Bull. 1220. Washington 1966. Supplement 1965–68. U.S. Geol. Surv. Bull, 1320. Washington 1969 (127 Lokalitäten)

5 Short, N.M. and Bunch, T.E.: A worldwide inventory of features characteristic of rocks associated with presumed meteorite impact structures. In French, B.M. and Short, N.M. (Editors): Shock Metamorphism of Natural Materials. Mono Book Corp., Baltimore, Maryland, 1968 (52 Lokalitäten)

6 Millmann, P.M.: The Space Scars of Earth. Nature *232,* July 16, London 1971 (62 Lokalitäten)

7 Dence, M.R.: The Nature and Significance of Terrestrial Impact Structures. Earth Phys. Branch Contr. No. 393, 1972 (93 Lokalitäten)

8 v. Engelhardt, W.: Meteoritenkrater. Naturwiss. *61,* 413–422, Heidelberg 1974 (95 Lokalitäten)

9 Sandner, W.: Studien über Meteoritenkrater. Sirius, Heppenheim (BRD) 1976 (138 Lokalitäten)

Literatur (alphabetisch)

10 Classen, J.: Neuer grosser Meteoritenkrater in Afrika. Naturwiss. Rundschau 213–214, Stuttgart 1968

11 Classen, J.: Wipfelsfurt, ein umstrittener Meteoritenkrater im Donautal. Veröff. Sternw. Pulsnitz Nr. 15, Pulsnitz 1978

12 Classen, J.: Meteoritenkrater in Streuellipsen und Kraterketten. Veröff. Sternw. Pulsnitz Nr. 16, Pulsnitz 1978

13 Crawford, A.R.: Possible Impact Structure in India. Nature *237,* 96, London 1972

14 Dehm, R.: Das Nördlinger Ries und die Meteortheorie. Mitt. bayer. Staatssamml. Palänont. hist. Geol. 2, 69–87, München 1962

15 Dietz, R.S.: Shatter Cones in Cryptoexplosion Structures. J. of Geol. *67,* 5, 496–505, Chicago 1959

16 Dietz, R.S. and French, B.M.: Two Probable Astroblemes in Brazil. Nature *244,* 561–562, London 1973

17 Elston, W.E. and Lambert, P.W.: Possible Shatter Cones etc. Geolog. Problems in Lunar Research, 1004, New York 1965

18 Fedynski, V.V. Chrianin, L.P.: On possible Number of Meteorite Craters on the USSR Territory. Astron. Vestnik X, 2, 81–87, Moscow 1976

19 Florensky, P.V.: Irgizites – Tektites from Meteoritic Crater Zhamanshin. Astron. Vestnik IX, 4, 237–244, Moscow 1975

20 Gallant, R.: Bombarded Earth. London 1964

21 Heide, F.: Kleine Meteoritenkunde. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1957

22 Herrmann, A.: Katastrophen, Naturgewalten und Menschenschicksale. 437, Berlin 1936

23 Heybrock, W.: Der Ursprung des Aouelloul-Kraters. Naturwiss. Rundschau 188–190, Stuttgart 1961

24 Hofmann, F.: Horizonte fremdartiger Auswürflinge in der ostschweizerischen Oberen Süsswassermolasse und Versuch einer Deutung ihrer Entstehung als Impaktphänomen. Eclogae geol. Helv. *66,* 1, 83–100, Basel 1973

25 Hofmann, F. und Bächtiger, K.: Die Oberflächenstruktur Les Chenevières bei St. Imier. Eclogae geol. Helv. *69/1,* 177–179, Basel 1976

26 Illies, H.: Nördlinger Ries, Steinheimer Becken, Pfahldorfer Becken und die Moldavite. Oberrhein. geol. Abh. *18,* 1–31, Karlsruhe 1969

27 Kelly, A.O.: Continental drift – Is it a cometary impact phenomena? Carlsbad, California, 1967

28 Korpikiewicz, H.: Goscie Z Nieba. Urania 4, 106, Krakow 1976

29 Koval, V.I.: On the Velocity of Meteorite Kaali. Astron. Vestnik X, 1, 57–60, Moskau 1976

30 Martin, A.J.: Possible impact structure in southern Cyrenaica, Libya. Nature *223,* 940–941, London 1969

31 Masaitis, V.L.: Mikhailov, M.V.; Selivanovskaya, T.V.: Popigai Basin – An Explosion Meteorite Crater. Meteoritics, *7,* 1, 39–46, 1972

32 Maupomé, L.; Alvares, R.; Kieffer, S.W.; Dietz, R.S.: On the terrestrial origin of the Tepexitl Crater, Mexico. Meteoritics, *10,* 3, 1975

33 Mikhailov, M.V.; Selivanovskaya, T.V.: The puzzle of the Basin of Popigai. Priroda 9, 78–83, Moskau 1971

34 Monod, T.: Géologie, I. Astroblèmes et Cratères météoritiques (ohne Jahresangabe)

35 Patten, D.W.; Match, R.R. and Steinhauer, L.C.: The long day of Joshua and six other catastrophes.

36 Reiff, W.: Einschlagkrater kosmischer Körper auf der Schwäbischen und Fränkischen Alb. Der Aufschluss *25,* 7/8, 368–380, Heidelberg 1974

37 Rutte, E.: Neue Ries-äquivalente Krater mit Brekzien-Ejekta in der Südlichen Frankenalb. Geoforum, *7,* 84–92, Braunschweig 1971

38 Rutte, E.: Alemonit-Gestein der Einschlagkrater östlich vom Ries. Der Aufschluss *25,* 7/8, 420–426, Heidelberg 1974

39 Rutte, E.: Neue Befunde an Astroblemen und Alemoniten in der Schweifregion des Rieskometen. Oberrhein. geol. Abh. *23,* 97–126, Karlsruhe 1974

40 Rutte, E.: Das Silifizierungsphänomen des Impaktkraters Saal a.d. Donau. Z. dt. geol. Ges. *126,* 183–197, Hannover 1975

41 Sandner, W.: Ein angeblicher Meteoritenkrater nahe der türkisch-iranischen Grenze. Die Sterne *48,* 1, 42–44, Leipzig 1972

42 Sandner, W.: In Reihe angeordnete Meteoritenkrater. Die Sterne *50,* 3, 181, Leipzig 1974

43 Schmidt-Kaler, H.: "Stopffenheimer Kuppel" keine Impaktstruktur! N. Jb. Geol. Paläont. Monatsh. 2, 127–132, Stuttgart 1974

44 Schreiter, R.: Die Meteoriten von Afrika. 70, Freiberg (Sachsen) 1943

45 Seylik, B.S. und Seytmuratowa, Ä.J.: Meteorite Structures of Kazakhstan and its ore-controlling Function. Doklady Akademii Nauk SSSR *218,* 1, 167–170, 1974

46 Seylik, B.S. und Seytmuratowa, Ä.J.: Meteorite Structures of Kazakhstan and Impactexplosive Tectonic. Iswestia Akademii Nauk Kazakhstan SSR 1, 62–76, 1975

47 Sharp, A.W.: St. Magnus Bay, Shetland – a probable British meteorite crater of large size. The Moon, 2, 144–156, Dordrecht-Holland 1971

48 Simmons, K. (Herausgeber): Boxhole Meteorite Crater and suspected Meteorite Craters in Northern Territory, Australia. Meteor News, 23, 1–2, Jacksonville, Florida, 1974

49 Storzer, D.; Gentner, W. and Steinbrunn, F.: Stopfenheim-Kuppel, Ries Kessel and Steinheim Becken: a triplet cratering event. Earth planet. Sci. letters, *13,* 76–78, Amsterdam 1972

50 Thomas, A.: Vorläufige Mitteilung über einen Meteoritenregen an der Quillagua-Oase, Provinz Antofagasta, Chile. Geol. Rundschau *58,* 3, 903–908, Stuttgart 1969

51 Vogt, N. und Jörgensen, B.G.: Besuch eines wenig bekannten Meteoritenkraters in den chilenischen Anden. Sterne und Weltraum *12,* 9, 255–256, Düsseldorf 1973

52 Yavnel, A.A.: On the Composition of Meteorite Kaalijärv. Astron. Vestnik X, 2, 122–123, Moskau 1976

53 Zebera, K.: Geological effects of the comet fall on the territory of Central Europe at the end of Miocene. Mineralia Slovaca Roc. II, 172–175, Bratislava 1970

54 Zotkin, I.T. and Tsvetkov, V.L.: Searches for meteorite craters on the earth. Astron. Vestnik IV, 4, 55–65, Moskau 1970

55 mehrere Autoren: Meteorite Morasko and the region of its fall. Poznań 1976

56 anonym: Ein Meteoritenkrater entdeckt. Sterne und Weltraum *13,* 4, 113, Düsseldorf 1974

57 anonym: Spuren eines riesigen Meteoriten. Neues Deutschland, Berlin 31.7./1.8.1976

58 Die Naturwissenschaften, *62,* 6, 245–254, Heidelberg 1975

59 Meteor News, 32, Jacksonville, Florida, 1976

60 Meteor News, 33, Jacksonville, Florida, 1976

61 Brief von Dr. Robert S. Dietz, St. Louis, Missouri 63130, Oktober 3, 1976

62 Brief von Prof. Dr. Théodore Monod, 57 Rue de Cuvier, 75005 Paris, November 17, 1975

63 Brief von Dr. T. Murakami, 2-5-20 Koi-ue, Hiroshima 733, Japan, August 18, 1975

64 Brief von Dr. B.S. Seylik, Geological Settlement, 472210 Balchasch, Kasachstan, UdSSR, September 2, 1975

Kaufe:

Spiegelteleskop

150–200 mm, moderne Ausführung
Angebote an Chiffre No. 36.1978.35, R. A. Holzgang, technische Redaktion ORION, 3322 Urtenen.

Koordinatentransformationen, sphärische Dreiecke und Taschenrechner

von H. SCHILT, Biel

eingereicht: 1977, Dez.

Der Astronom hat sehr häufig Koordinaten von einem System in ein anderes umzurechnen. Das ist oft ohne Hilfsmittel eine mühsame Arbeit; schon das Umrechnen von Polarkoordinaten r, ϑ, φ in rechtwinklige ist mit dem Aufschlagen von zwei Paar trigonometrischen Funktionswerten und fünf Multiplikationen verbunden.

Bei verschiedenen wissenschaftlichen Taschenrechnern stehen die Tasten *«to rectangular»* und *«to polar»* zur Verfügung, welche die Umrechnung der Koordinaten sehr erleichtern. Wir schreiben die folgenden Anweisungen in der *Umgekehrten Polnischen Notierung (UPN);* z. B. wird a/b = in UPN a,b/ lauten. Die Komata dienen zum Aufzählen einzelner Grössen; bei der Eingabe entspricht ein Komma der ENTER-Taste. Die Operatoren kommen in der UPN immer nach den Operanden. Mit dieser Notierung ist man weder an eine Hierarchie noch an Klammern gebunden. Wir nehmen ferner an, der Taschenrechner habe vier *Stackregister,* die wir der Reihe nach mit t, z, y, x bezeichnen; der Inhalt des Registers x erscheint in der Anzeige. Die Register werden von rechts nach links aufgefüllt. Der zuerst eingegebene Wert steht also links. Gibt man a ENTER b ein, so findet man a im y- und b im x-Register; drückt man die Operationstaste /, so erscheint der Quotient a/b in der Anzeige und ist also im x-Register gespeichert. Falls im Register t die Zahl c und im Register z die Zahl d gespeichert waren, so findet man nach der Operation folgende Verteilung: c , c, d , a/b , die Zahl b ist für eine weitere Verwendung (z. B. für eine Korrektur) im Register LAST X.

Die Inhalte der Register x und y können mit dem Befehl **v** ausgetauscht werden. Die Befehle **q** bzw. **d** erlauben eine zyklische Vertauschung der Inhalte der Stackregister: z. B.

a , b , c , d **q** => d , a , b , c
a , b , c , d **d** => b , c , d , a

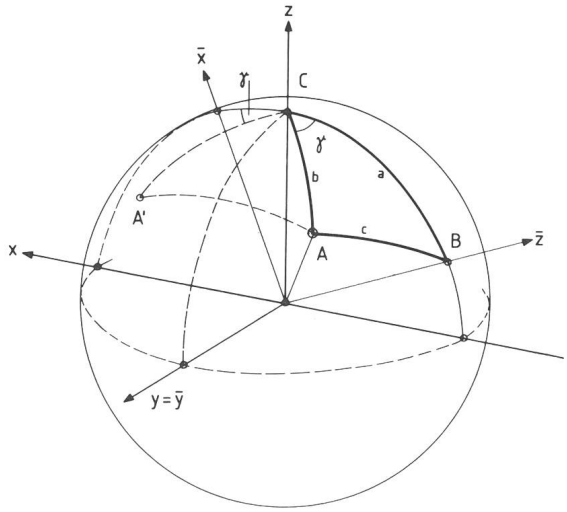


Fig. 1: Sphärisches Dreieck (A, B, C).
A' ist Spiegelbild von A bezüglich Ebene (y, z).

Wir kürzen den Befehl *«to rectangular»* mit **r** und *«to polar»* mit **p** ab. Mit unseren Abmachungen können wir diese Befehle folgendermassen erklären:

α , r **r** => y , x mit y = r sinα , x = r cosα
und y , x **p** => α , r wobei α durch folgende Vorschrift den Werten von x und y zugeordnet ist:

x = 0 y = 0 $\alpha = 0$
y ≠ 0 $\alpha = 90°\ y/|y|$
x ≠ 0 y = 0 $\alpha = 90°\ (1 - x/|x|)$
y ≠ 0 $\alpha = \arctan(y/x) + 90°\ (1 - x/|x|)y/|y|$

Der Winkel α liegt also im Intervall $-180° < \alpha \leqslant 180°$; eine besondere Überlegung zur Bestimmung des richtigen Quadranten ist überflüssig. Die Inhalte der Register t und z bleiben bei den Operationen **r** und **p** unverändert.

Wir können den Übergang von räumlichen Polarkoordinaten φ , ϑ , r zu rechtwinkligen z = r cosϑ , y = r sinϑ sinφ und x = r sinϑ cosφ nun folgendermassen schreiben:

– , φ , ϑ , r **r q r** => z , – , y , x .

die Operationenfolge **r q r** kürzen wir mit **A** ab. Über das Register t kann noch verfügt werden, sein Inhalt wird durch die Operation **A** ins Register z verschoben. Sind die Koordinaten z , y , x gegeben und wie oben im Stack verteilt, so findet man:

z , – , y , x **p d p** => – , φ , ϑ , r .

Sinngemäss verwenden wir für **p d p** die Abkürzung A^{-1}.

Oft wird in der Astronomie statt der Poldistanz ϑ deren Komplement $\gamma = 90° - \vartheta$ benutzt. Der Übergang zu rechtwinkligen Koordinaten wird wie folgt erzeugt:

– , φ , γ , r **r v q r** => z , – , y , x

wobei z = r sinγ , y = r cosγ sinφ , und x = cosγ cosφ ist. Die Operatorensequenz **r v q r** kürzen wir mit **B** ab. Die inverse Operation ist $\mathbf{B}^{-1}$ = **p d v p,** sie leistet folgenden Übergang:

z , – , y , x $\mathbf{B}^{-1}$ => – , φ , γ , r.

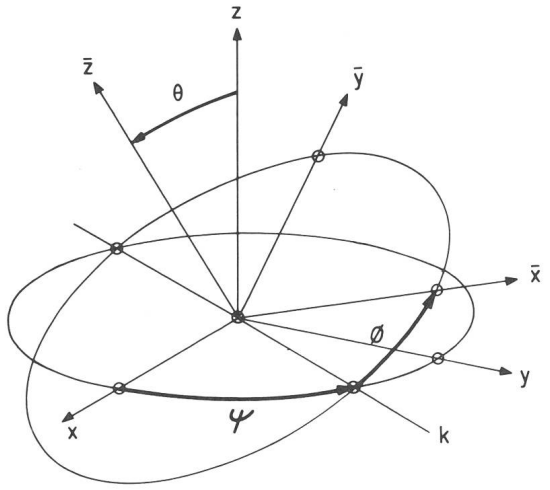


Fig. 2: Die Koordinatensysteme K und $\bar{K}$ mit den Eulerschen Winkeln.

Zusammenstellung

E: Ein. A: Aus.	Stack t	z	y	x	Befehle	Bemerkungen
E A E A	Θ $-\Theta$	φ $\bar{\varphi}$ $\bar{\varphi}$ φ	ϑ $\bar{\vartheta}$ $\bar{\vartheta}$ ϑ	r r r r	**A** $\mathbf{C_y}$ $\mathbf{A^{-1}}$ **A** $\mathbf{C_y}$ $\mathbf{A^{-1}}$	*Polarkoordinaten* φ, ϑ, r in K Drehung Θ um y-Achse φ, ϑ, r in $\bar{K}$ Θ Winkel zwischen z und $\bar{z}$ $\Theta > 0$, wenn $\sphericalangle$ z, x spitz
E A E A	a b	γ β γ α	b c a c	r r r r	**A n** $\mathbf{C_y}$ $\mathbf{A^{-1}}$ **A n** $\mathbf{C_y}$ $\mathbf{A^{-1}}$	*Sphärisches Dreieck* SWS, s. Fig. 1 a, b, c Seiten α, β, γ Winkel geg. a, γ, b
E A E A	$90° - \varphi$ $\varphi - 90°$	a t t a	h δ δ h	r r r r	**B** $\mathbf{C_y}$ $\mathbf{B^{-1}}$ **B** $\mathbf{C_y}$ $\mathbf{B^{-1}}$	*Horizont-Äquator* φ: geogr. Breite a: Azimut t: Stundenwinkel h: Höhe δ: Deklination
E A E A	ε $-\varepsilon$	AR L L AR	δ B B δ	r r r r	**B** $\mathbf{C_x}$ $\mathbf{B^{-1}}$ **B** $\mathbf{C_x}$ $\mathbf{B^{-1}}$	*Äquator-Ekliptik* ε: Schiefe d. Ekliptik AR: Rektaszension L: Länge δ: Deklination B: Breite
E A	Θ	$\varphi - \Psi$ $\bar{\varphi} + \Phi$	ϑ $\bar{\vartheta}$	r r	**A** $\mathbf{C_x}$ $\mathbf{A^{-1}}$	*Allgemeine Kugeldrehung* Eulersche Winkel Ψ, Θ, Φ (Fig. 2) Polarkoord. r, ϑ, $\varphi \rightarrow$ r, $\bar{\vartheta}$, $\bar{\varphi}$
E E E A	x	y $\bar{z}$	z $\bar{y}$	Ψ Θ Φ $\bar{x}$	**E** **E** **E** **E**	Kart. Koord. x, y, z $\rightarrow$ x, y, z

Einfache Befehle

n Vorzeichenwechsel in x
v Inhaltstausch x, y
q ↻ z y
d ↻ t x
p to polar
r to rectangular

Zusammengesetzte Befehle

A	= **r q r**	$\mathbf{A^{-1}}$	= **p d p**
B	= **r v q r**	$\mathbf{B^{-1}}$	= **p d v p**
D	= **p q + d r**	$\mathbf{D^{-1}}$	= **v D v**
$\mathbf{C_x}$	= **d v q D q v**		
$\mathbf{C_y}$	= **v d v q D q**	**E**	= **q q D v**

Wir benutzen nun zwei gleichorientierte Koordinatensysteme K (x, y, z) und $\bar{K}$ ($\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$) mit gemeinsamem Nullpunkt. Die z-Achse sei zunächst identisch mit der $\bar{z}$-Achse, dann geht das eine System durch eine einfache Drehung Θ um die z-Achse in das andere über. Es gilt:

$x \cos\Theta - y \sin\Theta = \bar{x}$
$x \sin\Theta + y \cos\Theta = \bar{y}$ y, x **D** => $\bar{y}$, $\bar{x}$

oder einfacher mit Hilfe von Polarkoordinaten:

y, x **p** => α, ϱ; $\Theta + \alpha$, ϱ **r** => $\bar{y}$, $\bar{x}$

$-180° < \Theta \leqslant 180°$; $0 < \Theta$, wenn der Winkel zwischen x, $\bar{y}$ spitz ist. Für unsern Rechner ergeben sich folgende Operationen:

z, Θ, y, x **p q + d r** => ϱ, $\bar{z}$, $\bar{y}$, $\bar{x}$

Der Operator **D** setzt sich somit aus der Sequenz **p q + d r** zusammen.

Falls um die x-Achse gedreht werden soll, ist der Stack anders zu ordnen:

z, Θ, y, x **d v q** => x, Θ, y, z

Für eine Drehung um die y-Achse, würde der Operator **v d v q** die Ordnung des Stacks leisten.

Die beschriebenen Umformungen sind nun auch brauchbar, um von einem Polarkoordinatensystem φ, ϑ, r zu einem andern $\bar{\varphi}$, $\bar{\vartheta}$, r überzugehen. Für eine Drehung Θ um die y-Achse schreiben wir den Zustand der Stackregister und die Operationen nacheinander auf.

Θ, φ, ϑ, r		
z, Θ', y, x	**A**	Umwandlung in rechtw. Koord.
y, Θ, x, z	**v d v q**	Ordnen des Stacks
ϱ, $\bar{y}$, $\bar{x}$, $\bar{z}$	**D**	Drehung um die y-Achse
z, ϱ, $\bar{y}$, $\bar{x}$	**q**	Verschieben der Stackinhalte
ϱ, $\bar{\varphi}$, $\bar{\vartheta}$, r	$\mathbf{A^{-1}}$	Umwandeln in Polarkoord.

Wir können die Darstellung abkürzen, wenn wir die Operatoren in einer Zeile schreiben:

$$\begin{matrix}\Theta, \varphi, \vartheta, r \\ \varrho, \bar{\varphi}, \bar{\vartheta}, r\end{matrix} \quad \mathbf{A\ v\ d\ v\ q\ D\ q\ A^{-1}}$$

Der Betrag ($r > 0$) bleibt bis auf Rundungsfehler unverändert; er wird wie ein Huckepack mitgeführt. Ausser dem Stack werden keine Register belegt.

Mit kleinen Änderungen in der Befehlssequenz können auch die Transformationen von Horizont- in Äquator- und diese in Ekliptikkoordinaten und umgekehrt, sowie die Auflösung des sphärischen Dreiecks für den Falls SWS ausgeführt werden[1]). Dabei findet man, dass die Operatorenfolge $\mathbf{C_y = v\ d\ v\ q\ D\ q}$ oder $\mathbf{C_x = d\ v\ q\ D\ q\ v}$ bei den Umwandlungen benutzt werden kann.

Es ist $\mathbf{C_x}$ äquivalent mit $\mathbf{v\ C_y\ v}$ und ebenso $\mathbf{C_y}$ mit $\mathbf{v\ C_x\ v}$.

Im allgemeinen schneiden sich die Koordinatenebenen x-y der Systeme K und $\bar{K}$ nicht in einer Koordinatenachse, sondern in der Knotenlinie k. Für eine Transformation ist es dann zweckmässig, die Eulerschen Winkel Ψ, Θ, Φ zu benutzen. Diese sind wie folgt definiert: Der Winkel Ψ wird von der x-Achse bis zur Knotenlinie k, der Winkel Φ von k bis zur $\bar{x}$-Achse gemessen und Θ ist der Winkel zwischen der z- und der $\bar{z}$-Achse. S. Fig. 2.

Die Transformation vom System K auf das System $\bar{K}$ erfolgt somit in drei Schritten:

1) Drehung Ψ um die z-Achse
2) Drehung Θ um die Knotenlinie k
3) Drehung Φ um die $\bar{z}$-Achse

Geht man von einem Polarkoordinatensystem $K(r, \vartheta, \varphi)$ aus, so lässt sich der erste und der dritte Schritt bequem als Winkelsubtraktion ausführen. Der zweite Schritt ist eine Drehung um die Knotenlinie und wird durch den Operator $\mathbf{A\ C_x\ A^{-1}}$ erzeugt.

Aus $\begin{matrix}\Theta, \varphi - \Psi, \vartheta, r \\ \Theta, \bar{\varphi} + \Phi, \bar{\vartheta}, r\end{matrix} \quad \mathbf{A\ C_x\ A^{-1}}$

finden wir leicht $\bar{\varphi}$, $\bar{\vartheta}$, und r.

Sind rechtwinklige Koordinaten gegeben, so führt folgendes Schema zum Ziel:

$$\begin{matrix} x, y, z, \Psi \\ -\Theta \\ \Phi \\ \bar{z}, \bar{y}, \bar{x} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \mathbf{E}\ \text{Drehung}\ \Psi\ \text{um z} \\ \mathbf{E}\ \text{Drehung}\ \Theta\ \text{um k} \\ \mathbf{E}\ \text{Drehung}\ \Phi\ \text{um z} \end{matrix}$$

mit $\mathbf{E = q\ q\ p\ q + d\ r\ v}$.

1) Für die Auflösung des sphärischen Dreiecks ist neben der Drehung noch eine Spiegelung notwendig, diese wird durch den Vorzeichenwechsel **n** erzeugt. Fig. 1.

Adresse des Autors:
Prof. Dr. H. Schilt, Höheweg 5, CH-2502 Biel.

Neue Zeitschrift:

Sonne — Mitteilungsblatt der Amateursonnenbeobachter

Als erstes Ergebnis einer überregionalen Zusammenarbeit der Sonnenbeobachter wurde in der Bundesrepublik Deutschland Anfang 1977 das Mitteilungsblatt *Sonne* gegründet.

Sonne dient zur Veröffentlichung von Beobachtungen, zur Diskussion von Beobachtungsprogrammen und als Kommunikationsforum der Leser. Regelmässig werden grundlegende Themen der Sonnenbeobachtung in allgemeinverständlicher Form behandelt, um Neulingen den Einstieg in die Sonnenbeobachtung zu ermöglichen.

Die erste Ausgabe erschien im April 1977 und enthielt die Selbstdarstellung von 14 Arbeitsgruppen der Bundesrepublik Deutschland und Oesterreichs sowie mehrerer Einzelbeobachter.

Sonne 1 wurde auf der VdS-Sonnentagung vom April 1977 in Berlin vorgestellt. Die Vereinigung der Sternfreunde e.V. übernahm die Vorfinanzierung des Mitteilungsblattes. Die Redaktion übernahm ein Redaktionsstab mit den folgenden Arbeitsgebieten:

Relativzahlen, Positionsbestimmungen, Sonnenflekkenentwicklung, Lichtbrücken, Wilson-Phänomen, H_α-Beobachtungen.

Sonne erscheint drei- bis viermal im Jahr. Das Abonnement für 4 Hefte kostet DM 12.— (inkl. Porto und Verpackung) Wer sich für die Zeitschrift interessiert, wende sich bitte an:

AG-Sonne der Olbers-Gesellschaft
Alexander Hinrichs
Schwachhauser Ring 159
D-2800 Bremen 1

ORION-Redaktion-ORION-Redaktion-ORION-Redaktion

Der Aufruf zur Mitarbeit am ORION in der letzten ORION-Ausgabe brachte der Redaktion erfreulich viele positive Echos ein. Es konnte ebenfalls ein bestens ausgewiesener Amateurastronom als Redaktionsmitarbeiter gewonnen werden. Dadurch wird sich die anfallende Arbeit in Zukunft besser verteilen lassen. Die einzelnen Anteile werden aber immer noch zu gross bleiben. Deshalb sucht die ORION-Redaktion weiterhin

ständige Redaktions-Mitarbeiter

zur Übernahme einer Teilaufgabe im Rahmen der ORION-Redaktion. Diese Aufgabe kann im technischen — bzw. administrativen Bereich liegen oder aber in der selbständigen Redaktion einer eigenen Spalte (Beispiele: Astro-Vorschau, Astronomische Frage-Ecke, Astro-News etc.). Der Umfang der zu bewältigenden Aufgabe könnte den gegebenen Möglichkeiten angepasst werden. Wichtig wäre jedoch eine langfristige und möglichst regelmässige Mitarbeit.

Interessenten melden sich bitte bei der ORION-Redaktion.

ORION-Redaktion-ORION-Redaktion-ORION-Redaktion

Astro-Ferienkurs der Volkshochschule Bern

im Schloss Münchenwiler, vom 2. bis 8. April 1978

Die Volkshochschule Bern veranstaltet vom 2. bis 8. April 1978 im Schloss Münchenwiler einen Astronomie-Ferienkurs. Diese Münchenwiler-Ferienkurse sind so organisiert, dass den Teilnehmern ein möglichst grosses Mass an Freiheit und Freizeit bleibt. Es wird ebenfalls darauf geachtet, dass Anregungen von Kursteilnehmern in die Arbeit einbezogen werden können.

Der ausgeschriebene Kurs möchte die Teilnehmer, unterstützt durch Dia- und Filmvorführungen, an Hand von Referaten mit den Fragen und Erkenntnissen unseres Universums vertraut machen. Den Referaten kann ohne spezielle Vorkenntnisse in Mathematik oder Physik gefolgt werden. Schwergewichte bilden die Themengruppen: Planetensystem und Raumfahrt, Sternsysteme und Physik der Sterne sowie Entstehungs- und Entwicklungsvorstellungen unseres Universums.

Parallel zu dieser theoretischen Einführung in die Astronomie werden die Kursteilnehmer mit einfachen praktischen Beobachtungsmöglichkeiten vertraut gemacht: mit Sternkarte, Feldstecher und Fotoapparat soll der gestirnte Himmel erforscht werden. Für spezielle Beobachtungen steht ein 20-cm-Newtonteleskop zur Verfügung. Die Kursteilnehmer werden auch Gelegenheiten haben, eine Sternwarte zu besuchen.

Kursunterlagen und Anmeldeformulare können bei der Volkshochschule Bern, Postfach 2443, 3001 Bern angefordert werden. Die Teilnehmerzahl ist beschränkt. Es empfiehlt sich eine frühzeitige Anmeldung.

Kursleitung: Dr. P. Gerber, Biel.

Sonnengruppe der SAG

Aufgrund des Aufrufes im ORION 161 haben sich bereits eine Anzahl Sonnenbeobachter zur Mitarbeit gemeldet. Am Sonntag, 26. Februar 1978 findet in Burgdorf die erste Zusammenkunft der SAG-Sonnengruppe statt. Es geht dabei um die Festlegung der Arbeitsprogramme und deren Koordination. Wer sich für eine Teilnahme an dieser Tagung interessiert, melde sich bei: W. Lüthi, Lorraine 12D/16, 3400 Burgdorf, Telefon: 034/22 86 86.

Internationales Astronomisches Jugendlager IAYC 1978 in Tunesien

Seit 10 Jahren organisieren wir nun die IAYCs in Deutschland, Holland, Italien, Israel und Tunesien. Über die Erfolge dieser Begegnungen junger Amateurastronomen wurde auch in dieser Zeitschrift schon oft berichtet (im letzten Jahr Königswinter). Die IAYC-Organisatoren haben nun endgültig beschlossen, das Jubiläumsprogramm 1978 unter ausgezeichneten Bedingungen in Bordj-El-Amri (Tunesien) abzuhalten. Mehr als 500 Teilnehmer aus 20 Ländern haben im vergangenen Jahrzehnt mit dem Team unserer erfahrenen Leiter zusammengearbeitet und damit den Grundstein zu diesem IAYC 1978 gelegt.

Es ist charakteristisch für unser astronomisches Konzept, dass theoretische Vorlesungen durch eigene Beobachtungen und deren Auswertung ersetzt werden. Dies geschieht in der Zusammenarbeit mit anderen Teilnehmern und erfahrenen Astronomen in neun Arbeitsgruppen:

allgemeine Astronomie,
astronomische Datengewinnung,
historische Astronomie
künstliche Satelliten,
Meteore und interplanetare Materie,
Physik der Sonne,
Planetensystem,
Spektroskopie der Sterne,
Veränderliche Sterne.

Dieses Programm bietet jedem etwas: vom Anfänger bis zum Fortgeschrittenen.

Die Teilnehmer, die wir aus mehr als 15 Ländern erwarten, werden auch an einem nicht-astronomischen Programm beteiligt mit Spielen, Diskussionen, Filmen, Folklore und arabischen Tänzen. Dazu gehören sogar drei Tage Exkursionen, die den Teilnehmer auch in die Oasen im tiefen Süden Tunesiens führen werden.

Ort:
Die Pilotenschule von Bordj-El-Amri, etwa 35 km südwestlich von Tunis. Moderner Komplex mit völlig neuen Seminarräumen und komfortablen Schlafräumen für 2 bis 4 Personen. Unbeeinträchtigt durch andere Zivilisation bieten sich hier ausgezeichnete Beobachtungsbedingungen.

Zeit:
Voraussichtlich 15. Juli bis 7. August 1978 (23 Tage). Schulbehörden etc. gewähren für das IAYC notfalls auch Sonderurlaub.

Alter der Teilnehmer:
15 bis 22 Jahre.

Arbeitssprache:
Englisch. Man sollte sich ohne Wörterbuch verständigen können, es wird jedoch kein perfektes Englisch verlangt.

Kosten:
Aufgrund grosszügiger Zuschüsse werden die Kosten für Unterkunft und das gesamte Programm *einschliesslich* Flug ab Mitteleuropa DM 900.— nicht überschreiten. Teilnahmekosten bei anderer Anreise vom IAYC erfragen.

Eine kostenlose Broschüre mit weiteren Informationen ist erhältlich bei

IAYC 1978
c/o Tjalling Vis
Haven NZ 113
Almelo 7900, Niederlande.

Da die Kapazität des IAYC 1978 auf 85 Personen beschränkt ist, empfehlen wir eine rechtzeitige Anmeldung.

SAG-Mitglieder erhalten für die Teilnahme im IAYC 1978 einen Zuschuss aus der SAG-Kasse. Meldungen über Teilnahme bitte an die ORION-Redaktion.

Hans-Joachim Becker

Bibliographie

«Der Sternenhimmel 1978». Robert A. Naef. Sauerländer-Verlag Aarau. Fr. 30.—.

Seit Jahren schon wiederholt sich die Freude des Schreibenden, im Jahreswechsel das Erscheinen des Jahrbuches «Der Sternenhimmel» von Robert A. Naef anzuzeigen. Der in diesen Wochen in den Buchhandlungen zu findende neue Jahrgang 1978, der in der Nachfolge Naefs wiederum in sehr verdankenswerter Weise von Prof. Dr. P. Wild am Astronomischen Institut der Universität Bern herausgegeben wurde, zeigt nur geringfügige Änderungen an dem in über 35 Jahren erarbeiteten Aufbau.

Man staunt jedes Jahr erneut über den Reichtum an zuverlässigen Angaben, den die Verfasser in den fast 200 Seiten unterbringen. Alles ist da in diesem Jahrbuch, was der Sternfreund benötigt, sei er Anfänger, Beobachter von blossem Auge, oder ob ihm ein Fernrohr zur Verfügung steht. Die übliche Jahresübersicht, noch ausführlicher aber die Monatsübersichten geben detaillierte Auskunft über die zu erwartenden Stellungen und Lauf der Sonne, Planeten und Planetoiden (diese vermehrt), Angaben über kommende Sternschnuppen-Schwärme, über den wechselnden Anblick des nächtlichen Firmamentes, unterstützt durch 6 Sternkarten. Unter den mehr als 40 Illustrationen finden sich zahlreiche Kärtchen und Pläne, die dem Anfänger den Gebrauch des Jahrbuches erleichtern. Es sind, wie immer, ausgezeichnete Arbeiten von J. Glitsch, dem hier dafür ein Kränzlein gewidmet sei. Die prachtvolle Aufnahme des «Nordamerika-Nebels» von Dr. h.c. W. Schaerer ziert den Eingang. Sie macht zugleich die Leistungsfähigkeit einer kleinen, erstklassigen Schmidt-Kamera augenscheinlich.

Der wertvollste Teil des «Sternenhimmels 1978» ist u. E. erneut der ausführliche «Astronomische Tageskalender», der für *jeden einzelnen Tag* des Jahres ausführlich anzeigt, was in der kommenden Nacht oder Nächten am Himmel zu sehen ist, sei es von blossem Auge, sei es mit dem vielfach unterschätzten Feldstecher oder im Fernrohr. Diese originelle Idee Naefs — Arbeit eines halben Jahres — ist sowohl dem Anfänger wie dem erfahrenen Beobachter unentbehrlich geworden. Sie hat in ihrem Umfang von fast 100 Seiten dazu beigetragen, dass der «Naef» seit Jahren europäischen Ruf geniesst. Wir Sternfreunde können uns glücklich schätzen, dass der Berner Astronom Wild sich der grossen Aufgabe unterzog, das Erbe Naefs für tausende von Beobachtern zu sichern.

Der zweite, ebenso bedeutende Abschnitt im «Naef» ist die einmalige «Auslese lohnender Objekte», die in äusserst gedrängter Form den Beobachter immer neu beeindruckt und auf knapp 22 Seiten mehr Interessantes und Wichtiges anführt, als in einigen gewichtigen Astro-Büchern zu finden ist. Sie ist vor allem für den Sternfreund bedeutsam, der nicht nur dann und wann den Sternenhimmel betrachtet, sondern der noch mehr wissen will, was hinter den alten arabischen Namen, den Katalogen früherer Jahrhunderte und nüchternen Koordinaten-Zahlen an Grossartigem steckt.

Der «Naef» — heute besser «Naef-Wild» — von Tausenden in Europa jeweils sehnlich erwartet, gehört vor allem in die Hand jedes Lehrers — als hilfreicher Freund. Das Interesse an der Sternkunde ist in der heutigen Jugend ganz eindeutig gewachsen. Da kommt das Jahrbuch dem Volkserzieher, der den Fragen der Jugendlichen kaum ausweichen kann, als wertvolle Ergänzung seiner wenigen Astronomie-Bücher als willkommener Freund entgegen.

Beiläufig gesagt, aber eminent wichtig: der «Naef-Wild» gehört heute in jede Schulbibliothek, in die Hand jeder Schulbehörde, vor allem aber der schweizerischen Erziehungsräte!

Dr. H. Rohr

«Der Sternenhimmel 1978». de R. A. Naef, 38e année, édité par Paul Wild, de l'Institut astronomique de l'Université de Berne. Edition Sauerländer, Aarau.

C'est toujours Saturne qui trône sur la page de couverture de l'excellent annuaire astronomique Sternenhimmel, et pour 1978, il est vrai, cette planète est plus d'actualité que jamais, puisque l'un des principaux «events» de l'année sera le phénomène assez peu courant de l'éclipse du satellite Japet dans l'ombre des anneaux puis dans celle de la planète, les 7—8 janvier. L'extinction ne sera complète que dans l'ombre de Saturne, mais pour apercevoir Japet quand il se trouvera dans celle des anneaux, il faudra probablement un instrument assez puissant.

D'autres phénomènes attireront aussi l'attention des observateurs, notamment l'éclipse totale de Lune du 24 mars, dont nous ne pourrons malheureusement voir que la fin, et celle du 16 septembre, dont nous pourrons cette fois suivre la plus grande partie.

La Lune occultera seulement sept fois Aldebaran en 1978; il est vrai que le phénomène ne sera pas chaque fois aussi facilement accessible aux observateurs suisses, mais le Sternenhimmel est précisément là pour nous indiquer quand et où nous devrons nous préparer à la bien observer.

Mais je ne vais pas continuer à vous décrire tout ce que l'on peut trouver dans cet intéressant annuaire; sachez seulement que plus de 2000 phénomènes sont annoncés, jour après jour, dans le Calendrier astronomique.

D'autre part, un répertoire par constellation des objets intéressants et accessibles aux amateurs, renseigne sur plus de 500 étoiles, amas d'étoiles, nébuleuses et galaxies, ainsi que quelques radio-sources puissantes.

Plus de 40 illustrations complètent et agrémentent le texte. L'astronome amateur, le simple observateur du ciel, l'ami de la nature et même le maître d'école y trouveront chacun les renseignements indispensables pour leur «hobby» ou leur métier.

E. Antonini

«Kalender für Sternfreunde 1978». Kleines astronomisches Jahrbuch, herausgegeben von Dr. P. Ahnert, Sternwarte Sonneberg. 192 Seiten, 51 Abbildungen, kartoniert. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig, DDR. Preis: M 7,5.

Mit dem vorliegenden Jahrgang feiert der «Kalender für Sternfreunde» sein 30-jähriges Jubiläum. Im Vorwort dieser Jubiläumsausgabe lesen wir: «Im Jahre 1949 erschien der Kalender für Sternfreunde zum erstan Male... Es war ein tastender Versuch, aber sein Zweck war erkennbar und wohl auch erfüllt: dem Liebhaber der Himmelskunde — mit oder ohne Fernrohr — Anregung und Hilfe beim Vorbereiten und Auswerten seiner Beobachtungen zu geben und mit gut verständlichen Beiträgen in Teilgebiete der Astronomie einzuführen.» Diesem Zweck wird auch die Jubiläumsausgabe voll gerecht. Neben einem ausführlichen Tabellenteil (Planetenerscheinungen, Bahnelemente der Planeten, Heliozentrische- und Geozentrische Koordinaten, Planetoidenephemeriden, Jupiter- und Saturnmonderscheinungen, Sonnen- und Monddaten, Veränderliche, Objekte für Schulsternwarten . . .) ist besonders auf das Kapitel «Neuere astronomische Arbeiten und Entdeckungen» hinzuweisen. 18 leicht verständliche und kurze Aufsätze vermitteln dem Leser einen guten Überblick über die astronomische Forschung der letzten Jahre.

Das Himmelsjahr 1978. Sonne, Mond und Sterne im Jahreslauf. Herausgegeben von Max Gerstenberger, 1977. 111 Seiten mit 135 Abbildungen im Text, kart. lamin. DM 8.80. Kosmos-Verlag, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Wiederum liegt das handliche, kleine Jahrbuch des Kosmos-Verlages vor. «Das Himmelsjahr» hat einen breit gestreuten Leserkreis. Anfänger, die damit beginnen, sich am Sternhimmel zurechtzufinden, bekommen auf einfache und deutliche Weise gezeigt, worauf sie achten müssen, welche Sterne zu welcher Jahreszeit und in welcher Himmelsrichtung zu sehen sind usw. Amateurastronomen, welche die Sternguckerei schon seit Jahren als Hobby betreiben, werden über Spezialgebiete orientiert.

Die astronomischen Ereignisse für 1978 sind für jeden Monat exakt beschrieben und werden von zahlreichen Tabellen und Zeichnungen sinnvoll ergänzt. Man findet jeweils ein «Thema des Monats» für den Januar z. B.: Mars in Opposition. Dazu findet man noch für jeden Monat den jeweiligen Sonnenlauf, den Lauf des Mondes, den Planetenlauf, die Jupitermonde, Konstellationen und Ereignisse, den Fixsternhimmel. Die nachstehend aufgeführten Abschnitte aus dem Inhaltsverzeichnis beschliessen den Band: Sonnenephemeriden 1978 — Angaben zur Stellung von Sonnenachse und Sonnenäquator — Beginn der synodischen Sonnenrotation nach Carrington — Ephemeriden der grossen Planeten 1978 — Kleinplaneten 1978 — Saturnmond Titan — Sternbedeckungen durch den Mond für 1978 — Tabelle für Marsbeobachter — Mittelmeridiane des Jupiter — Grösste und kleinste Entfernungen der Planeten von der Erde — Zeit- und Festrechnung 1978 — Das möchte ich schnell finden.

Der Text wird wiederum durch klare und einfache Sternkarten ergänzt. Die Karten zeigen jeweils einen Ausschnitt des Himmels mit der Stellung von Mond und Planeten.

Auch die aussergewöhnlichen Ereignisse wie die Mondfinsternisse vom 24. März und 16. September, werden ausführlich besprochen. Der

Marsbeobachter findet eine Karte mit den wichtigsten, klassischen Bezeichnungen der verschiedenen Gebiete.

Das Büchlein kann jedem Amateurastronomen bestens empfohlen werden.

Werner Lüthi

Drehbare Kosmos-Sternkarte mit Planetenzeiger. Drehbare Sternkarte des nördlichen Himmels, mit durchscheinendem Deckblatt und Anleitung. Völlig neu bearbeitet von Hanns-Joachim Herrmann. Kosmos-Verlag, Franckh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1977. DM 14.80.

Die drehbare Kosmos-Sternkarte ist seit Jahrzehnten weit verbreitet. Hanns-Joachim Herrmann hat nun die Karte einer Bearbeitung unterzogen, die mancherlei Erfahrungen beim praktischen Gebrauch berücksichtigt und dazu die eingetretenen Fortschritte der Drucktechnik nutzt: Anstelle gezackter Sterndarstellungen finden wir kreisförmige Scheibchen, die punktierten Umrisslinien der Sternbilder sind durch ausgezogene Striche ersetzt worden. Das hat das Kartenbild wesentlich beruhigt.

Alle Sterne bis zur 4. Grösse sind auf der Karte zu finden.

Schwächere Sterne wurden auf eine sinnvolle Auswahl begrenzt. Die Beschriftung wurde lesbarer und die Teilung der Randskalen klarer. Neu hinzugekommen ist die Kennzeichnung einiger Doppelsterne und die Erweiterung des Angebots an Sternhaufen. Damit steht dem Besitzer eines leistungsfähigen Feldstechers oder eines einfachen Fernrohres ein Grundstock von Beobachtungsobjekten für erste Übungen oder gelegentliches Aufsuchen zur Verfügung.

Die Handhabung der Karte ist auf der Rückseite für alle diejenigen elementar beschrieben, die noch nicht so geübt sind oder die das Studium des Textheftes als zu beschwerlich empfinden.

Neu bearbeitet ist auch der Text des Begleitheftes, es ist so abgefasst, dass für den Laien die oft als kompliziert wirkenden astronomischen Voraussetzungen und Zusammenhänge verständlich dargestellt sind.

Die Ausführung der Sternkarte ist ganz in Kunststoff, was ein grosser Vorteil ist, wenn der Beobachter damit im freien Feld arbeitet.

Auf dem Deckblatt geben zwei Linien die bürgerliche und die astronomische Dämmerungsgrenze an. Ein Kreis lässt uns auch sofort die zirkumpolaren Sternbilder erkennen.

Man kann die Karte jedem angehenden Hobby-Astronomen empfehlen.

Unendliches Weltall 1978. Jahreskalender mit astronomischen Motiven. Herausgegeben von der Sternwarte Violau, Station für schulische und volkskundliche Himmelsbeobachtung des Bruder-Klaus-Heims, Diözese Augsburg, 8901 Violau. Format 31 x 48 cm, Bildgrösse 23 x 31 cm, DM 23.80. Verlag J. Hannesschläger Augsburg.

Bereits zum 2. Mal erscheint der Kalender «Unendliches Weltall». Herausgeber ist wiederum die Sternwarte Violau.

Die 6 Bilder zeigen den Komet West, die Marsoberfläche, aufgenommen von Viking 2, den Planeten Saturn, eine Eruption auf der Sonne, die Sonnenfinsternis von 1976, den Planeten Jupiter, aufgenommen von Pioneer 11, und die Verfinsterung der Sonne durch die Erde, aufgenommen durch die Besatzung von Apollo 12.

Die Bilder sind nicht wie üblich auf Papier gedruckt, sondern auf eine durchsichtige Folie. So können sie als Fensterschmuck oder als Folien für einen Hellichtprojektor verwendet werden. Sternwarten und astronomische Vereinigungen erhalten 30% Rabatt, sofern die Bestellung über die Sternwarte Violau erfolgt. Der Kalender ist ein ideales Geschenk.

Werner Lüthi

Nicht vergessen:

Generalversammlung der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft Basel

Freitag, 19. Mai bis Sonntag, 21. Mai 1978

Ein detailliertes Programm und Anmeldungsunterlagen werden in ORION 165 (April-Nummer) veröffentlicht.

TV Astro-Film

La télévision romande présentera le 8 mars 1978, dans le cadre de l'émission «Dimensions» à 21.30 heures le film

l'Univers, un cataclysme permanent

Ce film est une coproduction Observatoire de Genève — TV romande et il tente de donner une vue générale de l'état actuel de l'astrophysique moderne et de mettre en évidence l'importance des phénomènes évolutifs.

* * *

Das Westschweizer Fernsehen wird am 8. März 1978 um 21.30 Uhr den Film

l'Univers, un cataclysme permanent

ausstrahlen. Dieser Film (eine Coproduktion zwischen dem Observatoire de Genève und dem Westschweizer-Fernsehen) wird einen allgemeinen Überblick über das gegenwärtige Wissen der modernen Astrophysik vermitteln.

Zu verkaufen wegen Nichtgebrauchs

15 cm Newton

mit Leitrohr, Sucher, Reflexsucher auf Badener-Montierung, elektr. Antrieb, Expo-Gußstativ, 1 Satz Spectros Okulare, Filter, Barlowlinse etc. Frequenzwandler, Speisegerät, Handtasten (Aeppli) diverses Zubehör.
Verhandlungsbasis Fr. 6000.—
Fotos auf Anfrage.

Jürg von Wartburg, 6981 Vernate
Tel. 091/59 15 14

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

DAS INSTRUMENT

3. Kapitel: Die statischen Grundlagen des Montierungsbaues

Im Kapitel 2 wurden aus sinnvollen Annahmen über den Bildstand 4 Grundkriterien des Montierungsbaues abgeleitet. Sie sind die Basis für alle weiteren Betrachtungen. In diesem Kapitel wird auf Grundlagen eingegangen, die sich aus dem statischen Grundkriterium ergeben. Dazu soll dieses noch einmal angeführt werden.

Die durch statische und quasistatische Kräfte in der Bildebene verursachten Auslenkungen dürfen einen gewissen Wert Δ_o nicht überschreiten[1]).

In diesem und den folgenden Kapiteln geht es darum, Zusammenhänge zwischen statischen Kräften und den durch sie verursachten Auslenkungen einerseits, sowie zwischen den Auslenkungen und den Konstruktionsgrössen andererseits, aufzuzeigen. Die Fragen und Zusammenhänge, die dabei behandelt werden, gehören nicht in die Disziplin der Statik sondern in die *Elastizitätstheorie,* oder wie man heute zu sagen pflegt, in die *Elastomechanik.* Sie ist eine Teildisziplin der Mechanik. Bevor darauf eingegangen wird, ist noch der im Grundkriterium gebrauchte Begriff *«quasistatische Kräfte»* zu definieren.

Rein statische Kräfte, das heisst Kräfte die sich in Grösse und Richtung nicht ändern, sind selten. Wenn man am Teleskop hantiert, der Wind auf das Rohr einwirkt, oder das Rohr geschwenkt und gedreht wird, dann sind die dabei auftretenden Kräfte immer zeitlich veränderliche Grössen. Eine zeitlich veränderliche Kraft ruft nach dem *Newtonschen Aktionsprinzip* Trägheitskräfte hervor. Unter *quasistatisch* sollen hier Kräfte verstanden werden, die sich so langsam ändern, dass die durch sie ausgelösten Trägheitskräfte vernachlässigt werden können. Trägheitskräfte, die nicht vernachlässigt werden dürfen, werden im Kapitel *«Teleskopschwingungen»* behandelt.

Untersucht man den Zusammenhang zwischen der auf einen Körper einwirkenden Kraft F und der am Körper feststellbaren Verschiebung (Auslenkung) Δ, dann findet man eine lineare Abhängigkeit zwischen diesen beiden Grössen. Dies gilt nicht nur für einfache Körper wie Stäbe, Balken, Platten, Federn usw., sondern auch für komplizierte elastische Strukturen wie etwa Teleskopmontierungen. Dabei sind allerdings gewisse Einschränkungen zu machen.

1. *Es werden nur kleine Auslenkungen und Kräfte betrachtet.*
2. *Es werden gewisse Werkstoffe ausgeklammert. So zeigen verschiedene Kunststoffe auch bei kleinen Dehnungen keinen linearen Zusammenhang zwischen der Kraft und der Auslenkung.*
3. *Es wird angenommen, dass keine reibungsbehafteten Spielstellen in der Struktur vorhanden sind. Solche verursachen Unstetigkeiten und Sprungstellen in der Auslenkungskennlinie.*

Die Punkte 1 und 2 sind bei Teleskopmontierungen in der Regel erfüllt und der Punkt 3 ebenfalls, wenn wir uns auf einwandfrei gebaute Instrumente beschränken. Damit lässt sich die elastische Auslenkung durch die einfache Formel

$$F = -F' \quad \text{und} \quad F' = c \cdot \Delta \qquad \text{Gl. 3.1}$$

F.. äussere Kraft [N], F'.. Reaktionskraft [N],
Δ.. Auslenkung [m], c.. Steifigkeit [N/m]

beschreiben. Körper und Strukturen, die diesem Gesetz gehorchen, nennt man *elastische* und den Gültigkeitsbereich den *elastischen Bereich.* Der Proportionalitätsfaktor c wird *Steifigkeit* genannt. Die *Steifigkeit* ist eine der wichtigsten Grössen des ganzen Montierungsbaues. Sie bestimmt nicht nur die statischen Auslenkungen, sondern spielt auch bei den Teleskopschwingungen eine zentrale Rolle. Daher ist sie ein objektiver und zudem mit einfachen Mitteln messbarer Bewertungsfaktor für die Qualität einer Montierung. Wir werden daher bei der Konstruktion, bei der Dimensionierung der Teile und bei vielen Einzelfragen immer wieder auf sie zu sprechen kommen. Die *Steifigkeit* sollte für jeden Amateur zu dem Begriff werden, der die Stelle des missbrauchten Begriffes *Stabilität* einzunehmen hätte. Es ist daher wichtig, die grundlegenden Aspekte der Steifigkeit eingehend zu behandeln.

In der Abb. 1 ist ein beliebiger elastischer Körper, der auch eine Struktur sein kann, gezeigt. Er ist so eingespannt, dass an der Fessel nach dem Grundkriterium 4 keine Verschiebungen oder Verdrehungen auftreten. Wirkt auf einen beliebigen Punkt A eine äussere Kraft ein, dann gilt für den Punkt A, für jeden Schnitt durch den Körper und für die Fessel, das *Newtonsche Reaktionsprinzip:*

Actio = Reactio.

Die Kraft F pflanzt sich vom Punkt A als innerer *Spannungszustand* bis zur Fessel fort und ruft dabei Reaktionen hervor. So verschiebt sich der Punkt A solange, bis die elastische Reaktionskraft $F' = c \cdot \Delta$ der äusseren Kraft F das Gleichgewicht hält. Die Reaktionen an der Fessel sind von den Einspannbedingungen abhängig. Ruht der Körper lose auf einer ebenen Unterlage, und wird zwischen den Berührungsflächen Reibung angenommen, dann herrscht Gleichgewicht zwischen den Kräften F_y und F_y' und zwischen F_x und $F_R = \mu \cdot F_y$. Ist der Körper hingegen starr eingespannt, dann tritt an der Einspannstelle eine Normalkraft F_y' und ein Einspannmoment M als Reaktion auf. Inneres Gleichgewicht herrscht in jedem Volumelement dV des Körpers zwischen den *Spannungen* σ und τ und den durch sie verursachten *Dehnungen* ε *und Gleitungen* γ.

Die Steifigkeit ist durchaus eine anschauliche Grösse. Sie ist der *Widerstand,* den ein gegebener Punkt eines Körpers seiner Verschiebung oder Verdrehung[1]) entgegensetzt. Sie kann mit dem Tast- und Gesichtssinn in qualitativer Hinsicht direkt wahrgenommen werden. So kann man von den meisten Körpern nach einigen *handgreiflichen* Versuchen sofort sagen, dass sie *sehr starr, leicht zu biegen, gut dehnbar, nicht sehr flexibel usw.* sind. Besonders gut kommt dies bei einer

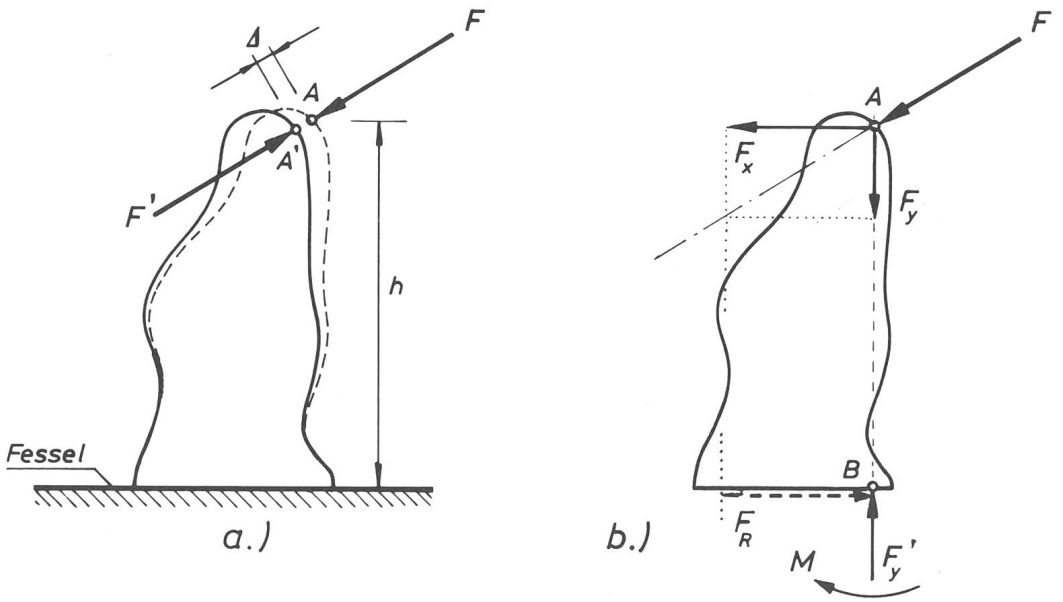


Abb. 1

Die Deformation eines Körpers bei Einwirkung einer Kraft F

Abb. 1: Wenn auf einen elastischen und gefesselten Körper eine Kraft F wirkt, dann hat dies Reaktionskräfte zur Folge.
a.) Am Angriffspunkt A eine Reaktionskraft $F' = c \cdot \Delta$, die sich aus der «Steifigkeit» des Körpers in Richtung der Verschiebung A—A' und der Verschiebung Δ ergibt.
b.) Am Einspannpunkt der «Fessel», je nach den Einspannverhältnissen, eine Normalkraft F_y' und ein Einspannmoment M, oder bei «Auflage mit Reibung» eine Normalkraft F_y, und eine Reibungskraft $F_R = \mu \cdot F_y$.

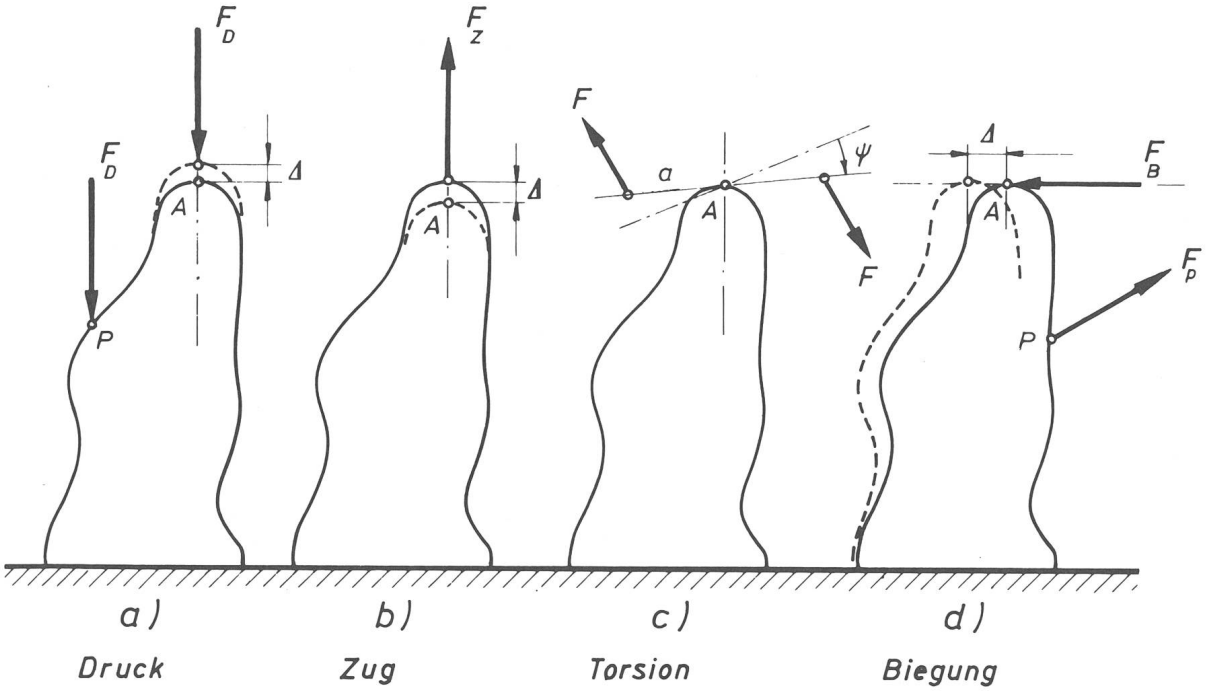


Abb. 2 Die wichtigsten Belastungsfälle

Abb. 2: Die «Steifigkeit» eines gegebenen elastischen Körpers ist abhängig von:
1. dem Ort und der Art seiner Einspannung (Fessel)
2. dem Ort an dem die Kraft auf ihn einwirkt (Punkte A und P in den Fig.)
3. die Richtung der Kraft, jedoch nicht von ihrer Grösse (Belastungsfall)

In den Fig. a.) bis d.) sind die wichtigsten Belastungsfälle dargestellt.

Feder zur Geltung. Die Gl. 3.1 ist ja nichts anders als das wohlbekannte *Federgesetz* mit der *Federsteife* c[2]). Diese Anschaulichkeit darf andererseits nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Steifigkeit in physikalischer Hinsicht eine recht komplexe Grösse, ein *Tensor* ist, der in allgemeiner Form durch eine *kubische Matrix* dargestellt wird. Damit soll jedoch nicht gesagt werden, dass man für die Konstruktion einer steifen Montierung die *Tensorrechnung* beherrschen muss. Die folgenden Kapitel werden zeigen, dass sich aus relativ einfachen Formeln alle notwendigen Unterlagen und Aussagen für eine steifigkeitsgerechte Konstruktion ableiten lassen. Nachdem der sehr einfache Zusammenhang zwischen Kräften und zugeordneten elastischen Verschiebungen aufgezeigt ist, müssen in einem zweiten Schritt die Beziehungen zwischen der Steifigkeit und den Konstruktionsparametern diskutiert werden. Wir betrachten dazu neuerlich den Körper der Abb. 1 und fragen, von welchen Grössen die Steifigkeit abhängig ist? Es sind dies:

1. Die geometrische Form des Körpers.
2. Der Ort an dem die Kraft auf den Körper einwirkt.
3. Die Richtung der Kraft oder Verschiebung. Hingegen ist bei einem Körper im elastischen Bereich die Steifigkeit von der Grösse der Kraft unabhängig.
4. Der Ort und die Art wie der Körper eingespannt ist (Fesselbedingungen).
5. Die elastischen Werkstoffeigenschaften, der *Elastizitätsmodul* E und die *Poissonsche Querkontraktionszahl* ν.

Die Punkte 2., 3. und 4. definieren in der herkömmlichen Mechanik den *Belastungsfall*. In der Abb. 2 sind die 4 wichtigsten Belastungsfälle dargestellt. Nach diesen Belastungsfällen werden auch die zugeordneten Steifigkeiten benannt, so dass man von *Zug-, Druck-, Biege- und Torsionssteifigkeit* spricht. Diese Steifigkeiten sind bei einem Körper immer sehr verschieden und können anhand von Formeln und Rechenverfahren mehr oder weniger genau berechnet werden. Diese belastungstypischen Steifigkeiten dürfen jedoch nicht als isolierte Grössen betrachtet werden, sondern als konkrete Lösungen ein und derselben *Steifigkeitsmatrix* bei verschiedenen *Randbedingungen*. Man kann dies etwa mit dem Anblick vergleichen, den ein Haus bietet, wenn es aus verschiedenen Richtungen und Gesichtswinkeln betrachtet wird. Es wird sich sehr unterschiedlich darbieten, obwohl es ein und dasselbe Objekt ist. Die Abb. 2 soll diesen Sachverhalt veranschaulichen und zeigen, dass die Steifigkeit vom Ort und von der Richtung der Kraft abhängig ist.

1) Berichtigung: Im Kapitel 2 wurden in den Grundkriterien für die Auslenkung irrtümlich das Symbol χ_o anstelle von Δ_o verwendet.

1) Ein sehr ähnlicher Zusammenhang wie für Kraft und Verschiebung, gilt auch für ein Drehmoment M und eine Verdrehung Ψ.

$$M = c_T \cdot \Psi \qquad \text{Gl. 3.2}$$

mit c_T = Torsionssteifigkeit

2) Das Wort «Federkonstante» wird heute immer weniger gebraucht, da es für eine Grösse, die in physikalischer Hinsicht ein Tensor ist, nicht angemessen ist.

Literatur:

1. Szabo: Höhere technische Mechanik, Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg.
«Hütte» (Physikhütte), Band I Mechanik, Ausg. 71. Standardwerk für den Ingenieur.

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

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

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen:

* Maksutow
* Newton
* Cassegrain
* Spezialausführungen

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

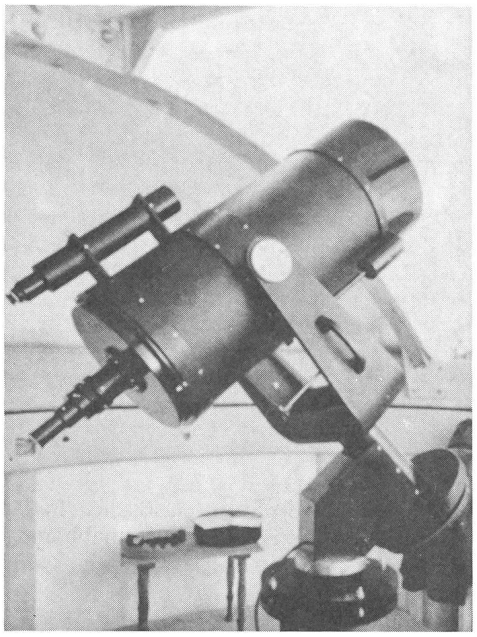
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

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

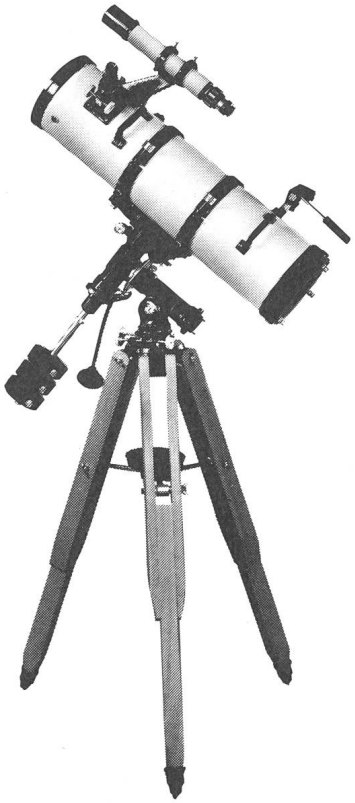
für anspruchsvolle Amateure

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

Lichtenknecker präsentiert

A) für den Selbstbau astronomischer Fernrohre

Fernrohrobjektive

Zweilinsige achromatische und halbapochromatische Objektive. Dreilinsige apochromatische Objektive

Spiegelsysteme

nach Newton, Cassegrain und Kutter (Schiefspiegler) Schmidt-Cassegrain-Systeme und Schmidtspiegel

Objektivseitiges Zubehör

Objektiv-Sonnenfilter, Objektiv-Spektralprismen

Fernrohrokulare

Wir fertigen 21 verschiedene astronomische Fernrohrokulare im Brennweitenbereich von 3—100 mm darunter 2 Fadenkreuz-Okulare

Filter und Dämpfgläser

Unsere 15 verschiedenen Filter und Dämpfgläser mit 27 mm freier Öffnung sind für Standard-Okulare von 31 mm Durchmesser bestimmt, das gleiche Sortiment mit 54 mm freier Öffnung findet Verwendung für unsere Grossfeld-Okulare und für das

SYSTEM 64

Normale und mikrometrische Okularauszüge, kombinierbar mit Zenitspiegeln, drei verschiedenen Okularrevolvern, Barlow-Linsen, Shapley-Linse, Pentaprismen für die normale und für die Sonnenbeobachtung, Terrestrischer Umkehrsatz, Spektroskop, Spektrograf, Binokular, Sonnen-Projektionsschirme usw.

Schreiben Sie uns bitte, wir senden Ihnen kostenlos unsere Druckschriften.

B) komplette astronomische Fernrohre

Refraktoren, Spiegelteleskope, parallaktische Montierungen

Unsere Fertigungsprogramm umfasst auch parallaktisch montierte Refraktoren sowie Spiegelteleskope nach Schmidt-Cassegrain, Kutter und Newton. Sind Sie als Sternfreund in der Schweiz, der Bundesrepublik oder Österreich an unseren kompletten Geräten interessiert, so wenden Sie sich bitte an unseren Repräsentanten für dieses Gebiet, die Firma

KOSMOS, Postfach 640, D-7000 Stuttgart 1

Lichtenknecker Optics A.G.

B-3500 Hasselt (Belgien), Grote Breemstraat 21

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen:
* Maksutow
* Newton
* Cassegrain
* Spezialausführungen

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

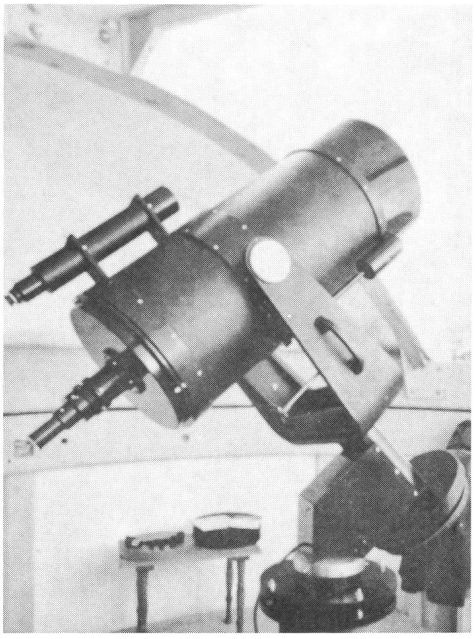
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK * CH-8731 Ricken

Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

Maksutow-Teleskop 300/4800



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

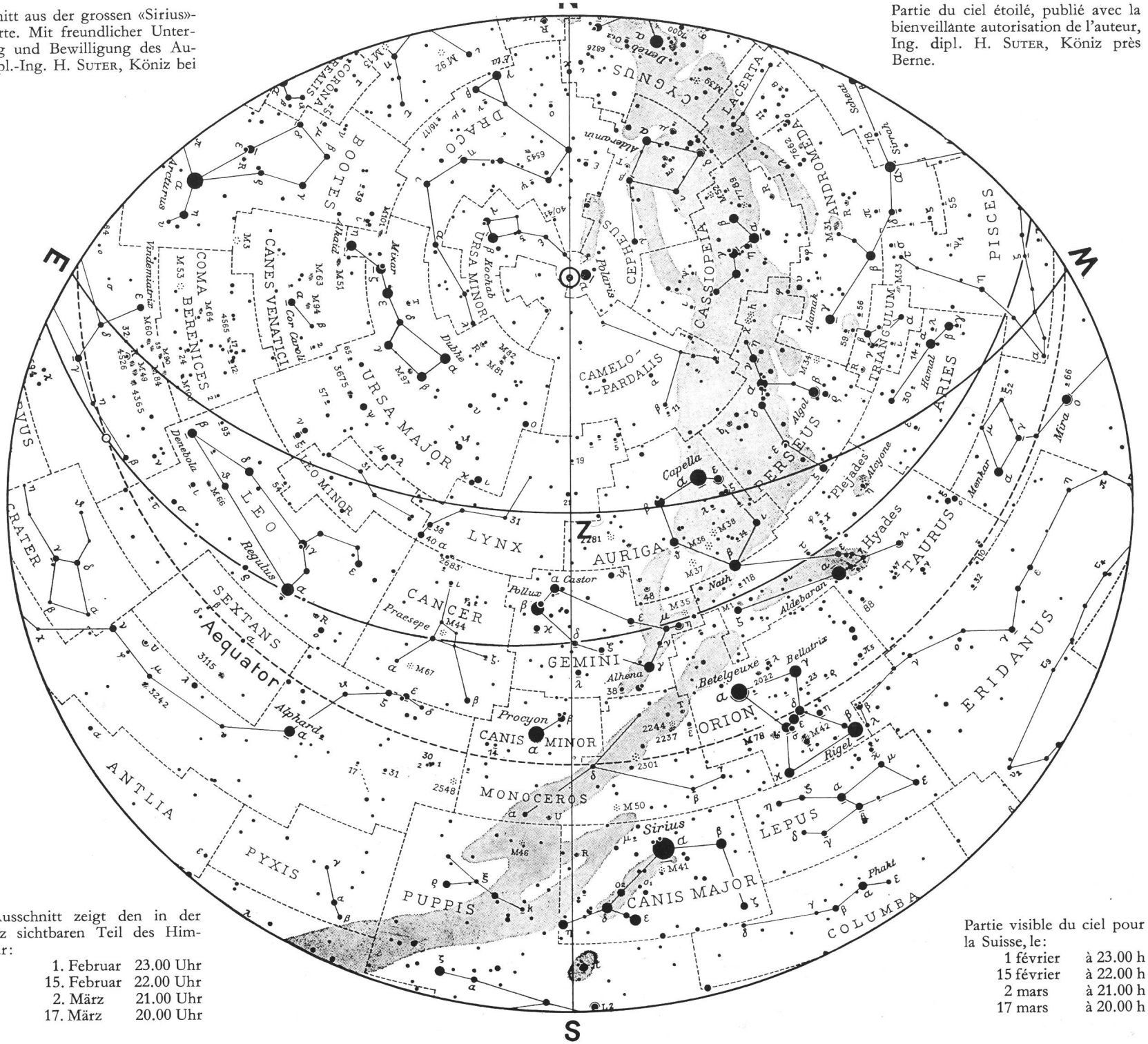
Kataloge, Nachträge und Bestellscheine/Preislisten 1977 bei Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meieriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf.

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

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

Partie du ciel étoilé, publié avec la bienveillante autorisation de l'auteur, Ing. dipl. H. Suter, Köniz près Berne.



Der Ausschnitt zeigt den in der Schweiz sichtbaren Teil des Himmels für:

1. Februar	23.00 Uhr
15. Februar	22.00 Uhr
2. März	21.00 Uhr
17. März	20.00 Uhr

Partie visible du ciel pour la Suisse, le:

1 février	à 23.00 h
15 février	à 22.00 h
2 mars	à 21.00 h
17 mars	à 20.00 h