

S T E R N F R E U N D E - S E M I N A R
im Wiener Planetarium, März bis Mai 1978

T H E O R I E U N D P R A X I S D E R
=====

A M A T E U R A S T R O N O M I E
=====

Als Kurs-Adskript herausgegeben vom Astronomischen Verein zur Förderung der Amateurastronomie in Österreich, A-1090 Wien, Seegasse 8. Wiedergabe, auch von Teilen, ist nicht gestattet.

- 1 Titelblatt und Inhaltsverzeichnis
- 2-7 Literatur für den Amateurastronomen
- 8-11 Das Passageninstrument und seine Einsatzmöglichkeiten - die Bestimmung der geographischen Länge (Robert Weber, Wien)
- 12 Selbstbau einer Kleinquarz-Stoppuhr mit digitaler Anzeige (Ing. Rudolf Typpelt, Wien)
- 13-18 Automatische Fernrohr-Nachführung (Dr. Martin Bressler, Seewalchen OÖ)
- 19 Außerachsiale Nachführkontrolle (Hermann Koberger, Rohrwies OÖ)
- 20-22 Justierung von Fernrohroptiken (Mag. Franz Klauser, St. Pölten NÖ)
- 23-29 Objektivuntersuchungen nach Hartmann (Alexander Pikhard, Wien)
- 30-32 Astrophotographische Objektivprüfung (Prof. Dipl. Ing. Walter Jaschek, Wien)
- 33-36 Beobachtungsstationen in Österreich
- 37-38 Mein Ritchey-Chrétien-Teleskop 100/890cm (Ing. Rudolf Preßberger, Scheiblingstein NÖ)
- 39-40 Photographische Astrometrie mit meinem Vermessungsapparat (Erich Meyer, Linz OÖ)
- 41-47 Bahnbestimmung - die Bestimmung einer parabolischen Bahn (Konsulent Karl Silber, Gmunden OÖ)
- 48-52 Sternbedeckungs-Serien (Michael Pietschnig, Wien)
- 53-55 Isophotometrie mittels Äquidensiten (Gerald Wödl, Wien)
- 56-59 Beobachtung Veränderlicher Sterne mit Amateurmitteln (Wolfgang Vollmann, Pfaffstätten NÖ)
- 60-62 Photographische Photometrie - Versuche in den Bereichen V und B (Dr. Herbert Fiala, St. Pölten NÖ)
- 63-68 Anleitungen und Formblätter zu den Beobachtungsprogrammen "Bedeckungen durch den Mond" und Jupitermondkonjunktionen"
- 69-70 Feuerkugel-Fragebogen im Faltprospekt "Astroverein 1978"

Veranstalter: Wiener Planetarium (Wiener Urania, Verband Wiener Volksbildung) und Astronomischer Verein. - Seminarleitung: Hermann Mucke.

Übersicht: Literatur für den Amateurastronomen.

Die folgende Liste soll Hinweise für die Ausrüstung des Amateurastronomen mit Literatur geben. Sie erhebt selbstverständlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit und insbesondere bedeutet die Aufnahme oder Weglassung eines Werkes kein Werturteil. Obwohl derzeit nicht mehr alle angeführten Titel neu im Buchhandel erhältlich sind, besteht doch immerhin eine gewisse Möglichkeit, die vergriffenen, mit * gekennzeichneten Bücher noch antiquarisch zu erhalten.

Eine Anzahl Werke, die höchste Ansprüche befriedigen können, sind in der Liste nicht angeführt; sie werden jedoch ebenso wie die übrigen über das interne Fernsehsystem des Planetariums vorgestellt, kurz besprochen und im Anschluß zur Ansicht im Foyer des Planetariums auf Tischen aufgelegt.

Preisauskünfte erteilt der Stand der Urania-Buchhandlung im Foyer des Planetariums, an dem auch eine Anzahl Werke sofort gekauft werden kann.

Weitere Literaturhinweise werden in den einzelnen Referaten gegeben.

1) Gesamtdarstellungen

K.Lindner, ASTRONOMIE SELBST ERLEBT. 184 Seiten, Kartenbeilagen.

Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, Verlag für populärwissenschaftliche Literatur, 3.Auflage 1977.

U.Becker - R.Sauermost, ERFORSCHTER WELTRAUM, ein Sachbuch der modernen Astronomie. 255 Seiten, Verlag Herder, Freiburg/Basel/Wien, 1975.

K.Schäifers - G.Traving, MEYERS HANDBUCH ÜBER DAS WELTALL. 780 Seiten, 5.Auflage, Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich, Meyers Lexikonverlag, 1973.

A.Unsöld, DER NEUE KOSMOS. 438 Seiten, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 2.Auflage 1974.

A.Weigert - H.Zimmermann, ABC ASTRONOMIE. 463 Seiten, Kartenbeilagen. Verlag W.Dausien, Hanau/Main, 3.Auflage 1971.

U.Becker, HERDER-LEXIKON WELTRAUMPHYSIK, Sachwörterbuch der Astronomie, 240 Seiten, Verlag Herder, Freiburg/Basel/Wien 1975.

Fortsetzung Übersicht: Literatur für den Amateurastronomen.

2) Instrumententechnik

- H.Rohr, DAS FERNROHR FÜR JEDERMANN. 265 Seiten, mit einem Beitrag von H.Ziegler...Orell Füssli Verlag, Zürich, 5.Auflage 1972.*
- A.Ingalls, AMATEUR TELESCOPE MAKING, Band 1 510 Seiten, Band 2 650 Seiten, Band 3 646 Seiten. Scientific American, New York 1970-1972.
- A.Staus, FERNROHRMONTIERUNGEN UND IHRE SCHUTZBAUTEN FÜR STERNFREUNDE. 67 Seiten, detaillierte Werkstattpläne in Beilage. UNI-Druck, München 13, 2.Auflage 1959.
- G.Roth, REFRAKTOR-SELBSTBAU. Drei Bauanleitungen für Sternfreunde: Kleines Linsenrohr, Schär-Refraktor, Astrokamera. 53 Seiten, detaillierte Werkstattpläne in Beilage. UNI-Druck, München 13, 1965.
- G.Roth, ASTRONOMISCHE ZUSATZGERÄTE FÜR STERNFREUNDE. Acht Bau- und Gebrauchsanleitungen: Reiseteskoskop, Nachführsysteme, Sonnenprojektionseinrichtung für Newton-Teleskope, Protuberanzenbeobachtungsansatz für Refraktoren, Kamera-Ansatz für Filter und Barlowlinsen, Tiefkühlkamera, Sonnen- und Sternspektrograph, Einführung in die numerische Behandlung astronomischer Probleme durch Kleincomputer. 68 Seiten, detaillierte Werkstattpläne als Beilage. UNI-Druck, München 1976.
- H.King, THE HISTORY OF THE TELESCOPE. 456 Seiten, Charles Griffin & Company Limited, London 1955.
- R.Riekher, FERNROHRE UND IHRE MEISTER. Eine Entwicklungsgeschichte der Fernrohrtechnik. 444 Seiten, VEB Verlag Technik, Berlin DDR, 1957.*
- Katalog ASTRONOMISCHE INSTRUMENTE, C.Zeiss, :Oberkochen, BRD. 1970.
- Katalog ASTRO 70, Jenoptik Jena, DDR, 1970.
- ## 3) Arbeitsanleitungen, Objektverzeichnisse
- P.Ahnert, KLEINE PRAKTISCHE ASTRONOMIE. 160 Seiten, Verlag J.A.Barth, Leipzig 1974.

Fortsetzung Übersicht: Literatur für den Amateurastronomen.

G.Roth, ASTRONOMY, A HANDBOOK. Beiträge von A.Güttler, W.Heintz, W. Jahn, R.Kühn, F.Link, R.Müller, W.Petri, N.Richter, W.Sandner, F. Schmeidler, H.Schmid, K.Schütte, P.Wellmann. 567 Seiten, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York. Englische Ausgabe (3.Aufl.) 1975.

J.Sidgwick, AMATEUR ASTRONOMER'S HANDBOOK. 580 Seiten, Faber & Faber, London, 2. Auflage 1960.*

J.Sidgwick, OBSERVATIONAL ASTRONOMY FOR AMATEURS. 376 Seiten, Faber & Faber, London, 2.Auflage, 1954.*

T.Rackham, ASTRONOMICAL PHOTOGRAPHY AT THE TELESCOPE. 280 Seiten, Faber & Faber, London, 3.Auflage, 1972.

T.Webb, CELESTIAL OBJECTS FOR COMMON TELESCOPES. Band 1 255 Seiten, Band 2 351 Seiten. Überarbeitete Neuauflage der 6.Auflage (1917) durch Dover Publications, New York, 1962.

4) Karten und Kataloge

H.Herrmann, DREHBARE KOSMOS-STERNKARTE MIT PLANETENZEIGER. Mit gebrauchsanleitung. Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1977.

H.Suter, DREHBARE STERNKARTE SIRIUS, Großes Modell. Mit Gebrauchsanleitung und verschiedenen Beilagen (Mondkarte, Südhimmel, Planetenjahrestafel, Sternbilder). Hallwag Verlag, Bern, 1973.

J.Klepesta - A.Rükl, TASCHENATLAS DER STERNBILDER. 292 Seiten und Karten. Verlag W.Dausien, Hanau/Main, 1972.

H.Vehrenberg - D.Blank, HANDBUCH DER STERNBILDER. 197 Seiten Katalog+ Karten, Treugesell-Verlag, Düsseldorf. 2.Auflage 1973.

O.Thomas, ATLAS DER STERNBILDER. 157 Seiten und Karten, Verlag "Das Bergland-Buch", Salzburg. 3.Auflage, 1962.*

R.Schurig - P.Götz - K.Schäfers, HIMMELSATLAS. 9 Kartentafeln einschließlich Mondkarte. Bibliographisches Institut Mannheim, 1960.*

Fortsetzung Übersicht: Literatur für den Amateurastronomen.

- A.Bečvář, ATLAS OF THE HEAVENS (ATLAS COELI 1950,0), 16 Karten und Erläuterung. Akademie der Wissenschaften der ČSSR, Lizenzausgabe Sky Publishing Corporation, Cambridge, Mass.,USA, 1962. (Dieser ausgezeichnete Atlas ist auch in verkleinerter Ausgabe erhältlich: DESK-EDITION, ATLAS OF THE HEAVENS). Handgezeichneter Atlas. Dazu:
- A.Bečvář, ATLAS OF THE HEAVENS, CATALOGUE 1950,0; 369 Seiten, enthält alle im vorgenannten Atlas enthaltenen Objekte; gleicher Verlag.
- J.Ashbrook, SAO STAR ATLAS OF REFERENCE STARS AND NONSTELLAR OBJECTS. 13 Seiten Vorwort, 152 Karten. Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, Mass., USA. Geplotteter Atlas, 1969.* Dazu:
- Staff of the Smithsonian Astrophysical Observatory, SMITHSONIAN ASTROPHYSICAL OBSERVATORY STAR CATALOG, Positions and Proper Motions of 258.997 Stars for the Epoch and Equinox of 1950,0. 4 Bände. Smithsonian Institution, Washington, D.C., 1971.*
- H.Vehrenberg, FALKAUER ATLAS, PHOTOGRAPHISCHER STERNATLAS. 24 Seiten Erläuterung, 303 Karten (Ausgabe A: Schwarze Sterne, weißer Grund, Ausgabe B: Weiße Sterne, schwarzer Grund). Treugesell-Verlag, Düsseldorf. 2.Auflage 1963.
- H.Vehrenberg, ATLAS STELLARUM 1950,0, PHOTOGRAPHISCHER STERNATLAS. 50 Seiten Erläuterung, 450 Karten. Treugesell-Verlag, Düsseldorf, 1970. Dazu:
- H.Vehrenberg, CONVERSION TABLES FOR STANDARD EPOCHS 1855,0 BIS 2000,0, MATCHING TO ATLAS STELLARUM 1950,0. Treugesell-Verlag, Düsseldorf, 1972.
- H.Vehrenberg, MEIN MESSIER-BUCH. 216 Seiten und photographische Objektkarten, 2 Tafelanhänge. Treugesell-Verlag, Düsseldorf, 2.Auflage 1970.
- J.Sulentic - W.Tiftt, THE REVISED NEW GENERAL CATALOGUE OF NONSTELLAR ASTRONOMICAL OBJECTS. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona, USA, 1973.
- A.Rükl, TASCHENATLAS MOND, MARS, VENUS. 256 Seiten und Karten, Verlag Artia, Prag 1977.

Fortsetzung Übersicht: Literatur für den Amateurastronomen.

P.Fauth, ÜBERSICHTSKARTE DES MONDES IN 6 BLÄTTERN. Olbers-Gesellschaft
Bremen (H.Fauth), 1966.

5) Jahrbücher

M.Gerstenberger, DAS HIMMELSAHR; SONNE, MOND UND STERNE IM JAHRES-
LAUF. Kosmos, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

P.Ahnert, KALENDER FÜR STERNFREUNDE, EIN KLEINES ASTRONOMISCHES JAHR-
BUCH. J.A.Barth, Leipzig.

P.Wild, DER STERNENHIMMEL, KLEINES ASTRONOMISCHES JAHRBUCH FÜR STERN-
FREUNDE. Verlag H.Sauerländer, Aarau

H.Mucke, HIMMELSKALENDER, EIN KLEINES ASTRONOMISCHES JAHRBUCH FÜR
ÖSTERREICH. Astronomisches Büro, Wien 8.

THE ASTRONOMICAL EPHEMERIS, Her Majesty's Stationery Office, London.
Dazu:

EXPLANATORY SUPPLEMENT TO THE ASTRONOMICAL EPHEMERIS, 533 Seiten,
Her Majesty's Stationery Office, London 1961.

EPHEMERIDEN KLEINER PLANETEN, Akademie der Wissenschaften der UdSSR,
Leningrad.

SCHEINBARE ÖRTER DER FUNDAMENTALSTERNE, enthaltend die 1535 Sterne
des Vierten Fundamental-Katalogs (FK 4), Astronomisches Rechen-
institut, Heidelberg.

W.Wepner, 291 DOPPELSTERN-EPHEMERIDEN FÜR DIE JAHRE 1975-2000, 100
Seiten, Treugesell-Verlag, Düsseldorf 1976.

ROCZNIK ASTRONOMICZNY OBSERWATORIUM KRAKOWSKIEGO, Polnische Akademie
der Wissenschaften, Krakau.

6) Zeitschriften

SKY AND TELESCOPE, Sky Publishing Company, Cambridge, Mass., USA.

STERNE UND WELTRAUM, Verlag Sterne und Weltraum Dr.Vehrenberg,
Düsseldorf.

Fortsetzung Übersicht: Literatur für den Amateurastronomen.

ORION, Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft,
Burgdorf, Schweiz.

DIE STERNE, Zeitschrift für alle Gebiete der Himmelskunde. J.A.Barth,
Leipzig.

ASTRONOMIE UND RAUMFAHRT. Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß
Astronomie, Zeitungsvertriebsamt, Berlin DDR.

DER STERNENPOTE, Monatsschrift für Österreichs Amateurastronomen.
Astronomisches Büro, Wien 8.

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ASTRONOMY, Science History Publications,
Chalfont St.Giles, Bucks, England.

ZEITSCHRIFT FÜR FLUGWISSENSCHAFTEN UND WELTRAUMFORSCHUNG, Deutsche
Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt und Deutsche Forschungs-
und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Talham und Göttingen,
BRD.

DIE STÄDTISCHEN BÜCHEREIEN HALTEN
BÜCHER FÜR STERNFREUNDE
IN ALLEN ZWEIGSTELLEN BEREIT!

Bücher- und Zweigstellenverzeichnis
ist gern im Planetarium erhältlich!

Referat: Das Passageninstrument und seine Einsatzmöglichkeiten.

Allgemeines: Die Vorteile der festen Aufstellung auf einem Pfeiler, die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten und die durch kompakte Bauweise relativ geringe Störanfälligkeit haben dem Passageninstrument zunehmende Verbreitung gesichert. Der wissenschaftliche Einsatz wird durch die großen Fortschritte in der Zeitmeßtechnik begünstigt und auch für Lehrzwecke eignet es sich wegen seiner verhältnismäßig einfachen Theorie und Praxis ausgezeichnet.

Technik: Die beigegefügte Zeichnung erläutert das Passageninstrument der Wiener Urania-Sternwarte, das 1976 in der Absicht neu aufgestellt wurde, Impulse zur Pflege der Astrometrie auch an Volksternwarten zu geben. In der Zeichnung bedeutet:
O Objektivstutzen mit Objektiv Zeiss E 50/550mm; o Orthoskop-Okular 9mm, 61x, Feld 43'; W Würfel mit totalreflektierendem Prisma, das den Strahlengang in die hohle Horizontalachse lenkt; L Lupen zur Ablesung des Teilkreises t, der direkt als Einstellkreis auf 20' geteilt ist und mittels Doppelnonien auf 1' abgelesen werden kann; G Ausgleichsgewichte; g Ausgleichsgewicht, abnehmbar zur Anbringung des Horrebow-Ansatzes; P Feldbeleuchtung; K Klemmung, f Feinbewegung der Höhenbewegung; T Träger der Rollen r, durch die der größte Teil des Rohrgewichtes getragen wird (Lagerentlastung); N Niveau, abnehmbar und umlegbar, so daß sich im Verein mit der um den Achszapfen Q erfolgenden Gesamtumlegung des Gerätes vier Niveaulagen ergeben; H Handkurbel für die Umlegung; S Schraube zur Veränderung der Neigung, A Schrauben zur Veränderung des Azimutes; F Füße.

Als Zubehör ist eine Kleinquarz-Stoppuhr "Microsplit", ein Horrebow-Ansatz mit mikrometrisch verstellbarer Libelle ($\pm 1^\circ$), ein Objektivsonnenfilter und eine regelbare Kleinspannungsversorgung für Feldbeleuchtung und Handlampe vorhanden.

Die Mechanik des Instrumentes stammt von Welharticky & Pachner, Wien, die Optik von C. Zeiss, Jena (1909). Der Pfeiler besitzt nach der Neuerrichtung einen speziellen Verschleißkopf, auf dem die Marmorplatte mit der Instrument-Aufnahme sicher aufgespannt und der Übergang von der Aufstellung im Meridian zu jener im Ost-West-Vertikal leicht bewerkstelligt werden kann.

Meßprinzip: Es werden die Uhrzeiten festgestellt, zu denen gewisse Sterne die Striche des im Sehfeld sichtbaren Strichsystems (horizontaler Doppelstrich, beiderseits des senkrechten Mittelstrichs je zehn parallele Striche) passieren. Bei Horrebow-Talcott-Messungen werden Zenitdistanz-Unterschiede mit dem Libellenmikrometer am Horrebow-Ansatz gemessen.

Fortsetzung Referat: Das Passageninstrument und seine Einsatzmöglichkeiten.

Beobachtungsaufgaben: Je nachdem, welche Größen als bekannt vorausgesetzt werden, lassen sich bestimmen:

- 1) Im Meridian: Uhrzeit, Rektaszension, Geographische Länge; mit dem Horrebow-Ansatz: Geographische Breite, Deklination im Anschluß.
- 2) Im Ost-West-Vertikal: Uhrzeit, Deklination, Geographische Breite, Refraktion.

Diese Aufgaben lassen sich leicht auf didaktisch besonders wertvolle Problemstellungen, wie etwa Bestimmung der Ekliptikschiefe oder der Präzessionskonstante, spezialisieren.

Beobachtungsanleitungen (Zugehörige Formeln und Erläuterung im Sternfreunde-Seminar 1976).

1) Bestimmung der Geographischen Länge.

Die Kenntnis der genäherten geographischen Position wird dabei vorausgesetzt.

- a) Fünf bis sechs Sterne mit bekannten Koordinaten werden so ausgewählt, daß sie kurz nacheinander den Meridian passieren. Ein Stern muß möglichst zenitnah kulminieren, die Deklinationen der übrigen Sterne sollen möglichst unterschiedlich sein. (Apparent Places of Fundamental Stars).
- b) Messung der Durchgangszeiten: Jeweils mit der genäherten Geographischen Breite die Zenitdistanz vorausrechnen, einstellen und Niveau ablesen. Uhrzeiten der Antritte an die ersten zehn Striche und den Mittelstrich stoppen, Gerät umlegen und die Uhrzeiten der neuerlichen Antritte an diese zehn Striche stoppen und Niveau ablesen. Mit jedem Stern der Gruppe wird so verfahren.
- c) Auswertung: Mittelung der Antrittszeiten an den jeweiligen Strich vor und nach dem Umlegen schaltet den Kollimationsfehler k der Durchgangszeiten aus; aus den zehn sich ergebenden Durchgangszeiten wird das Mittel gebildet. Mit dem bekannten Parawert des Niveaus ergibt sich aus den Niveauablesungen der Neigungsfehler i , dessen Einfluß auf die Durchgangszeiten in Rechnung gestellt wird.

Mit der genähert bekannten Geographischen Länge werden die in mittlerer Sonnenzeit (MEZ) gemessenen Durchgangstermine in Sternzeitstermine transformiert, mit denen der Azimutfehler a für alle Sterne der Gruppe mit Ausnahme des zenitnahen Sterns ermittelt wird. Der Einfluß von i und a auf die Durchgangs-

Fortsetzung Referat: Das Passageninstrument und seine Einsatzmöglichkeiten.

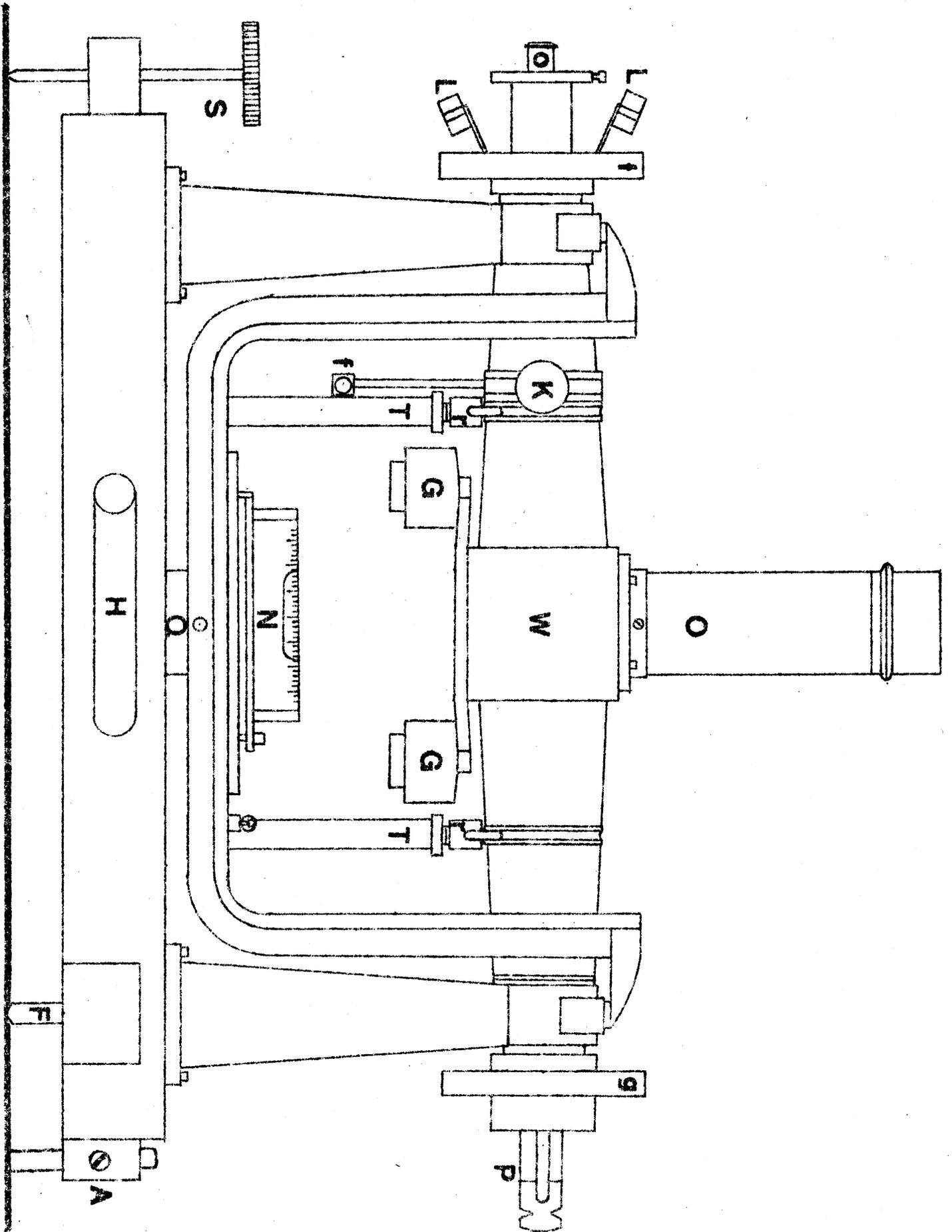
zeit des zenitnahen Sterns wird berücksichtigt und man erhält eine verbesserte Sternzeit seines Meridiandurchganges. Die Differenz Rektaszension minus dieser verbesserten Sternzeit ergibt die Korrektur der genäherten auf die genaue Geographische Länge.

2) Bestimmung der Geographischen Breite (Horrebow-Talcott-Verfahren)

Auch hier wird die Kenntnis der genäherten geographischen Position vorausgesetzt.

- a) Es werden einige Sternpaare ausgewählt, deren beide Sterne möglichst symmetrisch zum Zenit und einige Minuten nacheinander den Meridian passieren (Katalog von FK4 Horrebow-Sternpaaren für Geographische Breiten von $+30^{\circ}$ bis $+60^{\circ}$, Geowiss.Mitt.Wien).
- b) Präzise Einstellung des Passageninstrumentes auf die jeweilige Meridianzenitdistanz: Anstelle des Gegengewichtes g wird der Horrebow-Ansatz an die Horizontalachse geklemmt, das Gerät genähert auf die vorausberechnete Zenitdistanz des ersten Stern eingestellt und mittels der Feinbewegung der Stern bis zur Kulmination genau zwischen den Horizontal-Doppelstrichen gehalten. Dann wird die Horrebow-Libelle mikrometrisch eingespielt, die Mikrometertrommel und auch das Niveau des Passageninstrumentes abgelesen und das Gerät umgelegt. Mit dem zweiten Stern des ersten Paares wird nun, ohne die Klemmung des Horrebow-Ansatzes zu lösen, genauso verfahren. Mit dem bekannten Parswert der Mikrometerschraube und den Ablesungen der Mikrometertrommel ergeben sich für alle Paare die Differenzen der Meridianzenitdistanzen.
- c) Auswertung: An die gemessenen Meridianzenitdistanzen werden der Einfluß der Fehler k, i, a sowie die Refraktion (stets klein) angebracht und mit ihnen das Mittel der Deklinationen der beiden Sterne des Sternpaares korrigiert, wodurch sich für jedes Sternpaar ein Wert für die Geographische Breite ergibt; alle diese Werte ergeben im Mittel die gesuchte Geographische Breite.

Die unter 1) und 2) beschriebenen Aufgaben charakterisieren die Arbeit mit dem Passageninstrument. Die dabei berührten Grundtatsachen der Astrometrie werden im Planetarium an den Gradnetzelementen und Sternen erläutert. Auf die praktische Arbeit mit dem Passageninstrument wird in speziell vereinbarten Sonderführungen auf der Urania-Sternwarte eingegangen (Tel. 24 94 32 oder 72 61 91).



Referat: Selbstbau einer Kleinquarz-Stoppuhr mit digitaler Anzeige.

Bauanleitung, Bausatz: Fertig käufliche Kleinquarz-Stoppuhren mit digitaler Anzeige kosten rund öS 4000.-; dieser hohe, wenngleich da und dort unterbotene Preis war doch der Anschaffung für den Amateur sehr hinderlich.

Nun brachte aber die Fachzeitschrift "PRAKTIKER", Heft 23/1977, p.5-7 (Postfach 900, A-1051 Wien, Rechte Wienzeile 101, Preis des Einzelheftes öS 20.- + 8%MWSt) eine Bauanleitung für eine darartige Kleinquarz-Stoppuhr, zu der der betreffende Bausatz bei der RIEGER GmbH, Marxerg.14, A-1030 Wien (Set 701, Praktiker-Stoppuhr) zum Preis von öS 590.- inkl.MWSt. erhältlich ist. Telefon 0222 - 73 46 84-0, auch Versand.

Außer Draht, Zinn, 2 Stück 2mm-Schrauben und 1 handelsüblichen Printrimmer 8-40 pF ist alles im Bausatz enthalten.

Selbstbau: Normal wird die Uhr mit drei Mignon-Batterien betrieben; für Spannungskontrolle der Batterien ist vorgesorgt - bei Unterspannung leuchten die Dezimalpunkte, die Uhr geht dann noch ca.15^m normal weiter. Ich baute einige solcher Uhren etwas modifiziert, weil ich statt der Batterien Nickel-Cadmium-Akkus haben wollte. Zwischen den Batteriehaltern ist dann eine 3,5mm-Steckbuchse (Japan) vorzusehen. Damit ist auch gleich der Netzbetrieb möglich.

Erfahrungen: Diese Kleinquarz-Stoppuhren gehen so genau, daß man etwa 100 Stunden braucht, um gegenüber dem Telefonsignal 0222 - 1505 noch eine Differenz von 0,1^s bis 0,2^s merken und korrigieren zu können. Die geringere Spannung der Nickel-Cadmium-Akkus reicht voll aus. Nicht unerwähnt möchte ich die einfache und zweckmäßige Konstruktion lassen. Dies betrifft vor allem die Drucktasten mit einem Hub von nur 0,25 mm, die nur angeklebt zu werden brauchen und optimale Genauigkeit bei arbeitstechnischen Vorteilen geben. Ein Nachteil ist der zu griffbereite Rückstell-Schalter, den man nicht oft braucht und den ich mit einem Plättchen abdeckte, das man abnehmen kann.

Man kann einzelne Momente stoppen, wobei die Uhr unsichtbar weiterläuft, aber auch den Lauf sichtbar machen; eine andere Schalterstellung hält die laufende Uhr an und startet sie im gleichen Augenblick unsichtbar neu; bei Druck der Stopptaste wiederholt sich das Spiel beliebig oft. Bei Verwendung der ersten Schaltung kann man mit einem Anschluß-Zeitsignal arbeiten.

Die für alle astrometrischen Aufgaben (Universalinstrument, Passageninstrument; Sternbedeckungen, etc.) vorzüglich geeignete Kleinquarzstoppuhr wird über das Planetariums-Fernsehsystem erläutert.

Referat: Automatische Fernrohr-Nachführung.

Allgemeines: Die Automatische Fernrohr-Nachführung (AFN) gewinnt immer mehr an Aktualität - auch für den Astro-Amateur. Einerseits werden heute Geräte angeboten, welche preislich durchaus erschwinglich sind; andererseits haben die Beobachtungsinstrumente der Amateure Dimensionen und optische Qualitäten erreicht, welche zwangsläufig zu einer differenzierteren Programmgestaltung bei der Beobachtung des Himmels führen.

Die Photographie von lichtschwachen Objekten, wie sie zum Beispiel im Messier- und NGC-Katalog verzeichnet sind, wird immer intensiver betrieben. Spezielle Filme, Tiefkühlverfahren für Kameras und Photosensoren erhöhen laufend die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Instrumente. Damit setzt auch beim Amateur eine immer weitergehende Spezialisierung ein.

In den Jahren 1971/1972 wurden unabhängig von einander in der Schweiz, in Deutschland und in Amerika automatisch arbeitende Nachführgeräte entwickelt, die bis heute mit Erfolg verwendet werden. Schon in den dreißiger Jahren sind solche Geräte in Zusammenhang mit Navigationsproblemen in der Flugtechnik entwickelt worden. Bei der Entwicklung dieser AFN-Geräte wurden unterschiedliche Funktionsprinzipien beachtet: Die einen sind mit einem Photosensor ausgestattet und mit kleinem technischem und optischem Aufwand ausgeführt. Sie korrigieren nur in Stunde. Mit ebenfalls nur einem lichtelektrischem Element versehen, korrigieren andere in Stunde und in Deklination. Der elektronische, optische und mechanische Aufwand ist aber wesentlich größer. Ein Spitzenprodukt auf diesem Gebiet ist der Tridanten-Sternsensor von ZEISS-Oberkochen.

Das wichtigste Indikationsgebiet der AFN ist die Langzeitphotographie; sie ist hier der visuellen Nachführung weit überlegen. Die Zeit vom Erkennen eines Fehlers bis zum Wirksamwerden des Korrekturmanövers ist nicht mehr abhängig von individuellen Zuständen des Reaktionsvermögens. Auch nach mehrstündigem Betrieb zeigt die AFN keinerlei Ermüdungserscheinungen und sie drückt auch nicht versehentlich einmal auf den falschen Knopf.

So wird es möglich, zum Beispiel in den wenigen Winternächten mit guter Sicht von 18 Uhr an zwölf Stunden hindurch Aufnahmen von 1, 2 oder mehr Stunden Belichtungszeit zu machen. Der einzige Zeitverlust entsteht hier beim Einstellen der einzelnen Objekte und beim Aufsuchen eines geeigneten Leitsternes. Eine gute Vorbereitung der Arbeit und einige Übung sind sehr wichtig.

Es werden nun kurz drei verschiedene AFN-Geräte, die sich in ihrer Funktionsweise prinzipiell unterscheiden, beschrieben.

Fortsetzung Referat: Automatische Fernrohr-Nachführung.

Verschiedene Geräte zur Automatischen Nachführung

- 1) Das Nachführ-Gerät von Aeppli wird schon seit mehr als fünf Jahren mit Erfolg verwendet; sein Aufbau ist aus Skizze 1 ersichtlich. Am Leitrohr, z.B. ein Refraktor 10/170cm, steckt der Strahlenteiler mit dem Fadenkreuzokular und dem Photometerkopf. Eine planparallele Glasplatte, einen Millimeter dick, läßt ca. 80% des Sternlichtes auf den Multiplier (RCA 931 A) fallen. Der Rest wird im rechten Winkel in das beleuchtete Fadenkreuzokular abgelenkt. Die Inbetriebnahme kann erfolgen, wenn der geeignete Leitstern im Fadenkreuz eingestellt ist. Man wählt nach Möglichkeit einen Stern der Größe $+6^m$ oder heller. Ist der Leitstern im Fadenkreuz, wird das Kontrollgerät eingeschaltet. Ein grünes Licht leuchtet auf, wenn der Stern hell genug ist, ein rotes zeigt an, daß er zu schwach oder falsch eingestellt ist. Bei "grün" wird die Automatik in Betrieb gesetzt. Sofort läuft das Leitrohr mit dem Hauptinstrument in die Nullage. Die Frequenz des Wandlers wird ab jetzt über das Kontrollgerät vom Photometerkopf aus gesteuert. Der Handschalter sowie das Potentiometer zum Einstellen der Frequenz von Hand aus sind dabei außer Betrieb. Da diese Automatik nur die Korrektur in Stunde übernimmt, müssen die Abweichung aus der Nullage in Deklination in Abständen von einer viertel oder halben Stunden vorgenommen werden. Diesem Nachführgerät wurde nachträglich ein zweiter Photometerkopf beigegeben, siehe Skizze 2. Dieser überwacht und korrigiert in Deklination, der Betrieb der Automatik wird dadurch nicht komplizierter. Ist der Leitstern im Fadenkreuz eingestellt, wird der Ablenkspiegel hochgeklappt. Eine Barlowlinse verlängert die Brennweite des Objektivs und der Strahlenteiler-Würfel, zwei Dachkantprismen mit zusammengekitteten Hypothenusenflächen, vorsorgt beide Multiplier mit je 50% des Sternlichtes. Der Leitstern muß hier um 1,5 bis 2 Größenklassen heller als beim Originalgerät sein. Diese von K.Aeppli, Grundstraße 4, CH-8610 Uster, Tel. 0187 2854, wird im Schweizer Sternfreunde-Jahrbuch "Der Sternenhimmel" angeboten.
Eine sehr ähnliche AFN hat der Amerikaner Frank Covitz gebaut, sie ist ausführlich in "Sky and Telescope", März und April 1974, beschrieben. Das Leitrohr hat 9cm Öffnung, zwei Multiplier vom Typ RCA 1 P 21 werden für die Korrektur in beiden Koordinaten verwendet.
Im "Orion", Dezember 1977, wird eine AFN beschrieben, bei der nicht Multiplier, sondern hochempfindliche Photodioden, BP X 48, verwendet werden - mit größter Empfindlichkeit im roten Bereich.

Fortsetzung Referat: Automatische Fernrohrnachführung.

Das vom Autor (P.Campiche) verwendete Leitrohr hat 20cm Durchmesser.

Seit mehr als einem halben Jahr wird in "Sky and Telescope" eine AFN angeboten, die nur in Stunde korrigiert; auch hier keine Multiplier, sondern an ihrer Stelle höchst empfindliche "Silicon" Photosensoren. Details sind aus dem Katalog der Firma Orion, "Accu Trac" - Gerät, zu entnehmen: Gieseler Electronics, Orion Telescope Center Division, 303 Potrero St.- 6E, Santa Cruz, CA 95060, USA.

- 2) Kurz seien hier noch AFN-Systeme, welche nach einem anderen Prinzip arbeiten, beschrieben. Sie haben sehr große Ähnlichkeit mit dem visuellen Korrekturverfahren: Der Leitstern befindet sich in Nullage, wenn er im Fadenkreuz steht und seine Ablage in X oder Y wird durch entsprechende Bewegungen koordinatengerecht ausgeglichen.

Die von Höbel, Erlangen BRD, gebaute AFN ist ebenfalls seit Jahren mit Erfolg in Verwendung. Eine ausführliche Beschreibung ist in "Sterne und Weltraum", Nr.7/8, 1973, zu finden. Sie arbeitet wie folgt: Das Leitsternlicht passiert eine durchsichtige, schnell rotierende Taumelscheibe, wodurch das Sternbildchen eine kreisförmige Bewegung auf einer festen Glasscheibe beschreibt, die kreisförmig und nur zum Teil lichtdurchlässig ist. Zwei einander gegenüber liegende Quadranten sind durchsichtig und die zwei anderen sind schwarz. Dahinter steht der Multiplier, die auftreffenden kurzen Lichtsignale erzeugen in ihm einen Wechselstrom von 12,5 Hz, dessen Amplitude sich im Verhältnis zur Ablage des Leitsternes ändert. Elektronisch werden diese Impulse für Stunde und Deklination (X,Y) getrennt in Steuerbefehle umgewandelt. Das Leitrohr hat 10cm Durchmesser, als Photosensor ist die RCA 931 A eingebaut.

Der Tridanten-Sternsensor von ZEISS-Oberkochen korrigiert selbstverständlich ebenfalls in beiden Koordinaten. Eingebaut ist nur ein hochempfindlicher Multiplier mit kopfseitiger Photokathode (RCA 4516). Im Photometerkopf sind außer den optischen und mechanischen Bauteilen noch ein elektronischer Vorverstärker und sogar die Hochspannungsanlage (1500 V Gleichspannung) untergebracht. Etwas über die Funktionsweise: Der Lichtstrahl fällt auf die Spitze eines Tetraeders (Pyramide mit vier dreieckigen Flächen). Über ein System von Umlenkprismen gelangen die drei Strahlenteile auf den Multiplier, unterwegs werden sie aber von einer schnellrotierenden Scheibe mit Spalt in kurze Lichtimpulse geteilt. Im Multiplier werden sie in drei Wechselstromsignale

Fortsetzung Referat: Automatische Fernrohrnachführung.

unterschiedlicher Phase umgeformt. Aus diesen drei Signalen werden elektronisch zwei gebildet und für die Korrektur-Manöver in Stunde und Deklination getrennt. Der Tridanten-Sternsensor ist ein Teil von verschiedenen komplexen astrotechnischen Programmen, welche von ZEISS-Oberkochen offeriert werden. Beim Tridanten-Sternsensor wird ein Refraktor von 15cm Durchmesser als Leitrohr verwendet.

Photo-Multiplier (Sekundärelektronenvervielfacher): Die bei den AFN verwendeten, wie die RCA 931 A, 1 P 21 sind preislich die günstigsten ihrer Art; ihre größte Empfindlichkeit liegt im blauen Bereich, bei einer Wellenlänge von 400 nm. Die Betriebsspannungen bewegen sich zwischen 1000 und 1500 Volt Gleichstrom. Zum Unterschied zu ihnen sind die Photodioden sehr kleine, billige Bauelemente. Ihr höchste Empfindlichkeit liegt im roten Bereich, bei einer Wellenlänge von 770 nm. Sie arbeiten mit niedrigen Spannungen, um 20 Volt.

Nach Angaben der Autoren und nach eigenen Erfahrungen sind bei einem Leitrohr von 10cm Durchmesser, je nach der Beschaffenheit des Strahlenteilers, Sterne der Größe +5,0^m bis +7,0^m zur Nachführung geeignet. Es spielt dabei selbstverständlich die Wellenlänge, in welcher der Leitstern hauptsächlich strahlt, eine wesentliche Rolle. Man kann aber noch Sterne, die um eine Größenklasse schwächer sind, zum Nachführen heranziehen, wenn

- a) die Leitrohr-Öffnung vergrößert wird;
- b) man empfindlichere Multiplier verwendet;
- c) man die Empfindlichkeit der Multiplier mittels Kühlsystem erhöht.

Solche Hochleistungs-Photometerköpfe machen die AFN auch für die "Offset" - Nachführung geeignet.

Nützliche Hinweise: Die Wahl der Kamera und des Leitrohres wird sich zunächst nach den vorhandenen Instrumenten richten. Versuche mit diesen bedeuten: Erfahrungen sammeln. Probieren geht manchmal über Studieren! Je größer die Öffnung dieser Geräte ist, umso besser.

Die Montierung des Leitrohres auf dem Hauptinstrument soll möglichst große Mobilität in X und Y, mit Feineinstellung, erlauben. Die Vorausberechnung der erforderlichen Abstände geschieht mit einer einfachen Formel: $\tan \beta = a/b$, $\beta = \arctan a/b$. Das Leitrohr wird mittels ringförmigen Halterungen, welche je drei oder vier Stellschrauben haben, auf zwei Lagerböcken am Hauptinstrument befestigt. Die Differenz Innendurchmesser der

Fortsetzung Referat: Automatische Fernrohrnachführung.

Ringe und Außendurchmesser des Leitrohrtubus ist dabei a , der Abstand der Lagerböcke b . Der Winkel, welche die optischen Achsen der beiden Instrumente maximal mit einander bilden können, ist dann β . Man mißt a an jenem Lagerbock, welcher sich am Objektivende befindet. Beispiel: $a = 4\text{cm}$, $b = 83\text{cm}$ ergibt $\beta = 2,76^\circ$, die theoretische Beweglichkeit des Leitrohres aus der Nulllage in X und Y.

Das Leitrohr muß nach jeder Neueinstellung absolut starr mit dem Hauptinstrument verbunden bleiben. Der Tubus aller Instrumente darf sich auch bei längerer Belastung nicht durchbiegen. Vor PVC-Rohren sei deshalb gewarnt! Das Kameragehäuse, der Photometerkopf und das Fadenkreuzokular dürfen während der Aufnahme ihre Lage nicht im geringsten ändern. Lange Brennweiten der Teleskope bringen alle Fehler unerbittlich auf den Film.

Wie genau die Nachführung zu arbeiten hat, ergibt sich aus dem Auflösungsvermögen der Kameraoptik und der Filmemulsion.

Literatur

Photoelektronisch geregelte Nachführung. K.Aeppli in "Sternenhimmel 1978", Verlag H.R.Sauerländer, Aarau, Schweiz. Firmenadresse: K.Aeppli, Grundstr.4, CH-8610 Uster.

Photoelektronische Nachführsysteme. Peter Höbel, Erlangen in "Sterne und Weltraum", 7/8 und 12, 1973. Treugesell Verlag, Düsseldorf.

An Automatic Guider for Astrophotography. Frank Covitz, Deer Hill, USA, in "Sky and Telescope, März, April 1974, Sky Publishing Corp., Bay State Road 49-51, Cambridge, Mass.02138, USA.

Un Systeme de Guidage Automatique pour l'Astrophotographie. P.Campiche in "Orion", Dez.1977, SAG, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

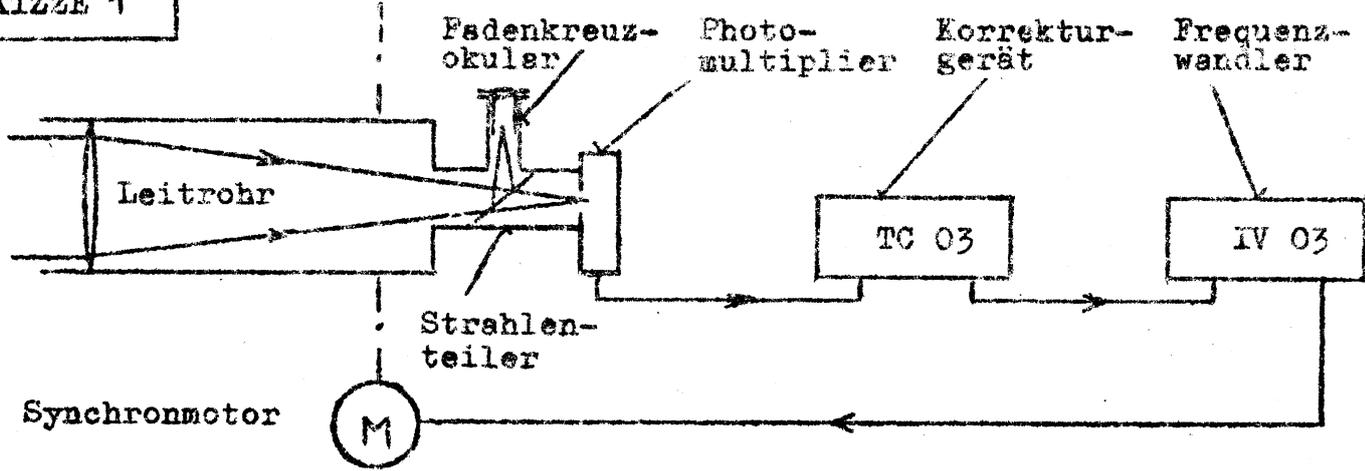
Automatic Tracking Unit. Accu Track AutoGuide 2200, Gieseler Electronics, Orion Telescope Division, 303 Potrero St.-6E, Santa Cruz, CA 95060, USA.

Der Tridanten-Sternsensor. Katalog Astronomischer Instrumente, CARL ZEISS, Oberkochen, Württemberg, BRD.

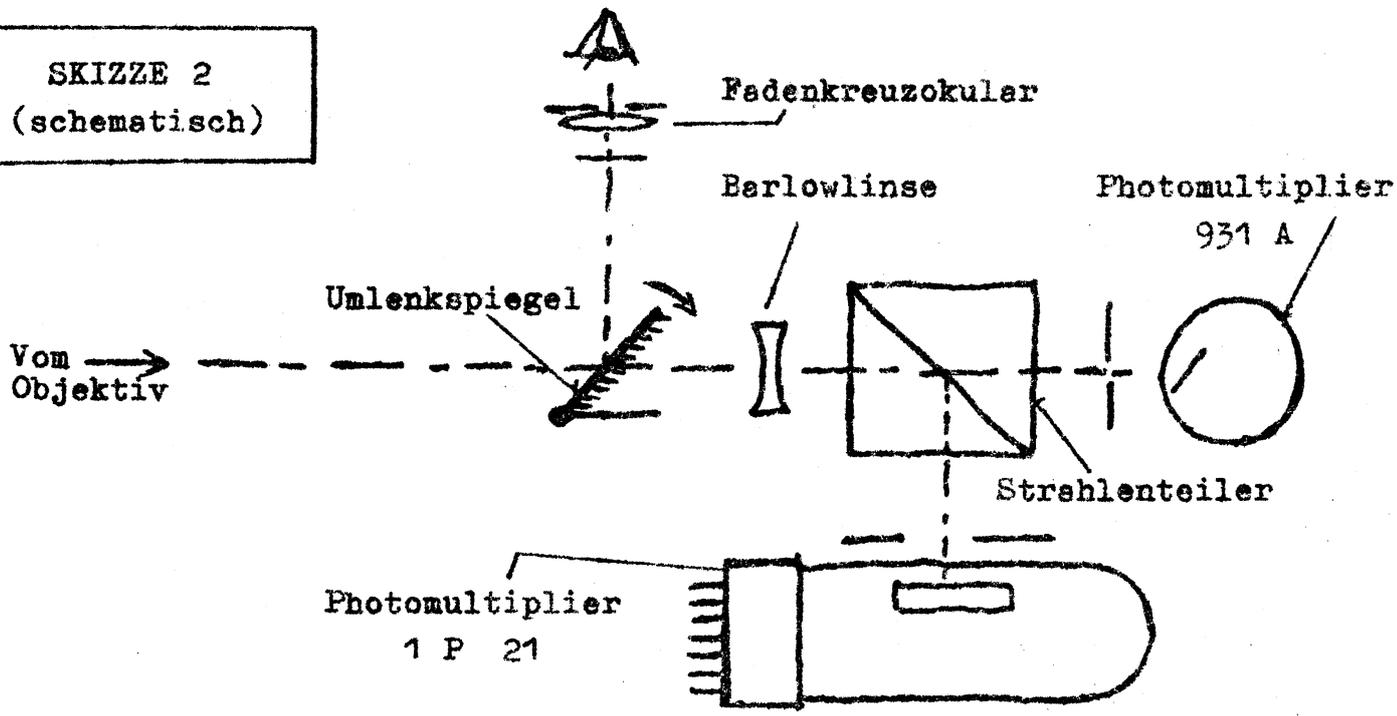
Dr.Martin Bressler
Privatsternwarte Rosenau/A.
Sachsenstraße 40
A-4863 Seewalchen.

Fortsetzung Referat: Automatische Fernrohr-Nachführung.

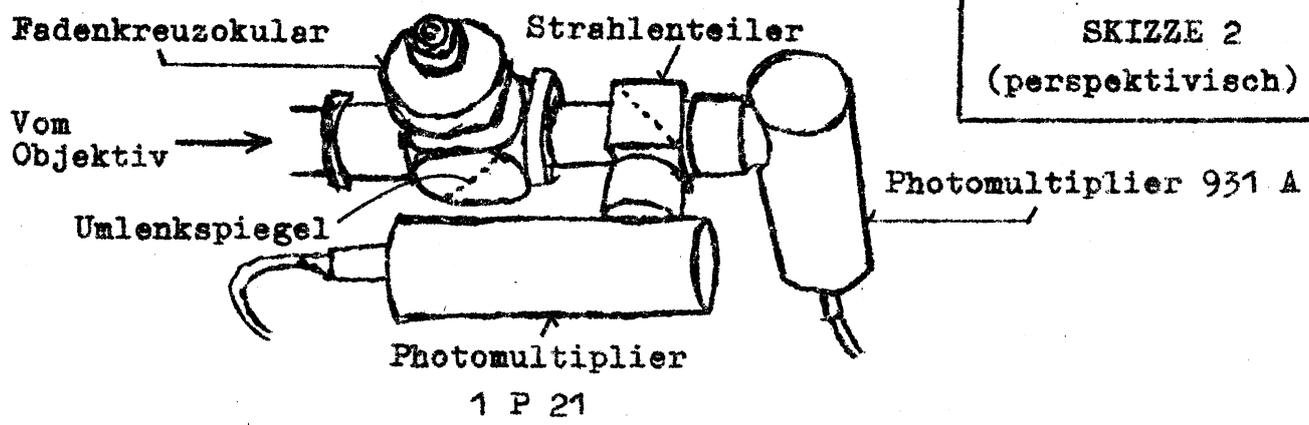
SKIZZE 1



SKIZZE 2 (schematisch)



SKIZZE 2 (perspektivisch)



STERNFREUNDE-SEMINAR, WIENER PLANETARIUM, 1978 / Mucke

Referat: Außerachsiale Nachführungskontrolle ("Off Axis-Pointing").

Dabei handelt es sich nicht nur um eine Methode zur Kontrolle des Antriebes; mit ihr lassen sich generell Führungsfehler, die von der Montierung her über den Antrieb zum Bildfeld gelangen, erfassen und korrigieren - wie externe Einwirkungen durch Wind, nahen Verkehr, zu leichte Fundamentierung oder interne Einwirkungen durch ungenauen Antrieb, thermische Veränderung der Optik und des Rohres. Der räumliche Ort der Fehlermessung liegt vom zu korrigierenden Ort, der Bild- bzw. Filmebene, nur wenige Millimeter entfernt. Die Materialdehnung zwischen diesen Orten kann im ungünstigsten Fall bei maximal 20° Temperaturdifferenz höchstens 0,005mm betragen.

Prinzip: Aus dem bilderzeugenden Strahlengang der verwendeten Optik wird mit möglichst nur einer Reflexion mittels eines optisch planen Spiegels ein kleiner, vorher bestimmter Bildteil in ein Kontrollokular projiziert und ein in diesem enthaltener Kontrollstern am Fadenkreuz beobachtet. Ab hier ist es gleichgültig, ob die festgestellten Fehlbewegungen von Hand oder von einer lichtelektrischen Automatik über Servomotoren korrigiert werden.

Ausführung: Ein kleiner Planspiegel von höchstens 15mm Durchmesser wird durch eine Halterung so in den Strahlengang eingebracht, daß er ein kleines, am Rande liegendes Strahlenbündel um 90° , besser 45° gegen die optische Achse herausführt. Um auch Sterne, die an der Grenzhelligkeit dieses Teleskops liegen, noch verwenden zu können, wurde eine absolute Dunkelfeldbeleuchtung konstruiert. Ein nicht optisch gebündelter Lichtstrahl von ca. 1mm Durchmesser beleuchtet zwei gegeneinander ragende Glasfasern von 0,005mm Stärke, die im Kontrollokular (Zoom $f = 5\text{mm}$ bis $f = 15\text{mm}$) eingebaut sind. Die Helligkeit der Faserbeleuchtung ist von Null bis Maximum regelbar. Für äußerst schwache Pointiersterne, bei denen übliche Bildverstärkerelektro-niken nicht mehr arbeiten, ist eine Blinkbeleuchtung möglich, deren Hell- und Dunkelzeiten an die unterschiedliche Adaptionszeit des Auges angepaßt werden. Jedoch setzt hier die physische und auch die psychische Ermüdung sehr schnell eine Grenze gegen ausgedehnte Kontrollzeiten.

Hermann Koberger
Privatsternwarte

Rohrwies 2
A-4871 Zipf

Referat: Justierung von Fernrohroptiken.

Allgemeines: Sicher ist jeder Amateur daran interessiert zu erfahren, wie gut sein Objektiv oder sein Spiegel ist. Welche Methode er zur Prüfung auch anwenden mag, immer wird aber als Voraussetzung bestehen, daß das gesamte optische System richtig zentriert ist. Diese Zentrierung kann jedoch nur annähernd erreicht werden, wenn man das in den Gerätebeschreibungen empfohlene "Hineinschauen" praktiziert. Hier soll nun ein einfaches Gerät zur exakten Justierung der Optik kurz beschrieben werden, das sowohl bei Reflektoren als auch Refraktoren verwendbar ist und dessen Herstellung keinem Bastler Schwierigkeiten bereitet.

Zentrierung eines Newton-Teleskops: Sie erfolgt in zwei Schritten.

- 1) Die optische Achse des Hauptspiegels muß mit der geometrischen Achse des Teleskop-Rohres in Übereinstimmung gebracht werden. Kann man das Rohr in seiner Halterung nicht drehen, nehme man es von der Montierung und lagere es nach Abb.1 auf zwei V-förmig ausgeschnittenen Hölzern. Im Abstand der doppelten Brennweite vor dem Spiegel stellt man eine Lichtquelle (Taschenlampe) auf und richtet ihren Strahl - nicht in Richtung der optischen Achse - gegen den Spiegel. Einen etwas schärfer gebündelten Strahl erreicht man, wenn vor die Lichtquelle eine Lochblende von ca. 1cm Durchmesser gestellt wird. Auf einem Schirm neben der Lampe entsteht ein Bild der Lampe. Bemerkung: Ein Axialstrahl würde in sich reflektiert werden, das Bild der Lichtquelle in diese fallen und somit unsichtbar sein.

Nun wird das Teleskop auf seinen Lagern um seine geometrische Achse gedreht. Bewegt sich das Lampenbild auf dem Schirm nicht vom Fleck, so kann man sich glücklich schätzen.- Im allgemeinen wird aber das Lampenbild auf dem Schirm einen mehr oder weniger großen Kreis beschreiben. Ohne das Rohr selbst zu bewegen, wird nun der Hauptspiegel in seiner Zelle so verstellt, daß das Bild in Richtung zum Zentrum des vorhin beschriebenen Kreises wandert. Dieser Vorgang - abwechselndes Drehen und Justieren des Spiegels - wird so lange wiederholt, bis keine merkliche Abweichung des Bildes am Schirm mehr stattfindet.

Bei Rohren mit eckigem Querschnitt kann dieser Teil der Zentrierung nur so vorgenommen werden, daß man seitlich am Fangspiegel vorbei in Richtung zum Hauptspiegel schaut und diesen so justiert, daß die Bilder der Haltestreben mit diesen selbst zur Deckung kommen.

- 2) Die Umlenkung der optischen Achse bzw. die Axialität des Okular-

Fortsetzung Referat: Justierung von Fernrohroptiken.

auszuges wird mit dem "Kontrollokular" geprüft.

In ein Rohrstück (siehe Abb.2), das genau in die Okularsteckhülse paßt, wird nahe dem Einblickende die Öffnung A-A geschnitten, so daß von der Seite her diffuses Licht auf den unter 45° abgeschrägten Klotz K fallen kann. Dieser ist konzentrisch durchbohrt und mit einem Füllstück F mit wiederum konzentrischer Bohrung (ca. 1mm \varnothing) abgeschlossen. Der Klotz ist auf der Schrägseite weiß gestrichen oder mit Alu-Folie beklebt.

Schiebt man dieses Gerät in die Okularsteckhülse und blickt durch die Öffnung Ö, wobei die Fernrohröffnung geschlossen oder aber das Rohr gegen eine nicht zu helle Fläche gerichtet ist, so sieht man, sofern durch A-A- helles Tageslicht (besser Kunstlicht) einfallen kann, Spiegelbilder der schrägen Flächen. Die Spiegelbilder (mehrere helle und dunkle Ringe) müssen durch Einrichten des Fangspiegels allein konzentrisch gemacht werden.

Zentrierung eines Linsenfernrohres: Dabei geht man besser umgekehrt vor. Zuerst überzeugt man sich, daß der Okularauszug axial mit dem Rohr verläuft. Beim Blick durch das Okularauszugende (ohne Okular) müssen alle Blendenöffnungen einschließlich der des Okularauszuges konzentrisch sein. Ein schlecht justierter Auszug zeigt ein Bild wie z.B. Abb.3 oder Abb.4. Manchmal ist die Ursache auch ein wackeliges Auszugsrohr, das vielleicht erst bei großen Auszugslängen diese Fehler zeigt.

Setzt man das Kontrollokular nun ein und blickt gegen das obgedeckte oder nur abgedunkelte Objektiv, so sieht man die Spiegelbilder der schrägen Fläche des Klotzes an den einzelnen Objektivflächen in Form von hellen Ringen mit dunklem Zentrum. Diese Spiegelbilder (bei einer einfachen Linse 2, bei einem zweiteiligen Objektiv 4) sind verschieden groß und liegen, wenn die optische Achse des Objektivs nicht genau durch die Öffnung Ö geht, irgendwo nebeneinander (Abb.5). Durch Neigen des Objektivs muß man sämtliche Ringe in konzentrische Lage bringen (Abb.6). Dann geht die optische Achse genau durch die Achse des Okulars. Kann nicht erreicht werden, daß die Mittelpunkte aller Kreise zusammenfallen, so sind die beiden Teillinsen des Objektivs nicht richtig zu einander zentriert. Diesen Fehler sollte man jedoch nicht selbst zu korrigieren versuchen.

Literatur

Sky and Telescope 2/1978; Sterne und Weltraum 4/1972.

(In der Pause des Seminarabends wird ein zentriertes Spiegelteleskop und ein dezentriertes Linsenfernrohr zur Demonstration ausgestellt)

Mag.Franz Klauser, BORG, Schulring 16, A-3100 St.Pölten.

Fortsetzung Ref.: Justierung von Fernrochroptiken

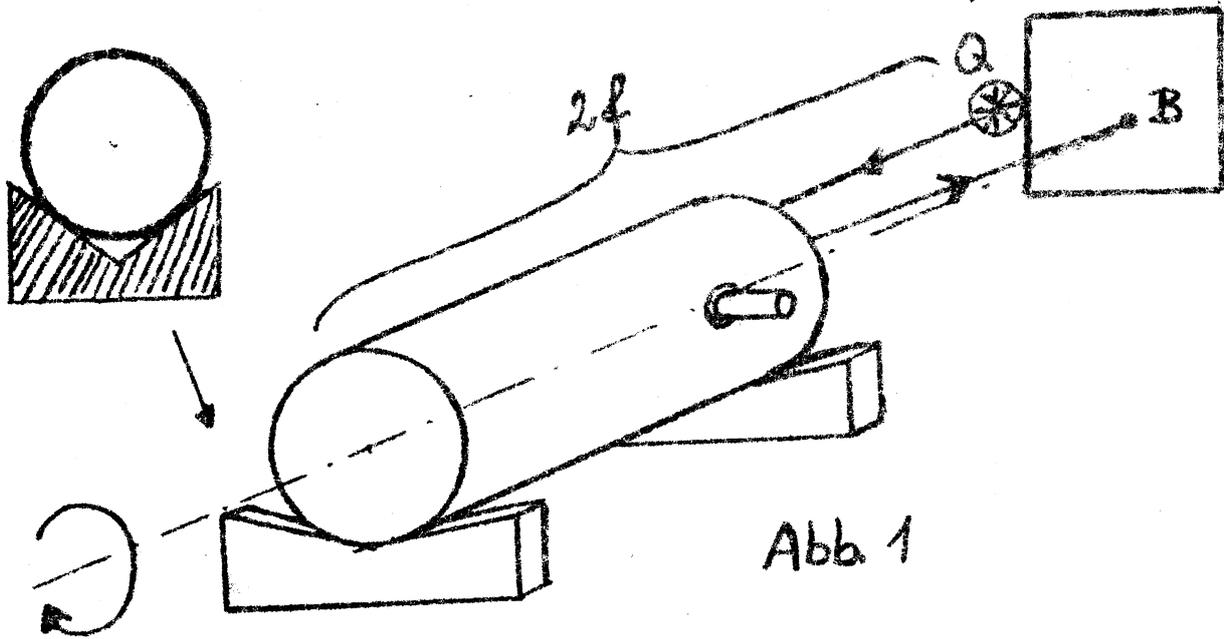


Abb. 1

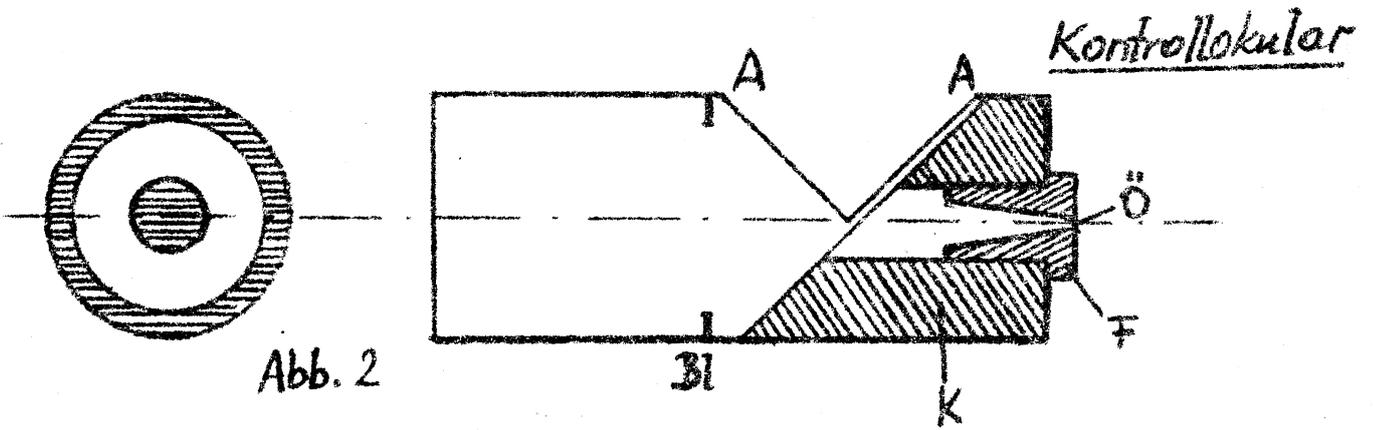


Abb. 2

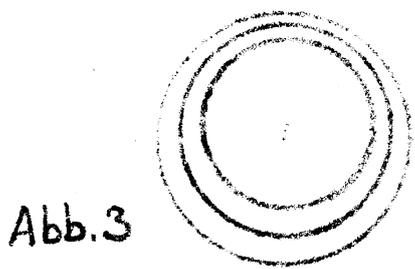


Abb. 3

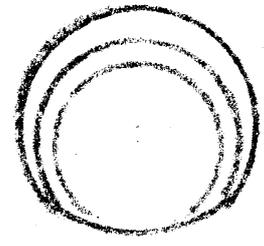


Abb. 4

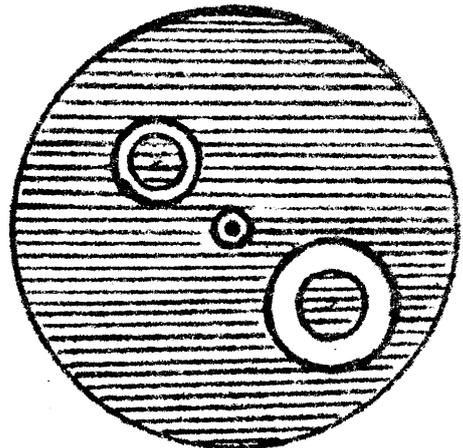


Abb. 5

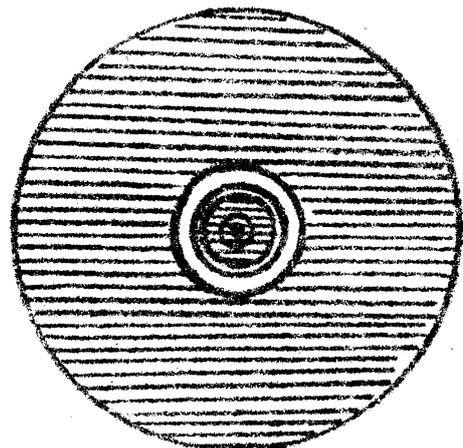


Abb. 6

Referat: Objektivuntersuchungen nach Hartmann.

Allgemeines: Kein bilderzeugendes System, weder Objektiv noch Spiegel, ist fehlerfrei; die wichtigsten Bildfehler sind:

- 1) Chromatische Aberration - der Brechungsindex einer Linse ist von der Wellenlänge des Lichtes abhängig; Strahlen kurzer Wellenlänge werden stärker, solche langer Wellenlänge werden schwächer gebrochen.
- 2) Sphärische Aberration - bei sphärischen Linsen oder Spiegeln werden die Randstrahlen stärker als achsnahe Strahlen abgelenkt.
- 3) Koma - außerachsiale Bildfehler, die zu "kometenförmigen" Beugungsscheibchen führen.
- 4) Astigmatismus - das bilderzeugende System verhält sich gegenüber einfallenden Strahlen nicht rotationssymmetrisch (Krümmungs- bzw. Brechungsindex-Anomalien).

Frühere Methoden der Objektivuntersuchung beschränkten sich entweder nur auf die Bestimmung der optischen Konstanten oder behandelten das System als mathematisches Gebilde, einige behelfen sich mit Testaufnahmen. Keine dieser Methoden lieferte konkretes Zahlenmaterial, man stellte nur die Existenz von Bildfehlern fest. Grundsätzlicher Wandel trat hier durch das von J.Hartmann in Potsdam entwickelte Verfahren ein (Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1904 Januar, Februar, April). Es beruht auf folgenden Voraussetzungen: Jeder in ein optisches System einfallende Lichtstrahl läßt sich durch drei Größen charakterisieren: Durch seine Wellenlänge λ und durch die Polarkoordinaten r, φ des Punktes, an dem er auf das Objektiv (Mitte = Koordinatenursprung) auftrifft, siehe Abb.1 und Abb.2.

Prinzip des Verfahrens: Es gilt also, möglichst viele Strahlen mit bekanntem λ, φ , und r zu untersuchen, d.h. ihren Weg durch das System und ihre Vereinigung zu erfassen; alle kann man natürlich nicht verfolgen.

Man verdeckt zu diesem Zweck die Öffnung des Objektivs bis auf eine kleine Öffnung an der Stelle φ, r und greift so einen "Strahl" heraus; durch Filter kann man auch λ eingrenzen. Man darf annehmen, daß sich zwei symmetrisch zur optischen Achse einfallende Strahlen $r_1 = r_2, \varphi_1 = \varphi_2 + 180^\circ$ auf der optischen Achse schneiden; durch die Bildfehler wird lediglich die Brennweite verändert, die sich für diese zwei Strahlen ergibt. Wir nennen nun $F(\lambda)$ die Brennweite in Abhängigkeit von λ , $F(r)$ die Brennweite in Abhängigkeit von r , der betreffenden Objektivzone, $F(r, \varphi)$ die Brennweite in Abhängigkeit von r und φ und $F(r, \varphi, \lambda)$ die Brennweite in Abhängigkeit von allen drei Parametern des Strahls.

Fortsetzung Referat: Objektivuntersuchungen nach Hartmann.

Es gilt nun, die Größe $F(r, \varphi, \lambda)$ für möglichst viele r, φ, λ zu bestimmen, wobei besonderes Augenmerk auf die Extremwerte von r (Randzonen) und die Extremwerte von λ gelegt wird, hier etwa die Spektralbereiche U, B, V. Bei reinen Spiegelsystemen gibt es natürlich keine Abhängigkeit von der Wellenlänge.

Sehr zweckmäßig verfolgt man den Verlauf der Strahlen mit Hilfe photographischer Aufnahmen, denn hier kann man sehr viele Strahlen auf einmal untersuchen.

Praxis: Man konstruiert eine Blende, die auf einigen Durchmessern in verschiedenen Positionswinkeln kleine Öffnungen besitzt, deren Durchmesser etwa $1/200$ bis $1/400$ der Brennweite aufweist, wie Abb. 3 zeigt. Diese Blende wird vor die Eintrittsöffnung gesetzt und am besten ein heller Stern (Gegenstandsweite unendlich, parallel einfallende Strahlen) einmal innerhalb der vermutlichen Fokalfläche und einmal außerhalb derselben photographiert. Für die Trennung der Spektralbereiche werden diese Aufnahmen durch entsprechend enge Filter gemacht - dies entfällt bei reinen Spiegelsystemen.

Die Stellung des Okularauszuges bei den beiden Aufnahmen muß (notfalls mit Schublehre) auf ca. 0,1 mm genau festgelegt werden; die Aufnahmen werden dann ein Punktmuster zeigen, das den Durchstoßpunkten der Strahlen durch die Filmebenen in Stellung A_1 und A_2 entsprechen. Je zwei zur Achse symmetrische Strahlen hinterlassen auf den Aufnahmen zwei Punkte, die intrafokal die Distanz e_1 und extrafokal die Distanz e_2 haben.

Diese Distanzen werden nun unter dem Mikroskop oder auch ganz einfach in Projektion auf einem Schirm ausgemessen:

Das Negativ wird mit einem Diaprojektor auf einen weit entfernten Schirm projiziert, wobei die Entfernung Projektorobjektiv-Schirm b (Bildweite) bekannt sein muß; mit der bekannten Brennweite des Projektorobjektivs f erhält man aus der Linsengleichung $1/f = 1/b + 1/g$ den Verkleinerungsfaktor $m = g/b$, mit dem alle Messungen auf dem Schirm zwecks Reduktion auf die Wirklichkeit zu multiplizieren sind. Aus den zwei Aufnahmen (A_1 intrafokal, A_2 extrafokal) folgen die Schnittstellen $A(r, \varphi, \lambda)$ im System der Skala des Okularauszuges, in dem A_1 und A_2 gemessen wurden, zu

$$A(r, \varphi, \lambda) = A_1 + \frac{e_1}{e_1 + e_2} (A_2 - A_1)$$

sowie auch gleich zwei Bildfehler, nämlich

$$\text{Astigmatismus } G(r) = A(r, \lambda) - A(r, \varphi, \lambda) \text{ und}$$

$$\text{Chromatische Aberration } H(\lambda_1, \lambda_2) = A(r, \lambda_2) - A(r, \lambda_1).$$

Fortsetzung Referat: Objektivprüfung nach Hartmann.

Läßt man λ konstant und variiert man r, φ , so erhält man die Fehlerkurve für den Astigmatismus, die Schnittweitendifferenz in Abhängigkeit vom Positionswinkel; läßt man r, φ konstant und variiert λ , so erhält man die Fehlerkurve für die chromatische Aberration, die Schnittweitendifferenz in Abhängigkeit von der Wellenlänge der Strahlen; siehe Abb.5 und Abb.6. Die so erhaltenen Größen $A(r, \varphi, \lambda)$, also die Stellen im System der Skala des Okularauszuges, an denen die Schnittpunkte der betreffenden Strahlen liegen, führen zur Bestimmung der Brennweite $F(r, \varphi, \lambda)$; dazu muß lediglich die Größe A_0 ermittelt werden, die zwischen Brennweiten und Okularauszugablesungen vermittelt. Man erhält sie so: Mit einer Einstellung A_F wird ein flächenhafter, scharf begrenzter Himmelskörper, z.B. der Mond, photographiert und A_F , notfalls mit der Schublehre, gemessen. Aus einem Jahrbuch oder durch Rechnung erhält man den Winkeldurchmesser des Mondes zum Zeitpunkt der Aufnahme s , dem der lineare Monddurchmesser B auf dem Film entspricht. Dann gilt für die Brennweite $F = B : \tan s$. Die Größe A_0 ergibt sich dann zu $A_0 = F - A_F$ und die einzelnen Brennweiten zu

$$F(r, \varphi, \lambda) = A(r, \varphi, \lambda) + A_0$$

Genauigkeit: Selbst mittels der beschriebenen Projektionsmethode lassen sich Negative sehr genau vermessen, z.B. ist für $b = 200\text{cm}$, $f = 12\text{ cm}$ der Verkleinerungsfaktor $m = 0,063\ 830$, das heißt, ein Meßfehler de auf dem Schirm beträgt nur $0,063\ 830 \cdot de$ mm auf dem Film. Sei dA der Meßfehler in A , so beträgt der Meßfehler dF in F

$$dF = \sqrt{w_1^2 + w_2^2} \sqrt{dA^2 + C \cdot de^2}$$

worin $w_1 = e_1 : (e_1 + e_2)$, $w_2 = e_2 : (e_1 + e_2)$ und $C = (A_2 - A_1) : (e_1 + e_2)$. Im ungünstigsten Fall sind die Ergebnisse immer noch auf den Millimeter genau!

Alle Formeln gelten für die Gegenstandsweite unendlich, also für Gestirne. Bei irdischen Lichtquellen in geringen Entfernungen müssen die Messungen auf unendliche Gegenstandsweite reduziert werden.

Bei Spiegelteleskopen, die ja in der Regel zwei oder mehr Spiegel enthalten, kann man stets nur das Gesamtsystem untersuchen; bei Spiegellinsen-Systemen (Maksutov, Schmidt-Cassegrain, Ritchey-Chretien muß man wegen der Korrekturglieder auch die chromatische Aberration erfassen. Zusätzlich muß man bedenken, daß vor allem bei größeren Rohren und hier besonders bei Spiegelteleskopen die Geometrie des Systems gewissen Änderungen unterworfen ist (Durchbiegungen, thermische Veränderungen).

Fortsetzung Referat: Objektivuntersuchungen nach Hartmann.

Beispiel: Untersuchung des 26cm Cassegrain-Teleskops der Wiener Urania-Sternwarte.

Die Brennweite für die am 1978 03 15 vorliegende Distanz Hauptfangspiegel wurde mittels Mondbildes wie folgt erhalten:

Halbmesser des Mondes zum Aufnahmezeitpunkt $s = 0^{\circ}14'46''$, Ablesung am Okularauszug mittels Schublehre $A_F = 71,7$ mm, lineare Größe des Monddurchmessers auf dem Film, gemessen mittels Projektionsmethode, $B = 44,46$ mm; $F = B : \tan(2 \cdot 0^{\circ}14'46'') = 5175,12$ mm und daraus $A_O = F - A_F = 5103,42$ mm.

Mit der in Abb.3 dargestellten Hartmannblende vor der Eintrittsöffnung, deren Löcher 15 mm Durchmesser hatten und auf zu einander senkrechten Durchmessern (Astigmatismus-Erfassung!) angeordnet waren, wurde ein heller Stern in den Okularauszugstellungen $A_1 = 0,0$ und $A_2 = 102,0$ mm photographiert; die Vermessung der Negative geschah nach der Projektionsmethode und lieferte folgende Tabelle:

r	φ	e_1	e_2	$A(r, \varphi)$	$A(r)$	$G(r)$	$F(r)$	dF
mm	Grade	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
58,5	0	1,999	0,602	78,39	78,87	-0,48	5182,30	$\pm 1,60$
	90	2,003	0,572	79,34		+0,48		
71,5	45	2,380	0,842	75,35	74,86	+0,49	5178,28	$\pm 1,24$
	135	2,350	0,873	74,37		-0,49		
84,5	0	2,722	1,123	72,21	72,82	-0,61	5176,24	$\pm 1,03$
	90	2,756	1,072	73,44		+0,61		
97,5	22,5	3,152	1,291	72,36	72,01	+0,35	5175,43	$\pm 0,88$
	112,5	3,110	1,317	71,66		-0,35		
	67,5	3,107	1,535	71,34	71,36	-0,02	5174,78	
110,5	157,5	3,068	1,316	71,38		+0,02		
	45	3,548	1,424	72,79	72,57	+0,22	5175,99	$\pm 0,79$
123,5	135	3,525	1,444	72,36		-0,22		
	0	3,966	1,587	72,85	72,69	+0,16	5176,11	$\pm 0,71$
	90	3,911	1,589	72,53		-0,16		

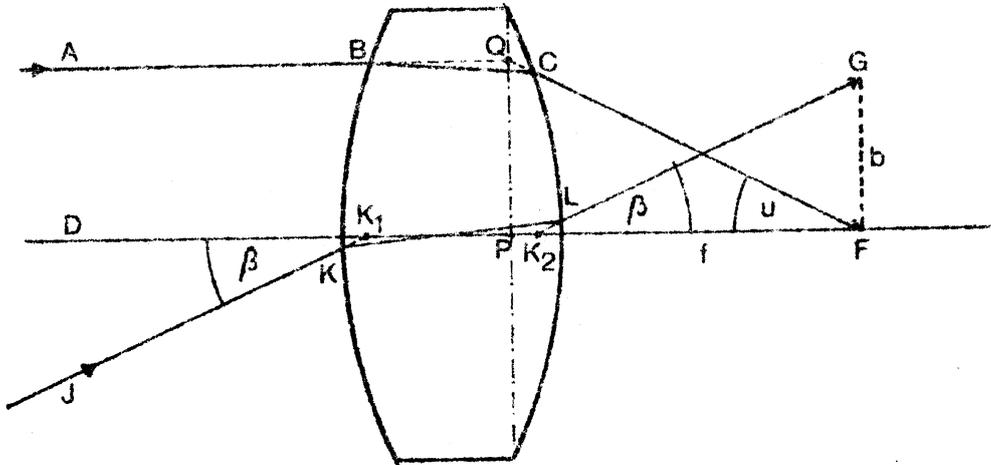
Die in dieser Tabelle zum Ausdruck kommenden Zonenfehler sind in Abb.7, der Astigmatismus ist in Abb.8 dargestellt.

Alexander Pikhard

Pramergasse 25 A

A-1090 Wien

Abb.1 Kurze Charakteristik eines Objektivs



A, B, C, F ..achspareller Strahl;
 J, K, L, G ..Zentralstrahl; K_1, K_2 ..Knotenpunkte;
 P ..1.Hauptpunkt; \overline{PF} ..Brennweite = f ;
 \overline{GF} ..Bild, b ..Bildgröße, β ..Bildwinkel; u ..Sehwinkel;
 \overline{DF} ..optische Achse

Abb.2

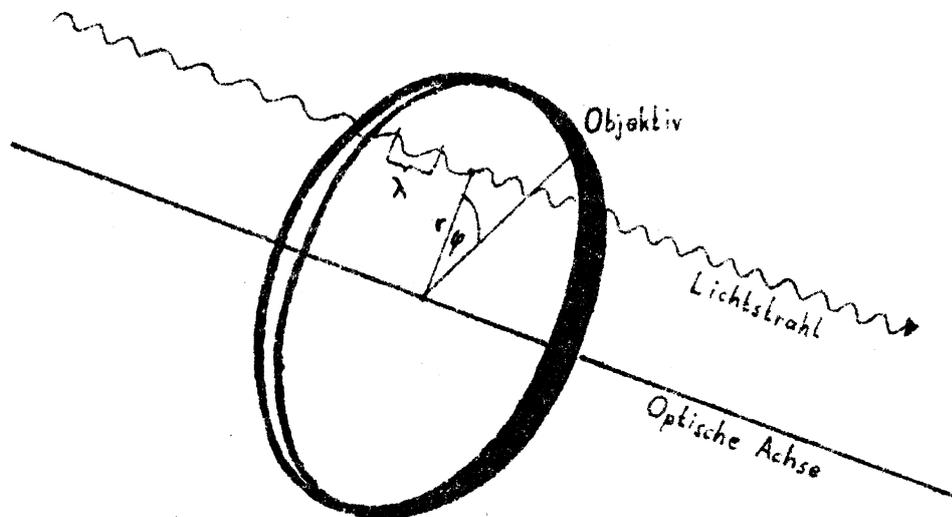


Abb.3

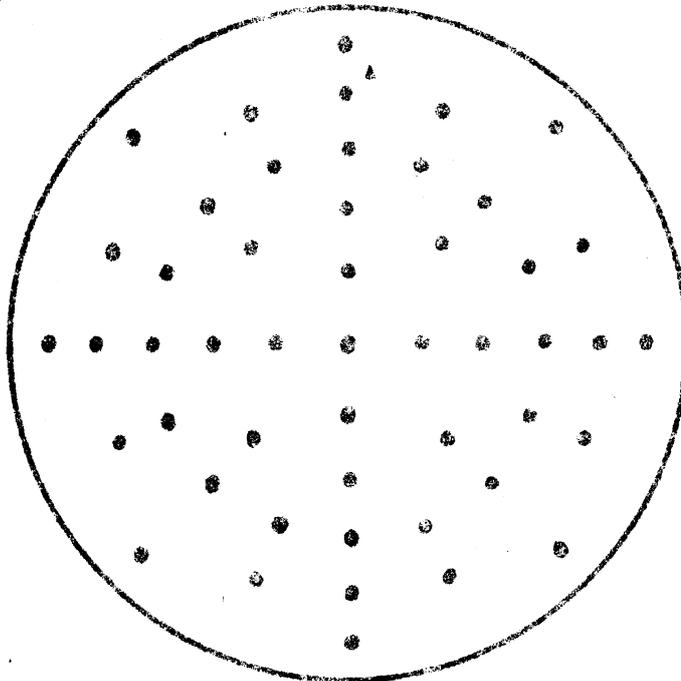


Abb.4

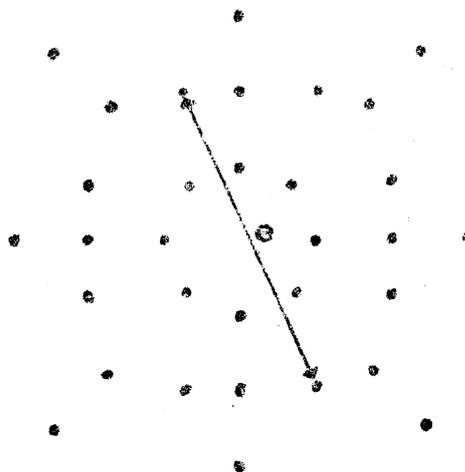


Abb.5

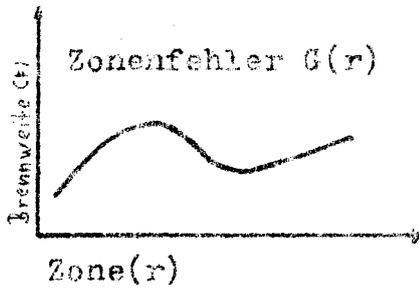


Abb.6

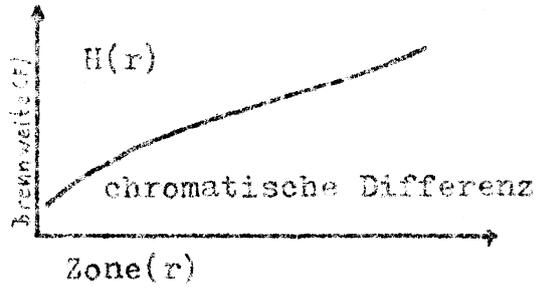


Abb.7

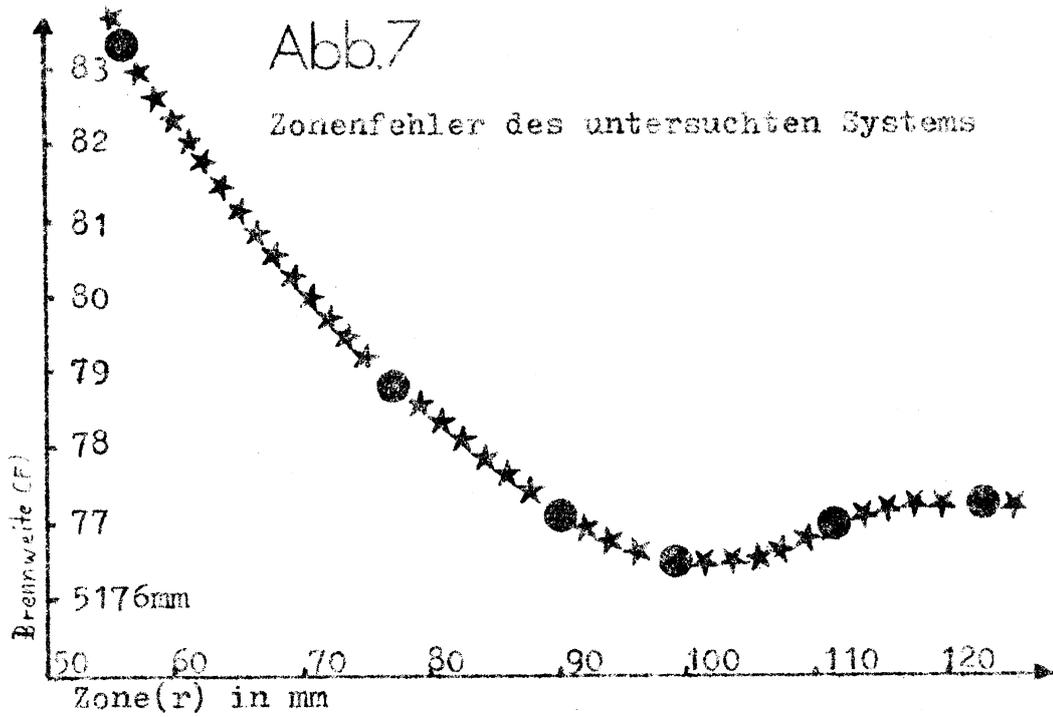
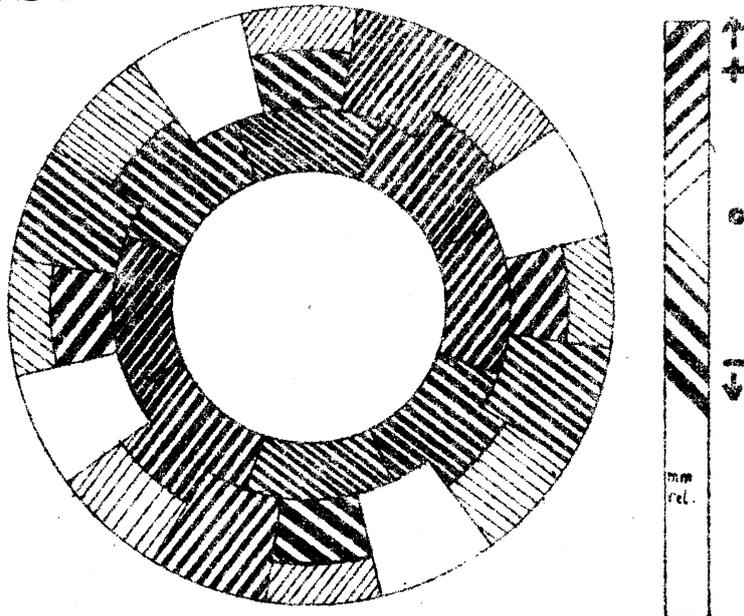


Abb.8

Astigmatismus des untersuchten Systems



Gastvortrag Astrophotographische Objektivprüfung

Zur Kennzeichnung der Güte eines photographischen Objektivs ist in der einschlägigen Literatur ein Schema aufgestellt worden, das die Aufgabe hat, die Fehler graphisch, u.U. auch tabellarisch, aufzuzeigen. Auf diese Art werden vor allem die Fehler der sphärischen Längsaberration, die Abweichung von der Sinusbedingung, die sagittale und meridionale Bildfeldkrümmung (Astigmatismus), die Verzerrung und die drei Farbfehler (Chromatische Längsaberration, Farbvergrößerungsfehler und Farbquerfehler) dargestellt. Diese Darstellungen lassen aber niemals bindende Schlüsse auf die optischen Leistungen zu und für die richtige Beurteilung ist die experimentelle Untersuchung entscheidend, weil diese Fehlerkurven fast ausschließlich aus den Daten der Objektivs (Krümmungsradien, Linsendicken, Brechzahlen usw.) berechnet wurden. Um Objektivs untereinander vergleichen zu können, beziehen sich diese Kurven auf 100mm Brennweite, und zwar, mit Ausnahme der Farbfehler, für Licht der D- oder d-Linie (etwa 590 nm).

Industriell- experimentelle Prüfung: In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich vor allem in der optischen Industrie die experimentelle Prüfung mit der Kontrastübertragungsfunktion (KÜF), besser Modulationsübertragungsfunktion (MÜF) genannt, eingebürgert. Dabei wird eine Testtafel abgebildet, die mehrere Gruppen von Linienanordnungen aufweist. In einer Gruppe befinden sich drei Linienpaare, bei denen die Abstände gleich der Linienbreite sind. Die einzelnen Gruppen besitzen verschiedene Linienbreiten. Beobachtet wird an mehreren Stellen des Bildfeldes der Kontrast zwischen den dunklen und hellen Linien entweder lichtelektrisch oder mit Hilfe photographischer Aufnahmen und nachfolgender Ausmessung mit einem Mikrodensitometer. Graphisch dargestellt wird der erzielte Kontrast in Abhängigkeit von der Anzahl der Linienpaare/mm. Definitionsgemäß herrscht ein Kontrast von 100% dann, wenn in der Abbildung dasselbe Intensitätsverhältnis wie am Objekt vorhanden ist, was lichtelektrisch leicht feststellbar ist. Auch für visuelle Instrumente ist dieses Verfahren sehr zweckmäßig. Die photographische Methode ist wohl zeitraubender, gibt aber für die photographische Aufnahme, also für die verwendete Kombination Objektiv+Film, praxisnähere Beurteilungsmöglichkeiten. Für die Auswertung ist jedoch die Kenntnis der charakteristischen Kurve (Gradationskurve) erforderlich. Nach beiden Methoden kann ein sog. Auflösungsvermögen abgeleitet werden, angegeben in Linienpaaren/mm (Lp/mm), bei denen zwischen hell und dunkel noch ein Kontrast von konventionell 5% herrscht.

Experimentelles Prüfverfahren mit Amateurmitteln: Soweit also die

Fortsetzung Gastvortrag: Astrophotographische Objektivprüfung.

streng wissenschaftlichen Prüfmethode, die aber für den Amateurphotographen und den Amateurastronomen kaum realisierbar sein dürften. Wir haben aber am Himmel die besten "Testtafeln", nämlich die Sterne, die fast alle mathematische Punktlichtquellen sind. Damit können wir genau untersuchen, welche Intensitätsverteilung im Bild eines punktförmigen Objektes auftritt.

Bei uns auf der Kuffner-Sternwarte hat sich im Laufe der Jahre eine große Anzahl von Himmelsaufnahmen, hergestellt mit verschiedenen Objektiven, angesammelt. Aus diesem Material wurden in verschiedenen Abständen von der Plattenmitte Sternscheibchen 20x herausvergrößert und auf Tafeln zusammengestellt. An Hand dieser anschaulichen Darstellung wird die Bildgüte der verwendeten Objektiv diskutiert.

Wenn man eine parallaktische Montierung besitzt, kann man solche Untersuchungen leicht machen. Es gibt aber auch eine Möglichkeit, ohne jene zu arbeiten. Allerdings ist ein wirklich kräftiges Photostativ mit (3achsigen) Kinoneigekopf und Azimutalkreis nötig. Unser Objekt, in der Optik Ding genannt, ist der Polarstern! Er ist für diese Zwecke hervorragend geeignet (Deklination $+89,2^\circ$, Helligkeit $+2,12^m$, Spektrum F8v, er ist ein spektroskopischer Doppelstern mit Periode $3,97^d$ und Amplitude von nur $0,04^m$, das sind Intensitätsschwankungen von 4%, die uns überhaupt nicht stören, was auch für die differentielle Extinktion gilt, die unter $0,01^m$ bleibt. Auch sein Begleiter 9^m in $18''$ Abstand und $P=215^\circ$ beeinträchtigt nicht unsere Arbeit).

Wir stellen den Kinoneigekopf so ein, daß der Stern, bei Drehung um die lotrechte Achse - also im Azimut - von der Bildfeldmitte zu einer Bildfeldecke wandert. Bei den einäugigen Spiegelreflexkameras geht dies bei Objektiven von etwa über $2\text{cm } \varnothing$ ganz gut. Bei der Prüfung von Weitwinkelobjektiven und bei Kameras mit separatem Sucher müssen wir uns anders behelfen. In diesen Fällen nehmen wir bei Taglicht ein markantes Objekt mit einem Höhenwinkel von etwa 48° ins Visier und bereiten uns für die abendliche Arbeit eine Absehnlinie vor, um den Polarstern in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen. Weiters zeichnen wir auf ein Stück Transparentpapier das Aufnahmeformat mit einer Halbdigonale ein, berechnen die Abstände für verschiedene Bildwinkel und tragen diese auf der Halbdigonale ein. Bei Normal- und Teleobjektiven kann dies mit genügender Näherung durch Berechnung mit Hilfe des Abbildungsmaßstabes geschehen, z.B. $f=5\text{cm}$, $10' \approx 0,87\text{mm}$ (aus: Abstand = $f \cdot \tan \varphi$, φ Bildwinkel). Schwieriger ist diese Berechnung bei Weitwinkelobjektiven wegen der wohl kaum bekannten Verzeichnung. Die Verzeichnung ist der prozentuelle Unterschied der Bildgröße ein und desselben Dings in der Gesichtsfeldmitte und am Gesichtsfeldrand. Es ist aber auch für uns nicht unmög-

Fortsetzung Gastvortrag: Astrophotographische Objektivprüfung.

lich, die Verzeichnung zu bestimmen: Entweder mit Strichspuraufnahmen einer geeigneten Himmelsgegend und Ausmessung der Anfangs- oder Endpunkte der Spur bzw. mit in bestimmten Zeitabständen unterbrochenen Spuren identifizierter Sterne, oder mit einer Aufnahme, eventuell auch mit visueller Beobachtung und Einzeichnung einer Skala auf Transparentpapier. Die Skala zeichnet man auf Grund der Rechnung: $x = (\text{Abstand Skala-Blendenebene}) \cdot \tan \epsilon$, z.B. Abstand 5000mm. $\epsilon = 3^\circ$: $x = 5000 \cdot \tan 3^\circ = 262\text{mm}$. Nachdem wir das so vorbereitete Transparentpapier schon eben vorher oder jetzt auf die Filmbühne der Kamera geklebt haben, eichen wir damit die Teilung des Azimutalkreises mit dem markanten Ding in 48° und belassen die Kamera am Kinokopf in dieser Stellung. Unter "eichen" verstehen wir hier die Ermittlung des Zusammenhanges zwischen der Gradteilung am Transparentpapier und den Ablesungen am Azimutalkreis.

Und nun zu den Aufnahmen! Wir benutzen unbedingt einen Film mit einer Empfindlichkeit von nur 15..18 DIN (25..50 ASA) um möglichst feines Korn zu erzielen. Mit einem solchen Material genügt bei einem Objektiv von etwa 3cm \emptyset eine Belichtungszeit von 20 s. In dieser Zeit hat der Polarstern bei einem Objektiv, $f=5\text{cm}$, einen Weg von 0,001mm am Film zurückgelegt: Praktisch ein Punkt! Bei Weitwinkelobjektiven müssen wir etwa 100 s lang belichten. Die Spurlänge l kann man leicht berechnen nach $l = t \cdot f \cdot \tan (15 \cdot \cos \text{Dekl.})$, für den Polarstern also $l = t \cdot f \cdot 1,055 \cdot 10^{-6}$. Darin bedeutet t Belichtungsdauer in s, f Brennweite, Dekl Sterndeklination (Polarstern 1979,0 $+89^\circ 10' 07,58''$). Als Faustregel kann man sich merken: Polarstern, 100mm Brennweite, 100 s belichtet, Spur 1/100mm.

Um auch noch die kleinste Größe des Sternscheibchens zu ermitteln, d.h. um den Diffusionslichthof auszuschalten, machen wir eine Aufnahme mit 2...4 s Dauer, bei Weitwinkelobjektiven etwa 10...20s, warten etwa 10 min und belichten dann etwa 100 s lang. Auf diese Art finden wir das kurz belichtete Bild des Polarsterns sehr leicht am Film. Die Auswertung oder Ausmessung kann z.B. mit einem Diaprojektor erfolgen, wobei wir das zu betrachtende Sternbildchen ungefähr in die Mitte des Projektionsfeldes bringen. Wir können davon auch Vergrößerungen mit dem Diagerät herstellen und somit Vergleiche ausführen. Gegenüber der Aufnahme eines Sternfeldes mit einer parallaktischen Montierung hat diese Methode sogar noch den Vorteil, daß nur ein Stern benutzt wird und man daher z.B. leicht den Helligkeitsabfall gegen den Bildrand sehen kann, was bei Weitwinkelobjektiven von Bedeutung ist.- Einige Bildbeispiele von Polarstern-Aufnahmen mit modernsten Objektiven werden während des Vortrages gezeigt.

Prof.Dipl.Ing.Walter Jaschek, Leiter der Kuffner-Sternwarte, Johann Staudstraße 10, A-1160 Wien.

STERNFREUNDE-SEMINAR, WIENER PLANETARIUM, 1978 / Mucke

Übersicht: Beobachtungsstationen in Österreich.

Die Angaben beruhen auf einer kürzlich durchgeführten Rundfrage und werden durch Dias und Bilder, die dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden bzw. verfügbar waren, ergänzt. Leider können die Beschreibungen nicht vollinhaltlich wiedergegeben werden; das Einverständnis der Autoren vorausgesetzt, werden sie nach und nach im "Sternboten" veröffentlicht werden.

Die folgende kleine Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und will auch keinerlei Wertung zum Ausdruck bringen; Verbesserungen und Erweiterungen werden stets gern vom Astronomischen Büro, Sanettystr.3, A-1080 Wien, entgegengenommen.

Private Stationen werden unter dem Namen des Eigners genannt, sonst wird der Instituts- oder Ortsname gegeben. Wo nicht anders vermerkt, gelten die Koordinaten für das Hauptinstrument.

AURACHER, Wilhelm, Ahrerstraße 17, A-4405 Steyr-Münichholz. Privatsternwarte, $-14^{\circ}26'11''$; $-0^{\text{h}}57^{\text{m}}44,8^{\text{s}}$ / $+48^{\circ}03'37''$ / 306m. Kuppel, Refraktor 20/260cm.

BRESSLER, Dr.Martin, Sachsenstraße 40, A-4863 Seewalchen. Privatsternwarte Rosenau am Attersee, $-13^{\circ}36'16''$; $-0^{\text{h}}54^{\text{m}}25,1^{\text{s}}$ / $+47^{\circ}57'33''$ / 486m. Schiebedach, Newton 25/150cm mit Leitrefraktor 10/170cm, als Gegengewicht Newton 20/160cm; Tessar-Kamera.

DALTAUIT, Erich, Dreiständegasse 39, A-1238 Wien-Mauer. Bärensternwarte Mauer, $-16^{\circ}16'05''$; $-1^{\text{h}}05^{\text{m}}04,3^{\text{s}}$ / $+48^{\circ}08'33''$ / 285m. Klappdach, Maksutow 20/320cm, Refraktor 15/76cm, Spiegel-Tele 10/108cm, am Gegengewicht Tele 7/30cm.

LANDESSTERNWARTE EISENSTADT, Rusterstraße, A-7000 Eisenstadt, $-16^{\circ}31'24''$; $-1^{\text{h}}06^{\text{m}}05,6^{\text{s}}$ / $+47^{\circ}50'37''$ / 190m. Kuppel, Refraktor 15/225cm; knapp vor Fertigstellung.

EISNER-STERNWARTE GMUNDEN KALVARIENBERG im O.Ö.Volksbildungswerk, $-13^{\circ}48'00''$; $-0^{\text{h}}55^{\text{m}}12,0^{\text{s}}$ / $+47^{\circ}55'27''$ / 490m. Kuppel, Refraktor 16/200cm, Protuberanzenfernrohr. Konsulent K.Silber, Cumberlandpark 16, A-4810 Gmunden.

GERLITZENSTERNWARTE, gehört zum Sonnenobservatorium Kanzelhöhe der Universität Graz und wird gegenwärtig von der Astronomischen Vereinigung Kärntens genützt. A-9520 Sattendorf. $-13^{\circ}55'00''$;

Fortsetzung Übersicht: Beobachtungsstationen in Österreich.

-0h55^m40,0^s / +46°41'35" / 1905m. Kuppel, Refraktor 15/200cm.
Franz Brandfellner, Hauptplatz 3, A-9300 St.Veit/Glan.

FABJAN Herbert, Achgasse 19, A-6900 Bregenz. Gartensternwarte.
-9°43'00"; -0^h38^m52,0^s / +47°29'41" / 415m. Newton 15/120cm.

FIALA, Dr.Herbert, Station A-2572 Kaumberg, Obertriesting. -15°50'43"
-1^h03^m22,9^s / +48°02'59" / 628m. Ortsfeste Aufsatz-Säule, New-
ton 20/120cm, Tele 5/20cm und 10/18cm, Leitrohr Newton 11/90cm.
Plöcknerstraße 27, A-3100 St.Pölten-Wagram.

FIGL-OBSERVATORIUM FÜR ASTROPHYSIK, Mitterschöpl bei St.Corona NÖ.
-15°55'24"; -1^h03^m41,6^s / +48°05'03" / 890m. Turm 1, Kuppel,
Spiegelteleskop 152cm Ø: Als Ritchey-Chrétien f=1250cm, als
Cassegrain f=2250cm. Turm 2, Kuppel, Spiegelteleskop 60cm Ø.
Univ.-Sternwarte Wien, Türkenschanzstr.17, A-1180 Wien.

KLAGENFURT, Volkssternwarte Kreuzbergl, A-9020 Klagenfurt. -14°17'24"
-0h57^m09,6^s / +46°37'47" / 540m. Kuppel, Coudé-Refraktor 23/310cm.
Manfred Posch, Fromillerstr.22, A-9020 Klagenfurt (Astronom.
Vereinigung Kärntens).

KOBERGER, Hermann, Rohrwies 2, A-4871 Zipf. Station Gahberg,
-13°36'30"; -0h54^m26,0^s / +47°54'45" / 860m. Newton 32/155cm.

KREMSMÜNSTER STIFTSSTERNWARTE, A-4550 Kremsmünster. -14°07'54";
-0h56^m31,6^s / +48°03'23" / 384m. Kuppel, Refraktor 15/235cm.

KUFFNER-STERNWARTE, Johann Staudstr.10, A-1160 Wien. -16°17'45";
-1^h05^m11,0^s / +48°12'47" / 302m. Turm 1, Kuppel, Refraktor
27/340cm mit Kamera 15/294cm. Turm 2, Kuppel, Refraktor 16/252cm,
zwei Kameras 14/70cm und Objektivprismenkamera 6/18cm. Meri-
diankreis 13/150cm, Vertikalkreis 8/120cm.

LAMBRECHT, Ing.Helmrich, A-9122 St.Kanzian am Klopeinersee. Privat-
sternwarte. -14°34'35"; -0h58^m18,3^s / +46°36'44" / 446m. Kuppel,
Newton 18/145cm und 11/90cm, Kamera 9/40cm.

LENHOF, Prof.Mag.Helmut, Palmengasse 5, A-9020 Klagenfurt. Privat-
sternwarte. -14°20'24"; -0^h57^m21,6^s / +46°38'11" / 448m. Schiebe-
dach, Newton 15/120cm.

Fortsetzung Übersicht: Beobachtungsstationen in Österreich

LINZER ASTRONOMISCHE GEMEINSCHAFT, Naturkundliche Station, Roseggerstraße 22, A-4020 Linz. $-14^{\circ}16'25''$; $-0^{\text{h}}57^{\text{m}}05,7^{\text{s}}$ / $+48^{\circ}17'45''$ / 330m. Abfahrbarer Schutzbau, Refraktor 11,5/180cm, zwei Kameras $f=35\text{cm}$ und Kamera Newton 11/90cm.

LUSTBÜHEL GRAZ, Observatorium für Meteorologie-Geophysik-Astronomie-Nachrichtentechnik-Satellitengeodäsie. $-15^{\circ}29'42''$; $-1^{\text{h}}01^{\text{m}}58,8^{\text{s}}$ / $+47^{\circ}03'56''$ / 480m. Astronomie: Kuppel Ost, Spiegelteleskop 40cm \emptyset , Universitätssternwarte Graz. Satellitengeodäsie: Kuppel West, Präzisionskamera BMK, 30/75cm, Institut für Landesvermessung und Photogrammetrie der Technischen Universität Graz.

PARIZEK, Robert, Haselbach, A-2000 Stockerau. Privatsternwarte. $-16^{\circ}16'46''$; $-1^{\text{h}}05^{\text{m}}07,1^{\text{s}}$ / $+48^{\circ}25'53''$ / 260m. Kuppel, Newton 41/270cm.

PRESSBERGER, Ing. Rudolf, Scheiblingsteinstraße 35, Scheiblingstein, A-3400 Klosterneuburg. Privatsternwarte. $-16^{\circ}12'58''$; $-1^{\text{h}}04^{\text{m}}51,9^{\text{s}}$ / $+48^{\circ}16'06''$ / 485m. Ritchey-Chrétien 100/890cm (!).

RAUSCHER, Eduard, Bahnstraße 7, Hatting, A-6401 Inzing. Privatsternwarte. $-11^{\circ}10'18''$; $-0^{\text{h}}44^{\text{m}}41,2^{\text{s}}$ / $+47^{\circ}16'44''$ / 620m. Abschiebbares Dach, Newton 20/144cm, Kamera 4/18cm, Leitrohr 6cm \emptyset .

SONNENOBSERVATORIUM KANZELHÖHE der Universität Graz, A-9520 Sattendorf. $-13^{\circ}54'24''$; $-0^{\text{h}}55^{\text{m}}37,6^{\text{s}}$ / $+46^{\circ}40'41''$ / 1526m. Turm 1, Kuppel, Coelostat 20cm \emptyset mit aplanatischem Gregory-System (Vakuumteleskop); Turm 2, Kuppel, Überwachungsinstrument: Je 11/165cm für Photosphäre, Chromosphäre; Koronograph.

STERZINGER, Dr. Peter, A-3421 Höflein/Donau, Privatsternwarte. $-16^{\circ}16'42''$; $-1^{\text{h}}05^{\text{m}}06,8^{\text{s}}$ / $+48^{\circ}21'06''$ / 168m. Vierteilig abklappbares Dach, Refraktor 12,5/150cm.

TRAIKIRCHEN, Kulturheim, A-2514 Traiskirchen. Volkssternwarte. $-16^{\circ}17'46''$; $-1^{\text{h}}05^{\text{m}}11,1^{\text{s}}$ / $+48^{\circ}00'51''$ / 212m. Kuppel, Refraktor 15/152cm, Leitrohr 8/80cm, Tele 11/50cm. Franz Kroller, Luydererstraße 11, A-2514 Traiskirchen.

TRINKO, Josef, A-3664 Martinsberg-Oed. Privatsternwarte. $-15^{\circ}07'38''$; $-1^{\text{h}}00^{\text{m}}30,5^{\text{s}}$ / $+48^{\circ}22'55''$ / 860m. Abschiebbares Dach, Cassegrain 31/425cm, Kamera 6/46cm und 9/40cm.- Pfenninggeldg.12, A-1160 Wien.

Fortsetzung Übersicht: Beobachtungsstationen in Österreich.

UNIVERSITÄTSSTERNWARTE GRAZ, Universitätsplatz 5, A-8010 Graz.

-15°26'56"; -1^h01^m47,7^s / +47°04'38" / 375m; dies bezieht sich auf das Passageninstrument 7/65cm. Kuppel, Refraktor 16/225cm. Siehe auch "Lustbühel" und "Sonnenobservatorium Kanzelhöhe". Univ.Prof.Dr.H.Haupt, Universitätsplatz 5, A-8010 Graz.

UNIVERSITÄTSSTERNWARTE INNSBRUCK, A-6020 Innsbruck-Hötting. -11°22'51"

-0^h45^m31,4^s / +47°16'05" / 614m. Kuppel 1, Spiegelteleskop 40/150cm, Leitrefraktor 18/276cm, Kamera 16/80cm. Kuppel 2, Coudé-Refraktor 15/225cm. Meridiankreis 11/115cm, Zenitteleskop 11/200cm. Univ.Prof Dr.J.Pfleiderer, Universitätsstr.4, A-6020 Innsb.

UNIVERSITÄTSSTERNWARTE WIEN, Türkenschanzstraße 17, A-1180 Wien.

-16°20'20"; -1^h05^m21,4^s / +48°13'55" / 240m; dies bezieht sich auf das Passageninstrument 7/65cm und das Zenitteleskop 13,5/175cm. Hauptkuppel, Refraktor 68/1050cm, Nebenkuppeln, Refraktor 30/500cm und 21/312cm sowie Normalastrograph 34/340cm phot. und 21/340cm vis.- Siehe auch "Figl-Observatorium für Astrophysik". Univ.Prof.Dr.J.Meurers, Türkenschanzstr.17, A-1180 Wien.

URANIASTERNWARTE WIEN, Uraniastraße 1, A-1010 Wien. -16°23'08";

-1^h05^m32,5^s / +48°12'43" / 186m; gilt für Passageninstrument 5/55cm. Kuppel, Cassegrain 26/518cm.- H.Mucke, Wiener Planetarium.

VALENTIN, Wolfgang, Fasanweg 6, Reisenberg, A-2440 Gramatneusiedl.

-16°30'51"; -1^h06^m03,4^s / +47°59'10" / 182m. Ortsfeste Montierung, abnehmbarer Schär-Refraktor 15/300cm.

WÖSS, Prof.Mag.Wolfgang, A-4251 Sandl. Privatsternwarte. -14°38'05";

-0^h58^m32,3^s / +48°34'03" / 963m. Kuppel, Newton 25/183cm, Protuberanzenfernrohr.

ZUSÄTZE:

Referat: Mein Ritchey-Chrétien-Teleskop 100/890cm.

Allgemeines: Vor etwa drei Jahren begann ich mit Planung und Selbstbau eines RC-Teleskops von 1m Durchmesser an meinem Wohnort in Scheiblingstein, Bezirk Klosterneuburg, Niederösterreich. Der Beweggrund, ein so großes Fernrohr selbst zu bauen, war durch die Freude an der manuellen Arbeit gegeben; ich setzte meine Freizeit und alle mir verfügbaren Mittel ein. Ich muß hinzufügen, daß ich am TGM Wien Maschinenbau studierte und von Beruf Konstrukteur im Stahlbauwesen bin; als Mitarbeiter an der Wiener Universitäts-Sternwarte betreue ich teilweise das 1,5m-Teleskop des Leopold Figl Observatoriums auf dem Mitterschöpfung.

Vermutlich handelt es sich bei meinem nun fast fertiggestellten Teleskop um das größte selbstgebaute Amateur-Teleskop. In der DDR gibt es ein solches von 85cm \emptyset und in der Schweiz eines von 80cm \emptyset . Viele Verwandte und Bekannte, besonders aber meine Vorgesetzten und Arbeitskollegen von der Wiener Universitäts-Sternwarte, haben mir bei meinem Vorhaben entscheidend geholfen. Im besonderen bin ich Herrn Dr.M.Stoll und Herrn Prof.Dr.A.Purgathofer für unzählige Arbeitsstunden und viel Beratung dankbar.

Montierung: Das Teleskop besitzt eine Gabelmontierung in Schweißkonstruktion, die Stundenachse ist in der Gabel gelagert. Der Tubus ist in offener Bauweise (Serourier-System) ausgeführt; die Fokussierung erfolgt durch Verschieben des Sekundärspiegels. Der Hauptspiegel ruht auf einer 18-Punkte-Lagerung (System Grubb) mit radialer Wärmekompensation. Er wiegt etwa 300 kg. Die Grob- und Feinbewegung in Stunde erfolgt über ein Schneckenrad, die Grobbewegung in Deklination über ein Stirnrad und die Feinbewegung in Deklination über Hebelarm. Die Nachführung geschieht durch speziell gesteuerte Elektromotoren.

Dank einer Leitspindelbank von 1,5m Spitzenweite, die ohne Brücke Drehdurchmesser bis 90cm erlaubt, einer Fräs- und einer Shappingmaschine sowie einer Schweißausrüstung war die Anfertigung der Montierung möglich - unangenehm war nur das hohe Gewicht der Einzelteile.

Es wurde der Grundsatz verfolgt, die Montierung so kompakt und klein zu bauen, wie es für ein 1m-Teleskop nur möglich ist.

Optik: Bei einem RC-System ist sowohl der Haupt- wie auch der Sekundärspiegel hyperbolisch. Ich verwendete als Material für den Hauptspiegel Duran 50 und für den Sekundärspiegel Zerodur, beides von Schott in Mainz. Auf einer zusammen mit Kollegen selbstgebauten Schleif- und Poliermaschine (System Maksutov) wurde wie üblich

Fortsetzung Referat: Mein Ritchey-Chrétien-Teleskop 100/890cm.

mit Karborundum geschliffen und mit Ceroxyd poliert. Als Prüfverfahren wurde die Foucault'sche Schneidmethode verwendet und Flächengenauigkeiten von $\lambda/15$ bis $\lambda/18$ beim Hauptspiegel und $\lambda/20$ beim Sekundärspiegel erzielt. Diese Restfehler kompensieren sich teilweise auf der Achse.

Besondere Schwierigkeiten lagen in den stark asphärischen Flächen und im hohen Polierabtrag. Auch war die Manipulation des schweren Hauptspiegels, für den eine eigene Hebevorrichtung gebaut werden mußte, nicht einfach. Kurz sei noch erwähnt, daß es beim RC-System enge Toleranzen bezüglich der beiden optischen Komponenten hinsichtlich Ablage und Kippung einzuhalten gilt. Das brauchbare Feld beträgt $1^\circ \times 1^\circ$.

Schutzbau: Das Instrument paßt knapp in eine schon früher errichtete Holzkuppel mit Aluminiumblechdeckung, die einen Durchmesser von 5m hat; der Torspalt weist 1,5m Breite auf. Die Drehung erfolgt elektrisch. Als Fundament dient ein Betonpfeiler. Koordinaten: Siehe Referat "Beobachtungsstationen in Österreich".

Mehr als ein langer Text kann die dieses Referat ergänzende und über das interne Fernsehsystem des Wiener Planetariums gebotene Farb-Dokumentation über Herstellung der Optik und Montierung aussagen.

Interessenten können am Dienstag, dem 4., 11., 18. und 25. Juli 1978 meine Privatsternwarte besichtigen. Treffpunkt: Wiener Planetarium, Oswald Thomas Platz, A-1020 Wien um 19^h00. Dann Autofahrt nach Scheiblingstein und zurück. Teilnahme nur möglich mit den Clubheften des WIENER FERIENCLUBS, die auch im Planetarium zum Preis von öS 30.- erhältlich sind.

Ing. Rudolf Preßberger
Privatsternwarte

Scheiblingsteinstraße 35
Scheiblingstein

A-3400 Klosterneuburg

Referat: Photographische Astrometrie mit meinem Vermessungsapparat.

Das grundsätzliche Formelsystem wurde im Sternfreunde-Seminar 1975 behandelt: "Photographische Astrometrie mit einfachen Hilfsmitteln" (W Dienes).

Mein Dia-Vermessungsapparat: Er besteht aus zwei verschiebbaren, senkrecht aufeinander stehenden Schlitten, die jeweils in einer Schwalbenschwanzführung mittels Präzisionsmikrometer bewegt werden. Der obere Schlitten trägt ein Einbaumikroskop mit 50facher Vergrößerung und Fadenkreuz. Dieser Oberteil ruht auf dem Unterteil, der das zwischen zwei Glasplatten liegende Dia zum Durchblick und zur Beleuchtung von unten freigibt. Wegen des begrenzten Verstellbereiches der eingebauten Mikrometer kann ich nur Dias im Format 24x36 mm vermessen.

Erweiterung des Meß- und Reduktionsverfahrens: Es ist leicht einzusehen, daß bei der Benützung von mehr als drei Anschlußsternen die Genauigkeit des zu ermittelnden Ortes (α, δ) ansteigt. Zweckmäßigerweise wird man hierfür die lineare Ausgleichsrechnung mit 3 Unbekannten nach der Methode der kleinsten Fehlerquadratsumme nach Gauß anwenden. Ein programmierbarer Taschenrechner (ich verwende den TI 59) erleichtert die umfangreiche Rechenarbeit erheblich.

Gegeben sind die Meßkoordinaten x_i, y_i für $i = 4 \dots n$ Sterne. Errechnet werden die Tangentialkoordinaten X_i, Y_i für diese Sterne. Gesucht werden die Plattenkonstanten a, b, c, d, e, f ; aus diesen lassen sich die Koordinaten unbekannter Positionen ermitteln.

1) Gleichungen für die Plattenkonstanten:

$$\begin{aligned} l_i &= X_i - x_i = a \cdot x_i + b \cdot y_i + c \\ l'_i &= Y_i - y_i = d \cdot x_i + e \cdot y_i + f \end{aligned}$$

2) Neunerdeterminante ($z=1$):

$$D = \begin{vmatrix} [xx] & [xy] & [xz] \\ [yx] & [yy] & [yz] \\ [zx] & [zy] & [zz] \end{vmatrix}$$

In Gauß'scher Schreibweise:

$$[xy] = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i = x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + \dots + x_n \cdot y_n$$

3) Zählerdeterminanten ($z=1$):

$$D_a = \begin{vmatrix} [xl] & [xy] & [xz] \\ [yl] & [yy] & [yz] \\ [zl] & [zy] & [zz] \end{vmatrix} \quad D_b = \begin{vmatrix} [xx] & [xl] & [xz] \\ [yx] & [yl] & [yz] \\ [zx] & [zl] & [zz] \end{vmatrix} \quad D_c = \begin{vmatrix} [xx] & [xy] & [xl] \\ [yx] & [yy] & [yl] \\ [zx] & [zy] & [zl] \end{vmatrix}$$

Man erhält sie durch zyklisches Vertauschen der Spalten in D mit

Fortsetzung Referat: Photographische Astrometrie mit meinem Vermessungsapparat.

$$\begin{bmatrix} x_l \\ y_l \\ z_l \end{bmatrix}, \text{ wie ersichtlich. } D_d, D_e, D_f \text{ erh\u00e4lt man mit } \begin{bmatrix} x_l' \\ y_l' \\ z_l' \end{bmatrix}$$

und dann $a = D_a:D$, $b = D_b:D$, $c = D_c:D$, $d = D_d:D$, $e = D_e:D$ und $f = D_f:D$. Diese dreizeiligen Determinanten l\u00f6st man nach der Regel von Sarrus; in der Praxis findet man mit sechs Sternen das Auslangen.

Beispiel: Vermessung des Siebengestirns, M 45. Aufnahme 1977 12 04, 22^h12-22^h17 MEZ, Newtonspiegel 11,4/90cm, Ort 48°17'47"N, 14°16'36"E.

Die Vermessung der Anschlu\u00dfsterne und des unbekanntes Sterns ergab:

Stern	x (mm)	y (mm)	Stern	x (mm)	y (mm)
21 Tau	+0,2635	+5,9728	23 Tau	+0,4620	-3,8332
19	+3,0284	+5,0444	25	-4,1518	-2,0994
16	+4,9788	+2,5004	Unbekannter		
17	+5,2083	-0,3122	Stern	+1,0813	+3,0870

Die x,y Werte sind aus f\u00fcnf Einzelmessungen gemittelt und auf die geringe Abweichung der beiden Me\u00dfschlitten von der Normalen verbessert. Bei Aufnahmen ab etwa 100cm Brennweite kann die Umrechnung der mittleren \u00d6rter f\u00fcr Jahresanfang in scheinbare \u00d6rter und die differentielle Refraktion wegen des kleinen Feldes entfallen, nur die Eigenbewegung mu\u00df mitgenommen werden.

Stern	Rekt 50,0	MP/a	Rekt Rechn.	Rekt. Beob.	dRekt
21 Tau	3 ^h 42 ^m 55,4 ^s	+ 0,001 ^s	3 ^h 42 ^m 55,43 ^s	3 ^h 42 ^m 55,49 ^s	+0,9"
19	3 42 13,6	+0,002	3 42 13,65	3 42 13,51	-2,1
16	3 41 49,5	+0,001	3 41 49,53	3 41 49,57	+0,6
17	3 41 54,1	+0,002	3 41 54,15	3 41 54,24	+1,4
23	3 43 21,2	+0,002	3 43 21,25	3 43 21,16	-1,4
25	3 44 30,4	+0,002	3 44 30,45	3 44 30,50	+0,8
Stern	Dekl 50,0	MP/a	Dekl Rechn.	Dekl. Beob.	dDekl
21 Tau	+24°24'00"	-0,04"	+24°23'58,9"	+24°23'59,3"	+0,4"
19	+24 18 43	-0,04	+24 18 41,9	+24 18 42,0	+0,1
16	+24 08 01	-0,04	+24 07 59,9	+24 07 59,3	-0,6
17	+23 57 28	-0,04	+23 57 26,9	+23 57 27,0	+0,1
23	+23 47 39	-0,04	+23 47 37,9	+23 47 38,4	+0,5

Ganz rechts stehen die sogenannten Anpassungsfehler, die durch R\u00fcckrechnung der x-y in α, δ und Vergleich der Katalogwerte entstehen. Sie geben genauen Aufschlu\u00df \u00fcber die zu erwartenden Fehler in der Positionsbestimmung. Die gesuchte Position lautet:

Stern	Rekt	Dekl	MP/a	MP/a
20 Tau beob.	3 ^h 42 ^m 50,79 ^s	+24°12'47,0"		
20 Tau Katal.	3 42 50,85	+24 12 45,9	+0,002 ^s	-0,04"

Die Katalogwerte sind auf Eigenbewegung verbessert, die Reste lauten $\Delta\alpha = -0,9"$ und $\Delta\delta = +1,1"$ im Sinn B-R, f\u00fcr den Amateur sehr befriedigend.
E. Meyer, Franckstr.21, A-4020 Linz

Referat: Bahnbestimmung (Parabolische Bahn).

Problem: Aus der beobachteten scheinbaren Bahn eines um die Sonne laufenden Himmelskörpers ist seine wahre Bahn im Raum zu bestimmen. Diese Bahn wird nach Lage, Form und Größe durch die Bahnelemente bestimmt, die auch den Bahnort des Himmelskörpers zeitlich festlegen. Vorausgesetzt wird, daß die Bahn ein Kegelschnitt mit dem einen Brennpunkt in der Sonne ist und daß die Bewegung nach dem 2. und 3. Kepler'schen Gesetz erfolgt. Die abzuleitenden Bahnelemente sind (siehe auch Seminar 1977):
i Neigung der Bahnebene gegen die Ebene der Ekliptik, \varOmega Heliozentrische Länge des aufsteigenden Knotens, ω heliozentrischer Winkelabstand aufsteigender Knoten - Perihel, gemessen in der Gestirnbahnebene, a die große Halbachse der Bahn, e die numerische Exzentrizität und T der Termin des Periheldurchganges des Himmelskörpers. Bei der parabolischen Bahn tritt an die Stelle der beiden Bahnelemente a und e die Periheldistanz q.

Lösung: Drei Beobachtungen (drei Örter und die drei zugehörigen Termine) legen drei von verschiedenen Punkten der Erdbahn, den Positionen der Erde zu den Beobachtungsterminen, ausgehende Gerade richtungsmäßig fest. Eine durch die Sonne gelegte, beliebige Ebene trifft die Geraden in drei Punkten. Durch diese kann im allgemeinen nur ein Kegelschnitt gelegt werden, dessen einer Brennpunkt die Sonne ist und dessen Elemente also völlig bestimmt sind. Wenn die mit diesen Elementen aufgrund der Kepler'schen Gesetze berechneten Zwischenzeiten mit den Zeitdifferenzen zwischen den Beobachtungen übereinstimmen, hat man jene von den unendlich vielen Ebenen durch die Sonne gefunden, welche allen Bedingungen des Problems genügt.
Den Kernpunkt der direkten Bahnbestimmungsmethode bildet eine Endgleichung, die zur Ermittlung e i n e r Unbekannten führt, aus der schließlich die übrigen Unbekannten hervorgehen. Hier ist vor allem die Methode von LAPLACE zu nennen, die eine Gleichung achten Grades in r (heliozentrische Distanz) liefert. In der Praxis bedient man sich aber der indirekten Methoden, die vom Näherungswert einer Unbekannten ausgehen, durch Iteration ihren genauen Wert zu ermitteln und damit die anderen Unbekannten zu bestimmen gestatten. Die von BANACHIEWICZ umgeformte Methode von OLBERS ist die Grundlage der folgenden Formelzusammenstellung.

Fortsetzung Referat: Bahnbestimmung (Parabolische Bahn)

Formel-Zusammenstellung

1) Beobachtungsdaten.

t_i Beobachtungstermin (ET) $i = 1, 2, 3$

α_i Rektaszension

δ_i Deklination

X_i, Y_i, Z_i Rechtwinkelige, äquatoreale Sonnenkoordinaten, interpoliert aus dem Jahrbuch.

Alle Positionen müssen auf das gleiche, mittlere Äquinoktium (im allgemeinen +1950,0) bezogen sein.

2) Hilfsgrößen.

$$a_i = \cos \delta_i \cdot \cos \alpha_i; \quad b_i = \cos \delta_i \cdot \sin \alpha_i; \quad c_i = \sin \delta_i$$

$$2 \cdot R_1 \cdot \cos \vartheta_1 = - 2 \cdot (a_1 \cdot X_1 + b_1 \cdot Y_1 + c_1 \cdot Z_1)$$

$$2 \cdot R_3 \cdot \cos \vartheta_3 = - 2 \cdot (a_3 \cdot X_3 + b_3 \cdot Y_3 + c_3 \cdot Z_3)$$

$$R_1^2 = X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2 \quad R_3^2 = X_3^2 + Y_3^2 + Z_3^2$$

$$A = c_2 \cdot Y_2 - b_2 \cdot Z_2; \quad B = c_2 \cdot X_2 - a_2 \cdot Z_2; \quad C = b_2 \cdot X_2 - a_2 \cdot Y_2$$

$$M = - \left[(t_3 - t_2) \cdot (A \cdot a_1 - B \cdot b_1 + C \cdot c_1) \right] : \left[(t_2 - t_1) \cdot (A \cdot a_3 - B \cdot b_3 + C \cdot c_3) \right]$$

$$g^2 = (X_3 - X_1)^2 + (Y_3 - Y_1)^2 + (Z_3 - Z_1)^2$$

$$D = a_3 \cdot M - a_1; \quad E = b_3 \cdot M - b_1; \quad F = c_3 \cdot M - c_1$$

$$h^2 = D^2 + E^2 + F^2$$

$$2 \cdot g \cdot h \cdot \cos \chi = - 2 \cdot \left[(X_3 - X_1) \cdot D + (Y_3 - Y_1) \cdot E + (Z_3 - Z_1) \cdot F \right]$$

3) Hypothesenrechnung.

Mit einem Näherungswert für Δ_1 (geoz. Distanz zum Termin t_1) wird die Rechnung eingeleitet und auf geometrischem Weg die Sehne s_g zwischen den beiden äußeren Gestirnrörtern berechnet. Für diese Sehne ergibt sich aber auch aus der EULER'SCHEN GLEICHUNG (die auf dem 2. Kepler'schen Gesetz basiert) eine dynamische Beziehung, die zu dem Wert s_d führt. Δ_1 wird nun solange variiert, bis $s_g = s_d$ ist und damit die geoz. Distanz für die 1. Beobachtung Δ_1 und für die 3. Beobachtung zu $\Delta_3 = M \cdot \Delta_1$ gefunden ist. Auf diesen Werten baut das Formelsystem zur Ableitung der Bahnelemente auf.

$$s_g^2 = g^2 + 2 \cdot g \cdot h \cdot \cos \chi \cdot \Delta_1 + h^2 \cdot \Delta_1^2$$

$$r_1^2 = R_1^2 + 2 \cdot R_1 \cdot \cos \vartheta_1 \cdot \Delta_1 + \Delta_1^2$$

$$r_3^2 = R_3^2 + 2 \cdot R_3 \cdot \cos \vartheta_3 \cdot M \cdot \Delta_1 + (M \cdot \Delta_1)^2$$

Fortsetzung Referat: Bahnbestimmung (Parabolische Bahn).

$$s_d = (r_1 + r_3) \cdot (\sin m) \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{8 \cdot \cos 2m}} \right)$$

$$3 \cdot m = \arcsin \left[K \cdot (t_3 - t_1) \cdot (r_1 + r_3)^{-1,5} \right]$$

$$K = 0,036\ 491\ 162\ 5 \quad r \text{ in AE, } t_3 - t_1 \text{ in Tagen.}$$

Auf die etwas umständliche Bestimmung des von BANACHIEWICZ vorgeschlagenen ersten Näherungswertes Δ_1 kann bei der Verwendung eines programmierbaren Taschenrechners für die Hypothesenrechnung verzichtet werden, da die größere Zahl von Durchgängen (im allgemeinen wird man mit sieben auskommen), die man damit in Kauf nimmt, hier keine Rolle spielt.

Man rechnet zuerst mit den Werten $\Delta_1(1) = 1$ und $\Delta_1(2) = 2$ das Formelsystem der Hypothesenrechnung durch und bestimmt die Differenzen

$$s_g(2) - s_d(1) = p(1) \quad \text{und} \quad s_g(2) - s_d(2) = p(2).$$

Damit wird aus

$$\Delta_1(3) = \Delta_1(2) - \frac{p(2) [\Delta_1(2) - \Delta_1(1)]}{p(2) - p(1)}$$

ein verbesserter Wert $\Delta_1(3)$ ermittelt und damit und mit dem ihm am nächsten liegenden Wert Δ_1 der vorausgegangenen Hypothese das Formelsystem erneut durchgerechnet. Bei Taschenrechnern mit entsprechenden Funktionen (lineare Regression) vereinfacht sich die Eingabe bedeutend!

Die Verbesserung wird in der gleichen Weise fortgesetzt, bis schließlich $s_g - s_d = 0$ ist.

4) Ableitung der Bahnelemente

$$\begin{aligned} \Delta_3 &= M \cdot \Delta_1; & x_i &= a_i \cdot \Delta_i - X_i; & r_i^2 &= x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 \\ & & y_i &= b_i \cdot \Delta_i - Y_i; & & i = 1, 3 \\ & & z_i &= c_i \cdot \Delta_i - Z_i; & & \end{aligned}$$

Kontrolle: Die Werte r_i müssen mit denen der letzten Hypothese übereinstimmen.

$$S \cdot r_1 = x_1 \cdot x_3 + y_1 \cdot y_3 + z_1 \cdot z_3; \quad x_0 = x_3 - S \cdot x_1$$

$$y_0 = y_3 - S \cdot y_1$$

$$r_0^2 = x_0^2 + y_0^2 + z_0^2;$$

$$z_0 = z_3 - S \cdot z_1$$

$v_3 - v_1 = \arcsin \left[\frac{(r_1 \cdot r_0)}{(S \cdot r_1^2)} \right]$ Taschenrechner: Nicht \arcsin , sondern Koordinatentransformation rechtwinkelig \rightarrow polar verwenden, die im 1. und 2. Quadranten richtige und im 3. und 4. negative, um 360° zu vermehrende Winkel gibt!

Fortsetzung Referat: Bahnbestimmung (Parabolische Bahn).

$$G = (r_3 - r_1) \cdot \sin \frac{1}{2} \cdot (v_3 - v_1)$$

$$H = 2 \cdot \sqrt{r_1 \cdot r_3} - (r_1 + r_3) \cdot \cos \frac{1}{2} \cdot (v_3 - v_1)$$

$$\frac{1}{2} \cdot (v_3 + v_1) = \arctan (G:H)$$

$$\frac{1}{2} \cdot (v_3 + v_1) \text{ hat das Vorzeichen von } (r_3 - r_1)$$

$$q = r_1 \cdot \cos \frac{1}{2} \cdot v_1^2 \quad \text{Kontrolle: } q = r_3 \cdot \cos \frac{1}{2} \cdot v_3^2$$

$$M_1 = 82,2117 \cdot \left(\tan \frac{1}{2} \cdot v_1 + \frac{1}{3} \cdot \tan^3 \left(\frac{1}{2} \cdot v_1 \right) \right)$$

$$M_3 = 82,2117 \cdot \left(\tan \frac{1}{2} \cdot v_3 + \frac{1}{3} \cdot \tan^3 \left(\frac{1}{2} \cdot v_3 \right) \right)$$

$$T = t_1 - 0,00577 \cdot \Delta_1 - M_1 \cdot q^{1,5}$$

$$\text{Kontrolle: } T = t_3 - 0,00577 \cdot \Delta_3 - M_3 \cdot q^{1,5}$$

$$P_x = (x_1:r_1) \cdot \cos v_1 - (x_0:r_0) \cdot \sin v_1$$

$$P_y = (y_1:r_1) \cdot \cos v_1 - (y_0:r_0) \cdot \sin v_1$$

$$P_z = (z_1:r_1) \cdot \cos v_1 - (z_0:r_0) \cdot \sin v_1$$

$$\text{Kontrolle: } P_x^2 + P_y^2 + P_z^2 = 1$$

$$Q_x = (x_1:r_1) \cdot \sin v_1 + (x_0:r_0) \cdot \cos v_1$$

$$Q_y = (y_1:r_1) \cdot \sin v_1 + (y_0:r_0) \cdot \cos v_1$$

ξ Ekliptikschiefe

$$Q_z = (z_1:r_1) \cdot \sin v_1 + (z_0:r_0) \cdot \cos v_1$$

$$\text{Kontrolle: } Q_x^2 + Q_y^2 + Q_z^2 = 1$$

$$\sin i \cdot \sin \omega = L = P_z \cdot \cos \xi - P_y \cdot \sin \xi$$

$$\sin i \cdot \cos \omega = N = Q_z \cdot \cos \xi - Q_y \cdot \sin \xi$$

Bahnelemente, Positionen und Ekliptikschiefe müssen für das gleiche Äquinoktium gelten!

$$\omega = \arctan (L:N)$$

$$i = \arcsin (N:\cos \omega)$$

$$\sin \delta = U = (P_y \cdot \cos \omega - Q_y \cdot \sin \omega) : \cos \xi$$

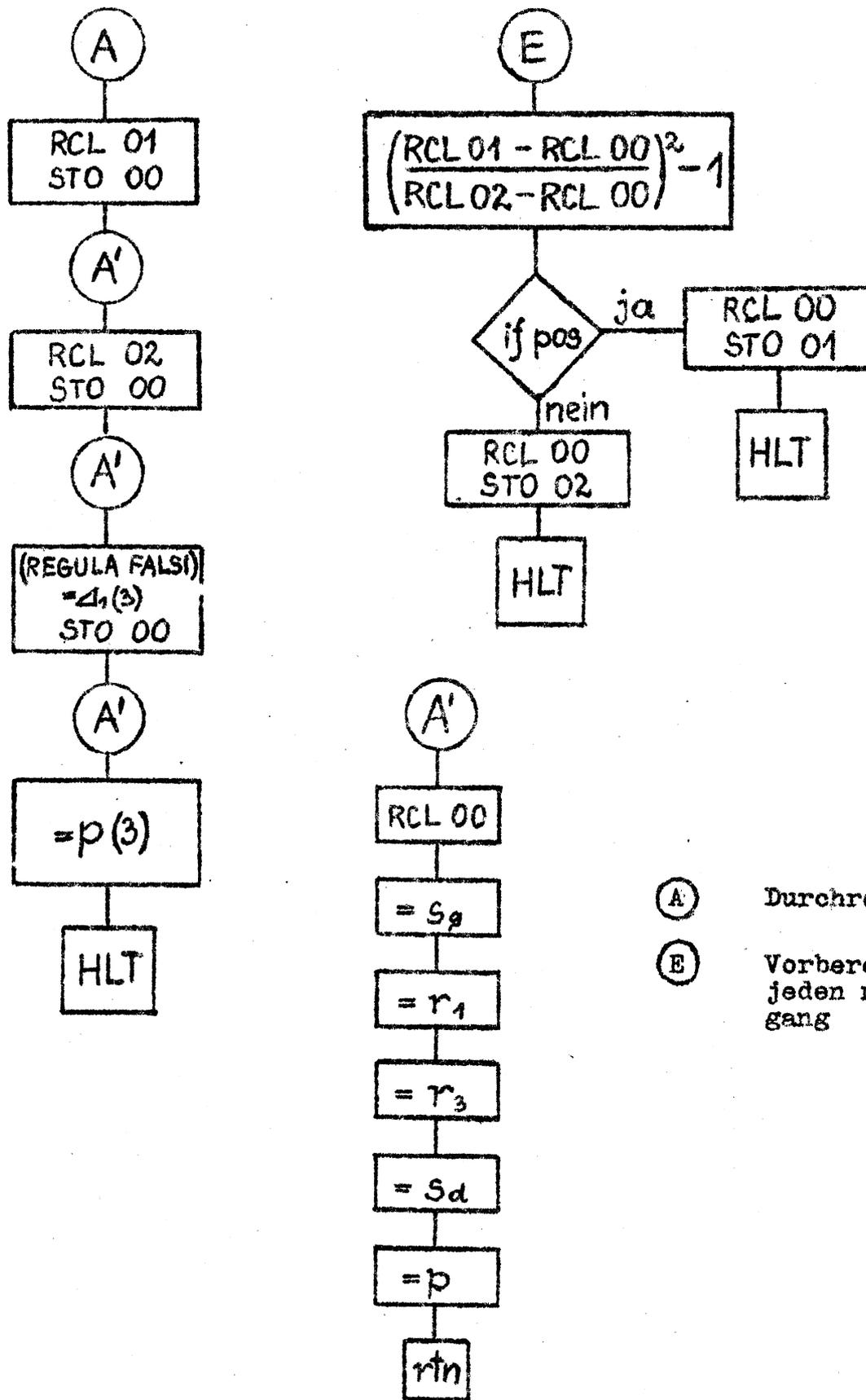
$$\cos \delta = V = P_x \cdot \cos \omega - Q_x \cdot \sin \omega$$

$$\delta = \arctan (U:V)$$

Fortsetzung Referat: Bahnbestimmung (Parabolische Bahn).

Flußdiagramm für die Hypothesenrechnung

START: 1 STO 01 2 STO 02



Fortsetzung Referat: Bahnbestimmung (Parabolische Bahn)

Bedeutung der Hilfsgrößen.

a_i, b_i, c_i ($i = 1, 2, 3$)	Richtungskosinus der Geraden durch Erd- und Gestirnsort im rechtwinkligen Äquatorialen System
ϑ	Außenwinkel beim Erdort im Dreieck Sonne-Erde-Gestirn
M	das aus den Zwischenzeiten $t_3 - t_2, t_2 - t_1$ und bekannten geometrischen Größen abgeleitete Verhältnis $\Delta_3 : \Delta_1$
g	Sehne zwischen dem ersten und dritten geozentrischen Sonnenort, bzw. heliozentrisch gesehen, die Sehne zwischen dem ersten und dritten Erdort (in AE)
h	Abstand (in AE) der beiden Punkte mit den räumlichen Polarkoordinaten $l; \delta_1; \alpha_1$ und $M; \delta_3; \alpha_3$
χ	Supplement-Winkel zwischen der Geraden durch die beiden zuletzt genannten Punkte und der Geraden durch die beiden äußeren geozentrischen Sonnenorte
S	$= (r_3 : r_1) \cdot \cos(v_3 - v_1)$
r_0	$= r_3 \cdot \sin(v_3 - v_1)$
P_i ($i = x, y, z$)	Richtungskosinus, u.zw. Kosinus des Winkels, den die x -Achse der Gestirnbahnebene (Sonne \rightarrow Perihel, $v = 0^\circ$) mit der i -Achse des Äquatorsystems bildet
Q_i ($i = x, y, z$)	Richtungskosinus, u.zw. Kosinus des Winkels, den die y -Achse der Gestirnbahnebene ($v = 90^\circ$) mit der i -Achse des Äquatorsystems bildet

Fortsetzung Referat: Bahnbestimmung (Parabolische Bahn).

Beispiele für die Bestimmung einer parabolischen Bahn.

	<u>KOMET 1975 h</u>		<u>KOMET 1977 m</u>	
t_1 (ET)	JD	244 2599,966526		3418,346756
α 1		21 ^h 35 ^m 34 ^s ,19		16 ^h 26 ^m 43 ^s ,55
δ 1		- 2°13'51",6		+19°06'33",6
t_2 (ET)	JD	244 2608,458886		3422,920696
α 2		20 ^h 44 ^m ,7		16 ^h 40 ^m 53 ^s ,53
δ 2		+19°18'		+16°46'58",2
t_3 (ET)	JD	244 2616,375556		3427,936316
α 3		18 ^h 15 ^m ,6		16 ^h 57 ^m 46 ^s ,78
δ 3		+51°47'		+13°57'24",0
a_1		0,8072999255		-0,3740300272
b_1		-0,5888560142		-0,8677149459
c_1		-0,0389284567		0,3273718244
a_3		0,0420767730		-0,2602480271
b_3		-0,6172043750		-0,9349327898
c_3		0,7856769722		0,2411879828
X_1		-0,2359881773		-0,9907597754
Y_1		0,9073475869		-0,1302123751
Z_1		0,3934460313		-0,0564576981
X_3		-0,4936780211		-0,9513834898
Y_3		0,8146521706		-0,2770950956
Z_3		0,3532562311		-0,1201464552
M		0,5598369133		0,9192643018
Δ_1		0,4732833891		1,269885721
Δ_3		0,2649615117		1,167360611
r_1		1,399409243		1,197148443
r_3		1,110292657		1,115267396
q (aus r_3, v_3)		0,4280783943		0,9894573690
T (aus t_1)		2660,882063		3458,004700
		=1975 IX 5,382063 ET		=1977 XI 10,5047 ET
ω		116,7465938°		163,4918787°
i		80,75155800°		48,68998926°
Ω		295,6456931°		181,9203734°
Aquin.		1950,0		1950,0
Beob.Daten		IAU Circ.2798(t_1) eig.Beob.(t_2, t_3)		IAU Circ.3125

Referat: Sternbedeckungs-Serien.

Allgemeines: Das Rückschreiten der Mondknoten (etwa 20° im Jahr) bewirkt eine langsame Verlagerung der Mondbahn mit Bezug auf den Fixsternhimmel. Infolgedessen ergeben sich während eines vollständigen Umlaufes der Mondknoten bei ekliptiknahen Sternen ($-6,355^\circ < \beta < +6,355^\circ$) Bedeckungs-Serien. Je nach der ekliptikaln Breite β des betreffenden Sternes kommt es zu zwei Bedeckungs-Serien ($-3,935^\circ < \beta < +3,935^\circ$) oder nur zu einer Bedeckungs-Serie ($3,935^\circ < |\beta| < 6,355^\circ$). Die Grenzbreiten ergeben sich aus der Mondbahnneigung, dem Winkelhalbmesser des Mondes und der Parallaxe.

Wo erforderlich, ist auf die Eigenbewegung der Sterne Rücksicht zu nehmen.

Selten kann der Fall eintreten, daß eine Serie unterbrochen wird. Dies tritt bei den ekliptiknäheren Sternen nur am Anfang oder Ende einer Serie auf, bei Sternen mit größerer Breite auch mitten in einer Serie. Dies wird durch die leicht veränderliche Neigung der Mondbahn hervorgerufen.

Die Gebiete auf der Erdoberfläche, von denen aus die Bedeckung beobachtet werden kann, verlagern sich Monat für Monat. Bei Sternen, die zwei Bedeckungs-Serien durchlaufen, beginnt die Serie in einem Polgebiet der Erde und wandert dann über den Äquator zum Gegenpolgebiet. Für $(\lambda^* - \delta)$ im 2., 3. / 1., 4. Quadranten beginnt die Serie in der Nordpol-/Südpolregion und endet in der Südpol-/Nordpolregion. Bei Sternen, die nur eine Bedeckungs-Serie durchlaufen, beginnt und endet die Sichtbarkeit in derselben Polgegend; für Sterne mit positiver Breite in der Südpol-, für Sterne mit negativer Breite in der Nordpolregion. "Polgegend" oder "Polregion" bedeutet hier Polabstände von nicht mehr als etwa 30° .

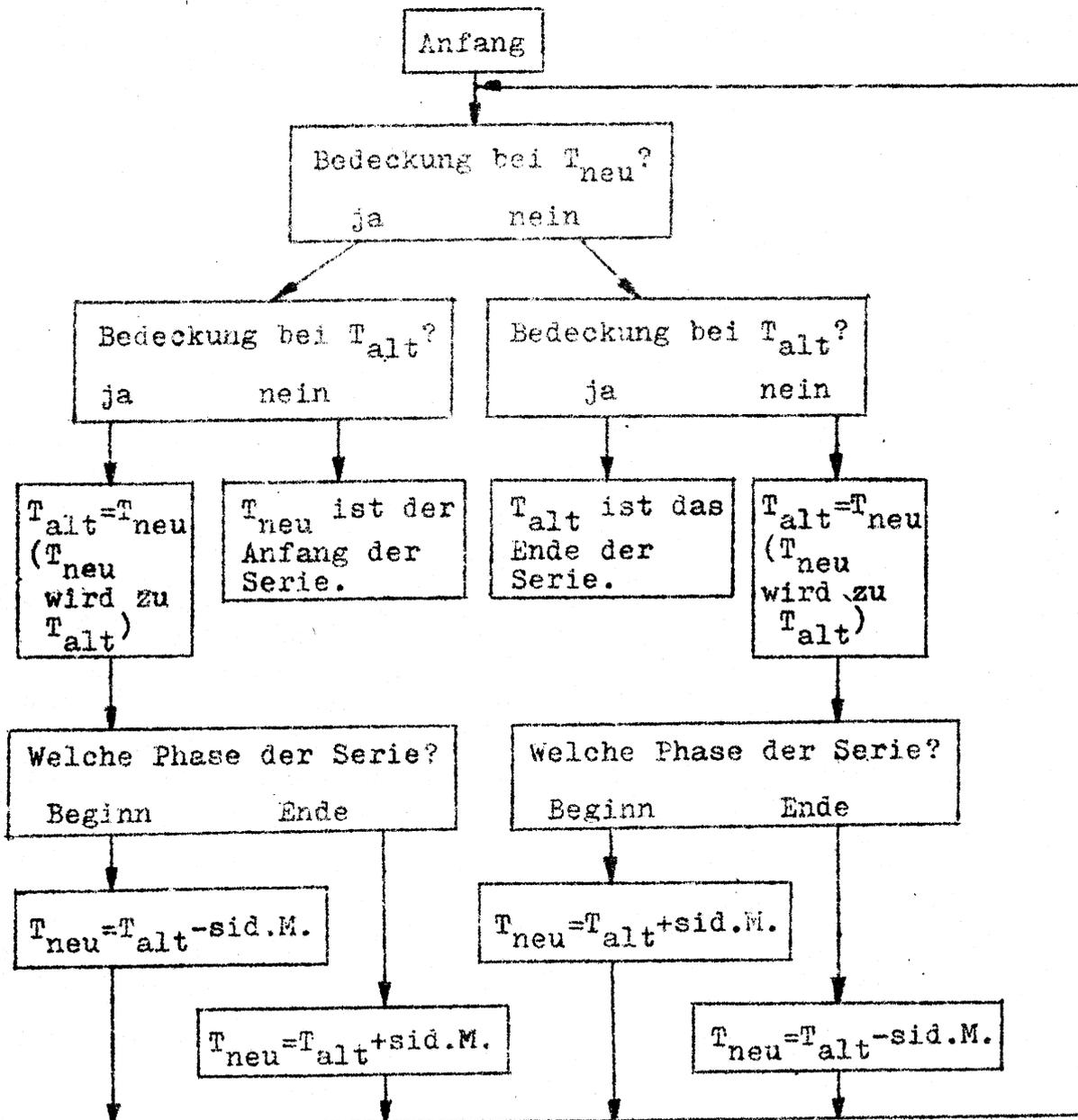
Berechnung: Die Sternkoordinaten fixieren die Lage der Mondknoten, die sie für Anfang und Ende der Bedeckungs-Serie haben müssen (1). Wird in dieser Formel der Sinusbetrag größer als 1, findet für diesen Fall keine Bedeckungs-Serie statt. Bei einer bzw. zwei Bedeckungs-Serien erhält man durch die Mehrdeutigkeit des Sinus 2 bzw. 4 Knotenlängen.

Mit der jeweiligen Knotenlänge als Argument erhält man als Funktionswert den Termin des Anfanges oder Endes der Bedeckungs-Serie. Die Knotenlängen sind auf die Epoche +1950,0 bezogen. Der Faktor k in (2) ist eine ganze Zahl und kann beliebig variiert werden, mit seiner Hilfe kann man k Knotenumläufe zu 18,6 Jahren in die Vergangenheit (k negativ) oder in die Zukunft (k positiv) berechnen. Für eine Genauigkeit von etwa ± 2 siderischen Monaten kann man sich

Fortsetzung Referat: Sternbedeckungs-Serien.

bereits mit dem aus (2) erhaltenen Termin begnügen. Dieser genäherte Termin berücksichtigt noch keine Störungen der Mondbahn und gibt die Grundlage für das folgende Iterationsverfahren:

Zunächst wird die genäherte Mondlänge, Epoche +1950,0, für diesen Termin ermittelt (3) und der Ausgangstermin entsprechend korrigiert, so daß die Mondlänge für diesen gleich der Länge des Sternes wird (4). Mit diesem Termin T_{neu} werden nun die Knotenlänge (5), die Neigung der Mondbahn (6) sowie Parallaxe und Halbmesser des Mondes (7) berechnet und geprüft, ob mit diesen Größen die Bedeckungsbedingung (8) erfüllt ist. Ebenso wird für $T_{alt} = T_{neu} - \text{siderischer Monat}$ berechnet: Knotenlänge, Mondbahnneigung, Parallaxe, Halbmesser. Mit diesen Daten wird wieder (8) geprüft. Man betritt folgendes Schema:



Fortsetzung Referat: Sternbedeckungs-Serien.

Symbole:

- Ω^* Knotenlängen für Anfang bzw. Ende der Serien (+1950,0)
 λ^* Ekliptikale Länge des Sternes (+1950,0)
 β^* Ekliptikale Breite des Sternes (+1950,0)
 T' Genäherter Termin, Julianisches Datum (JD)
 T Verbesserter Termin, Julianisches Datum (JD)
 k Faktor (beliebige ganze Zahl)

Formeln (Epochenabhängige Größen sind auf +1950,0 bezogen):

$$\Omega^* = \lambda^* - \arcsin \left[(\beta^* \pm 1,21^\circ) / 5,145^\circ \right] \quad (1)$$

$$T' = \left[\left(19,35538021 - \sqrt{19,35538021^2 - 5,8 \cdot 10^{-7} \cdot (259,855 - \Omega^* + k \cdot 360)} \right) / \right. \\ \left. / 2,9 \cdot 10^{-7} \right] \cdot 365,25 + 2415020 \quad (2)$$

$$t = (T' - 2378496) / 365,25 \quad (I)$$

$$g' = 111,03^\circ + 4771,974477 \cdot t + 1,212 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 \quad (3a)$$

$$h + \Omega_{\zeta} = 225,39^\circ + 40,690507 \cdot t - 1,041 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 \quad (3b)$$

$$\lambda_{\zeta} = g' + (h + \Omega_{\zeta}) \quad (3)$$

$$T = T' - (\lambda_{\zeta} - \lambda^*) / 13,176 \quad (4)$$

$$t' = (T - 2415020) / 365,25 \quad (II)$$

$$t'' = (T - 2443075,584) \cdot 360 / 173,31 \quad (III)$$

$$t''' = (T - 2443032,257) \cdot 360 / 173,31 \quad (IV)$$

$$\Omega = 259,855^\circ - 19,35538021 \cdot t' + 1,45 \cdot 10^{-7} \cdot t'^2 + \\ + 1,6 \cdot \sin t'' \quad (5)$$

$$i = 5,15^\circ + 0,12 \cdot \sin t''' \quad (6)$$

$$T' = T; \quad t \text{ aus (I);} \quad g = g' \text{ aus (3a)}$$

$$\Pi + SD = 1,21^\circ + 0,066 \cdot \cos g \quad (7)$$

$$| i \cdot \sin (\lambda^* - \Omega) - \beta^* | < \Pi + SD, \text{ dann Bedeckung} \quad (8)$$

Aufsuchen des Schemas; ein siderischer Monat = 27,321661 Tage.

$$T = T_{\text{neu}}$$

Zurück zu (II)

Freisichtige Sternbedeckungs-Serien:

Nach dem beschriebenen Verfahren wurden die Bedeckungs-Serien für die fünf hellsten in Frage kommenden Sterne (Aldebaran, α Tau; Nath β Tau; Regulus, α Leo; Spika, α Vir; Antares, α Sco) von +1900 bis +2100 berechnet.

Fortsetzung Referat: Sternbedeckungs-Serien.

Bedeckungs-Serien von Sternen heller als +2,0^m (+1900 bis +2100)

Anfang			Ende	
JD	Datum		JD	Datum
		α Tau		
2416316	1903 07 20		2417491	1906 10 07
2423092	1922 02 06		2424376	1925 08 13
2429868	1940 08 26		2431152	1944 03 02
2436644	1959 03 16		2437928	1962 09 20
2443529	1978 01 20		2444703	1981 04 08
2450304	1996 08 08		2451589	2000 02 14
2457053	2015 01 30		2458364	2018 09 02
2463823	2033 08 13		2465113	2037 02 23
2470604	2052 03 07		2471889	2055 09 13
2477380	2070 09 25		2478664	2074 04 01
2484238	2089 07 05		2485440	2092 10 19
		β Tau		
2419432	1912 01 30		2420743	1915 09 02
2426208	1930 08 19		2427519	1934 03 22
2432983	1949 03 07		2434295	1952 10 09
2439759	1967 09 25		2441071	1971 04 29
2446644	1986 08 01		2447956	1990 03 05
2453420	2005 02 18		2454731	2008 09 21
2460196	2023 09 08		2461507	2027 04 11
2466944	2042 02 28		2468283	2045 10 29
2473720	2060 09 17		2475031	2064 04 20
2480496	2079 04 07		2481917	2083 02 26
2487354	2098 01 15		2488692	2101 09 15
		α Leo		
2416978	1905 05 12		2417470	1906 09 16
2420120	1913 12 18		2420639	1915 05 21
2423754	1923 11 30		2424246	1925 04 05
2426923	1932 08 03		2427415	1933 12 08
2430530	1942 06 19		2431021	1943 10 23
2433781	1951 05 14		2434191	1952 06 27
2437333	1961 02 02		2437797	1962 05 12
2440557	1969 12 01		2441048	1971 04 06
2444190	1979 11 12		2444600	1980 12 26
2447332	1988 06 19		2447824	1989 10 24
2450966	1998 06 01		2451458	1999 10 06
2454108	2007 01 07		2454600	2008 05 13
2457742	2016 12 19		2458234	2018 04 25
2460884	2025 07 27		2461403	2026 12 28
2464490	2035 06 11		2465010	2036 11 12
2467742	2044 05 06		2468261	2045 10 07
2471266	2053 12 29		2471785	2055 06 01
2474517	2062 11 23		2475037	2064 04 26
2478069	2072 08 14		2478616	2074 02 12
2481293	2081 06 12		2481812	2082 11 13
2484927	2091 05 25		2485419	2092 09 28

Fortsetzung Referat: Sternbedeckungs-Serien.

Bedeckungs-Serien von Sternen heller als +2,0^m (+1900 bis +2100)

Anfang			Ende		
JD	Datum		JD	Datum	
α Vir					
2415398	1901	01 13	2415917	1902	06 16
2419632	1912	08 17	2420261	1914	05 08
2422173	1919	08 02	2422692	1921	01 02
2426490	1931	05 28	2427037	1932	11 25
2428949	1938	02 19	2429468	1939	07 23
2433266	1949	12 15	2433812	1951	06 14
2435725	1956	09 08	2436271	1958	03 08
2440042	1968	07 04	2440588	1970	01 01
2442501	1975	03 29	2443102	1976	11 19
2446845	1987	02 18	2447337	1988	06 24
2449358	1994	01 05	2449877	1995	06 08
2453621	2005	09 07	2454140	2007	02 08
2456134	2012	07 25	2456653	2013	12 26
2460478	2024	06 16	2460997	2025	11 17
2462910	2031	02 12	2463429	2032	07 15
2467254	2043	01 04	2467773	2044	06 06
2469686	2049	09 01	2470205	2051	02 02
2474030	2061	07 24	2474549	2062	12 25
2476489	2068	04 17	2477062	2069	11 11
2480806	2080	02 11	2481325	2081	07 14
2483346	2087	01 25	2483838	2088	05 31
2487581	2098	08 30	2488210	2100	05 21
α Sco					
2419445	1912	02 12	2421275	1917	02 15
2426193	1930	08 04	2428051	1935	09 05
2432969	1949	02 21	2434799	1954	02 25
2439745	1967	09 11	2441575	1972	09 14
2446520	1986	03 30	2448351	1991	04 04
2453378	2005	01 07	2455236	2010	02 08
2460181	2023	08 24	2462012	2028	08 28
2466957	2042	03 13	2468788	2047	03 18
2473733	2060	09 30	2475563	2065	10 04
2480590	2079	07 10	2482421	2084	07 14
2487366	2098	01 27	2489197	2103	02 02

Literatur

J.Meeus, La périodicité des occultations. Ciel et Terre, 1971,
87 / 240-252.

G.P.Können und J.Meeus, Occultation Series of Five Stars (+1940 bis
+2049), J.Brit.Astr.Ass., 1972, 82,6 431-433.

Michael Pietschnig
Pannschgasse 7
A-1050 Wien.

Referat: Isophotometrie mittels Äquidensiten.

Allgemeines: Aus photographischen Originalnegativen können Isophoten durch punktweise Photometrie und Verbindung gleichheller Punkte, durch spezielle Isophotometer oder - bei weitem die ökonomischste Methode - durch Herstellung photographischer Äquidensiten gewonnen werden.

Die Äquidensiten-Methode geht auf Lau und Krug (2) zurück und wurde auf breiter Basis durch Högner und Richter am Karl-Schwarzschild-Observatorium in Tautenburg bei Jena, DDR (3) in die Astronomie eingeführt: Auf einem Spezialfilm werden von einem Negativ, das ein Flächenobjekt diffuser Schwärzungsverteilung zeigt, nebeneinander Kopien steigender Belichtungszeit angefertigt. Die Einzelkopien markieren jeweils eine ganz bestimmte Schwärzung aus der Schwärzungsvielfalt des Originals als schmale Linie, als "Äquidensite". Die so dargestellten Schwärzungen lassen sich durch Wahl der Kopierbelichtung steuern. Eine Reproduktion der übereinander paßgenau montierten Einzelkopien beschreibt das Objekt isophotometrisch.

In der Astronomie wurde die Äquidensiten-Methode auf die Sonnenkorona, auf Kometen, auf Galaktische Wolken, auf Kugelhaufen und auf extragalaktische Objekte angewandt (4).

Äquidensiten-Herstellung: AGFA-GEVAERT bietet für äquidensitometrische Arbeiten den Film "AGFACONTOUR PROFESSIONAL" an, ein Einschichtmaterial, dessen Emulsion hauptsächlich aus drei Komponenten besteht, nämlich aus einer

Silberchlorid-Emulsion, einer
Silberbromid-Emulsion, sowie aus
Katalytischen Keimen (Silbersulfid).

Die Silberchlorid-Emulsion ist so sensibilisiert, daß das Empfindlichkeitsmaximum im grünen Bereich liegt; die Silberbromid-Emulsion, deren Anteil nur 1/20 des Silberchloridanteils beträgt, hat ihr Empfindlichkeitsmaximum im blauen Bereich. Die Empfindlichkeit der beiden Emulsionen wurde so gewählt, daß die des Silberbromids bei einer Farbtemperatur von 2800° K (Glühlampenlicht) fünfmal so hoch ist als jene des Silberchlorids. Für die Entwicklung wird ein Spezialentwickler ohne Kaliumbromid, aber mit viel Natriumsulfit verwendet.

Dieser Film hat eine Schwärzungskurve (sie stellt den Zusammenhang zwischen Schwärzung und Lichtmenge dar), die aus einem positiven und aus einem negativen Ast mit dazwischenliegender Einsattelung besteht. Der positive Ast wird durch die Empfindlichkeit des Silber-

Fortsetzung Referat: Isophotometrie mittels Äquidensiten.

bromids, der negative durch jene des Silberchlorids bestimmt. Im Bereich der Einsattelung entsteht die Äquidensite, ein schmales Band von nur wenig unterschiedlicher Schwärzung.

Um den von ihr erfaßten Schwärzungsbereich, die Breite der Äquidensite, kontinuierlich verändern zu können, nützt man die verschiedene Farbempfindlichkeit der beiden Emulsionen aus: Je dichter der im Kopierlichtweg zwischen Originalnegativ und AGFACONTOUR-FILM befindliche Gelbfilter, desto schmaler wird die Äquidensite.

Um die für die Herstellung einer zu einer bestimmten Schwärzung S gehörenden Äquidensite nötige Belichtungszeit t zu ermitteln, muß zunächst die Belichtungszeit t_{eich} für eine damit am verwendeten Kopiergerät erzielte Schwärzung S_{eich} bekannt sein; Schwärzungen können mit einem Densitometer oder mit einem ebenfalls bei AGFA-GEVAERT erhältlichen Graukeil gemessen werden. Man rechnet:

$$S_x = S - S_{\text{eich}} \quad \text{und erhält} \quad t = 10^{S_x} \cdot t_{\text{eich}}$$

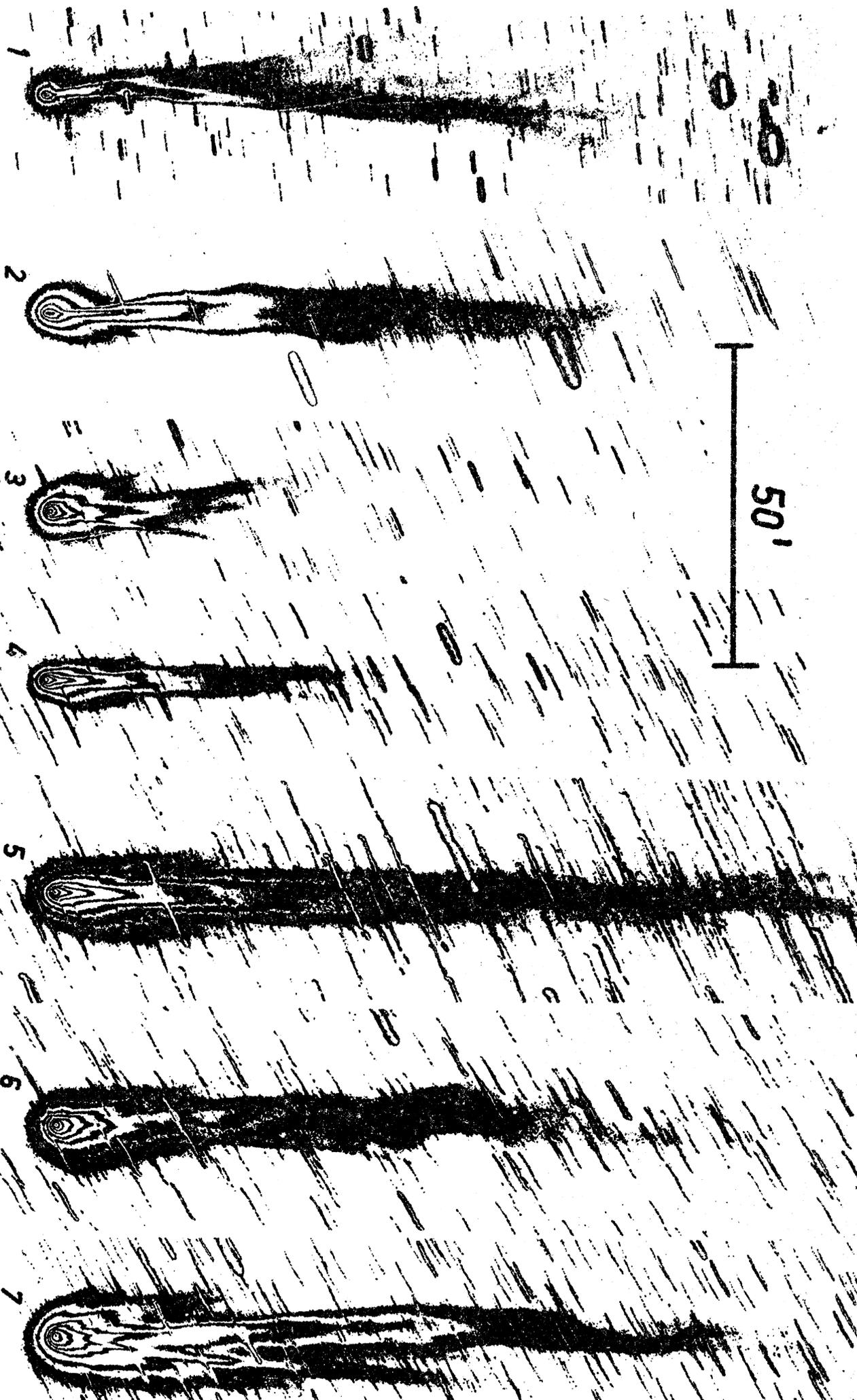
Beispielsweise sei $S_{\text{eich}} = 0,3$ und die zu ihrer Erreichung am vorhandenen Kopiergerät nötige Belichtungszeit $t_{\text{eich}} = 2,5$ Sekunden. Die durch eine Äquidensite darzustellende Schwärzung S im Original sei $1,5$; man hat also $S_x = 1,5 - 0,3 = 1,2$ und $t = 10^{1,2} \cdot 2,5 = 39,6$ Sekunden. Auf diese Weise können beliebige Schwärzungen ausgewählt und dargestellt werden; man montiert sie zu einem Gesamtbild, das (auch mit verschiedenfärbigen oder verschieden symbolisierten Äquidensiten) reproduziert werden kann. Die Montage erfordert einen gewissen Maßstab und Maßhaltigkeit der Einzelkopien. Originale 24×36 mm sind in der Regel zu klein. Auch werden an die gleichmäßige und zeitlich konstante Ausleuchtung des Feldes im Kopiergerät hohe Anforderungen gestellt. Die Firma AGFA-GEVAERT gibt ihrem Äquidensitenfilm eine ausgezeichnete Beschreibung und Verarbeitungsanleitung bei (1).

Isophotometrischer Atlas der Kometen: W.Högner und N.Richter haben die Äquidensiten-Methode auf Kometen in großem Stil mit dem Film ORWO FU 5 in ihrem "Isophotometrischen Atlas der Kometen" (J.A.Barth, Leipzig 1969) angewandt, aus dem einige Äquidensiten-Darstellungen des Kometen Morehouse, +1908 III, anbei wiedergegeben werden.

Literatur (Vorstellung über das interne TV-System des Planetariums)

- 1 C.Sauer, Agfacontour Professional in Wissenschaft und Technik. Agfa-Gevaert-AG, D-509 Leverkusen Bayerwerk, 1974.
- 2 E.Lau-W.Krug, Die Äquidensitometrie. Akademie-Verl., Berlin 1957.
- 3 W.Högner-N.Richter, Photographische Äquidensitometrie - Die neue Technik der astronomischen Isophotometrie. Jenaer Jundschau 6/1966.
- 4 W.Högner-N.Richter, Isophotometrischer Atlas der Kometen; s.oben.

QUIDENSTERN KOMETE +1908 III (Morehouse). Von Emulsion+Filter erfasser Wellenlängenbereich: 360-490 nm.
1) +1908 09 20,985 UM 2) +1908 09 29,848 UM 3) +1908 10 03,003 UM 4) +1908 10 17,853 UM
5) +1908 10 17,833 UM 6) +1908 10 19,787 UM 7) +1908 10 23,798 UM. Nach Höpner-Richter, Isophoto-
metrischer Atlas der Kometen, Teil I, Verlag J.A.Barth, Leipzig.



Referat: Beobachtung Veränderlicher Sterne mit Amateurmitteln.

Allgemeines: Sterne, die ihr Licht verändern, lassen sich in zwei grundsätzlich unterschiedliche Gruppen teilen: Die eine umfaßt die Bedeckungsveränderlichen und die andere alle jene Sterne, die ihr Licht zufolge der zeitlichen Änderung einer oder mehrerer ihrer Zustandsgrößen wechseln. Diese physischen Veränderlichen befinden sich in einer instabilen, sehr frühen oder späten Entwicklungsphase; aus dem Verständnis der physikalischen Prozesse im Sterninneren können die Mechanismen der Veränderlichkeit erschlossen werden.

Beobachtungsmöglichkeiten für Amateure: Es sind mehr als 20.000 Veränderliche bekannt, von denen etwa 5.000 mit Amateurmitteln beobachtet werden können. Bei richtiger Programmstellung haben Beobachtungen, die Amateure in bestimmten Bereichen anstellen, großen Wert und es kann ein kleiner wissenschaftlicher Beitrag geleistet werden. Folgende Beobachtungsmethoden können angewandt werden:

- 1) Photographisch: Untersuchung von Sternfeldern zur Auffindung neuer Veränderlicher. Die Grenzgröße der Kamera sollte mindestens $+14^m$ betragen, wodurch sich ein eher hoher instrumenteller Aufwand ergibt; auf diesem fruchtbaren Arbeitsgebiet arbeiten eher wenige Amateure.
- 2) Lichtelektrisch, photoelektrisch: Heute, wenn auch mit noch höherem Aufwand, durchaus von Amateuren ausführbar. Die Ergebnisse können sehr wertvoll sein und man erreicht bei richtiger Programmstellung professionelles Niveau. Informationen gibt die AAVSO, siehe "Vereinigungen zur Beobachtung Veränderlicher".
- 3) Visuell: Für Veränderliche mit Amplituden größer als $0,5^m$ ist das visuelle Schätzverfahren anwendbar und leicht zu erlernen. Ein Vorteil gegenüber 2) ist, daß wesentlich mehr Ergebnisse anfallen, weil das Verfahren einfacher und schneller ist. Bei gewissen Sterntypen entspricht diese Beobachtungsmethode durchaus, weil einfach keine höhere Genauigkeit nötig ist.

Vereinigungen zur Beobachtung Veränderlicher: Allein kann der Amateur recht wenig ausrichten; soll sinnvolle, verwertbare Arbeit geleistet werden, ist der Anschluß an eine überregionale Vereinigung fast unumgänglich nötig. In Europa bestehen folgende größere Organisationen:

BAA VSS, I.D.Howarth, 67 Lichfield Road,
Portsmouth, PO3 6DF, England.

BAV W.Foerster Sternwarte, Munsterdamm 90,
D-1000 Berlin 41, BRD.

AFOEV E.Schweitzer, 1, Rue Beethoven, F-67000
Strasbourg, France.

Fortsetzung Ref.: Beobachtung Veränderlicher mit Amateurmitteln.

Wirklich überregional ist die

AAVSO Concord Ave, Cambridge, Mass.02138, USA.

Diese Organisation vertreibt Karten, die auch für Berufsastronomen wertvoll sind und gibt ein monatliches "Circular", ein halbjährliches "Journal" und alle 1000 Tage einen "Report" mit Lichtkurven heraus.

Visuelle Variablenschätzung: Man verwendet Karten (AAVSO, aber auch von anderen Vereinigungen), welche die Identifizierung ermöglichen und für Sterne in der Nachbarschaft des Veränderlichen Vergleichshelligkeiten angeben. Die Methode selbst ist einfach: Angenommen, man hat einen Veränderlichen und zwei Vergleichssterne mit $+6,5^m$ und $+6,9^m$ (meist werden in den Karten die Dezimalpunkte weggelassen, man schreibt dann einfach 65 und 69). Ist der Variable mit 65 gleichhell, so hat er $+6,5^m$; liegt er in der Helligkeit in der Mitte zwischen beiden, hat er $+6,7^m$; scheint seine Helligkeit etwas näher zu 65 zu sein, hat er $+6,6^m$. Nach etwa 100 Beobachtungen ist man eingeübt und kann eine Genauigkeit von $0,1^m$ erreichen. Die Fehlerquellen sind: Voreingenommenheit, unterschiedliche Farbe von Veränderlichen und Vergleichssterne, Streulicht, Müdigkeit. Bei Gesamtlichtkurven gibt es meist eine Streuung von bis zu $0,5^m$ der Einzelwerte. Diese Genauigkeit begrenzt die Anwendung auf Sterne mit einer Amplitude größer als $0,5^m$. Am besten eignet sich diese Methode für Sterne mit Amplituden von mehr als 2^m .

Beobachtbare Typen: Eruptive Variable, wie Novae, novaähnliche Sterne, Zwergnovae, Irreguläre Veränderliche / Mirasterne / Halb- und unregelmäßige Veränderliche / in Grenzen auch Bedeckungsveränderliche und RR-Lyrae-Sterne.

Der große Vorteil der Methode ist die große Zahl der Sterne, die man beobachten kann, besonders gegenüber der lichtelektrischen bzw. photoelektrischen Methode. Etwa 400 AAVSO-Beobachter machen jährlich rund 180.000 Schätzungen.

Instrumentierung: Man kann bereits mit einem mittelgroßen Feldstecher arbeiten. Mit folgenden Durchmessern erreicht man folgende Grenzgrößen und kann sich danach ein Programm zusammenstellen:

50 mm Durchmesser	$+11^m$ Grenzgröße
100 mm	$+13^m$
200 mm	$+15^m$

Für die Auswahl der Sterne wäre zu raten, besser weniger beobachtete, schwächere und unbekanntere Sterne, natürlich der Leistung des Instrumentes angepaßt, auszuwählen. Nähere Auskünfte in allen diesen Fragen gibt die Vereinigung AAVSO.

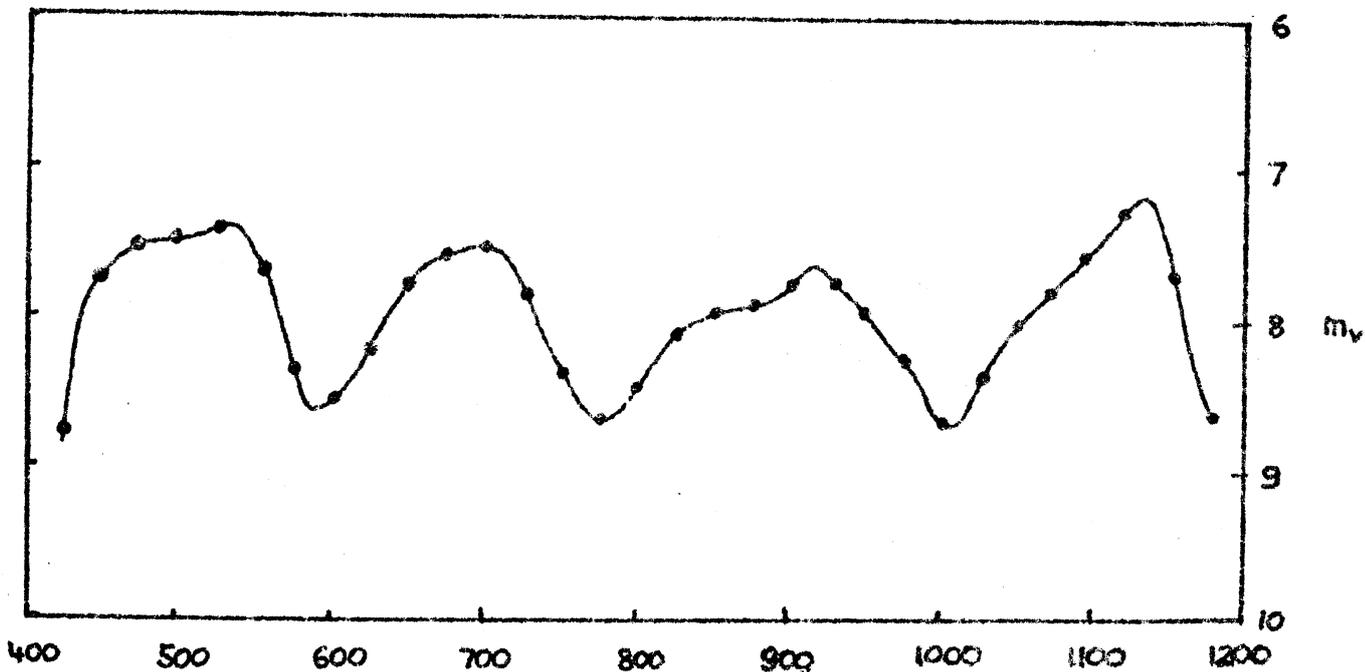
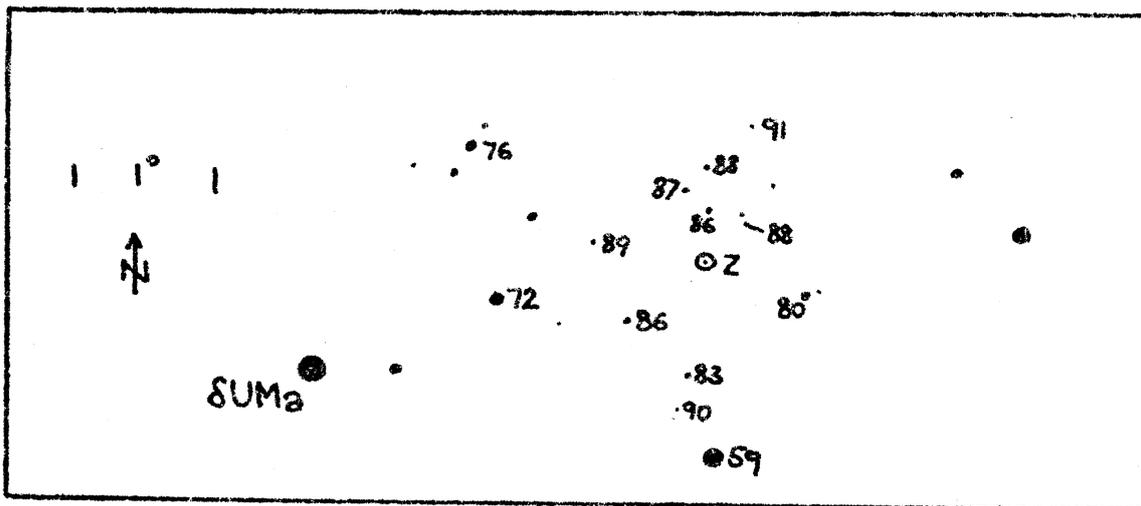
Fortsetzung Ref.: Beobachtung Veränderlicher Sterne mit Amateurmitteln.

BEISPIEL DER BEOBSACHTUNG EINES VARIABLEN: Z UMa

Typus: SR ? / Amplitude: $+6,5^m$ bis $+9,1^m$ / Periode: 196 Tage.

Ober: Aufsuchkarte, Zusammenfassung zweier AAVSO-Karten.

Unten: Lichtkurve. Die Punkte stellen Mittelwerte über einen Zeitraum von 25 Tagen dar; aus diesem Zeitraum wurden alle Beobachtungen gemittelt und ergeben jeweils diesen Wert.



J.D. 2442000 +

Fortsetzung Ref.: Beobachtung Veränderlicher mit Amateurmitteln.

Literatur

- Veränderliche Sterne, von C.Hoffmeister; unter Mitarbeit von G.Richter und W.Wenzel. J.A.Barth, Leipzig 1970. Einführungs- und Übersichtswerk.
- Variable Stars, von J.S.Glasby, Cambridge 1970. Einführungswerk.
- AAVSO-Manual, von M.W.Mayall, AAVSO 1970. Beobachtungsanleitung.
- General Catalogue of Variable Stars (GCVS), Sternberg State Astronomical Institute of the Moscow State University, von B.V.Kukarkin, P.N.Kholopov, Yu.N.Efremov, N.P.Kukarkina, N.E.Kurochkin, G.J.Medvedeva, N.B.Perova, V.P.Fedorovich, M.S.Frolov. 1969 bis 1976 drei Haupt- und drei Supplementbände. Es handelt sich um das größte Standardwerk sämtlicher Variabler.
- Atlas of Finding Charts of Variable Stars, von V.P.Tsesevich und Kazanasmas, Astronomical Council of the Academy of Sciences in the UdSSR, Astronomical Observatory of the Odessa State University, Moscow 1971. Sehr nützlicher Beobachtungsbehelf.
- (Bücher-Vorstellung über das interne Fernsehsystem des Wiener Planetariums; Möglichkeit zur Einsichtnahme in der Vortragspause).

Wolfgang Vollmann
Mühlgasse 8, 4/5/81
A-2511 Pfaffstätten

STERNFREUNDE-SEMINAR, WIENER PLANETARIUM, 1978 / Mucke

Referat: Photographische Photometrie - Versuche in den Bereichen V, B

Verwendete Grundlagen und Ausrüstung:

Literatur: Sky and Telescope, Juli 1965, "Five-Color Photometry of Bright Stars", Katalog von 1325 Sternen bis etwa +6^m, scheinbare Helligkeiten in den Bereichen U-B-V-R-I (V 540nm, B 430nm).

A. Becvar, Atlas of the Heavens, samt Katalog zum Aufsuchen und Feststellen der zu messenden Sterne.

Filter mit Steckfassungen für Okulare 31mm Ø der Firma Lichtenknecker Optics AG, Grote Breemstraat 21, B 3500 Hasselt, Belgien: OG 550 (Orange), GG 495 (Dunkelgelb), GG 455 (Hellgelb).

Teleobjektiv f=200mm, f/4, mit Spiegelreflexkamera. Bei diesem Teleobjektiv (Marke Asahi Pentax) lassen sich die Filtersteckfassungen zufällig kameraseitig hineinstecken, sodaß die Filter im Strahlengang des Objektivs liegen (Achtung: Glas im Strahlengang eines Objektivs verschiebt die Bildebene nach hinten und es muß mittels Lupe auf der Mattscheibe scharfgestellt werden). Das abgebildete Himmelfeld ist ca. 8° x 12° groß.

Parallaktische Montierung mit genauer Nachführung, wobei als Leitrohr ein Teleobjektiv f=500mm mit 2 Stück Dreifachkonvertern und Winkelokular dient (f=4500mm, Vergrößerung 250 fach).

Kodak Recording Film, der mit Daniel Phenigran Entwickler bei +20°C in 30-35 Minuten auf 42-45 DIN entwickelt wird (Entwicklungszeiten sind für OG 550 ca. 5 und für GG 495 und GG 455 ca. 7 Minuten).

Projektor: Die Negative werden auf 3,5m Distanz auf eine weiße Türe projiziert, auf der mit aufgelegtem Millimeterpapier und Vergrößerungsglas die Durchmesser der 5-10mm großen Sternscheibchen auf ca. 0,5mm genau vermessen werden.

Angewandte Technik:

Kamera mit Filter im Teleobjektiv und Leitrohr kommen auf die parallaktische Montierung. Das ausgewählte Sternfeld wird auf Mattscheibe eingestellt und mit Lupe scharfgestellt. Im Leitrohr wird irgend ein heller Stern anvisiert und die Kamera die nötige Zeit zur Belichtung mitgeführt. Die Negative werden entwickelt, gerahmt und projiziert. Aus dem Katalog werden die V- und B-Helligkeiten der zu messenden Sterne zusammengestellt und deren Örter auf dem Negativ festgestellt; in Diagrammen werden die gemessenen Sternbildchendurchmesser gegen deren scheinbare Helligkeiten aufgetragen.

Versuchsergebnisse:

Wie Diagramm 1 zeigt, paßt der Filter OG 550 Orange gut zum V-Bereich 540nm, der Streubereich ist 0,5^m breit; wie groß die Streuungen werden, wenn die Spektralbereiche von Aufnahme und

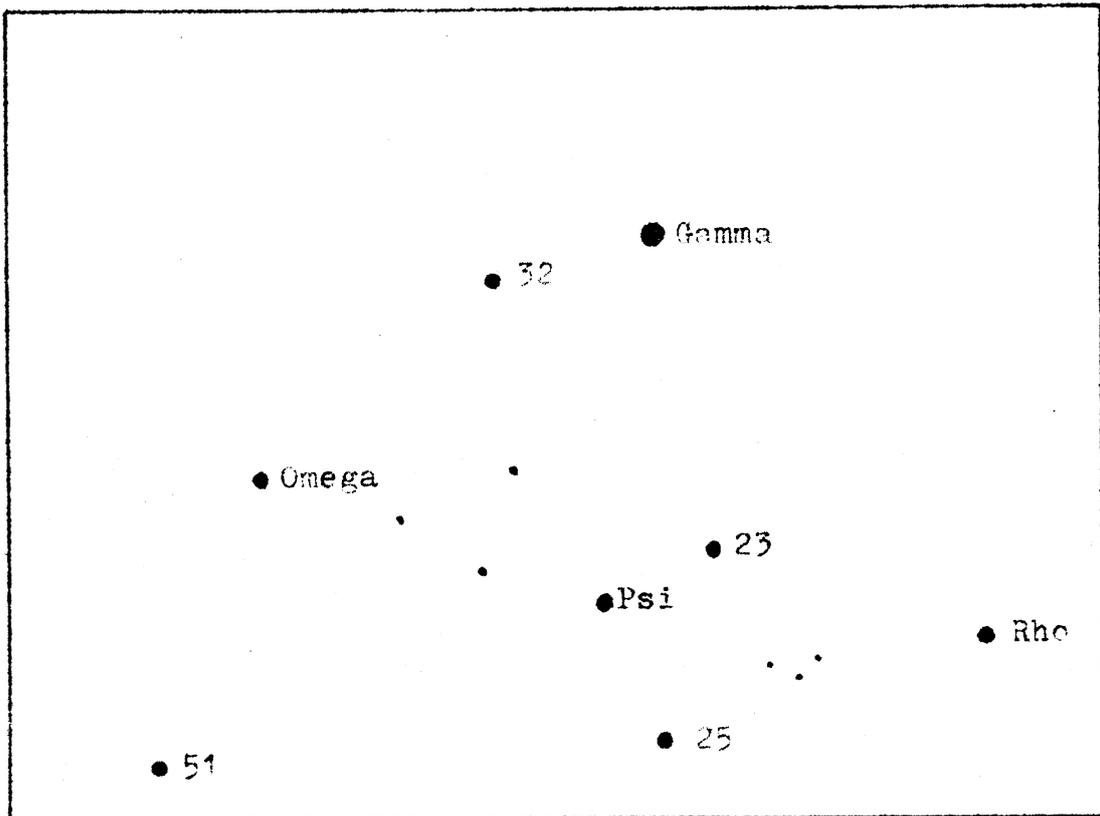
Fortsetzung Referat: Photographische Photometrie - Versuche in den Bereichen V und B

Filter nicht übereinstimmen, zeigen die Diagramme 2 und 3.

Aufstellung der zu messenden Sterne:

Es wurde das Gebiet um Gamma Orionis gewählt ($5^h20 / +5^\circ$), Aufnahme vom 30. Januar 1978. Positionen: Äquinoktium +1960,0

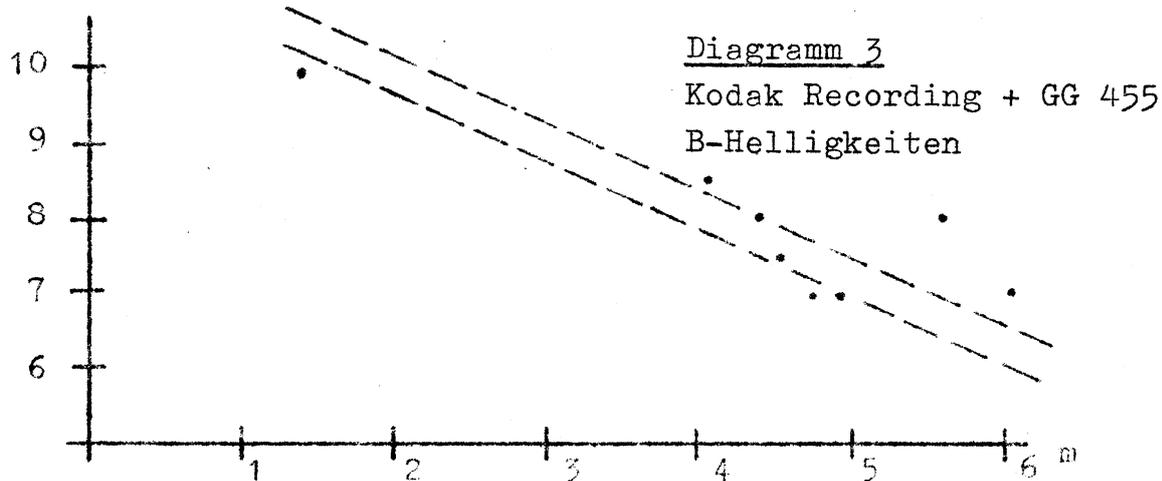
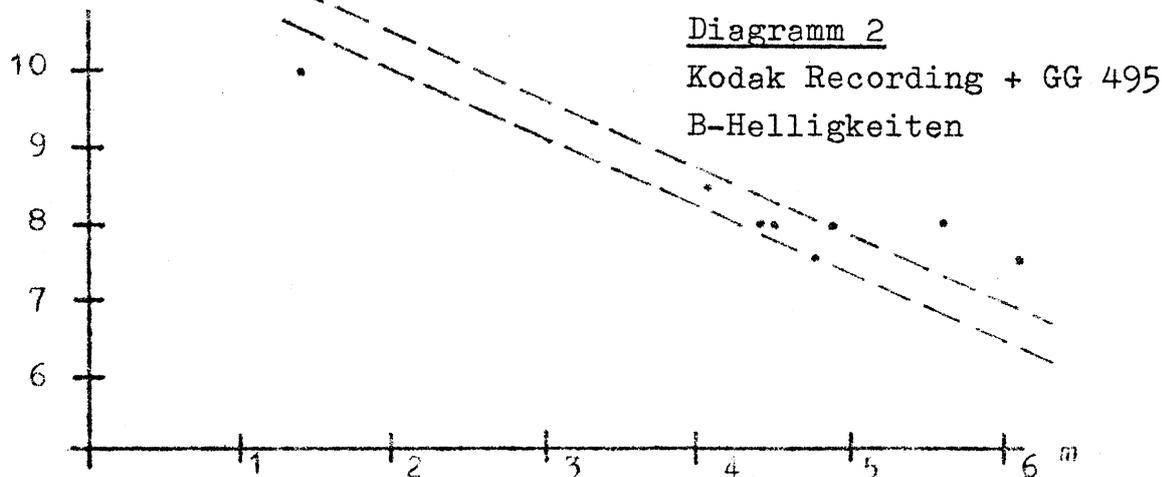
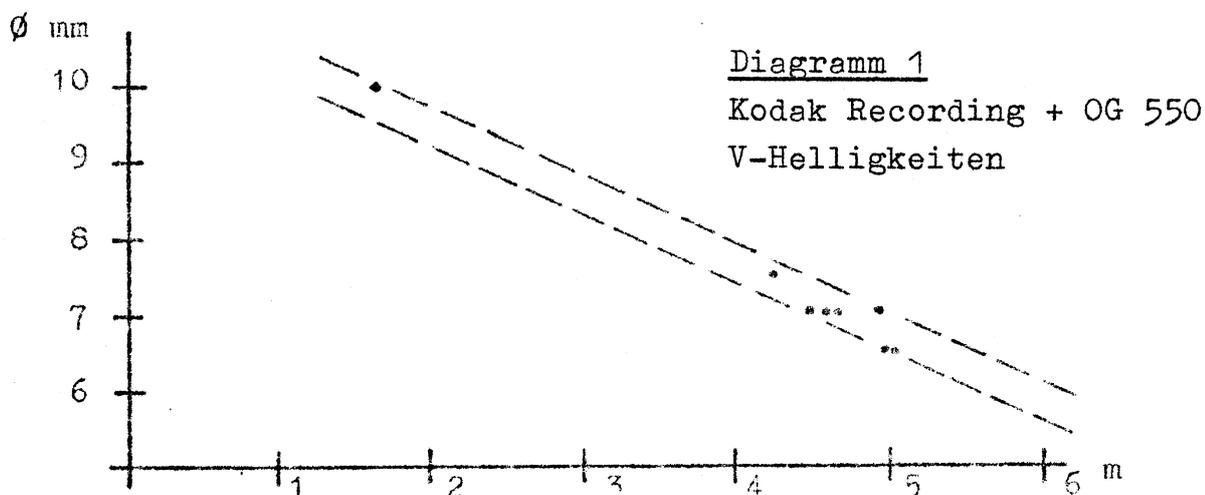
Stern	Rekt	Dekl	V 540nm	B-V	B 430nm
Rho	5 ^h 11,2 ^m	+2°50'	+4,44 ^m	+1,19 ^m	+5,63 ^m
23	5 20,8	+3 31	+5,00	-0,15	+4,85
25	5 22,6	+1 49	+4,95	-0,21	+4,74
Gamma	5 23,0	+6 20	+1,63	-0,21	+1,42
Psi	5 24,7	+3 03	+4,61	-0,22	+4,39
32	5 28,6	+5 55	+4,20	-0,13	+4,07
Omega	5 37,1	+4 06	+4,59	-0,11	+4,48
51	5 40,4	+1 28	+4,89	+1,18	+6,07



Fortsetzung Referat: Photographische Photometrie - Versuche in den Bereichen V und B.

Diagramme Sternscheibchendurchmesser / Sternhelligkeiten

Als Abszissen sind die scheinbaren Helligkeiten, als Ordinaten sind die Sternbildchendurchmesser aufgetragen.



BEOBACHTUNGSPROGRAMME FÜR AMATEURASTRONOMEN IN ÖSTERREICH

Astronomisches Büro, Sanettystr.3, A-1080 Wien.

B E D E C K U N G E N D U R C H D E N M O N D

=====

Zweck: Verbesserung der Mond- und Erdbahntheorie, der Mondrandzonenkarten und der Bezugsepoche von Sternkatalogen; Bestimmung der Beziehungen Weltzeit-Ephemeridenzeit-Atomzeit.

Diese astrometrischen Beobachtungen haben, wenn sie gewissenhaft ausgeführt werden, hohen Wert. Einfache Beobachtungshilfsmittel, kurze Vorbereitungs- und Beobachtungszeiten, geringe Empfindlichkeit gegen schlechte Luftdurchsicht und Wahlmöglichkeit unter den vorausberechneten Terminen machen diese Beobachtungsaufgaben für Amateure sehr geeignet. Dazu kommt der reizvoll große Schwierigkeitsbereich, die gute Vorschulung für weitere astrometrische Arbeiten und die Überprüfbarkeit der Angaben.

Die astrophysikalische Auswertung von Bedeckungsbeobachtungen (Planetendurchmesser, Planetenatmosphären, Stern- Radioquellen- und Röntgenquellendurchmesser sowie engste Doppelsterne) erfordert Spezialmittel und bleibt hier außer Betracht.

Gebraucht wird hauptsächlich: Fernrohr über 5cm Öffnung (viele Bedeckungen sind aber auch für größte Instrumente zu schwierig), Zehntelsekundenstoppuhr (Gang über 1h weg prüfen), Telephon (für Wiener Atomuhr 0222-1505) oder als Ersatz Zeitsignal-Empfänger (z.B. DIZ 4525 kHz oder OMA 2500 kHz), Hilfsuhr zur Sicherung der Minute, kleine Mondkarte, Liste vorausberechneter Erscheinungen (Himmelskalender oder Computerausdruck) und Kenntnis der geogr. Länge/Breite ($\pm 1''$) und Seehöhe ($\pm 30m$).

Anleitung: Der Computerausdruck bietet genäherte ZEIT MEZ, M scheinbare visuelle Helligkeit des bedeckten Objektes, ELONG Elongation Mond-Sonne (Phasenabschätzung), PH Erscheinungsart (ANF Anfang, END Ende der Bedeckung), P Positionswinkel der Bedeckungsstelle am Mondrand und NAME (ZC-Nummer und Bezeichnung nach Bayer, Flamsteed oder BD-Nummer; Doppelsterne sind durch : im Namen bezeichnet).

Vorbereitung durch Anfertigung einer Ablaufskizze nach umseitigem Muster; P_d wird der Mondephemeride des Himmelskalenders entnommen, P dem Computerausdruck. Der Himmelskalender gibt ferner zu jeder Bedeckung Azimut und Höhe des Mondes für Wien und Innsbruck: Diese Werte ändern sich für Orte in Österreich nur um wenige Grade und dienen der Abschätzung, ob diese Bedeckung des Landschaftshorizontes wegen beobachtbar ist.

Hilfsuhr mittels Zeitsignal auf wenige Sekunden richtig stellen, Stoppuhr aufziehen und einige Minuten vor der Erscheinung richtige Mondrandstelle in Sehfeldmitte bringen; etwa 50x und möglichst Weitwinkelokular verwenden - auf entspannte Körperhaltung achten! Im Erscheinungsmoment Stoppuhr auslösen und beim Sekundenpunkt 0 einer der nächsten Minuten (0222-1505, Punkt 59 entfällt) anhalten. Stoppuhrlaufzeit evtl. auf Gang berichtigen und von der Anhalteminute abziehen. Anzustreben sind Angaben innerhalb $\pm 0,1^s$.

Niederschrift, Einsendung, Auswertung: Bitte, anbei übermitteltes Computer-Formblatt (Muster HMNAO) verwenden; Musterbeispiel umseits! Einsendetermin: Beginn der nächsten Jahreszeit. Einsendeadresse: Astronomisches Büro, Sanettystr.3, A-1080 Wien. Dort erfolgt die Sammlung und Vorreduktion zur Aussonderung grob fehlerhafter Werte. Die Auswertung erfolgt vereinbarungsgemäß durch das HM Nautical Almanac Office, wohin die Beobachtungen weitergegeben und nach Rückerhalt im "Sternenboten" unter namentlicher Kennzeichnung veröffentlicht werden.

Muster umseits!.

=====

BEOBACHTUNGSPROGRAMM FÜR AMATEURASTRONOMEN IN ÖSTERREICH: BEDECKUNGEN DURCH DEN MOND

=====

BEOBACHTER (Name, Adresse, Telefon): _____

FERNROHRE UND BEOBACHTUNGSORTE (Kodebuchstabe in Spalte 58, Formblattrückseite, einsetzen): _____

Fernrohr: Type, Öffnung (± 1 cm) Ort: Länge ($\pm 0,1$ s oder 1") Ort: Breite ($\pm 1''$) Ort: Seehöhe (± 30 m)

A _____
 B _____
 C _____

BEOBACHTER (Kodebuchstabe in Spalte 59, Formblattrückseite, einsetzen): _____

a _____ b _____ c _____
 d _____ e _____ f _____

KODIERUNG (Kodezahl 1-9 in die Spalten 35, 36, 37, 38, 39, 40 auf der Formblattrückseite einsetzen): _____

1	Spalte 35, Erscheinungsart	Spalte 36, Fehler	Spalte 37, Bedingungen	Spalte 39, Zeitnehmung
1	Verschwinden; dunkler Rand	1 ($\pm 0,1$ bis $0,2$ s)	1 Klar	1 Lichtelektrisch
2	Erscheinen; dunkler Rand	2 ($0,3$ $0,4$)	2 Dunstig, leicht wolkig	2 Auge/Ohr
3	Verschwinden; heller Rand	3 ($0,5$ $0,7$)	3 Wolken	3 Chronograph
4	Erscheinen; heller Rand	4 ($0,8$ $0,9$)	4 Verhältnisse schwierig	4 Stoppuhr/Zeitsignal
5	Blinkend	5 (± 1 s)	5 Nicht momentan	5 Stoppuhr/Teleph.Signal
6	Blitzend	6 Stern schwach	6 Dunkler Rand sichtbar	6 Kamera/Uhr
7	Nicht näher bekannt	7 Zu früh gemessen	7 Indirektes Sehen	7 Auge/Ohr, Sternzeit- chronometer
		8 Zu spät gemessen	8 Während Mondfinsternis	8 Chronograph/Sternz.Uhr
		9 Unsicher um Zehntelsekunden		9 Magnetophon/Zeitsignal

Spalte 38, Unbekannter Stern oder Doppelstern Spalte 40, Persönliche Gleichung

5 Unbekannter Stern f Folgende Komponente 0 Unbekannt und daher nicht berücksichtigt.

B Hellere Komponente n Nördliche Komponente 1 Bereits abgezogen in folgendem Betrag: _____

F Schwächere Komponente s Südliche Komponente 2 Unbekannt und angenommen, daß durch verwendete Art
 der Zeitnehmung eliminiert.

p Vorangehende Komponente

EINSENDE-ADRESSE, AUSKUNFTE: Astronomisches Büro, Senettyst. 3, A-1080 Wien. NEUE FORMBLÄTTER? Ja/Nein

BEOBACHTUNGSPROGRAMME FÜR AMATEURASTRONOMEN IN ÖSTERREICH

Astronomisches Büro, Sanettystr.3, A-1080 Wien.

J U P I T E R M O N D - K O N J U N K T I O N E N

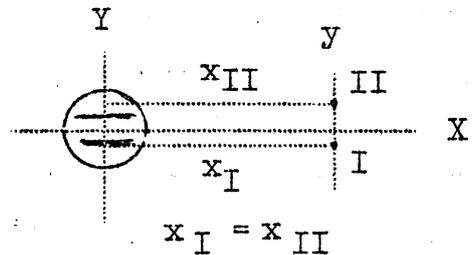
=====

Zweck: Beobachtete Konjunktionen Galilei'scher Jupitermonde ermöglichen die Verbesserung ihrer Bahntheorien. Gewissenhaft ausgeführte Beobachtungen durch Amateure haben hohen Wert und sind begünstigt durch Einsatzmöglichkeit auch kleiner Instrumente; Fortfall von Aufsucharbeit, langer Beobachtungsdauer und langer Übung; Wahlmöglichkeit eines günstigen Beobachtungstermins; relative Unempfindlichkeit gegen Sichtbehinderung.

Gebraucht wird hauptsächlich: Fernrohr ab 5cm Öffnung, auch in ganz einfacher Aufstellung; wünschenswert, aber nicht nötig, ist Ausrüstung mit Weitwinkel-Okular und einfachem Fadenkreuz; Vergrößerung bei 100x; Uhr, die Zeitangaben auf eine oder zwei Sekunden genau liefert (Stand und Gang überwachen: Radio- und Telefonsignal, Wien 1503, Landeshauptstädte 15); Liste vorausberechneter Erscheinungen (Himmelskalender); gegebenenfalls drehbare Sternkarte zur Orientierung über den Jupiterort zur Erscheinungszeit.

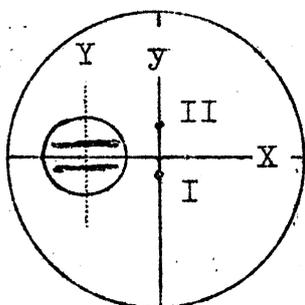
Begriff Jupitermond-Konjunktion: Zwei Jupitermonde stehen mit einander in Konjunktion, wenn sie im rechtwinkligen Koordinatensystem gleiche x-Werte haben.

Rechtwinkliges Koordinatensystem:
Ursprung = Jupitermitte. X in Richtung Jupiteräquator positiv/negativ nach West/Ost, Y senkrecht dazu positiv/negativ nach Nord/Süd.
Einheit: Jupiter-Äquatorradius.

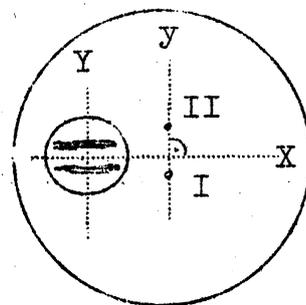


Hätten zwei in Konjunktion stehende Jupitermonde auch gleiche y-werte, so käme es zu einer Bedeckung, wie 1973 und wieder 1979.

Durchführung: Mit Fadenkreuz wird die Konjunktionszeit so bestimmt: Der eine Faden wird parallel zu den Jupiter-Äquatorbändern gedreht (X), der andere auf den einen der beiden Monde gestellt (y).



(1)



(2)

