

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 1976

F E R N R O H R E U N D I H R G E B R A U C H  
=====

Kurs-Adskript

- 1-6 Übersicht: Fernrohroptik und Fernrohrmontierung  
7-9 Referat: Angebot astronomischer Fernrohre samt Zubehör (C.Köberl, Wien).  
10-12 Referat: Die Frühgeschichte des Fernrohrs (R.Mayer, Wien).  
13-18 Übersicht: Die wichtigsten Nebenapparate zum Fernrohr.  
19 Referat: Protuberanzen-Fernrohr nach Nögel (L.Fritsch, Wien).  
20 Referat: Ausrichten einer parallaktischen Montierung mittels Zielfernrohr und photographischer Einstellkontrolle (Dr.H. Fiala, St.Pölten NÖ).  
21-22 Das Kreismikrometer (M.Pietschnig, Wien).  
23 Referat: Das Parallaktische Pult nach Pachner.  
24-34 Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung (R.Zappe, EnnsOÖ).  
35-39 Referat: Das Passageninstrument und seine Konstanten für Aufstellung im Meridian (G.Wödl, Wien).  
40 Referat: Beobachtungen mit dem Passageninstrument im Meridian (A.Culik, Wien).  
41-42 Referat: Bestimmung der geographischen Breite nach dem Verfahren von Horrebow-Talcott (M.Jeitler, Wien).  
43-46 Referat: Photographische Photometrie; zum photometrischen Informationsgehalt des "Falkauer Atlases" (A.Pikhard, Wien).  
47-49 Gastvortrag: Astrospektrographie. Aufbau und Anwendung der Objektivprismenkamera (Prof.Dipl.Ing.W.Jaschek, Leiter der Kuffner-Sternwarte, Wien).  
50-54 Übersicht: Beobachtung besonderer Himmelsereignisse (Sonnen- und Mondfinsternisse, Leuchterscheinungen auf der Mondoberfläche, Stern- und Planetenbedeckungen durch den Mond, Kometen, Feuerkugeln und Novae).  
55-56 Referat: Photographie von Finsternissen (R.Conrad, Wien).  
57-58 Referat: Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Mond (N.Fiala, Wien); Zusatz: Nachrechnung einer beobachteten Sternbedeckung nach "Sternfreunde-Seminar 1974" (W.Chlada, Wien).

Zusätzliche Informationen wurden durch vielseitiges Prospekt- und Katalogmaterial sowie durch Demonstration von Instrumenten geboten. Dem "Astronomischen Verein zur Förderung der Amateurastronomie in Österreich", Seegasse 8, A-1090 Wien, der auch dieses STERNFREUNDE-SEMINAR mitveranstaltet hat, wird herzlich für eine Subvention zur Herstellung dieser Seminarpapiere gedankt.

H.Mucke

Übersicht: Fernrohroptik und Fernrohrmontierung.

- 1 Zweiteiliges Fernrohrobjektiv. Das "Fraunhofer-Objektiv", ca. 160 Jahre bewährt, wird wegen seiner guten Transmissionseigenschaft auch heute noch sehr viel gebaut (C. Zeiss: Typ E).
- 2 Vor allem langbrennweitige Objektive können unter Verwendung von Planspiegeln in kurzen Rohrmontierungen untergebracht werden.
- 3 Farbenfehler von Fernrohrobjektiven aus der Fertigung von Lichtenknecker Optics AG. Senkrecht: Wellenlänge in nm, waagrecht: Brennweitenunterschiede in Tausendstel der Brennweite.
- 4 Newton'sches Spiegelteleskop. Vor allem für Öffnungen über 10cm zweckmäßig und in Amateurräumen weit verbreitet. Wegen Silhouettierung durch den Fangspiegel: Definitionsverlust gegenüber freier Öffnung.
- 5 Schiefspiegler. Keine Silhouettierung durch Fangspiegel, aber Restfehler: Koma und Astigmatismus, die durch Korrektionsglied zwischen Fokus und Fangspiegel beseitigt werden können. Schiefspiegler können die Definition von Linsenobjektiven erreichen; sie sind gegenüber Linsenrohren kürzer, leichter und billiger.
- 6 Schmidtkamera. Sphärischer Hauptspiegel mit Korrekturplatte ergibt großes, aber gewölbttes Bildfeld. Baulänge jedoch mehr als doppelt so groß wie Hauptspiegelbrennweite; Öffnung nur rund halb so groß wie Hauptspiegeldurchmesser.
- 7 Schmidt-Cassegrain-System. Weiterentwicklung des Cassegrain-Systems in Richtung auf erweitertes Bildfeld. Dazu kurze Baulänge! Der Fangspiegel verursacht einen größeren Definitionsverlust als beim Newton-Teleskop, weil er größer sein muß.
- 8 Mittenzwey-Okular. Sehr preisgünstiges, weitgehend fehlerfreies Okular. Vor allem für längere Brennweiten und Verwendung an Systemen mit geringem Öffnungsverhältnis. Weiterentwicklung des Huygens-Okulars.
- 9 Orthoskopisches Okular. Sowohl in langen wie auch kurzen Brennweiten vorzüglich, auch für Systeme mit großem Öffnungsverhältnis.
- 10 Weitwinkel-Okular für höchste Ansprüche. Extrem großes, hervorragend korrigiertes Bildfeld.
- 11 Die Absorption von Filtern in verschiedenen Wellenlängen. Senkrecht: Durchlaßanteil. Waagrecht: Wellenlänge in nm. Im Zusammenwirken von Filtern und photographischen Emulsionen lassen sich bestimmte Spektralbereiche aussondern (Dreifarbenphotometrie!).

Fortsetzung Übersicht: Fernrohroptik und Fernrohrmontierung.

- 12 Trennfähigkeit und Helligkeitsertrag von Fernrohren.  $D_{\text{mm}}$  Öffnung in mm;  $T_{6000}$ ,  $T_{5000}$  Trennfähigkeit für die Wellenlänge 600 nm, 500 nm. Zwei Lichtpunkte, die an der Sphäre den Winkelabstand  $T$  Bogensekunden haben, können noch als zwei erkannt werden: Mitte der Beugungsfigur des einen Punktes fällt auf den ersten dunklen Ring der Beugungsfigur des anderen Punktes. Die Werte gelten für nicht silhouettierte Öffnungen.

$$\sin T = 1,22 \cdot \text{Wellenlänge} : D$$

$\Delta H$  ergibt sich als Steigerung der Punkthelligkeit gegenüber dem freien Auge mit  $d$  mm Pupillendurchmesser in Größenklassen, wenn im System  $P\%$  Licht verlorengelassen:

$$\Delta H = \frac{\log \left[ D^2 \left( 1 - \frac{P}{100} \right) : d^2 \right]}{0,4}$$

Die Tabellenwerte gelten für  $P = 34\%$  und  $d = 6\text{mm}$ .

Siehe "Sternenbote", 1974 August, p.170 ff.

- 13 Verschiedene Arten von Fernrohrmontierungen.  
Siehe Meyers Handbuch über das Weltall, K.Schäifers/G.Traving, BI Mannheim, 5.Auflage.
- 14 Gute und ungünstige Konstruktion einer Fernrohrmontierung.  
Achtung auf kompakte Bauweise mit kurzen Kraftarmen!  
Siehe Astro-Amateur, Schriften der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, 1962, El.Ing.H.Ziegler: Konstruktive Grundlagen des Montierungsbaues.

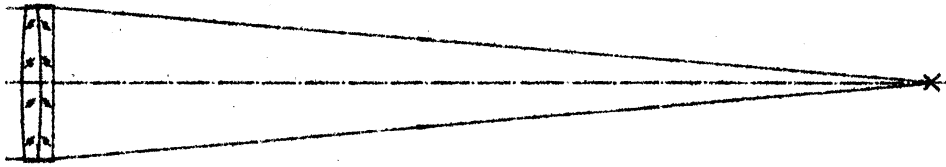
Literatur:

Henry C.King, The History of the Telescope. Text englisch, Charles Griffin & Company Ltd, London 1955.

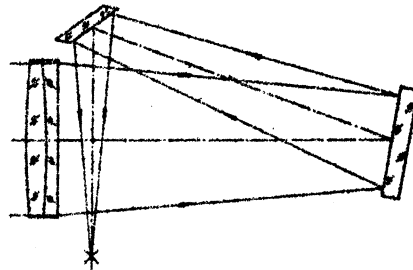
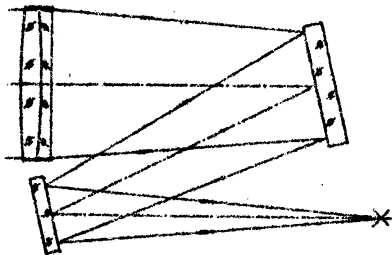
Rolf Riekher, Fernrohre und ihre Meister. VEB Verlag Technik Berlin, DDR, 1957.

Kurt Wenske, Spiegeloptik. SuW Taschenbuch 7, BI Mannheim, 1967.

Kataloge, die man von größeren optischen Werken unschwer erhalten kann, sind ausgezeichnete Studienbehelfe der Instrumentenkunde. Die Strichzeichnungen 1-11 sind dem Katalog von Lichtenknecker Optics AG entnommen worden.



1



2

AK-Objektiv

FH-Objektiv

HA-Objektiv

VA-Objektiv

VAS-Objektiv



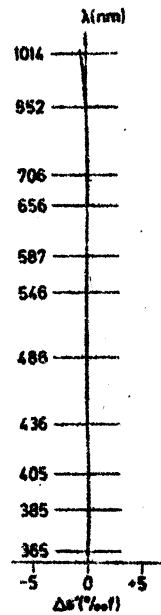
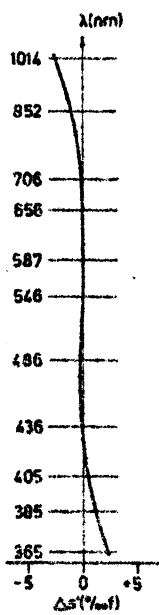
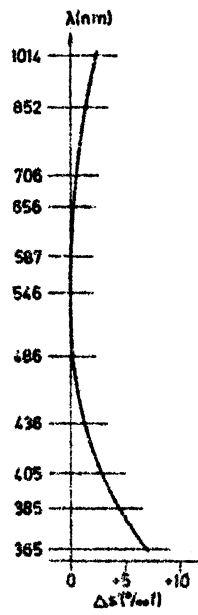
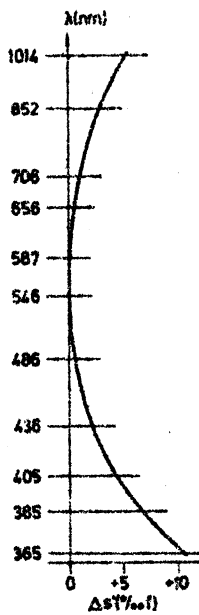
Abb. 1

Abb. 2

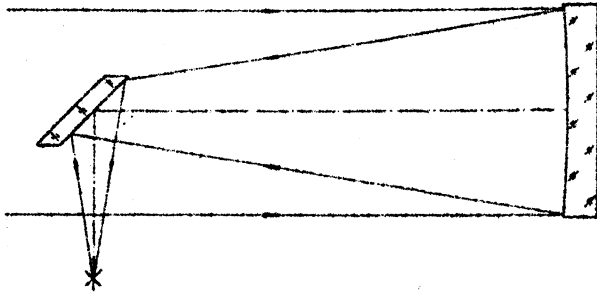
Abb. 3

Abb. 4

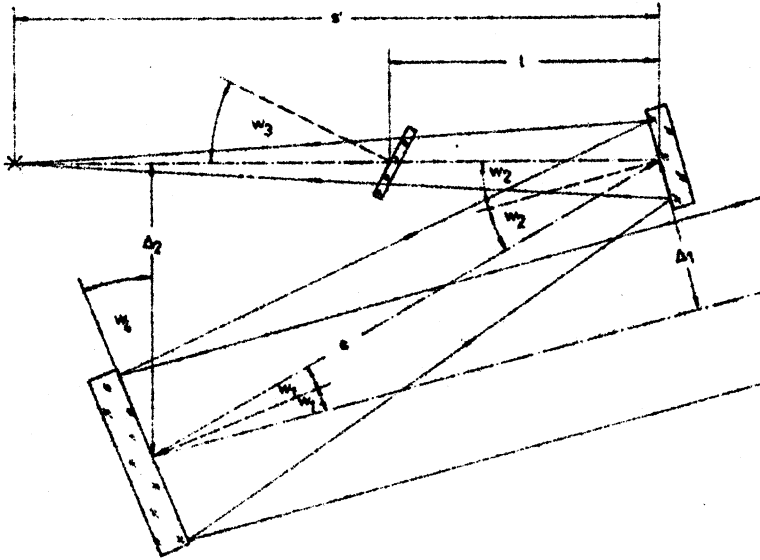
Abb. 5



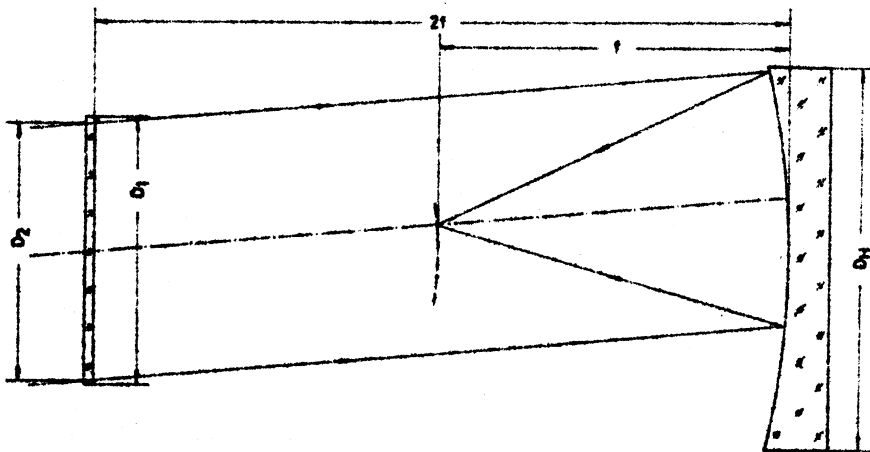
3



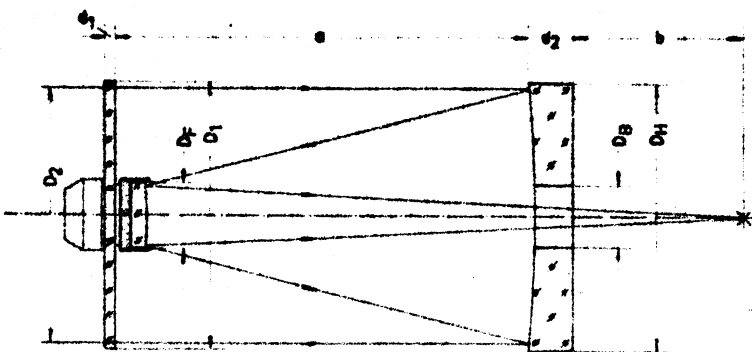
4



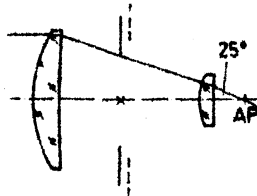
5



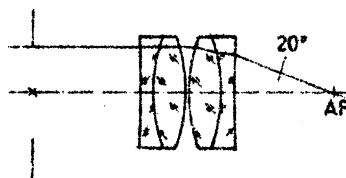
6



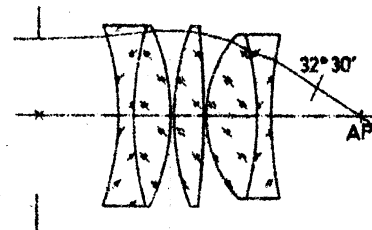
7



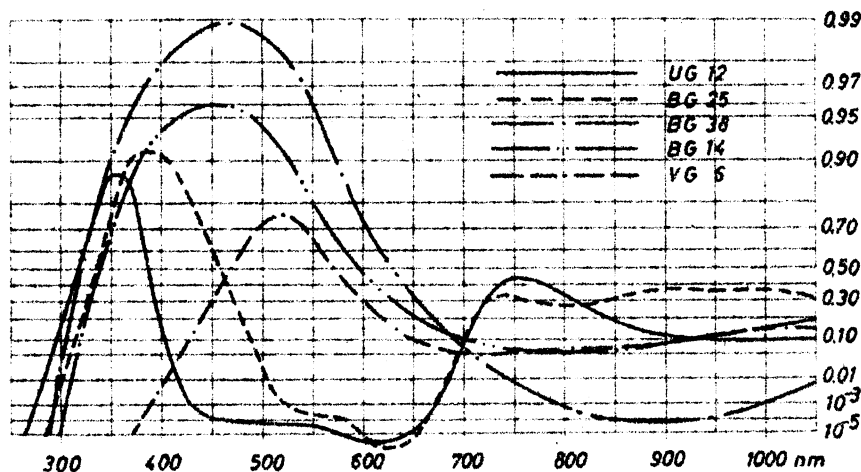
8



9



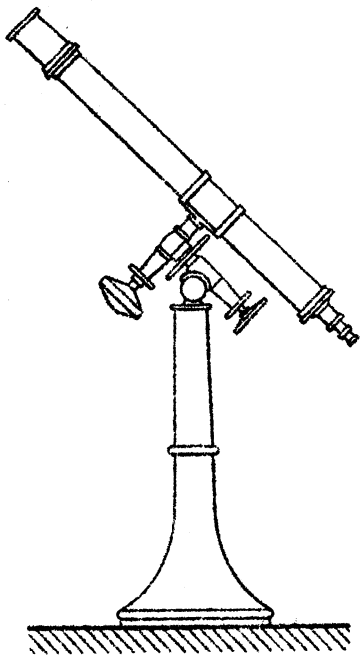
10



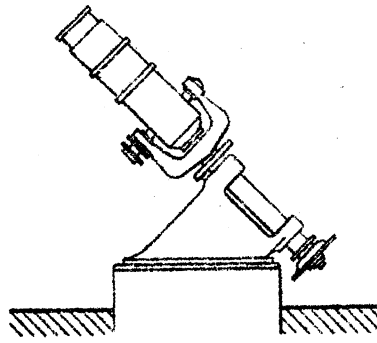
11

D <sub>mm</sub>	T <sub>6000</sub>	T <sub>5000</sub>	ΔH	D <sub>mm</sub>	T <sub>6000</sub>	T <sub>5000</sub>	ΔH
20	7,55"	6,29"	2,16 <sup>m</sup>	170	0,89"	0,74"	6,81 <sup>m</sup>
25	6,04	5,03	2,65	180	0,84	0,70	6,93
30	5,03	4,19	3,04	190	0,79	0,66	7,05
35	4,31	3,59	3,38	200	0,76	0,63	7,16
40	3,78	3,15	3,67	220	0,69	0,57	7,37
45	3,36	2,80	3,92	240	0,63	0,52	7,56
50	3,02	2,52	4,15	260	0,58	0,48	7,73
55	2,75	2,29	4,36	280	0,54	0,45	7,89
60	2,52	2,10	4,55	300	0,50	0,42	8,04
65	2,32	1,94	4,72	350	0,43	0,36	8,38
70	2,16	1,80	4,88	400	0,38	0,31	8,67
75	2,01	1,68	5,03	450	0,34	0,28	8,92
80	1,89	1,57	5,17	500	0,30	0,25	9,15
85	1,78	1,48	5,31	550	0,27	0,23	9,36
90	1,68	1,40	5,43	600	0,25	0,21	9,55
95	1,59	1,32	5,55	650	0,23	0,19	9,72
100	1,51	1,26	5,66	700	0,22	0,18	9,88
110	1,37	1,14	5,87	750	0,20	0,17	10,03
120	1,26	1,05	6,05	800	0,19	0,16	10,17
130	1,16	0,97	6,23	850	0,18	0,15	10,31
140	1,08	0,90	6,39	900	0,17	0,14	10,43
150	1,01	0,84	6,54	950	0,16	0,13	10,55
160	0,94	0,79	6,68	1000	0,15	0,13	10,66
170	0,89	0,74	6,81				

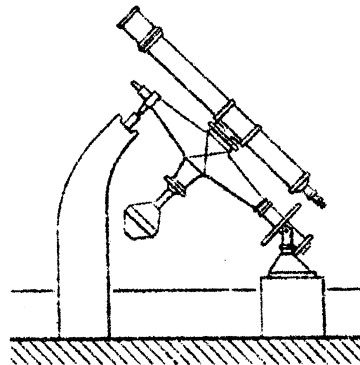
12



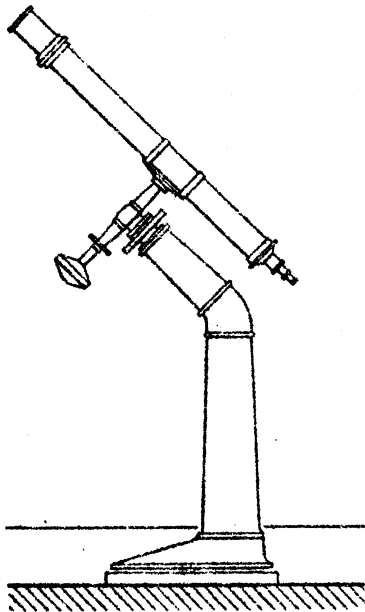
Deutsche Montierung



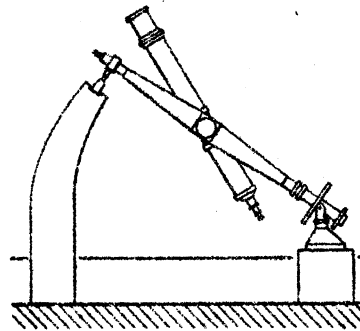
Gabelmontierung



Englische Achsenmontierung



Knicksäulenmontierung nach Zeiss

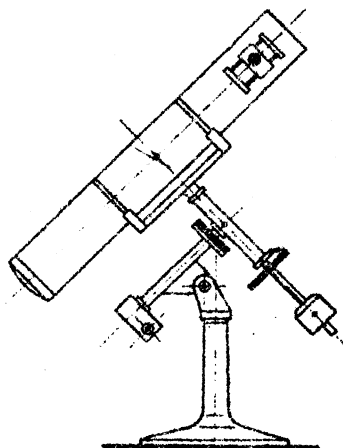
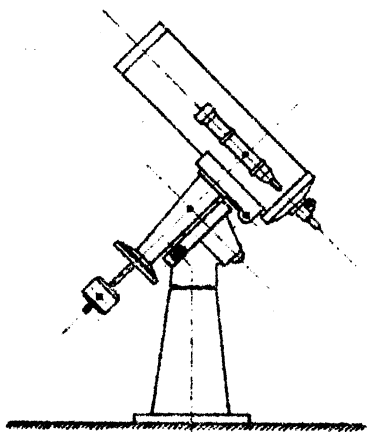


Englische Rahmenmontierung

13

gute Konstruktion

ungünstige Konstruktion



14

Referat: Angebot astronomischer Fernrohre samt Zubehör.

Die besten Informationen erhält man durch Studium und Vergleich der von den einzelnen Firmen veröffentlichten Prospekte, Kataloge und Preislisten. Solche Angaben veralten naturgemäß rasch, besonders gegenwärtig; daher wird von einer detaillierten Beschreibung zugunsten einer Angebots- und Firmenliste abgesehen, mit deren Hilfe man sich auf dem Postweg die jeweils neuesten Informationen beschaffen kann.

1) Einzelheiten der Angebote:

Es bedeutet: 1 Linsenfernrohre, 2 Newton-Spiegelteleskope, 3 Maksutov-Cassegrain bzw. Schmidt-Cassegrain-Teleskope, 4 Schmidtkameras, 5 Astrokameras/Kameraansätze, 6 Tiefkühlkameraansätze, 7 Blendgläser und Filter sowie Objektivsonnenfilter, 8 Okulare, Barlowlinsen, 9 Sonstige Nebenapparate, wie Sonnenprojektionsschirme, Okularrevolver, Zenit- und Sonnenprismen, Porro-Umkehrsätze, binokulare Ansätze, Spektroskope, Spektrographen, Sucher.- Auswahl besonders nach Amateur-Bedarf!

2) Firmenliste:

JENOPTIK JENA, Carl Zeiss-Straße 1, GDR 69 Jena. Vertretung für Österreich: Dipl.Ing.Dr.H.Gilma, Bischof Faberplatz 9a, A-1180 Wien. Tel.0222 47 42 23. (1,2,3,5,7,8,9)

CARL ZEISS, D-7082 Oberkochen, BRD. Zeiss-Österreich: Rooseveltplatz 2, A-1090 Wien. Tel.0222 42 75 25. (1,5,7,8,9).

LICHTENKNECKER OPTICS, Grote Broomstraat 21, B-3500 Hasselt. (1,2,3,5,7,8,9).

ASTROKOSMOS, Pfizerstraße 5-7, D-7 Stuttgart 1, BRD (1,2,3,5,7,8,9).

MANFRED WACHTER, Bahnhofstraße 73, D-7454 Bodelshausen, BRD (1,2,5,7,8,9)

E.POPP TELE-OPTIK, Haus Regulus, CH 8731 Ricken SG, Schweiz (2,3,5,7,8,9)

DR.JOHANNES HEIDENHAIN, D-8225 Traunreut, BRD (2,7,8,9)

EKHARD ALT, Brunckstraße 40, D-6703 Limburgerhof, BRD (Optik und Präzisionsmechanik).

WEIGEL-OPTIK, Kaiserstraße 66, D-6 Frankfurt/Main, BRD (1,2,7,8,9).

WALTER BOHNENBLUST, Schartenfelsstraße 41, CH-5400 Baden, Schweiz (Badener Leichtmetall-Montierung).

HELMUTH T.SCHMIDT, Steinweg 5, D-6 Frankfurt/Main, BRD (1,2,3,4,7,8,9). Vertretung "QUESTAR".

DR.HANS VEHRENBURG, Schillerstr.17, D-4 Düsseldorf, BRD (3,4,6,7,8,9). Vertretung "CELESTRON".

QUESTAR, Rd.1, New Hope, Pennsylvania 18938, USA (3,7,8,9).

CELESTRON INTERNATIONAL, 2835 Columbia Street, Box 3578-T, Torrance, California 90503, USA (3,4,6,7,8,9).

UNITRON INSTRUMENT COMPANY, 66 Needham Street, Newton Highlands, Massachusetts 02161, USA (1,5,7,8,9).



Fortsetzung Referat: Angebot astronomischer Fernrohre samt Zubehör.

- A. JAEGER'S OPTICS, "The Glass House", 691 Merrick Road, Lynbrook, New York 11563, USA (1,2,7,8,9).
- CRITERION MANUFACTURING COMP., 629 Oakwood Avenue, West Hartford, Connecticut 06110, USA (2,3,7,8,9).
- ROGER W. TUTHILL, Box 1086ST, Tanglewood Lane 11, Mountainside, New Jersey 07092 (3,7,8,9).
- THE OPTICAL CRAFTSMEN, INC., 20962A Itasca Street, Chatsworth, California 91311, USA (2,8,9).
- MEADE INSTRUMENTS, 721 West 16th Street, Costa Mesa, California 92627, USA (1,7,8,9).
- CAL-ASTRO, Optical Laboratories, Inc., 615 South Tremont Street, Oceanside, California 92054, USA (3).
- CAVE OPTICAL COMPANY, 4137 E. Anaheim Street, Long Beach, California 90804, USA (2,3,7,8,9).
- TELESCOPICS, 6565 Romaine Street, Los Angeles, California 90038, USA (2,8,9).
- W.R. Parks, P.O. Box 6683, Torrance, California 90504, USA (2,8,9).
- OPTICA Company, 4100 Mc Arthur Boulevard, Oakland, California 94619, USA (1,2,3,5,7,8,9).
- ASTROSYSTEMS INCORPORATED, P.O. Box 520, Gardena, California 90247, USA (2,3,8,9).
- STAR LINER COMPANY, 1106 South Columbus Boulevard, Tucson, Arizona 85711, USA (2,3,7,8,9).
- UNIVERSITY OPTICS, INC., 2122 East Delhi Road, Ann Arbor, Michigan 48106, USA (2,7,8,9).
- ESSENTIAK OPTICS, Box 1552 ST, Big Bear Lake, California 02315, USA (2,8,9).
- SUPERIOR OPTICS, 2984 Fair Avenue, Columbus, Ohio 43209, USA (2,7,8,9).
- VERNON SCOPE & CO., Candor, New York 13743, USA (7,8).
- CARSON ASTRONOMICAL INSTRUMENTS, P.O. Box 5566, Valencia, California 91355, USA (3, 7, Geräte zur Sonnenbeobachtung).
- EALING BECK LTD., Greycaine Road, Watford WD2 4PW, England, GB. (1, Cassegrainteleskope, 5,7,8,9).
- ASTRONOMICAL EQUIPMENT LTD., LBA Industrial Estate, Ox Lane, Harpenden, Herts., GB (1,2,3,8,9).
- FULLERSCOPES, Telescope House, 63 Farringdon Road, London E.C.1 GB., (2,3,7,8,9).
- H.N. IRVING & SON, 258 Kingston Road, Teddington, Middlesex TW 11 9JQ, GB, (1,2,8,9).
- BRUNNINGS (Holborn Ltd), 133 High Holborn, London W.C.1, GB (2,8).
- ASTRO BOOKS AND SUPPLIES, Dept.H, 342 Lower Addiscombe Rd., Croydon, CRO 7AF, GB (8,9).
- CHARLES FRANK LTD., 144 Ingram Street, Glasgow C1, GB (1,2,3,6,7,8,9)
- BEDFORD ASTRONOMICAL SUPPLIES, 5b Old Bedford Road, Luton, Bedfordshire, GB (1,2,3,7,8,9)
- SCHWEIZER MATERIALZENTRALE, Engestr.24, CH-8212 Neuhausen Schweiz. (Material für Spiegelschliff und Fernrohrselbstbau).

Allen Anfragen unbedingt Rückporto beilegen!

Fortsetzung Referat: Angebot astronomischer Fernrohre samt Zubehör.

3) Einige besonders empfehlenswerte Angebote:

Universitäts-Optiker Franz Kotlan, Spitalgasse 25, A-1090 Wien:  
FELDSTECHER von Swarovski, Tirol, in Dimensionen von 6x30 bis 10x40; besonders empfehlenswert 7x42;  
GROSSFELDSTECHER von Beck Kassel, BRD, Tordalk-Reihe 11x80 und 15x80;  
SPEKTIVE Nickel-Hertel-Reuss, 60mm  $\emptyset$ , 15-60x stufenlos, aufrechte Bilder.

Astrokosmos, Pfizerstraße 5-7, D-7 Stuttgart 1, BRD:  
LINSENROHRE 54/1000mm, 70/1000mm, 90/1300mm, 110/1500mm, 125/1300mm;  
COUDE-REFRAKTOR 150/2300mm, 200/3000mm;  
NEWTON-SPIEGELTELESKOPE 110/1100mm, 200/1000mm;  
SCHMIDT-CASSEGRAIN 200/2400mm  
SCHIEFSPIEGLER 110/2720mm.  
MONTIERUNGEN parallaktisch, Orion-Reihe 1-5.

Unitron Instrument Comp., 66 Needham Street, Newton Highlands, Massachusetts 02161, USA:  
LINSENROHRE in besonders starker Montierung, 61/300mm, 61/900mm, 76/1200mm, 102/1500mm, 127/1900mm, 152/2300mm.

Dr. Hans Vehrenberg, Schillerstr.17, D-4 Düsseldorf, BRD:  
CELESTRON Schmidt-Cassegrain-Teleskope, 127/1270mm (C5), 203/2032mm (C8), 356/3912mm (C14). Transportable Gabelmontierungen, reiches Zubehör.

Optiker Wyk, Fernrohrabteilung, Währingerstr.20, A-1090 Wien:  
Großes Lager preiswerter Amateurfernrohre!

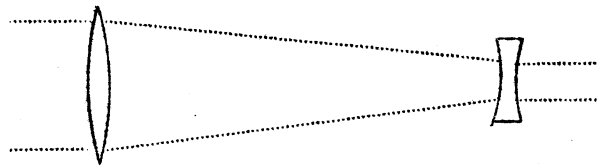
Die Anführung oder Nichtanführung von Waren oder Firmen an dieser Stelle bringt kein Werturteil zum Ausdruck!

Für alle näheren Auskünfte und für individuelle Beratung steht das Wiener Planetarium, Oswald Thomas Platz, A-1020 Wien, gerne zur Verfügung. Sprechstunde des Leiters: Nach Vereinbarung 24-94 32, Sonntag 16-17 Uhr. Dieser Kundendienst ist unentgeltlich.

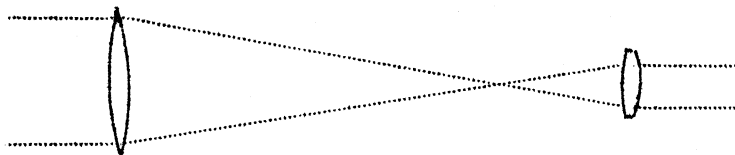
Christian Köberl  
Gumpoldskirchenerstr.14/5,  
A-2340 Mödling.

Referat: Die Frühgeschichte des Fernrohrs.

- 1608 2. Oktober, wandte sich der holländische Brillenmacher Hans Lippershey (+1619) mit der Bitte um Erteilung eines Patentes für das von ihm erfundene Fernrohr an die Generalstaaten in Haag. Er bekam es nicht, weil Jacob Adriaanzoon (J. Metius, einer von Tycho's vielen Schülern) sich am 17. Oktober ebenfalls um ein solches beworben hatte.
- 1609 im Mai hörte Galileo Galilei in Venedig von Lippershey's Fernrohr und baute es wenige Tage später in Padua nach: Plankonvexes Objektiv, plankonkaves Okular, Vergrößerung 3x. Als "Galilei'sches Fernrohr" wird es noch heute als Operngucker gebaut. Galilei selbst hat stets von einem Holländer als Erfinder gesprochen.



- 1610 10. Januar, sieht Galilei mit einem Fernrohr 16/960mm, 20x, drei Jupitermonde, die er zunächst für Sterne hält; am 13. Januar sieht er auch den vierten hellen Jupitermond und im März ist er von dem Vorhandensein von vier Jupitermonden überzeugt. Von seinen Beobachtungen berichtet er im "Sidereus Nuntius" (Venedig, März 1610). Das Fernrohr 16/960mm ist zusammen mit einem zweiten, 26/1330mm, im Istituto e Museo di Storia della Scienza in Florenz ausgestellt.
- 1611 Johann Kepler veröffentlicht in Prag sein Werk "Dioptrice", in welchem er das Prinzip des astronomischen Fernrohres angibt.

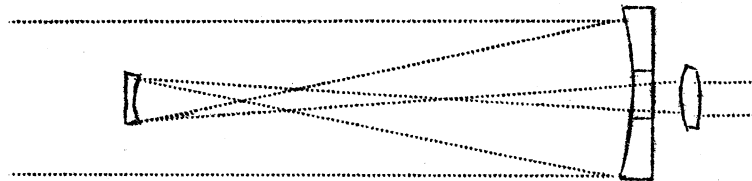


In diesem Werk beschreibt Kepler auch die Möglichkeit, das verkehrte Bild durch ein "Umkehrsystem" aufzurichten: "Terrestr. Fernrohr". Beide Typen erstmals ausgeführt von C. Scheiner 1613/14.

- 1640 Willian Gascoigne baut das erste Okular-Schraubennikrometer.
- 1660 konstruiert James Gregory das erste brauchbare Spiegelteleskop. Schon Nikolaus Zucchius versuchte 1616, Hohlspiegel zur Bilderzeugung zu verwenden und kombinierte einen schräggestellten Hauptspiegel mit einer Zerstreuungslinse als Okular; 1638 hatte auch Marinus Mersenne ein Spiegelfernrohr angegeben, das einen durchbohrten Hauptspiegel und als Okular einen Konkavspiegel besaß. Das "Gregory'sche Spiegelteleskop" hat einen durchbohrten

Fortsetzung Referat: Die Frühgeschichte des Fernrohrs.

Hauptspiegel, einen konkaven Fangspiegel und eine Sammellinse als Okular. Dieses Spiegelfernrohr gibt aufrechte Bilder; Gregory beschreibt es in seiner 1663 erschienenen "Optica Promota".



- 1662 Abhandlung von Willebrord Snellius über das Brechungsgesetz.
- 1669 Christian Huygens untersucht den Öffnungsfehler der Linsen und versucht vergeblich, fehlerfreie Objektive aus einer Sammel- und Zerstreuungslinse gleichen Glases zu kombinieren. Es gelingt ihm aber, aus zwei plankonvexen Linsen ein weitgehend fehlerfreies Okular zu bauen, wobei die Brennweite der Feldlinse dreimal größer ist als jene der Augenlinse und beide den Abstand des Doppelten der Augenlinsenbrennweite haben. Dieses "Huygens-Okular" wird noch heute, u.a. von C. Zeiss, gebaut. Huygens berechnete auf Grund seiner Erfahrungen eine Tabelle der günstigsten Verhältnisse von Objektivbrennweiten, Objektivdurchmesser und Vergrößerungen - davon ausgehend, daß für entsprechend kleine Zerstreuungskreise die Objektivbrennweiten proportional den Quadraten der Vergrößerungszahlen und die Objektivdurchmesser proportional den Vergrößerungszahlen sein müssen. Sie sei hier nach R. Riekher, Fernrohre und ihre Meister, VEB Verlag Technik Berlin, 1957, wiedergegeben:

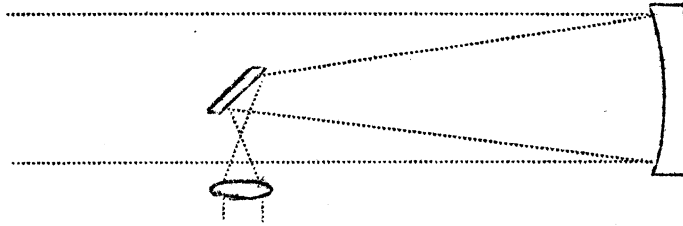
Vergrößerung	Objektivdurchmesser/Brennweite	Okularbrennweite
20 x	13,5 / 300 mm	15 mm
40	27,0 / 1200	30
60	41,0 / 2700	45
100	68,5 / 7500	75
200	137,0 / 30000	150

Beugungstheoretische Arbeiten zeigen, daß nichtachromatische Fernrohre mit solchen Werten in Bezug auf Bildgüte und Auflösung den späteren Achromaten kaum unterlegen waren. - Huygens baute unter anderem ein Luftfernrohr 20/3700cm, dessen Objektiv in einem kurzen, in einem Kugelgelenk beweglichen Rohrstützen auf einem Mast angebracht war; das Okular wurde auf einem eigenen Bodenstativ benützt und die Bewegung des Objektivs geschah durch eine dünne Seidenschnur.

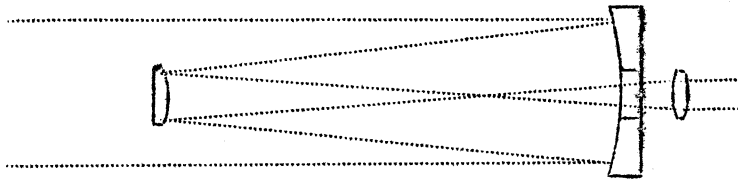
- 1671 Isaak Newton stellt sein einige Jahre vorher erfundenes Spiegelfernrohr der Royal Society in London vor. Das mit einem planen, 45° zur optischen Achse des Hauptspiegels geneigten Fangspiegel

## Fortsetzung Referat: Die Frühgeschichte des Fernrohrs.

ausgerüstete "Newton'sche Spiegelteleskop" wird auch heute noch viel gebaut, besonders in kleineren Dimensionen, Es ist das wohl am weitesten verbreitete Spiegelteleskop für Amateure.



1672 erfindet Cassegrain ein Spiegelteleskop, das dem Gregory's ähnlich ist, aber einen konvexen Fangspiegel besitzt. Es ermöglicht große Äquivalentbrennweiten und ist heute, besonders in größeren Dimensionen und für astrophysikalische Zwecke, ein sehr bedeutender Fernrohrtyp.



Trotz der geringen Haltbarkeit und des schlechten Reflexionsvermögens der aus Kupfer/Zinnlegierungen hergestellten Spiegel verdrängten die Spiegelteleskope bald die großen Luftfernrohre.

1684 Olaf Römer baut das erste Durchgangsfernrohr, seine "Machina Domestica". Dieses Meridianinstrument besaß nur einen kleinen Teilkreis zu Einstellzwecken. 1704 konstruiert er auf Grund der damit gesammelten Erfahrungen ein Durchgangsrohr, das auch zur Messung von Kulminationshöhen geeignet war. Diese "Rota Meridiana" ist die erste Form der heutigen Meridiankreise.

1729 Chester Moor Hall erfindet das achromatische Fernrohrobjektiv, eine Kombination aus einer Kronglas-Sammellinse und einer Flintglas-Zerstreuungslinse. Diese Konstruktion erlaubt grundsätzlich die beiden wichtigsten Linsenfehler zu beheben: Den Farbenfehler (die Linse hat für verschiedene Farben verschiedene Brennweiten) und den Kugelgestaltsfehler (die Linse hat für jede ihrer Ringzonen eine andere Brennweite). Es wird angestrebt, diese beiden Fehler für die beiden Einzellinsen des Systems entgegengesetzt gleich zu machen, so daß sie sich aufheben. Mit gewöhnlichem Kron- und Flintglas ist die Behebung des Farbenfehlers nicht restlos möglich, man hat es aber in der Hand, für die am intensivsten empfundenen Farben die Unterschiede der Brennweiten unmerklich klein zu machen.- Die Herstellung achromatischer Objektive beginnt John Dollond 1757.

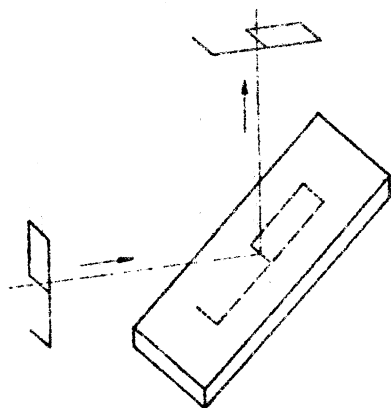
Übersicht: Die wichtigsten Nebenapparate zum Fernrohr.

- 1 Zenitspiegel. Vertauscht rechts-links oder oben-unten.
- 2 Zenitprisma. Wie Zenitspiegel, doch Glasweg. Sehr praktische Kombination mit Sonnenprisma durch drehbaren Einbau, wodurch einmal die stark ausgezogene Lage (Zenitprisma) und dann die gestrichelte Lage (Sonnenprisma, Reflexion nur 5%, deshalb nur mehr leichter Filter nötig, keine Gefahr des Zerspringens mehr) möglich wird.
- 3 Pentaprisma. Keine rechts-links oder oben-unten vertauschten Bilder, reine Lichtwegumlenkung um  $90^\circ$ . Als Zenitprisma müssen die zwei reflektierenden Flächen verspiegelt werden. Ohne Verspiegelung Sonnenprisma! Großer Glasweg.
- 4 Prismenumkehrsatz. Vertauscht links-rechts und oben-unten, wirkt also beim astronomischen Fernrohr bildaufrichtend. Großer Glasweg!
- 5 Positionsfadenmikrometer. Zwei Fäden werden von einem dritten Faden senkrecht und in der Mitte gekreuzt. Einer der beiden Fäden kann mit Hilfe einer Mikrometerschraube parallel zu sich selbst verstellt werden. Das Mikrometer ist um die optische Achse, im Positionswinkel, drehbar. Erfordert parallaktische Montierung und Nachführung sowie Feld- bzw. Fadenbeleuchtung.
- 6 Justierung des Positionsfadenmikrometers: Nach Einstellung des Positionskreises auf  $90^\circ$  muß bei stehendem Rohr ein Stern in Äquatornähe auf dem dritten Faden (Doppelfaden) genau ablaufen, siehe I bzw. III. Die Feststellung des Parswertes der Mikrometerschraubentrommel erfolgt durch Messung der zu bestimmten Fadenseparationen gehörenden Durchgangzeiten äquaturnaher Sterne. Kennt man den Parswert des Mikrometers, kann die Distanz eines Sternpaares gemessen werden, siehe II.  
Der Positionswinkel dieser Distanz wird von Nord über Ost, Süd, West gezählt. Der dritte Faden (Doppelfaden) muß im Positionswinkel der zu messenden Distanz liegen.
- 7 Keilphotometer. In den Strahlengang eines Fernrohrs wird über eine planparallele Glasplatte das Bild eines künstlichen Sterns eingespiegelt, der durch ein Lämpchen und winzige Blenden erzeugt wird. Im Strahlengang der Optik, die den künstlichen Stern scharf in der Bildebene des Fernrohres zugleich mit den natürlichen Sternen abbildet, befindet sich ein Keil aus dunklem Glas. Je nach seiner Lage im Lichtweg, die an einer Skala abgelesen werden kann, schwächt er den künstlichen Stern mehr oder weniger.  
Durch Verstellen des Keils wird der künstliche Stern gleich hell mit dem zu messenden Stern gemacht. Der Keil wird an Sternen bekannter Helligkeit geeicht. Mit entsprechenden Filtern kann auch

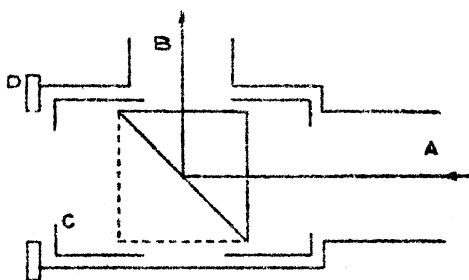
die Farbe des künstlichen Sterns weitgehend jener des echten Sterns angeglichen werden.

Die Beschränkung auf den visuellen Spektralbereich ermöglicht die Messung von "V"-Helligkeiten im UBV-System.

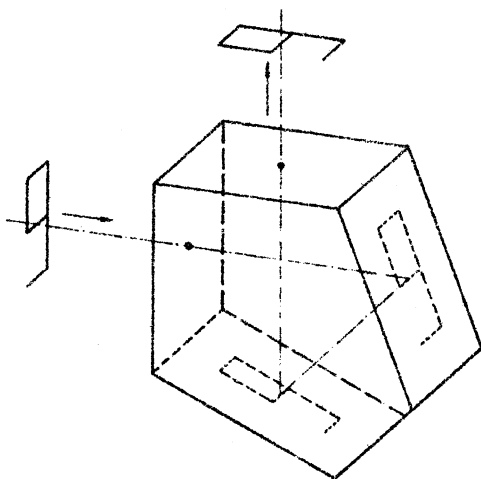
- 8 Sonnenprojektionsschirm. Gefahrloseste und billigste Art der Sonnenbeobachtung. Keine Okulare mit verkitteten Linsen verwenden, am besten Huygens- bzw. Mittenzweyokulare. Für entsprechende Beschattung des Schirmes durch Schattenschirm sorgen.
- 9 Sonnenprisma nach Herschel. Reflexion an der unverspiegelten Vorderfläche eines Prismas schwächt Sonnenlicht so weit, daß nur mehr ein schwaches Blendglas nötig ist (keine Gefahr des Zerspringens). Bei Verwendung einer planparallelen Platte an Stelle des Prismas ergibt sich ein störendes Doppelbild.
- 10 Polarisations-Sonnenprisma nach Colzi. Nach Reflexion an einem Herschelprisma passiert der Strahlengang ein rechtwinkeliges Prisma, dessen Totalreflexion durch eine Flüssigkeit F verhindert wird. Durch geeignete Wahl der Flüssigkeit kann eine angenehme Bildhelligkeit in natürlichen Farben und bei aufgerichtetem Bild erzielt werden. Obendrein kann durch Verdrehen von Herschelprisma und Flüssigkeitsprisma die Helligkeit des Sonnenbildes fein verändert werden (Polarisation!).  
Ein derartiges Sonnenprisma nach Colzi ist auf der Wiener Urania-Sternwarte (C. Zeiss) in Verwendung.
- 11 Übersichtsdarstellung des Sonnenspektrums mit den wichtigsten Fraunhofer'schen Linien, gedacht für rasche Orientierung (siehe 15).
- 12 Wellenlängen der wichtigsten Fraunhofer'schen Linien zu 11.
- 13 Spaltspektroskop. Das vom Fernrohrobjektiv kommende Licht wird auf einen sehr engen, in seiner Breite zu verändernden Spalt konzentriert; auf ihm erfolgt die Abbildung. Das Kollimatorobjektiv macht den Strahlengang parallel und in diesem parallelen Strahlenweg liegen die mehrteiligen, gradsichtigen Prismen. Man beobachtet das Spektrum mit seinen Linien (Bilder des Spaltes) durch ein kleines eingebautes Fernrohr. Tritt an Stelle dieses Fernrohrs eine Kamera, spricht man von einem Spektrographen.
- 14 Sternspektroskop. In den parallelen Strahlengang hinter einem (schwachen) Okular wird ein gradsichtiges Prisma gesetzt. Eine Zylinderlinse sorgt für verbreiterte Abbildung des fadenförmigen Spektrums. Wegen der punktförmigen Sterne kann der Spalt entfallen. Ein Sternspektroskop ist auch ein vielseitiger Bauteil!
- 15 Ansicht des Spektrums einer Lichtquelle, das von einem Objektiv aus zwei Linsen (z.B. Fraunhofer-Typ), einem Okular und einem Sternspektroskop ohne Zylinderlinse erzeugt wird: Es hat Einschnürungen an jenen Stellen, für die das Okular scharf eingestellt ist. Prüfmöglichkeit der chromatischen Korrektur!



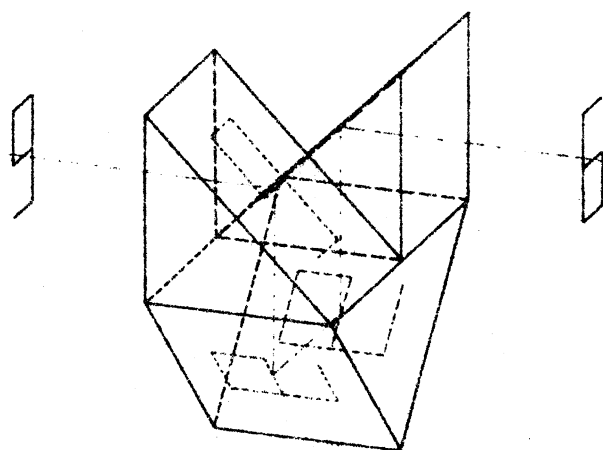
1



2

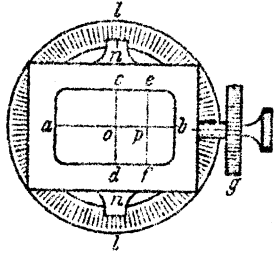


3

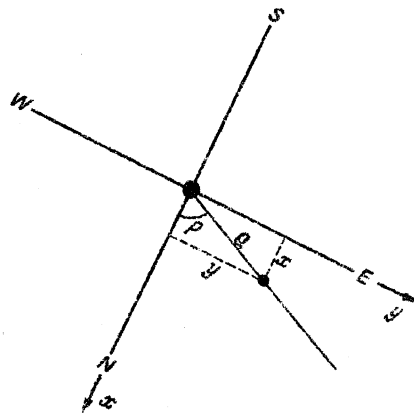
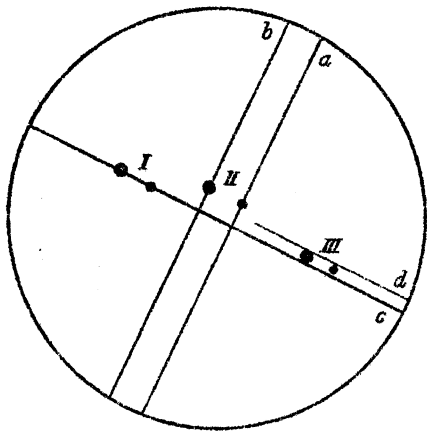


4

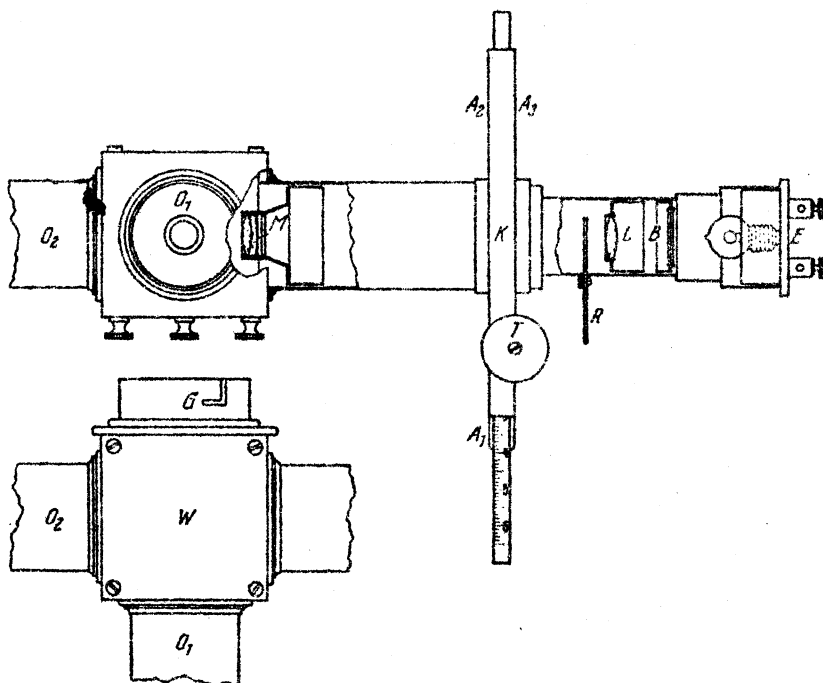




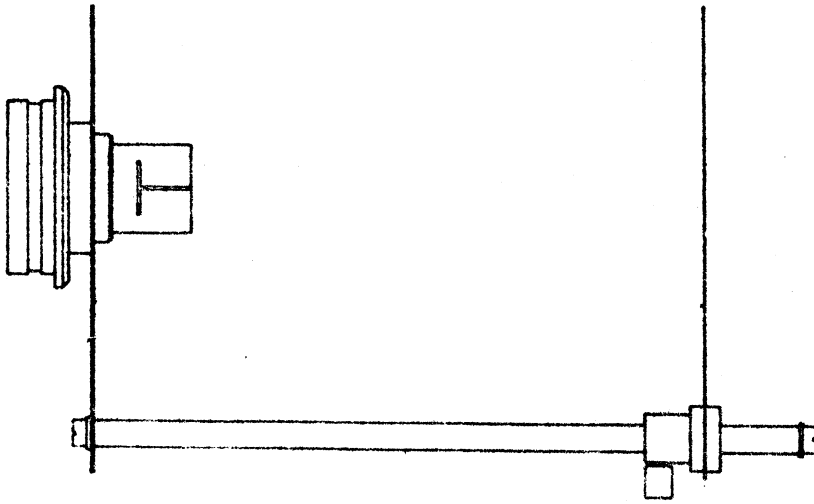
5



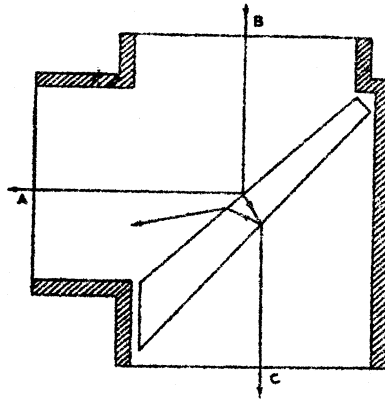
6



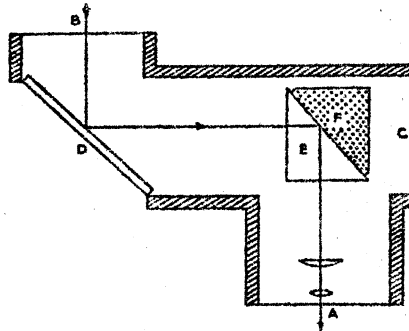
7



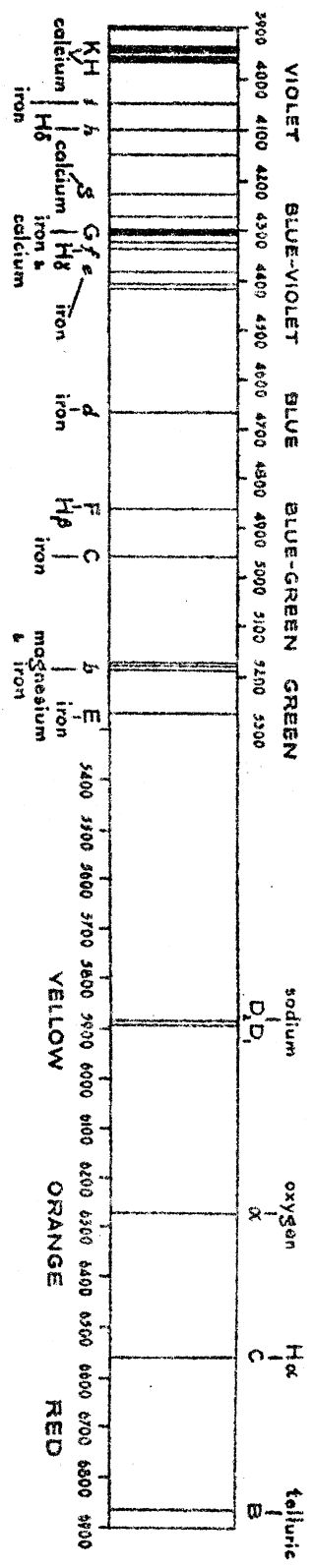
8



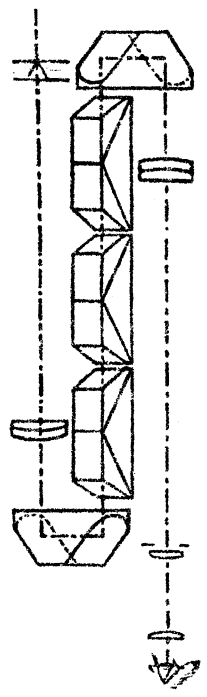
9



10



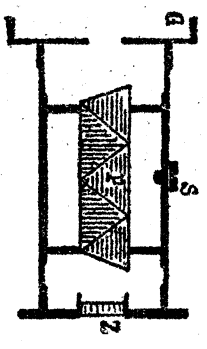
11



13

Line Label	Wavelength (Å)	Wavelength (Å)
K	3933.68	$\lambda$
H	3968.49	
H (H $\beta$ )	4101.75	
G	4226.74	
G	4307.91	
f (H $\gamma$ )	4340.48	
e	4383.56	
d	4686.16	
F (H $\delta$ )	4861.34	
c	4957.62	
b <sub>4</sub>	{5167.33}	
b <sub>3</sub>	{5167.51}	
b <sub>2</sub>	5169.05	
b <sub>1</sub>	5172.70	
E	5178.20	
E	5209.55	
D <sub>3</sub>	5875.60	
D <sub>2</sub>	5889.98	
D <sub>1</sub>	5895.94	
$\alpha$	6278.01	
C (H $\epsilon$ )	6562.82	
B	6867.6881	

12



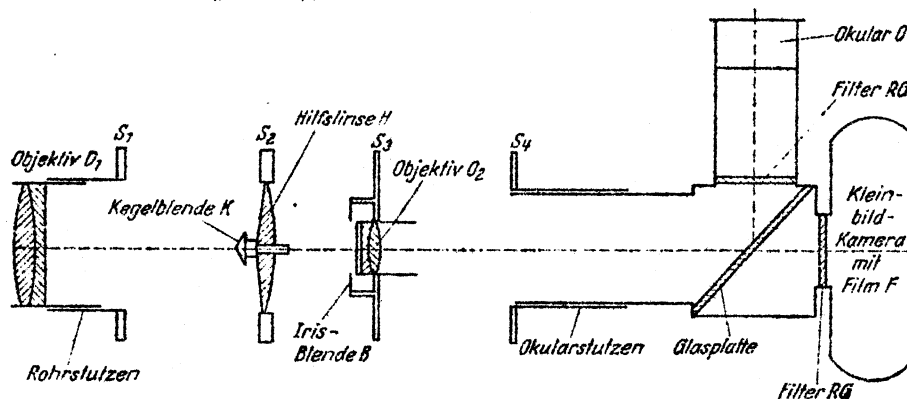
14



15

Referat: Protuberanzen-Fernrohr nach Nögel.

Bestandteile: Fernrohrobjektiv  $O_1$ , bildet Sonne exakt auf Kegelblende K ab, die in Hilfslinse H eingesetzt ist. Irisblende B sitzt dort, wo H ein Bild von  $O_1$  erzeugt. Durch Verändern der Irisöffnung kann das von  $O_1$  stammende Streulicht reduziert werden. Objektiv bildet K und Sonne ab. Vor dem Okular bzw. Film befindet sich der Filter.



Wirkungsweise: Kegelblende entfernt Hauptteil des Sonnenlichtes und gibt nur äußersten Sonnenrand und Sonnenumgebung frei. Wegen Veränderlichkeit des Winkeldurchmessers der Sonne sind mehrere Kegelblenden mit verschiedenem Durchmesser D, z.B. vier, nötig:

D (mm)	=	0,009 483	·	Brennweite $O_1$	(mm)
D (mm)	=	0,009 367	·	Brennweite $O_1$	(mm)
D (mm)	=	0,009 251	·	Brennweite $O_1$	(mm)
D (mm)	=	0,009 134	·	Brennweite $O_1$	(mm)

Der wichtigste Bestandteil des Protuberanzen-Fernrohrs ist der Filter. Bei guten Luftverhältnissen genügt schon strenger Rotfilter, besser ist jedoch ein Interferenzfilter.

Billig: Interferenzfilter SCHOTT DEPIL für  $H_\alpha$ , 656,3 nm, Durchlaßbreite 10 nm, ca. öS 1000.-.

Noch besser: Interferenzfilter mit 0,5 bis 1 nm Durchlaßbreite, aus den USA, ca. öS 2500.- bis 4000.-.

Je enger die Durchlaßbreite, desto bessere Sichtbarkeit der in  $H_\alpha$  leuchtenden Protuberanzen. Sogar in verschmutzter Großstadtluft als zarte, rosa Wolken sichtbar!

Wichtig: Gute Zentrierung aller Elemente. Günstig: Stärkere Vergrößerung bei erweitertem Feld (Weitwinkelokular). Es wird ein aufrechtes Bild beobachtet.

Literatur: Die Sterne, 1964, Heft 3/4, p.60 ff.

Sterne und Weltraum, 1975, Heft 11, p.370.

Handbuch für Sternfreunde, 2.Aufl., 1967, p.36 ff., hieraus Abbildung.

Referat: Ausrichten einer parallaktischen Montierung mittels Zielfernrohr und photographischer Einstellkontrolle.

Prinzip: Ein Zielfernrohr wird parallel zur Stundenachse angebracht; es ist in seiner Haltung zügig um die optische Achse drehbar. Das Fadenkreuz des Zielfernrohres wird um die Poldistanz des Polarsternes (51' für Äqu.+1976,0) aus der optischen Achse verschoben. Um das Zielfernrohr wird eine Sternzeit-skala gelegt, wobei die Rektaszension des Polarsternes ( $2^h08,3^m$  für Äqu.+1976,0) über dem verschobenen Fadenkreuz, in der Richtung seiner Verschiebung, liegt. Bei lotrechter Fadenkreuzstellung wird die Einstellmarke zu dieser Skala auf der Halterung des Zielfernrohres angebracht.

Nach dem Einstellen der Sternzeit auf der Skala richtet man das Fadenkreuz (durch entsprechendes Bewegen der Stundenachse) auf den Polarstern. Dann zeigt die optische Achse des Zielfernrohres und damit die zu ihm parallele Stundenachse zum Himmelspol.

Das Verschieben des Fadenkreuzes geschieht unter Anvisieren zweier Sterne, die den doppelten Winkelabstand der Poldistanz des Polarsternes, also  $1^{\circ}42'$ , haben. Die Einstellung wird am feststehenden Zielfernrohr durch Drehen des Zielfernrohres um seine optische Achse geprüft: Das Fadenkreuz wird so lange verstellt, bis es sich in beiden Lagen mit einem der beiden Sterne deckt.

Photographische Kontrolle der Aufstellung: Auf dem Achsenkreuz sitzt eine zum Pol gerichtete Kamera mit offenem Verschuß. Bei einer händischen Umdrehung der Stundenachse zeichnet der Polarstern einen Lichtkreis, dessen Mittelpunkt den Instrumentenpol anzeigt. Vor dem Drehen nimmt man mit unbewegter Kamera einige schwache Sterne zur lagerichtigen Einpassung der Aufnahme in eine Karte auf.

Auf dem Blatt der photographischen Himmelskarte, das maßstäblich mit einer mittleren Vergrößerung der Aufnahme übereinstimmen soll, befestigt man eine durchsichtige Folie mit einem Kreuz, das den Kartenpol anzeigt. Die Aufnahme wird nun größen- und lagemäßig am Tisch des Vergrößerungsapparates in die Karte eingepaßt, dann legt man Photopapier zwischen Karte und Klarsichtfolie ein. Damit ist in den Lichtkreis des Polarsternes durch das Kreuz der Himmelspol hineinprojiziert; bei richtiger Einstellung fallen Kreuz und Kreismitte zusammen.

Dr. Herbert Fiala, Plöcknerstr. 27, A-3100 St. Pölten.

Referat: Das Kreismikrometer.

Geschichtliches: 1739 erkannte Roger Boscovich, daß eine runde Blende in der Bildebene genügt, um Rektaszensions- und Deklinationsunterschied nahe beisammen stehender Gestirne zu ermitteln. Johann Köhler und Johann G. Repsold verwendeten um die Wende des 18. zum 19. Jahrhundert an Stelle der Blende einen feinen Ring aus Messing; Joseph Fraunhofer setzte in Plangläser Stahlringe ein. Besonders Wilhelm Olbers und Friedrich Bessel behandelten die Theorie des Kreismikrometers sehr eingehend.

Prinzip: Hier soll die älteste Form des Kreismikrometers behandelt werden: Als Meßkreis dient die kreisförmige Sehfeldblende im Okular. Damit werden Mikrometermessungen für jeden Feldstecher- und Fernrohrbesitzer leicht ausführbar. Es genügt die einfachste Montierung, z.B. ein starkes Kugelgelenk, es ist weder Nachführung noch Beleuchtung noch irgend eine besondere Justierung nötig. Verschieden starke Okulare bieten verschiedene Meßbereiche, die in Deklination etwas kleiner als der Sehfelddurchmesser sind. Seiner Natur als Durchgangsmikrometer nach kommt beim Kreismikrometer alles darauf an, wie genau die Durchgangszeiten ermittelt werden können.

Vorgang: Zunächst muß der Gesichtsfelddurchmesser für jenes Okular bestimmt werden, mit dem man messen möchte. Dies geschieht durch Feststellung der Ein- und Austrittszeiten zweier äquatornaher Sterne mit bekannten Koordinaten. Ihre Deklinationsdifferenz muß kleiner als der Sehfelddurchmesser sein, was man durch Probieren feststellt. Ihre Rektaszensionsdifferenz muß groß genug sein, daß man zwischen den Antritten eine Stoppuhr ablesen, die Zeit notieren und die Uhr rückstellen kann. Der Sehfelddurchmesser wird mit Hilfe der Formeln (1), (2), (3a), (4a), (5a) bestimmt. Damit ist dieses Okular zu einem Kreismikrometer geworden, man kann nun mit ihm den Ort eines Gestirns durch Anschluß an einen Stern mit bekannten Koordinaten (Anhaltstern) ermitteln. Dazu werden die Formeln (1), (2), (3b), (4b), (5b) verwendet, wobei in (1) oder (2) anstatt der Deklination des Gestirns, dessen Ort bestimmt werden soll, die Deklination des Anhaltsterns eingesetzt wird. Mit der aus dieser Rechnung erhaltenen Deklination führen wir die Rechnung nun nochmals durch, bis sich keine Änderung der Deklination mehr ergibt. Geht eines der beiden Gestirne südlich der Ge-

sichtsfeldmitte durch, so ist dessen  $p'$  oder  $p''$  in Formel (4b) im 2. Quadranten zu nehmen.

Messung: Außer dem Fernrohr braucht man lediglich eine Uhr, deren Stand nicht bekannt zu sein braucht und die nach mittlerer Zeit geht. Sehr bequem sind zwei Stoppuhren.

- 1) Beide Stoppuhren rückstellen.
- 2) Bei Eintritt des Sternes 1 in das Sehfeld werden beide Stoppuhren ausgelöst.
- 3) Feststellen, ob Stern 1 nördlich oder südlich der Sehfeldmitte durchgeht. Am besten sehr zentrale Durchgänge vermeiden oder, falls vorhanden, Fadenkreuzokular verwenden.
- 4) Bei Austritt des Sternes 1 Stoppuhr 1 stoppen, ablesen, notieren und rückstellen.
- 5) Bei Eintritt des Sternes 2 Stoppuhr 1 auslösen.
- 6) Wiederhole 3) mit Stern 2
- 7) Bei Austritt des Sternes 2 beide Uhren stoppen, ablesen und notieren.

Symbole:  $t_1$  Stoppuhrablesung bei Austritt Stern 1, Stoppuhr 1. Ablesung in Sekunden.  
 $t_2$  Stoppuhrablesung bei Austritt Stern 2, Stoppuhr 1. Ablesung in Sekunden.  
 $t_3$  Stoppuhrablesung bei Austritt Stern 2, Stoppuhr 2. Ablesung in Sekunden.  
 $d_1$  Deklination Stern 1.  
 $a_1$  Rektaszension Stern 1.  
 $d_2$  Deklination Stern 2.  
 $a_2$  Rektaszension Stern 2.  
 $a$  Rektaszension des zu bestimmenden Gestirns.  
 $d$  Deklination des zu bestimmenden Gestirns.  
 $r$  Gesichtsfeldradius.

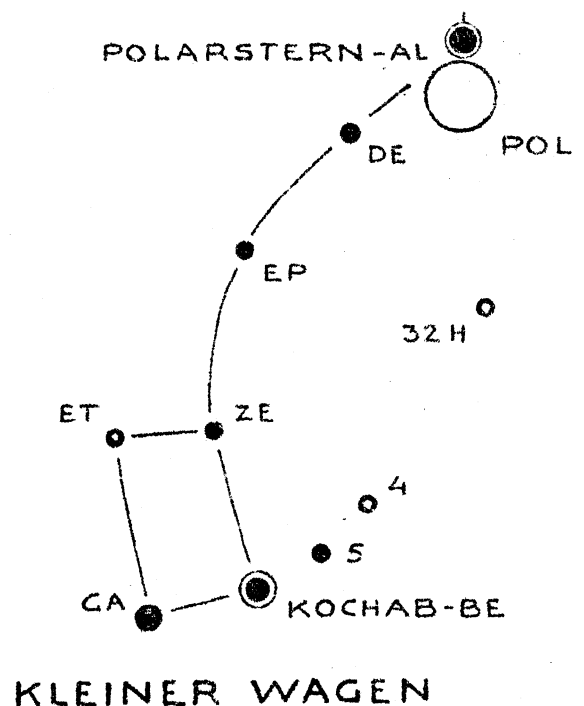
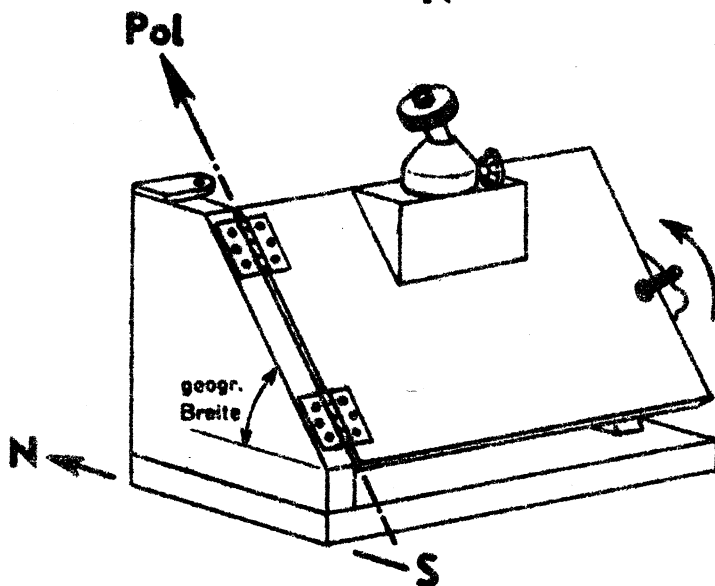
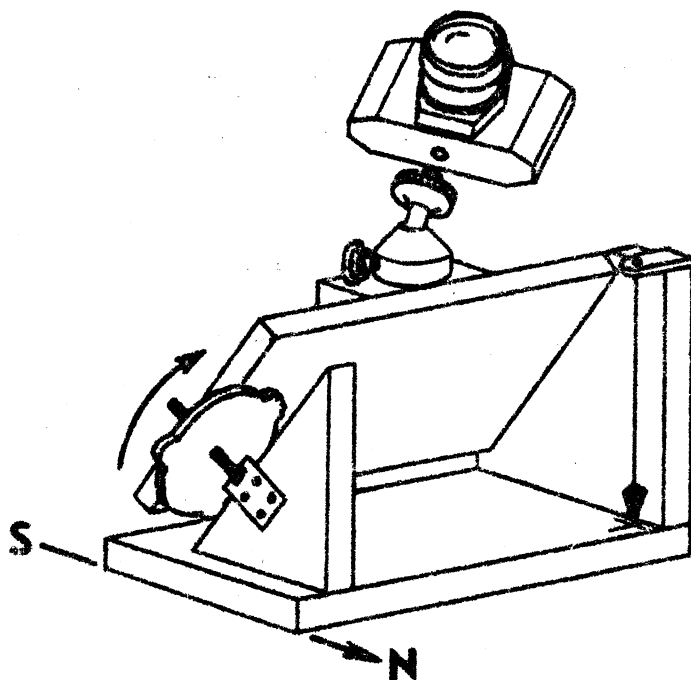
Formeln:  $T_1 = 7,5 \cdot \cos d_1 \cdot t_1 \cdot 1,00273791$  (1)  
 $T_2 = 7,5 \cdot \cos d_2 \cdot t_2 \cdot 1,00273791$  (2)  
 $D = 0,5 \cdot (d_1 + d_2) + ((T_1 + T_2) \cdot (T_2 - T_1) / (7200 \cdot (d_2 - d_1))) / 3600$  (3a)  
 $\tan p' = T_1 / (3600 \cdot (D - d_1)); \quad \tan p'' = T_2 / (3600 \cdot (D - d_2))$  (4a)  
 $r = T_1 / \sin p' = T_2 / \sin p''$  (5a)  
 $a = a_1 + 1,00273791 \cdot ((2 \cdot t_3 - t_2 - t_1) / 2) / 3600$  (3b)  
 $\sin p' = T_1 / r; \quad \sin p'' = T_2 / r$  (4b)  
 $d = d_1 + (T_2 / \tan p'' - T_1 / \tan p') / 3600$  (5b)

Referat: Das Parallaktische Pult.

Im "Sternenboten", 1974, Heft 1, p.8 ff., hat Norbert Pachner eine einfache Vorrichtung zur genauen Nachführung von Kameras ohne Verwendung eines Leitrohres beschrieben. Dieses "Parallaktische Pult" ist seither viel nachgebaut worden, wobei auch neue Erfahrungen gesammelt werden konnten.

Prinzip: Leicht aus der Abbildung zu ersehen! Man führt durch Drehen der mit Fühlnasen versehenen Griffscheibe synchron zum Gang des Sekundenzeigers einer MEZ-Uhr nach, die man vor Augen hat. Der Abstand  $a$  Gewindespindel-Scharnierachse hängt von der Ganghöhe  $h$  des Gewindes ab,  $a = h / (1,0027 \cdot \tan 0,25^\circ)$ . M 6, 1mm Ganghöhe, liefert  $a = 228,6\text{mm}$ . Genaueres Einstellen auf den

Pol nützt die hohe Nachführgenauigkeit besser: Nach "Augenmaß" auf den Pol justieren (Kl.Wagen)! Leistungsgrenze: Ca. Brennweite 200mm und  $10^m$  Belichtungszeit; bei kürzeren Brennweiten längere Belichtungszeiten möglich, jedoch nicht über  $25^m$ .





Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung.

Prinzip: Bei visueller Beobachtung genügt für die Nachführung des Fernrohres ein am Lichtnetz betriebener Synchronmotor; Korrekturen werden von Hand an den Feinbewegungen des Rohres gemacht. Da aber beim Berühren oder Verstellen des Fernrohres immer Vibrationen auftreten, möchte man beim photographischen Beobachten von der mechanischen Korrektur unabhängig werden.

Die idealste Art, Korrekturen in der Nachführgeschwindigkeit vorzunehmen, ist eine Änderung der Drehzahl des Antriebsmotors. Bei Verwendung eines Synchronmotors kann dies nur durch Ändern der Betriebsfrequenz erfolgen.

Der Name "Frequenzwandler" ist im Grunde irreführend. Es handelt sich um eine Schaltung, die aus irgend einer elektrischen Energiequelle eine Wechselspannung (rechteck- oder sinusförmig, etc.) veränderlicher Frequenz erzeugt, also um einen Wechselspannungsgenerator. Der Betrieb dieses Generators erfolgt immer mit Gleichstrom. Steht Wechselstrom zur Verfügung (Lichtnetz), so wird zunächst gleichgerichtet.

Schaltung/Generator: Synchronmotoren sind für sinusförmigen Wechselstrom gebaut. Davon ausgehend, habe ich zunächst überlegt, einen Sinusgenerator zu bauen. Es sei erwähnt, daß ich bei einem 220-V-Motor bleiben wollte, um im Notfalle auch direkt vom Netz arbeiten zu können.

Dazu braucht man grundsätzlich einen Tongenerator, einen Leistungsverstärker und die Stromversorgung. Aus verschiedenen Gründen hat mir aber die Sache nicht gefallen; hauptsächlich wegen der niedrigen Wirtschaftlichkeit der Endstufe. Um einen 3-Watt-Motor sicher zu steuern, braucht man incl. Übertragerverluste ca. 10 W Speiseleistung der Endstufe; die Endtransistoren müssen gut gekühlt und entsprechend groß sein; die Speiseleistung wird entsprechend hoch (z.B. 2mal 12 V); in der Abstimmung braucht man zwei genau gleiche RC-Glieder, usw.

Ich habe zwar mein Gerät für reinen Netzbetrieb ausgelegt, war aber immer bestrebt, mit 12 V Betriebsspannung auszukommen, um im Bedarfsfalle doch auch einen Akku verwenden zu können.

Die andere Alternative sind Rechteckgeneratoren, welchen im reinen Schaltbetrieb in der Endstufe arbeiten und dadurch die Verlustleistung in den Transistoren auf ein Minimum bringen. In meiner ausgeführten Schaltung bleiben die Transistoren kalt!

Der einfachste Typ dieser Generatorenart ist der selbstschwingende Parallel -Gegentakt-Spannungswandler. Dieser besteht lediglich aus

## Fortsetzung Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung.

2 Transistoren, 1 Transformator, 2 Kondensatoren und 1 Widerstand. Dieser Typ ist auch kurzschlußfest. Die Frequenz wird durch den Transformator bestimmt, ist daher zunächst nicht veränderlich und wird außerdem (wenig) durch die Last und (stark) durch die Betriebsspannung beeinflusst.

Legt man aber (nach ITT-Schaltbeispiele 1967) bei einem solchen Wandler die Eigenfrequenz tiefer als die nachfolgend gewünschte, so kann man mit geeigneten Impulsen die Schaltung vor Erreichen der Eigenzeit zum Kippen bringen und damit die Frequenz in weiten Grenzen regeln.

Als Impulsgenerator empfiehlt ITT einen Sperrschwinger. Dieser hat den Vorteil gegenüber Multivibratoren, mit nur einem frequenzbestimmenden RC-Glied auszukommen (kein Abgleich von Doppelpotentiometern, einfache Umschaltung Maximal-Minimalfrequenz).

Stabilisiert man nun die Speisespannung und betreibt den Sperrschwinger im Sättigungsbereich des Impulsübertragers, ergibt sich schon eine geringe Lastabhängigkeit und gute Konstanz der Frequenz. Die Schaltung selbst ist ebenfalls eine für diesen Zweck angepaßte ITT-Schaltung.

Der Wirkungsgrad des Generators wird praktisch durch den Transformator bestimmt. Beim ausgeführten Gerät braucht der Motor ca. 2,2 W und der Trafo ca. 1 W, d.h. der Wirkungsgrad liegt bei 65%. Da der Trafo für 5 W sekundär maximal ausgelegt ist und seine Verluste konstant bleiben - bei Belastung eher etwas sinken - wird der Wirkungsgrad bei steigender Belastung noch verbessert.

Der Kern der ganzen Angelegenheit ist also der Transformator, für den man in dieser Größenordnung nirgends Angaben findet. Die Berechnung ist ein eigenes Kapitel und hat mich einige Nerven gekostet; ich bin gerne bereit, darüber Auskunft zu geben. Weiters ist wichtig, daß dieser Trafo bifilar, d.h. mit 2 Drähten gleichzeitig für die symmetrischen Wicklungen gearbeitet ist.

Für die Stromversorgung habe ich einfach (da ich noch entsprechendes Material hatte) eine ITT-Schaltung (Serien-Spannungsstabilisierung mit Überstromabschaltung) verwendet. Statt dieser Schaltung kann man natürlich auch die neuerdings erhältlichen integrierten Spannungsregler verwenden.

Damit erreicht man eine hohe Spannungs Konstanz und damit Unabhängigkeit der Frequenz von der Netzspannung.

Sehr wesentlich ist dann noch die Temperaturstabilisierung. Nach einigen Versuchen bin ich draufgekommen, im Sperrschwinger selbst einen NTC-Widerstand (höhere Temperatur, weniger Widerstand) mit der Temperatur des Sperrschwingertrafos und des benachbarten Tran-

## Fortsetzung Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung.

sistors zu beaufschlagen. Durch die richtige Wahl des Verhältnisses zwischen Normalwiderstand und NTC im Basiskreis des Sperrschwingers habe ich eine hohe Frequenzkonstanz erreicht: Höchstens  $1/2$  Hz Abweichung, gerechnet vom Einschaltzeitpunkt bis zum Wert nach mehreren Stunden und verschiedenen Umgebungstemperaturen. Ich habe jedenfalls die Schwingstufenplatine einmal in die Kühltruhe und das andere Mal in den Backofen gesteckt ( $-20^{\circ}$  bis  $+60^{\circ}\text{C}$ ) und jedesmal den gleichen Frequenzwert erhalten.

Frequenzmessung: Als Meßgerät steht mir ein Vielfach-Instrument zur Verfügung. Bei den Arbeiten an der Schaltung ist es aber erforderlich, Frequenzen zu messen. Dazu eignet sich sehr gut ein monostabiler Multivibrator in Verbindung mit einem Schmitt-Trigger. Der Multivibrator kippt bei Eintreffen eines Impulses in den metastabilen Zustand und verharnt so, bis seine Eigenzeit abgelaufen ist. Macht man die Eigenzeit kürzer als die Impulsfolgezeit der höchsten Frequenz, die man noch messen will, dann ändert sich beim Verringern der Frequenz das Verhältnis zwischen Impulsfolgezeit und Eigenzeit. Ein an der richtigen Stelle angelegtes Amperemeter zeigt dann einen anderen Wert und läßt sich in Hz eichen. Der Schmitt-Trigger dient als Schwellwertschalter zur Anpassung an verschiedene Impulsformen und Impulsstärken. Auch hier alle Schaltungen ebenfalls nach ITT.

Die ganze Anordnung kann man mit 50 Hz (Einweggleichrichtung) und 100 Hz (Zweiweggleichrichtung) über einen Trafo von der Netzfrequenz her eichen. Verwendet man z.B. ein 100  $\mu\text{A}$  - Instrument, dann kann man die Skala direkt verwenden, da bei richtiger Einstellung (sehr kurze Pausen zwischen den Eigenzeiten bei der Höchsfrequenz) die Abhängigkeit praktisch linear ist.

Die ganze Sache hat mir gut gefallen und daher habe ich diese Anzeige auch mit in das Gerät eingebaut. Es ist schon sehr schön, wenn man die Frequenz direkt ablesen kann, statt blind einem Skalenstrich vertrauen zu müssen!

Motor: Ein Synchronmotor ist, wie schon anfangs erwähnt, für normalen, d.h. sinusförmigen Wechselstrom ausgelegt.

Der bisher geschilderte Generator liefert aber Rechteckspannungen. Der von mir benützte Motor ist ein Ringspulenmotor mit Ferritläufer (Firma Crouzet). Das ist die billigste und häufigste Type (Waschmaschinen-Programmsteuerung, etc.) und mit dazugehörigen Getrieben bis zu einer Umdrehung pro Tag leicht erhältlich. Beim Betrieb mit Rechteckspannung wird der Motor wärmer (größere Leistungsaufnahme) und lauter und läßt sich nur wenig unter die Nennfrequenz steuern.

## Fortsetzung Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung.

Über dieser läuft er zwar bis 70 Hz und mehr, aber ab ca. 60 Hz nur aus dem Schwung, also kein Anlauf aus dem Stand. Nach verschiedenen Versuchen mechanischer Art - mehr Luftspalt, Schwungmasse, etc. - die mich einen Motor gekostet haben, habe ich mir folgendes überlegt: Je langsamer, d.h. je niedriger die Frequenz, desto geringer ist der Scheinwiderstand des Motors und die Stromaufnahme steigt. Außerdem steht bei der Rechteckform sofort die volle Spannung an der Wicklung.

Beim Betrieb mit Sinusspannung wird der Läufer mit stetig steigender Kraft von einem Statorpol abgestoßen und vom anderen angezogen. Beim Rechteckbetrieb ergibt sich ein momentaner Stoßeffect bei anschließend gleichbleibendem Feld, das dann auch noch wegen des geringeren Widerstands stärker als normal ist. Der beste Anker ist aber nicht voll gesättigt und wird dann - glaube ich - durch das überwiegende Statorfeld zurückgezogen.

Wenn man daher die erhöhte Stromaufnahme bei niedriger Frequenz kompensieren und gleichzeitig das Rechteck verschleifen könnte, müßte der Motor auch bei niedrigen Frequenzen anlaufen und überhaupt williger, runder laufen. Das hat mich auf den Gedanken gebracht, den Motorstromkreis als Schwingungskreis aufzufassen; als Saugkreis, dessen Maximum etwas über dem geforderten Bereich liegt, d.h. daß bei niedrigerer Frequenz der Kreis als solcher weniger, der Motor selbst aber mehr Strom aufnimmt und umgekehrt.

Durch überschlägiges Rechnen und hauptsächlich durch Probieren (man brauchte dazu eigentlich einen Oszillographen) habe ich durch Vorschalten eines RC-Gliedes von 12 kOhm und  $0,1\mu\text{F}$  (also stark gedämpfter Kreis) einen Bereich von minimal 36 Hz bis maximal 68 Hz bei Selbstanlauf, weichem, ruckfreiem Lauf und geringerer Stromaufnahme bei praktisch gleichem Drehmoment gefunden. Die Motorinduktivität betrug ca. 38 Hy.

Für die Praxis habe ich mir einen Bereich von 38-65 Hz eingestellt. Bei 1m Brennweite des Fernrohres ist das schon sehr radikal. Als Fernbedienung habe ich den Bedienungsgriff eines Rollei-Projektors (wegen Normstecker am Kabel) zweckentfremdet.

### Stückliste (Preisangaben ohne Gewähr, sehr unterschiedlich nach Quelle)

- 1 Gehäuse AF 2 (192x117x153mm), z.B. Ing.G.Schmidbauer, Pfeifferstr.7, A-4020 Linz/Urfahr, Tel.07222-33128.
- 1 Frontplatte
- 2 Griffe
- 1 Chassis

Fortsetzung Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung.

1	Netzkabel, 2m 3x0,75		
1	Schukostecker		
1	Anschlußkabel 3x0,75		
1	Schukokupplung	S	100.-
1	Fernbedienungskabel (Rollei-Diaprojektor), mit Bedienungsgriff und Normstecker		300.-
1	Anzeigeinstrument 60x45, 100 $\mu$ A mit Beleuchtung		250.-
1	Einbau-Kippschalter 250/2A, 2polig		18.-
1	Einbau-Kippschalter 250/2A, 1polig		14.-
1	Einbau-Glimmlampe, rot		30.-
3	Einbau-Sicherungselemente		13,50
1	Drehknopf (Metall)		20.-
2	Norm-Lautsprecher-Einbaubuchsen		14.-
1	Einbaubuchse, 5polig, geschirmt, zur Fernbedienung		7.-
4	Durchführungen (Gummi)		4.-
2	Transformatorenkerne (Bausätze) M55/21)		140.-
1	Siemens Siferit-Schalenkern 1100 N 22 ohne Luftspalt, 22 $\varnothing$ x 13mm, mit Spulenkörper (3 Kammern)		20.-
	Kupferbeschichtetes Pertinax für Platinen		40.-
3	Steckleisten für Platinen (mit Halter)		30.-
1	Potentiometer 5 kOhm, linear, Achse 6mm $\varnothing$		22.-
1	Fingerkühlkörper, Alu schwarz eloxiert, T0 3		27,50
1	Kühlstern		8.-
2	KAKO-Kleinrelais mit Drahtfederkontakten mit 2 Umschaltkontakten		100.-
2	Feinsicherungshalter, einlötbar		3.-
1	Gleichrichter B 30 C 800		
1	Transistor BD 124 (= MJ 2245)		
2	Transistoren BD 124 (1 Paar, Phillips)		
7	Transistoren BC 107		
1	Transistor BC 108		220.-
1	Diode 1N 3754		
4	Dioden 1N 4006		
3	Dioden 1N 4148		
1	Zener-Diode ZM 15 (100 mA)		
1	Zener-Diode ZG 6,3 (15 mA)		64.-
1	Elektrolytkondensator 1000 $\mu$ F/63 V		
1	Elektrolytkondensator 2200 $\mu$ F/35 V		
1	Elektrolytkondensator 220 $\mu$ F/40 V		
1	Elektrolytkondensator 100 $\mu$ F/70 V		
1	Elektrolytkondensator 50 $\mu$ F/15 V		
1	Elektrolytkondensator 10 $\mu$ F/35 V		95.-

Fortsetzung Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung.

1	Metallfolien-Kondensator	4,7 $\mu$ F/100 V		
2	Metallfolien-Kondensatoren	0,22 $\mu$ F/100 V	S	26.-
1	Roll-Kondensator	0,1 $\mu$ F/1000 V		10,50
1	Keramik-Kondensator	300 pF		
1	Keramik-Kondensator	100 pF		
1	Keramik-Kondensator	1 nF		30.-
1	Widerstand	1/2 W 33 kOhm		
2	Widerstände	1/2 W 22 kOhm		
1	Widerstand	1/2 W 18 kOhm		
1	Widerstand	1/2 W 12 kOhm		
4	Widerstände	1/2 W 10 kOhm		
1	Widerstand	1/2 W 3,9 kOhm		
3	Widerstände	1/2 W 2,7 kOhm		
1	Widerstand	1/2 W 1,2 kOhm		
3	Widerstände	1/2 W 1 kOhm		
1	Widerstand	1/2 W 680 Ohm		
1	Widerstand	1/2 W 560 Ohm		
1	Widerstand	1/2 W 470 Ohm		
1	Widerstand	1/2 W 390 Ohm		
2	Widerstände	1/2 W 120 Ohm		
2	Widerstände	1/2 W 100 Ohm		
1	Widerstand	1/2 W 30 Ohm		
1	Widerstand	1 W 12 kOhm		26.-
2	Einstell-Regler	0,1 - 0,2 W, stehend, 200 Ohm lin		
1	Einstell-Regler	" " stehend 100kOhm lin		
1	Einstell-Regler	" " stehend 50kOhm lin		
1	Einstell-Regler	" " liegend 100 kOhm lin		
1	Einstell-Regler	" " liegend 25 kOhm lin		90.-
1	Drahttrimmer-Widerstand	für gedruckte Schaltungen, 3 W, 2,5 bis 5 Ohm		10.-
1	Kompensations- und Meßheißleiter	K 25, mit Gewinde M 4, 10mm Sechskant, 25 Ohm/25°C		17,50
	Schaltdraht, Kupfer-Lack-Draht, Lötzinn, Isolier-Folie, Eisentrichlorid (10% Lösung zum Platinen-Ätzen), 1 Dekon- Dalo-Schreiber zum Platinenzeichnen, Letrasetbeschriftung, Kleinmaterial			200.-

Gesamtsumme: S 2289.-

Spulen- und Transformatorendaten

Schwingtransformator: Kern M55/21. Eigenfrequenz ca.25 Hz, Leistung maximal 5 Wsek, Windungen/Volt 21.

Wicklung 1	2x245 Wdg., 0,41 CuL, bifilar!	A' - M - E
		11 16 15
Wicklung 2	2x100 Wdg., 0,25 CuL, bifilar!	A' - M - E
		14 13 12

## Fortsetzung Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung.

Wicklung 3 5500 Wdg., 0,11 CuL.

Wicklungen 1 und 2 unbedingt bifilar, d.h. mit zwei Drähten gleichzeitig und in sauberen Lagen wickeln. Zwischen Wicklung 2 und Wicklung 3 gute Trennisolierung einbringen! Wicklung 3 ist wild gewickelt.

Sperrschwinger-Spule: Kern Siferrit-Schalenkern 1100 N 22, ohne Luftspalt.

Wicklung 1	300 Wdg., 0,15 CuL,	' gelb-rot	' Anfang im
Wicklung 2	150 Wdg., 0,15 CuL	' grau-weiß	gleichen
Wicklung 3	160 Wdg., 0,15 CuL	' blau-schwarz	Wickelsinn!

Spulenkörper-Kammern vollwickeln und dann überwechseln.

Netztrafo: Kern M55/21.

Primär, Wicklung 1	220 V, 15 W	2520 Wdg., 0,12 CuL
Sekundär, Wicklung 2	15,5 - 16 V,	219 Wdg., 0,45 CuL
Sekundär, Wicklung 3	23 - 24 V,	333 Wdg., 0,08-0,1 CuL
Sekundär, Wicklung 4	2,5 V	34 Wdg., 1,2 CuL

1,2 CuL bedeutet: 1,2mm Drahtdurchmesser, Kupferdraht mit Lackisolation.

Anmerkung: Wenn man an einem ruhigen Netz arbeiten kann, d.h. an einem Lichtnetz mit geringen Schwankungen, dann würde man mit einer niedrigeren Eingangsspannung auskommen, 13-14 V. Das würde auch die Verlustleistung in der Stabilisierung stark reduzieren. Das Netz, an dem ich meistens arbeite, bringt aber oft nur 180-190 V, aber manchmal auch 240 V.

Stromaufnahme des fertigen Gerätes: Ausgangsfrequenz 50 Hz, 220 V, 30 mA Leerlauf, 6,6 W. Mit Motor 220 V, 46 mA, 10 W. Stromaufnahme ab Stromversorgung 12,5 V Gleichstrom 0,28 A, 3,4 W, mit Beleuchtung und Motor. Motor: 9 mA, 230 V, 40 Hz, 2,1 W.

### Einstellen der Einstellregler (Trimmer):

Stromversorgung: 1) Mit 200 Ohm-Trimmer Ausgangsspannung auf 12,5 V bringen. 2) Ausgangsspannung mit 5 W - Autolampe belasten und 2,5 Ohm-Trimmer so einstellen, daß elektronische Sicherung gerade noch nicht anspricht.

Generator: 1) 200 Ohm-Trimmer so einstellen, daß die Transistoren (mit Motor) gerade noch voll durchgesteuert werden; etwas übersteuern schadet nicht. Werden sie zu wenig durchgesteuert, können sie sich erhitzen und man verliert Leistung. Ohne Oszillographen: Ausgangsspannung messen, Untersteuerung macht sich durch Spannungsabfall bemerkbar. 2) 25 kOhm- und 100 kOhm-Regler so einstellen, daß gewünschte untere und obere Ausgangsfrequenz erreicht wird. Wechselweise betätigen.

Fortsetzung Referat: Frequenzwandler zur Fernrohrnachführung.

Frequenzmesser: Der 50 kOhm-Regler dient zur Impulsbreiteneinstellung. Bei zu geringer Impulsbreite kein Vollausschlag des Instrumentes erzielbar. 100 kOhm-Regler: Bei 100 Hz Eingangsfrequenz Instrument auf Vollausschlag bringen und mit 50 Hz Zeigenstellung kontrollieren! Eventuelle Abweichung bei 100 Hz zugunsten genauer Eichung bei 50 Hz vernachlässigen. Die Nichtlinearität des Gerätes beträgt beim ausgeführten Instrument 2 Hz bei 100 Hz.

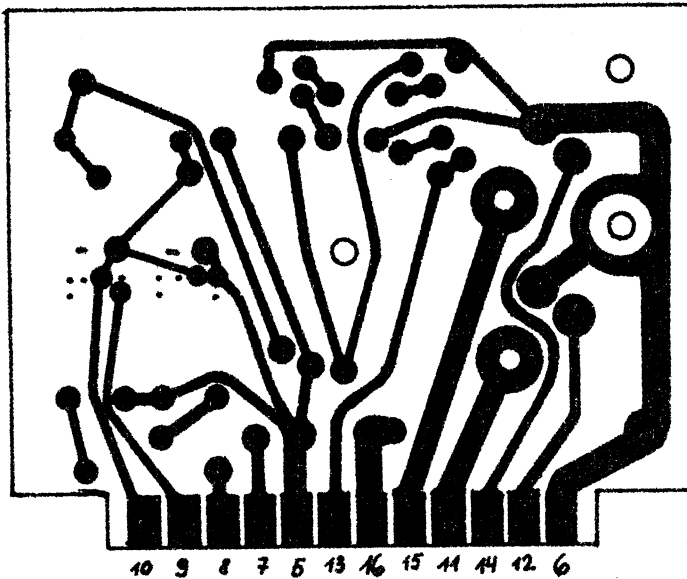
Achtung: Sperrschwinger arbeitet mit doppelter Frequenz!

Schaltbilder und Platinen: Siehe drei Beilagen.

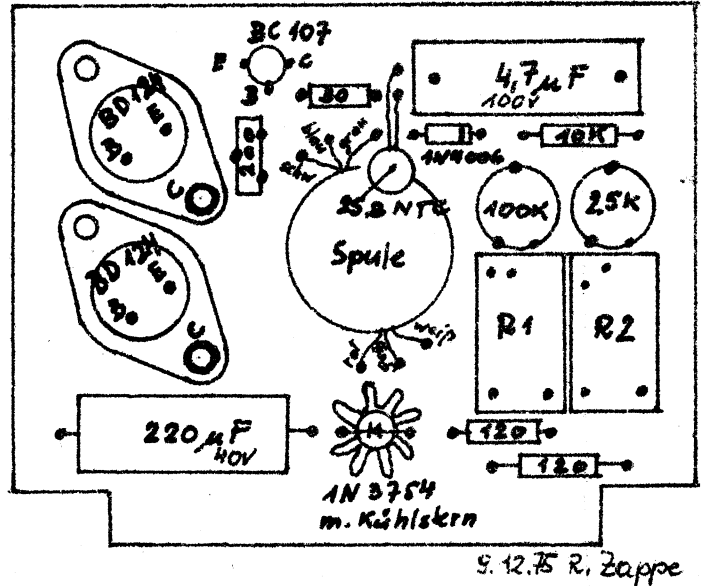
Rudolf Zappe  
Födermayerstraße 68  
A-4470 Enns





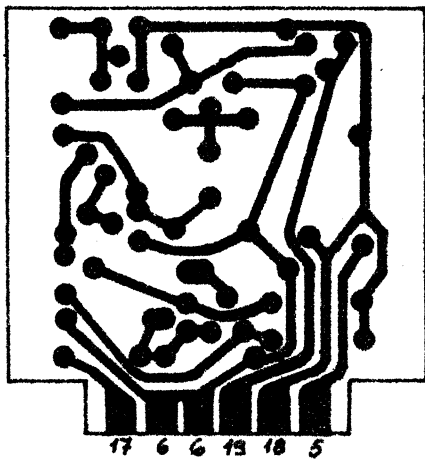


Schaltseite

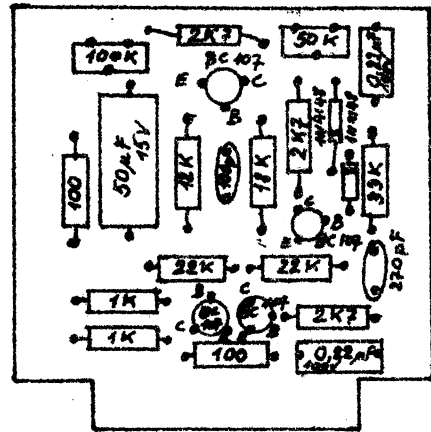


Bestückungsseite

Generator-Platine



Frequenz - Messer - Platine



9.12.75  
R, Zappe



Referat: Das Passageninstrument und seine Konstanten für Aufstellung im Meridian.

1) Strichdistanzen  $F_{mn}$

Im Gesichtsfeld des Passageninstrumentes der Urania-Sternwarte erscheinen eine Anzahl Striche, siehe Zeichnung. Sie sind in eine dünne Glasplatte eingeritzt; diese "Strichplatte" kann durch einen klemmbaren Trieb genau in die Bildebene des Objektivs gebracht werden und erscheint zugleich mit den beobachteten Gestirnen scharf.  $F_{mn}$  bedeutet den Bogen zwischen den Strichen mit der Nummer  $m$  und  $n$ , reduziert auf den Himmelsäquator, in Sternzeitsekunden.  $f_{mn}$  ist der zu  $F_{mn}$  gehörende Bogen, gemessen in Sternzeitsekunden auf dem Parallel der Deklination  $\delta$ .  $\mathcal{J}'_m$  und  $\mathcal{J}'_n$  bedeuten die Sternzeiten, mit denen ein Stern durch die Striche  $m$  und  $n$  geht.

$$f_{mn} = \mathcal{J}'_n - \mathcal{J}'_m \qquad F_{mn} = f_{mn} \cdot \cos \delta$$

Man verwendet polnahe Sterne (Poldistanzen jedoch nicht unter  $10^\circ$ ) und bestimmt  $f_{mn}$  aus dem Mittel zahlreicher Beobachtungen.

Kennt man  $F_{mn}$ , so kann man Durchgangszeiten durch den Strich  $m$  auf den Strich  $n$  übertragen, wenn die Deklination des Sterns bekannt ist:

$$f_{mn} = F_{mn} / \cos \delta \qquad \mathcal{J}'_n = f_{mn} + \mathcal{J}'_m$$

Verändert man die Lage der Strichplatte durch Verstellen des Okulartriebes, so ändern sich die Strichdistanzen!

Durch Multiplikation mit 15 erhält man  $F_{mn}$  in Bogensekunden.

2) Skalenwert  $p$  des Achsniveaus

Die Bestimmung des Skalenwertes erfolgt meist mit technischen Hilfsmitteln. Die Libelle wird auf einen Rahmen aufgesetzt, dessen Neigung mit einer Mikrometerschraube meßbar verändert werden kann. Neben solchen "Libellenprüfern" verwendet man immer häufiger Feintaster, die zwischen Pfeilerdeckplatte und Instrumentenchassis geschaltet werden und die nicht nur die Libelle, sondern das ganze Niveau - noch dazu unter Gebrauchsumständen - zu prüfen gestatten. Mit der Neigungsschraube des Instrumentes werden verschiedene Neigungen eingestellt und die einseitigen Chassis-Erhöhungen gegenüber der Pfeilerplatte mit dem Feintaster gemessen. Der Skalenwert muß über die ganze Länge der Niveauteilung an vielen Stellen ermittelt werden. Auch seine Temperaturabhängigkeit muß erfaßt werden. Astronomisch kann man  $p$  etwa wie folgt ermitteln:

Das Westlager des Instrumentes wird mit der Neigungsschraube soweit angehoben, daß das äußere Ende der Blase bis fast an das West-

Fortsetzung Referat: Das Passageninstrument und seine Konstanten ...

ende der Niveauteilung wandert. In dieser Stellung wird die Lage der beiden Blasenenden abgelesen und zum Mittel  $s_w$  vereinigt. Nun werden die Sternzeiten registriert (z.B. mit dem Chronographen), mit denen ein zenitnaher Stern durch die östlichen Striche geht; gleich nach dem Durchgang durch den Mittelstrich wird das Westlager mittels der Neigungsschraube gesenkt, so daß die Blase gegen das Ostende der Teilung rückt. Dann werden die Durchgänge durch die westlichen Striche registriert, die Lage der beiden Blasenenden an der Teilung abgelesen und zum Mittel  $s_o$  vereinigt. Es wurde also eine Neigungsänderung  $\Delta i = (s_w - s_o) / 2$ , ausgedrückt in Skalenteilen, vorgenommen. Man berechnet die Distanzen des östlichsten Striches von allen westlichen Strichen in Sternzeitsekunden und reduziert sie durch Multiplikation mit  $\cos \delta$  auf den Äquator, wobei  $\delta$  die Deklination des benützten Sternes ist; sie erscheinen gegenüber den entsprechenden, durch keine Neigungsänderung beeinflussten Strichdistanzen um einen konstanten Betrag  $\Delta t$  in Sternzeitsekunden verändert. Dann kommt der nächste der östlichen Striche an die Reihe, und so wird mit allen östlichen Strichen verfahren. Aus der Registrierung der Durchgangszeiten an den 10 östlichen und den 10 westlichen Strichen kann man somit 100 Werte für  $\Delta t$  erhalten. Nunmehr wiederholt man das Verfahren mit verschiedenen, über die ganze Skalenlänge weg verteilten  $\Delta i$ , um auch die Variation von  $p$  zu erfassen; dies alles ist für die festgestellte Temperatur gültig.  $p$  erhält man jeweils aus

$$p = \frac{\Delta t}{\Delta i} \quad (\text{Zeitsekunden pro Skalenteil})$$

Durch Multiplikation mit 15 erhält man  $p$  in Bogensekunden.

### 3) Der Neigungsfehler $i$ der Drehachse

$i$  ist der Winkel, um den die Drehachse gegenüber der Richtung zum Westpunkt erhoben ist, siehe Zeichnung; sie liegt also nicht horizontal.  $i$  ist positiv, wenn das Westende der Drehachse zu hoch liegt. Die Visierlinie beschreibt dann nicht den Meridian, sondern einen Großkreis, der sich mit ihm im Nord- und Südpunkt schneidet. Der Neigungsfehler wirkt sich somit am stärksten im Zenit, garnicht im Nord- und Südpunkt aus. Er wird mit dem Achsniveau bestimmt. Durch Umsetzen des Niveaus auf der Drehachse des Instrumentes und durch Umlegen des Instrumentes samt aufgesetztem Niveau (äußerste Vorsicht! Behutsames Abnehmen und Aufsetzen des Niveaus, sehr langsames Einsenken des Instrumentes in die V-Lager) ergeben sich die in der Zeichnung dargestellten Niveaulagen 1,2,3,4, denen die Lagemittel  $s_1, s_2, s_3, s_4$  der Blasenenden entsprechen:

1	Kreis West, Niveauskalenanfang im Osten	$s_1$
2	Kreis West, Niveauskalenanfang im Westen	$s_2$
3	Kreis Ost, Niveauskalenanfang im Westen	$s_3$
4	Kreis Ost, Niveauskalenanfang im Osten	$s_4$

Zunächst wird die Zapfenungleichheit  $i^{**}$  ermittelt:

$$i^{**} = \frac{p}{4} \left( \frac{s_3 + s_4}{2} - \frac{s_1 + s_2}{2} \right)$$

und dann die Niveauneigungen  $i^*_{KO}$  und  $i^*_{KW}$  für Kreis Ost und Kreis West bestimmt:

$$i^*_{KO} = \frac{s_3 + s_4}{2} \quad \text{und} \quad i^*_{KW} = \frac{s_1 + s_2}{2}$$

Schließlich erhält man die Neigung  $i_{KO}$  und  $i_{KW}$  der Drehachse für Kreis Ost und Kreis West zu

$$i_{KO} = i^*_{KO} - i^{**} \quad \text{und} \quad i_{KW} = i^*_{KW} + i^{**}$$

Durch Multiplikation mit  $p$  erhält man  $i_{KO}$  und  $i_{KW}$  in Zeitsekunden oder, je nach der Maßzahl von  $p$ , auch in Bogensekunden.

#### 4) Der Kollimationsfehler $k$ der Visierlinie

$k$  ist der Winkel, den die Visierlinie mit der Normalen auf die Drehachse einschließt, siehe Zeichnung.  $k$  ist positiv, wenn Westpunkt und Visierpunkt zu verschiedenen Seiten des Meridians liegen. Die Visierlinie beschreibt dann nicht den Meridian, sondern einen zum ihm parallelen Kleinkreis. Der Kollimationfehler kann durch Beobachtung ein und desselben polnahen Sternes in Kreislage Ost und Kreislage West ermittelt werden, wozu der Neigungsfehler bekannt sein muß.

Bedeutet  $\mathcal{N}'_{KO}$  und  $\mathcal{N}'_{KW}$  die in Lage Kreis Ost und Lage Kreis West beobachteten Sternzeiten der Durchgänge durch jenen Strich, dessen Kollimationsfehler man bestimmen will (nötigenfalls Durchgangzeiten mittels  $f_{mn}$  auf einen anderen Strich übertragen, um genügend Zeit zum Umlegen zu haben), sind ferner  $i_{KO}$  und  $i_{KW}$  die Neigungen,  $\varphi$  die geographische Breite und  $\delta$  die Deklination des verwendeten Sternes, so gilt für die obere Kulmination:

$$k' = \frac{1}{2} \left[ \left( \mathcal{N}'_{KO} + i_{KO} \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} \right) - \left( \mathcal{N}'_{KW} + i_{KW} \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} \right) \right] \cdot \cos \delta$$

und für die untere Kulmination:

$$k' = \frac{1}{2} \left[ \left( \mathcal{N}'_{KW} + i_{KW} \frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos \delta} \right) - \left( \mathcal{N}'_{KO} + i_{KO} \frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos \delta} \right) \right] \cdot \cos \delta$$

(Zeitsekunden)

Fortsetzung Referat: Das Passageninstrument und seine Konstanten ...

Den Einfluß der täglichen Aberration berücksichtigt das Glied

$$k'' = 0,021 \cdot \cos \delta \quad (\text{Zeitsekunden})$$

Schließlich erhält man für den Kollimationsfehler  $k_{KO}$  und  $k_{KW}$  für Lage Kreis Ost und Lage Kreis West

$$k_{KO} = -k' - k'' \quad \text{und} \quad k_{KW} = k' - k''$$

Durch Multiplikation mit 15 erhält man  $k_{KO}$  und  $k_{KW}$  in Bogensekunden.

### 5) Der Azimutfehler a der Drehachse

a ist der Winkel, um den das Azimut der Drehachse von der Ostwestrichtung abweicht, siehe Zeichnung. a ist positiv, wenn das Westende der Drehachse nach Süden abweicht. Die Visierlinie beschreibt dann nicht den Meridian, sondern, sondern einen Großkreis, der sich mit ihm im Zenit und Nadir schneidet. Der Azimutfehler wirkt sich am stärksten im Nord- und Südpunkt, garnicht im Zenit und Nadir aus. Er wird aus Durchgangsbeobachtungen eines pol- und eines äquatornahen Sternes bestimmt, wozu der Neigungs- und Kollimationsfehler bekannt sein muß.

Es bedeutet  $\alpha, \delta$  Rektaszension, Deklination des einen Sternes;  $\mathcal{J}'$  die Sternzeit seines Durchganges durch die Visierlinie,  $\varphi$  geographische Breite und i, k Neigungs- und Kollimationsfehler. Für den anderen Stern gelten die gekreuzten Größen (+).

Es gilt für die beiden Sterne in oberer Kulmination zunächst

$$\beta = \alpha - \mathcal{J}' - i \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} - \frac{k}{\cos \delta} \quad (\text{Zeitsekunden})$$

$$\beta^+ = \alpha^+ - \mathcal{J}^+ - i^+ \frac{\cos(\varphi - \delta^+)}{\cos \delta^+} - \frac{k}{\cos \delta^+}$$

wobei man für i, k die für die gewählte Kreislage gültigen Größen verwendet. Schließlich erhält man a aus

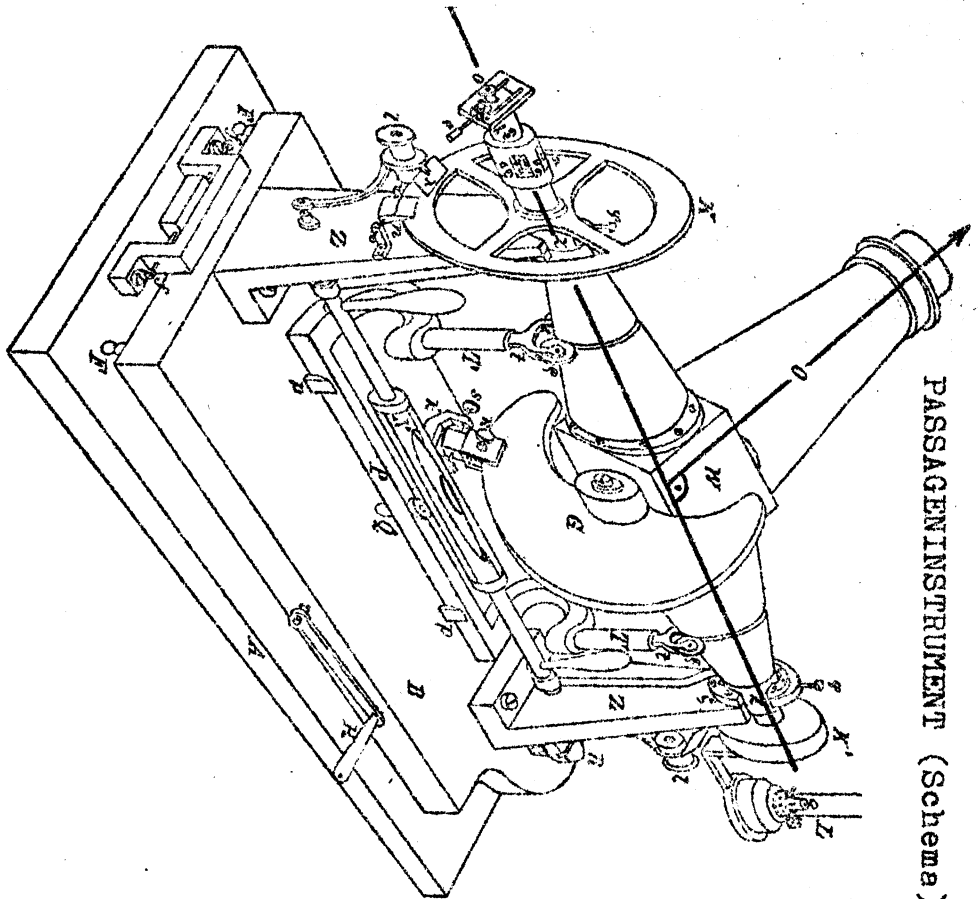
$$a = \frac{\beta - \beta^+}{\cos \varphi \cdot (\tan \delta^+ - \tan \delta)}$$

Durch Multiplikation mit 15 erhält man a in Bogensekunden.

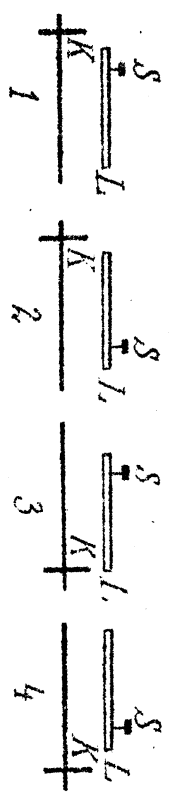
### Literatur:

- J. Dick, Praktische Astronomie an visuellen Instrumenten. J.A. Barth, Leipzig 1963.  
W. Láska, Lehrbuch der Astronomie und der mathematischen Geographie, Verlag L. Vangerow, Bremerhaven und Leipzig, 1913.  
W. Valentiner, Handwörterbuch der Astronomie, Verlag E. Trewendt, Breslau 1899.  
Gerald Wödl, Magdeburgstr. 28, A-1220 Wien.

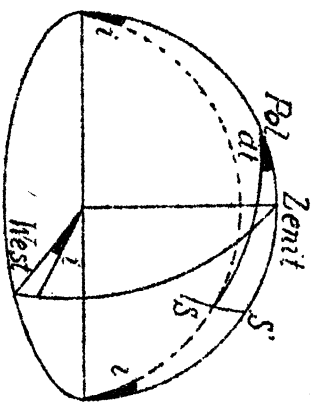
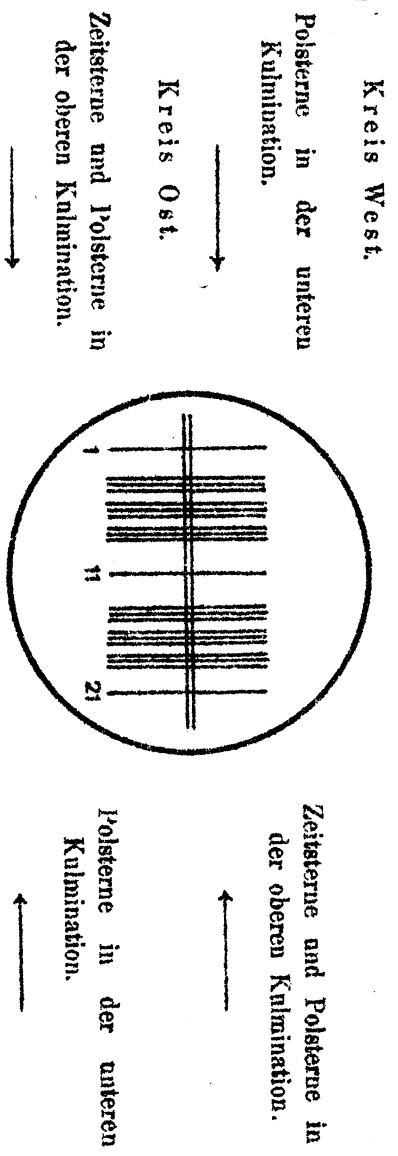
PASSAGENINSTRUMENT (Schema)



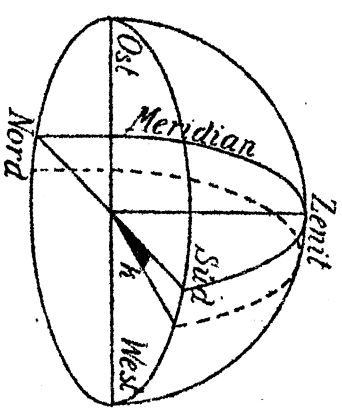
Die 4 verschiedenen Lagen des Niveaus am Passageninstrument der Urania-Sternwarte



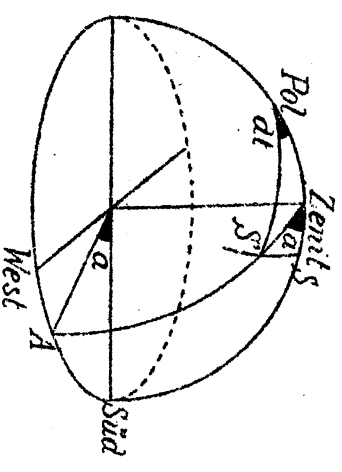
Sehfeld des Passageninstrumentes der Urania-Sternwarte: Strichplatte und Gestirnbewegung (Meridian-Aufstellung)



Neigungsfehler (Meridian)



Kollimationsfehler (Meridian)



Azimutfehler (Meridian)



Referat: Beobachtungen mit dem Passageninstrument im Meridian.

Symbole:  $\alpha, \delta$  Rektaszension, Deklination des Gestirns zum Termin der Beobachtung;  $\lambda, \varphi$  Geogr. Länge, Breite des Beobachtungsortes,  $\mathcal{J}$  Sternzeit,  $\mathcal{J}'$  Sternzeit des Durchganges durch die Visierlinie (Uhrablesung bereits auf Stand korrigiert);  $a$  Azimutfehler,  $i$  Neigungsfehler,  $k$  Kollimationsfehler (Zeitsekunden);  $Korr$  Korrektion von  $\mathcal{J}'$  auf den Meridian. Indizes KW und KO zeigen die Instrumentenlage Kreis West und Kreis Ost an, Index GR bedeutet Greenwich.

Prinzip: Ein Gestirn der Rektaszension  $\alpha$  passiert den Meridian zur Sternzeit

$$\begin{aligned} \mathcal{J} &= \alpha && \text{(Obere Kulmination)} \\ \mathcal{J} &= \alpha \pm 12^h && \text{(Untere Kulmination)} \end{aligned}$$

Wegen Instrumental- und Aufstellungsfehlern werden nicht die Durchgänge durch den Meridian, sondern die durch die unweit von ihm verlaufende Visierlinie beobachtet; die Durchgangszeiten bedürfen noch der Korrektur  $Korr$ .

$$\begin{aligned} Korr &= i_{KW} \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + a \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + \frac{k_{KW}}{\cos \delta} && \text{Obere Kulm., Kreis West.} \\ Korr &= i_{KO} \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + a \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + \frac{k_{KO}}{\cos \delta} && \text{Obere Kulm., Kreis Ost.} \\ Korr &= i_{KW} \frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos \delta} + a \cdot \frac{\sin(\varphi + \delta)}{\cos \delta} - \frac{k_{KW}}{\cos \delta} + 12^h && \text{Untere Kulm., Kreis West.} \\ Korr &= i_{KO} \frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos \delta} + a \cdot \frac{\sin(\varphi + \delta)}{\cos \delta} - \frac{k_{KO}}{\cos \delta} + 12^h && \text{Untere Kulm., Kreis Ost.} \end{aligned}$$

Die Formulierung dieser Ausdrücke geht auf Tobias Mayer zurück.

1) Bestimmung von Rektaszensionen

$$\alpha = \mathcal{J}' + Korr$$

2) Bestimmung von Uhrzeiten (Transformation der beob. Sternzeiten!)

$$\mathcal{J}' = \alpha - Korr$$

3) Bestimmung der geographischen Länge

$$\lambda = \mathcal{J}'_{GR} - \mathcal{J}'$$

Im Moment  $\mathcal{J}'$  wird die Zonenzeit abgelesen, aus der unter Kenntnis der geogr. Länge des Zonenmeridians  $\mathcal{J}'_{GR}$  berechnet werden kann.

Anmerkung: Transformation der Sternzeit in Zonenzeit etc.: Siehe Sternfreunde-Seminar 1973.

Referat: Bestimmung der geographischen Breite nach dem Verfahren von Horrebow-Talcott.

Prinzip: Kulminiert ein Stern im Zenit des Beobachtungsortes, so ist seine Deklination gleich der geographischen Breite  $\varphi$ . Kulminiert ein Sternpaar symmetrisch zum Zenit (Südstern Deklination  $\delta_s$ , Zenitdistanz  $z_s$ ; Nordstern Deklination  $\delta_n$ , Zenitdistanz  $z_n$ ), so ist das Mittel der beiden Sterndeklinationen gleich der geographischen Breite. Da sich aber in der Praxis nur schwer zwei Sterne finden lassen, welche diesen Tatbestand genau erfüllen, so erhält man die geographische Breite erst nach Verbesserung wegen ungleicher Zenitdistanzen und Refraktionen  $r_s, r_n$  aus:

$$\varphi = (\delta_s + \delta_n)/2 + (z_s - z_n)/2 + (r_s - r_n)/2$$

Es muß also die Differenz der Zenitdistanzen möglichst genau gemessen werden. Dies geschieht mikrometrisch mit einem im Meridian aufgestellten Passageninstrument, auf dessen Drehachse sich in Meridianrichtung eine Libelle festklemmen läßt.

Die großen Vorteile dieser Methode sind Freiheit von Zeitmessungen und Unempfindlichkeit gegen Veränderungen der Passageninstrumentkonstanten ( $i$  Neigungs-,  $k$  Kollimations-,  $a$  Azimutfehler; siehe diesbezügliches Referat!); auch die Refraktion kann, besonders bei Wahl zenitnaher Sterne, sehr sicher berücksichtigt werden. Zufolge der Fehler  $i, k, a$  ist eine Korrektur  $Korr_{ika}$  der ohne solchen Fehlereinfluß bestimmten geographischen Breite nötig; im folgenden Ausdruck werden  $i, k, a$  in Bogensekunden verwendet:

$$\begin{aligned} Korr_{ika} = & \left( \frac{1}{2} \cdot i^2 \cdot \sin \varphi \cdot \frac{\cos z}{\cos \delta} + \frac{1}{2} \cdot k^2 \cdot \tan \delta - \right. \\ & - \frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot \cos \varphi \cdot \frac{\sin z}{\cos \delta} + i \cdot k \cdot \frac{\sin \varphi}{\cos \delta} - \\ & \left. - k \cdot a \cdot \frac{\cos \varphi}{\cos \delta} - a \cdot i \cdot \cos \varphi \cdot \frac{\cos z}{\cos \delta} \right) \cdot \sin 1'' \end{aligned}$$

$Korr_{ika}$  wird mit genäherter Breite für den Süd- und Nordstern (bei Nordstern  $k$  negativ!) berechnet; das Mittel ist die Breitenverbesserung in Bogensekunden.

Praxis: Beim Passageninstrument der Wiener Urania-Sternwarte ist das sonst zur Messung der Zenitdistanzdifferenzen übliche Okularschraubenmikrometer durch eine mikrometrische Verstellmöglichkeit der Horrebow-Libelle ersetzt.

Das Passageninstrument wird zunächst auf die genähert vorausbe-

Fortsetzung Referat: Bestimmung der geographischen Breite ...

rechnete Zenitdistanz des ersten Sternes des Horrebow-Paares eingestellt. Dann wird mit äußerster Vorsicht das Ausgleichgewicht an der Drehachse gegen die Horrebow-Libelle getauscht und diese so auf der Drehachse festgeklemmt, daß die Blase ungefähr einspielt.

Dann wird der Durchgang des ersten Sternes - genaues Laufen zwischen den beiden Horizontalfäden! - beobachtet, das Niveau abgelesen und mit der Libellen-Mikrometerschraube die Blase der Horrebow-Libelle genau zum Einspielen gebracht. Dann wird das Passageninstrument umgelegt, die Lage des Kreisendes der Drehachse ist getauscht. Nun wird der Durchgang des zweiten Sternes ganz analog beobachtet, das Niveau erneut abgelesen und auch die Stellung der Mikrometerschraube an der Horrebow-Libelle festgestellt. Bei der nötigen Verstellung des Passageninstrumentes in Zenitdistanz mit Hilfe der Instrumentenfeinbewegung ist die Blase der Horrebow-Libelle ausgewandert; die Blase wird nun mit der Mikrometerschraube wieder zurückgeholt und deren Stellung abgelesen.

Temperatur und Luftdruck werden schließlich ebenfalls noch festgestellt.

Das zeitraubende Auswählen der Horrebow-Sternpaare erspart ein äußerst zweckmäßiger Katalog von FK4 Horrebow-Sternpaaren für geographische Breiten von  $+30^{\circ}$  bis  $+60^{\circ}$  (Dipl.Ing.F.Reichart, Geowissenschaftliche Mitteilungen, Technische Universität Wien, Institut für Höhere Geodäsie, Vorst.Univ.Prof.Dr.K.Bretterbauer). Der Skalenwert der Mikrometerschraube an der Horrebow-Libelle wird aus Durchgangsbeobachtungen zweier Sterne mit nur gering unterschiedlichen Deklinationen mehrmals bestimmt.

Manfred Jeitler  
Gumpendorferstr.30/19  
A-1060 Wien.

Referat: Photographische Photometrie.

Prinzip: Sterne werden auf der photographischen Schicht je nach scheinbarer Helligkeit in verschiedener Größe (linearer Durchmesser des Bildchens) und verschiedener Helligkeit (verschieden starke Schwärzung der Schicht) abgebildet. Beides zusammen ergibt ein exaktes Maß für die scheinbare Helligkeit des Sterns.

Praxis: Zunächst berücksichtigte man nur die linearen Durchmesser (z.B. bei den Helligkeiten in den "Selected Areas"), später wurden auch die unterschiedlichen Schwärzungen mitberücksichtigt und ein "effektiver Durchmesser" aus beiden abgeleitet (Siedentopf, Astronomische Nachrichten 254, 33 (1934)).

Die Beziehung zwischen den effektiven Durchmessern und den scheinbaren Helligkeiten wird durch eine Anzahl von Eichsternen bekannter scheinbarer Helligkeit hergestellt, was meist graphisch durch Zeichnen der "Eichkurve" geschieht. Ist diese für eine Aufnahme einmal ermittelt worden, lassen sich auf dieser unbekannte Sternhelligkeiten messen.

Leider ist die Empfindlichkeit der photographischen Schichten für Licht verschiedener Wellenlängen ungleich groß, weshalb der verwendete Spektralbereich schon bei der Aufnahme durch entsprechende Wahl von Emulsion und Filter verengt werden muß. Auf eben diesen Spektralbereich müssen sich auch die Helligkeiten der Eichsterne beziehen. Stimmen die Spektralbereiche von Aufnahme und Eichsternhelligkeiten nicht überein, so treten beim Zeichnen der Eichkurve große Streuungen auf. Je kleiner diese Streuungen bleiben, umso besser stimmen die beiden Farbsysteme überein. Dies ist ein scharfes Kriterium für die Emulsions- und Filterwahl!

Die Auswertung der Aufnahmen geschieht mit "Irisblendenphotometern", in denen die Bildchendurchmesser durch eine Meßiris festgestellt und die Bildchenschwärzungen durch Messung der Schwächung eines kalibrierten Lichtstromes gemessen werden, mit dem die Bildchen durchstrahlt werden.

Der große Vorteil der photographischen Photometrie liegt in der Ersparnis an Beobachtungszeit, denn die zu photometrierenden Sterne oder Kleinplaneten müssen nicht am Fernrohr separat identifiziert und eingestellt werden; es genügt eine einzige Aufnahme des Feldes. Auch bedarf es keiner großen Übung. Dem steht als Nachteil die größere Reduktionsarbeit, die hohen Ansprüche an die Optik und Nachführung (völlig runde Bildchen nötig!) und die Tatsache gegenüber, daß sich manchmal Bildchen überdecken (Blends).

Fortsetzung Referat: Photographische Photometrie.

Dreifarbenphotometrie: In der Praxis werden drei Farbbereiche verwendet, die so gewählt wurden, daß man aus der Messung der drei scheinbaren Helligkeiten folgende Größen ableiten kann:

Spektraltyp

Absolute Helligkeit  $M$  (scheinbare Helligkeit, reduziert auf die Entfernung 10 pc)

Interstellare Absorption  $A$

Die Farbbereiche heißen U (ultraviolett), B (blau) und V (visuell, gelbgrün) und gruppieren sich jeweils um folgende Wellenlängen, die z.B. durch die genannten Emulsionen und Filter bestimmt sind:

U 350 nm Kodak 103a0 + Filter Schott UG 2

B 435 nm Kodak 103a0 + Filter Schott GG 13 (etwa  $m_{\text{phot}}$ )

V 555 nm Kodak 103aB + Filter Schott GG 14 (etwa  $m_{\text{vis}}$ )

Ein besonders wichtiges Resultat dreifarbenphotometrischer Arbeit ist die "photometrische Entfernung"  $E$  in pc:

$$m - M - A = 5. (\log E - 1)$$

Auch lassen sich bei Messung vieler Sterne die Abhängigkeiten der Sterndichte und Leuchtkräfte von der Entfernung ermitteln.

Sternfreunde-Praxis: Photometrisch brauchbare Aufnahmen sollten unbedingt mit der richtigen Emulsion und dem richtigen Filter aufgenommen werden; dann sind sie auch mit professionellen Hilfsmitteln, z.B. mit dem Irsiblenphotometer, auswertbar. Für die Kleinbildkamera und Nachführmöglichkeiten des Amateurs kommen die Bereiche B und V in Frage; erstklassige Optik und gute Nachführung (z.B. mit genau aufgestelltem parallaktischem Pult) sind nötig, um völlig runde Sternbildchen zu erhalten. Das Nachführproblem ist aber der kürzer gewordenen Belichtungszeiten wegen (höher gewordene Filmempfindlichkeiten) nicht mehr kritisch. Begnügt man sich mit der Messung der linearen Durchmesser, so projiziert man die Originalaufnahmen auf ein weißes Zeichenblatt, wo die Sterne gleich identifiziert und mit einem in Millimeter geteilten Lineal vermessen werden.

Die UBV-Helligkeiten der Eichsterne findet man in verschiedenen Katalogen, wobei das Wiener Planetarium (persönliche Vorsprache nach Anmeldung) oder das Astronomische Büro, Sanettystr.3, A-1080 Wien (schriftlich) gerne helfen.

Es dürfte vielleicht viele Sternfreunde interessieren, welche photometrische Information in den Blättern des weitverbreiteten "Falkauer Atlases" liegt, obwohl diese Aufnahmen ohne Filter, nur mit blauempfindlichen Emulsionen allein, gemacht worden sind

Fortsetzung Referat: Photographische Photometrie.

und auch durch den Reproduktionsprozeß zwangsläufig Fehler hineingekommen sind.

Es wurden die Blätter 175 Leo,  $10^h 20, +10^\circ$  und 139 Leo,  $10^h 20, +20^\circ$ , (Ausgabe B, Lichtpause, schwarzer Grund) episkopisch projiziert und nach den Durchmessern allein ausgewertet:

Stern	B	Sp, LKK	d <sub>mm</sub>	Rekt 1900	Dekl
HD 87837	5,81 <sup>m</sup>	K 4 III	20,0	10 <sup>h</sup> 01,9 <sup>m</sup>	+17°15'
HD 87901	1 21	B 7 V	52 0	10 03 0	12 27
HD 89774	6 14	B 9	18 0	10 16 5	15 29
HD 89995	6 99	F 2	13 5	10 18 1	6 12
HD 90512	7 53	G 5	11 5	10 21 9	11 49
HD 91316	3 71	B 1	34 0	10 27 5	9 49
HD 91612	6 01	G 8 II	18 5	10 29 6	7 28
HD 92127	8 73	F 5 V	6 8	10 33 1	14 29
HD 92170	9 07	K 0	6 0	10 33 4	14 33
HD 93244	7 48	K 1	11 0	10 40 9	6 54
HD 87737	3 45	A 0 I	34 0	10 01 9	17 15
HD 88008	9 22	G 5 V	6 8	10 03 7	25 02
HD 88371	9 06	G 2 V	7 5	10 06 3	24 15
HD 88446	8 40	F 8	8 5	10 06 9	17 48
HD 89025	3 75	F 0 II	32 0	10 11 1	23 55
9533	10 78		3 5	10 11 6	24 10
HD 89125	5 87	F 5	19 5	10 11 8	23 37
HD 90183	9 06	G 0 V	6 6	10 19 5	25 07
HD 91148	8 66	F 5	7 0	10 26 3	24 36
HD 91950	9 26	G 2 V	5 5	10 31 9	25 36
HD 92825	5 04	A 2 V	23 0	10 38 0	23 43

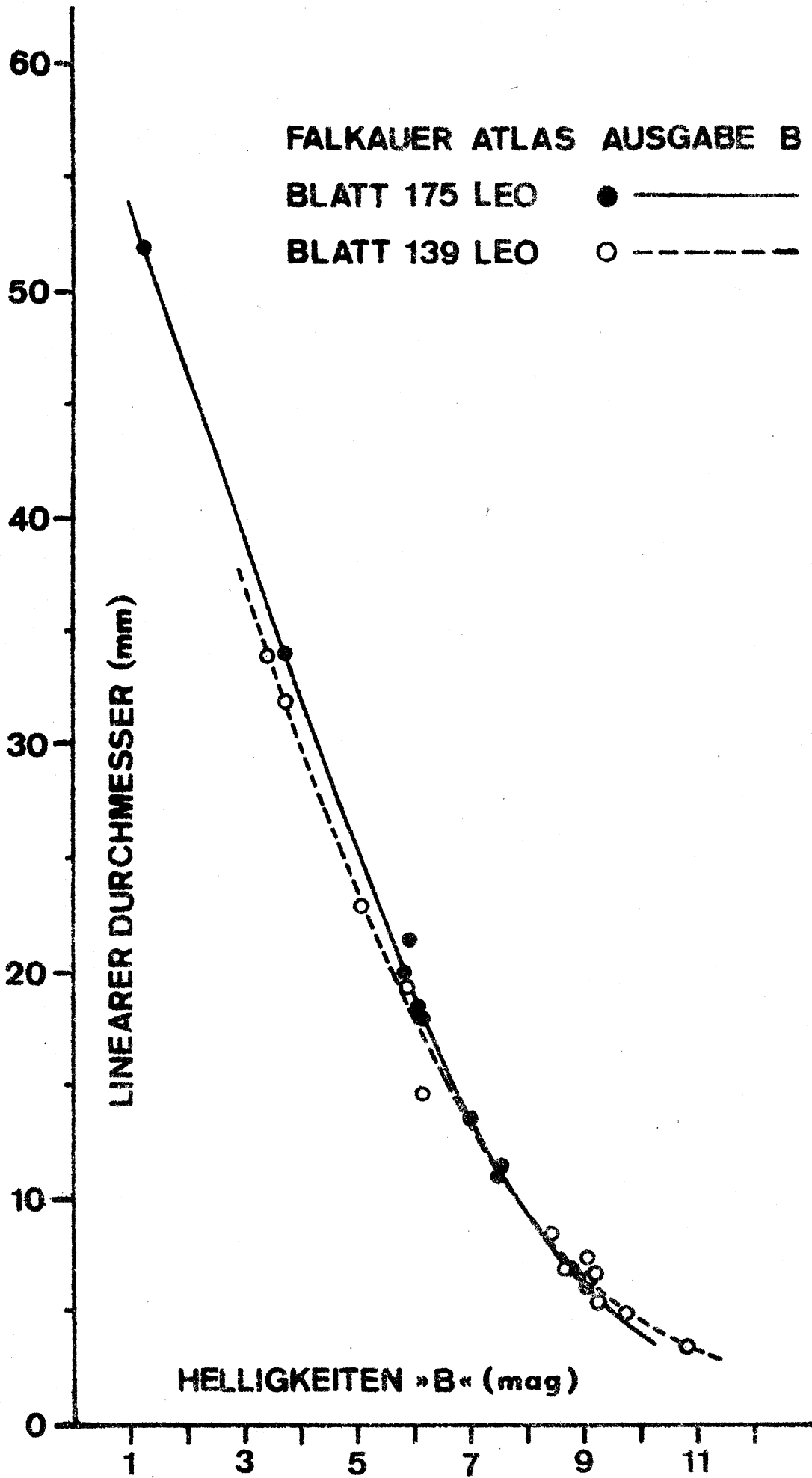
Blatt  
175 Leo

10,92  
11,03  
11,14

Blatt  
139 Leo

Die beiden Eichkurven sind in der Graphik dargestellt; die angegebenen Eichsternhelligkeiten können dazu verwendet werden, eigene Aufnahmen dieser Himmelsgegend photometrisch auszuwerten.

Alexander Pikhard  
Pramergasse 25a  
A-1090 Wien



Gastvortrag: Astrospektrographie.

Wir wollen uns hauptsächlich mit der Objektivprismenkamera befassen. Das ist eine Kamera, vor deren Objektiv sich ein Prisma befindet.

Kamera-Objektiv: Es muß von erstklassiger Qualität sein, auch hinsichtlich der Farbkorrektur. Die Brennweite soll nicht unter 100mm liegen, sonst werden die Spektren zu kurz; bei kürzerer Brennweite sind allerdings die Spektren heller, weil die lineare Dispersion kleiner ist - damit steigt natürlich die Reichweite, d.h. schwächere Sterne können erfaßt werden.

Bei Kleinbildkameras und anderen Systemkameras sollte darauf geachtet werden, daß sich der Tubus, der das Objektiv trägt, bei der Fokussierung nicht mitdreht; sonst muß nämlich das davor montierte Prisma auch verdreht werden. Bei manchen Objektiven ist die Fokussierung ein Problem. Die Flächen der Prismen sind nämlich selten eben, sondern gewöhnlich leicht konvex. Dadurch ändert sich die Brennweite des Systems Prisma+Objektiv und die Einstellung auf Unendlich kann nicht mehr realisiert werden: Der Abstand Optik-Filmebene muß dann verringert werden. Bei manchen Objektiven ist dies dadurch möglich, daß man die eingesetzten Justierringe herausnimmt. Die Einstellung auf Unendlich muß dann natürlich durch Probeaufnahmen ermittelt werden. Aus diesen Gründen wird man vielleicht einem Balgengerät den Vorzug geben. Kurz gesagt: Da die Spektrallinien monochromatische Abbildungen der Sternspuren sind, ist die Schärfe der Spektren umso besser, je geringer die Farb- und sonstigen Fehler des Objektivs sind.

Prisma: Es soll aus einem mittleren Glas bestehen. Höher farbzerstreuende Gläser, die wohl ein längeres Spektrum ergeben, absorbieren mehr vom kurzwelligen Spektralgebiet. Wenn man die Wahl hat, käme Leicht-Flint oder Schwer-Kron in Betracht, letzteres auch wegen der geringeren Empfindlichkeit gegenüber Wasserdampf. Der brechende Winkel sollte nicht über  $30^\circ$  betragen, sonst gibt es größere Reflexionsverluste an der vorderen Fläche. Die Größe des Prismas richtet sich nach dem Durchmesser des Objektivs. Man muß beachten, daß das Prisma vor dem Objektiv so montiert wird, daß der Lichtdurchgang durch das Prisma möglichst symmetrisch erfolgt (Minimalablenkung). Bei einem  $30^\circ$ -Prisma aus mittlerem Glas beträgt die Ablenkung etwa  $18^\circ$ .

Varianten: Besser als ein Linsenobjektiv wäre eine Spiegeloptik (Schmidt-Spiegel), die keine Farbfehler aufweist. Die Verwendung eines Transmissionsgitters an Stelle des Prismas wird wegen des Preises kaum in Frage kommen. Gitterspektren haben den Vorteil



## Fortsetzung Gastvortrag: Astrospektrographie.

einer linearen Dispersionskurve, d.h. die Wellenlängen sind den Abständen der Linien gerade proportional. Außerdem bekommt man in den Spektren der verschiedenen Ordnungen verschieden große Dispersionsen. Dies hätte allerdings in einem sternreichen Feld den Nachteil der Überlappung mancher Spektren.

Montierung: Die Montierung der Prismenkamera soll am besten so erfolgen, daß man die Kameraachse so verdrehen kann, daß das im Leitfernrohr eingestellte Objekt sein Spektrum in der Mitte des Gesichtsfeldes der Prismenkamera erzeugt. Natürlich ist die paralaktische Montierung am besten geeignet. Die brechende Kante des Prismas ist so anzuordnen, daß sie parallel zur täglichen Bewegung der Gestirne liegt.

In der Nähe des Meridians, d.h. etwa eine Stunde vor und nach der Kulmination, kann auch eine horizontale Montierung verwendet werden. Voraussetzung dafür ist jedoch eine gute Feinbewegung im Azimut.

Filmmaterial: Es soll vor allem feinkörnig sein! Bestens bewährt hat sich Kodak Panatomic-X Film mit 15 DIN. Im Vergleich zu anderen gängigen Materialien hat dieser Film die geringste Grünlücke, ist feinkörnig und besitzt doch eine annehmbare Empfindlichkeit. Die Empfindlichkeit endet allerdings knapp vor der H-Alpha-Linie. Bei Objektivprismenkameras ist für die meisten Objektive für das langwellige Spektralgebiet eine separate Einstellung vorzunehmen. Wenn man auf die H-Alpha-Linie verzichten kann, genügt beim erwähnten Film eine Einstellung für das gesamte Spektrum. Für Aufnahmen bis etwa 680 nm kann man Kodak 103a-E verwenden, der z.B. vom Treugesell-Verlag, Schillerstraße 17, D-4 Düsseldorf, BRD, bezogen werden kann. Auch ORWO stellt ein derartiges Material her. Die Entwicklung erfolgt am besten mit einem Feinkornentwickler, z.B. Kodak D-76 (Metol-Hydrochinon-Borax).

Aufnahmetechnik: Sie ist sehr einfach. Man läßt den Stern zwischen zwei Fäden im Okular pendeln (Rektaszensions- oder Azimutfeinbewegung). Bei hellen Sternen bis etwa 3.Größe genügt ein Durchlauf. Bei einem Objektiv  $f/2$ ,  $f=180\text{mm}$  und einem Prisma von  $30^\circ$  (Objektivprismenkamera der Kuffner-Sternwarte, Johann Staudstr.10, A-1160 Wien, beim Ottakringer Bad) kommt man mit Kodak Panatomic-X Film bei A-Sternen etwa bis zur 7.Größe, bei einer Gesamtbelichtung von etwa 30 Minuten. Infolge der Helligkeit des Himmels ist damit die Grenze erreicht, auch wenn man länger belichtet. Mit einem Film höhere Empfindlichkeit könnte wohl die Belichtungsdauer entsprechend verkürzt werden, aber dies wird wegen des

Fortsetzung Gastvortrag: Astrospektrographie.

gröberen Kornes durch die Einbuße feiner Spektrallinien erkauft. Zur Überprüfung der Apparatur werden Aufnahmen von weit entfernten Leuchtstoffröhren empfohlen. Die brechende Kante des Prismas ist dabei parallel zur Leuchtstoffröhre zu orientieren.

Auswertung der Spektren: Sie erfolgt zweckmäßigerweise so, daß man sich zunächst eine kleine Sammlung von Spektren aller Spektralklassen anlegt, eventuell auch von Sternen verschiedener Leuchtkraftklassen. Die Spektralklassen sind gewöhnlich aus Sternverzeichnissen ersichtlich. So kann man leicht unbekannte Sternspektren identifizieren. Die Ausmessung gelingt gut, wenn man die Spektren projiziert; daraus kann man sich eine Wellenlängenskala ableiten. Die photometrische Auswertung erfordert allerdings ein Mikrophotometer. Vielleicht gelingt es einem guten Bastler, ein solches Instrument aus einem kleinen Mikroskop und einem Photoelement (z.B. aus einem alten Belichtungsmesser) sowie einem Mikroampèremeter zu bauen.

Bei einem Prismenspektrum ist dabei auf die Abnahme der Dispersion im langwelligen Spektralbereich zu achten!

Spektralaufnahmen besonderer Objekte: Spektren von Novae, Kometen usw. sind außerordentlich interessant. Bei den Novae kommt man leicht zu schwächeren Objekten, weil die Energie auf wenige Wellenlängen verteilt wird.

So konnte mit dem erwähnten Gerät der Kuffner-Sternwarte die Nova Cygni 1975 bis zur 9.Größe spektrographisch beobachtet werden. Ähnliches gilt für Kometen. Auch hier ist die Energie, neben einem gewöhnlich schwachen Kontinuum, auf einige wenige Wellenlängen konzentriert. Man kann auch den spektralen Verlauf der Szintillation verfolgen, wenn man etwa einen hellen Stern (Sirius) ganz einfach durch das Feld laufen läßt. Lehrreich sind auch die Aufnahmen auf Farbmaterial mit und ohne Prisma, wobei man die Farben der Sterne mit ihren Spektren vergleichen kann.

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

Übersicht: Beobachtung besonderer Himmelsereignisse.

Besondere Himmelsereignisse sind für den Amateurastronomen wohl in erster Linie Sonnen- und Mondfinsternisse, Leuchterscheinungen auf der Mondoberfläche, Stern- und Planetenbedeckungen durch den Mond, Kometen, Feuerkugeln und Novae.

Unsere folgenden Kurzdarstellungen sollen zu auswertbaren Beobachtungen dieser Phänomene anregen.

Sonnenfinsternisse: Statt der unsicher faßbaren Kontaktzeiten werden nunmehr zahlreiche großmaßstäbliche Aufnahmen der partiellen Phasen ausgemessen (mehrere Punkte am Sonnen- und Mondrand, Firneisverfahren); Ausgleichsrechnung, analytische Geometrie und Reduktion auf die Erdmitte geben die relative Lage von Sonne und Mond für Ableitung genauer Mondörter bzw. eines Wertes für  $\Delta t$  = Ephemeridenzeit minus Weltzeit (siehe Sternfreunde-Seminar 1974). Einer Zeitssekunde entsprechen etwa 0,55" in der mittleren Bahnbewegung des Mondes; dies ist der Maßstab, an dem die Auflösung der Aufnahmen, die Genauigkeit der Aufnahmezeiten und Koordinaten des Beobachtungsortes hinsichtlich der Resultate zu beurteilen ist.

Totale Phasen gestatten die Photographie der Chromosphäre, Protuberanzen und Korona. Obwohl eindrucksvoll, sind Farbaufnahmen gegenüber Schwarzweißaufnahmen in definierten Spektralbereichen weniger wertvoll. Besonders interessant sind Aufnahmen des "Flash"-Spektrums und des Spektrums der Korona. Weitwinkelige Aufnahmen des Himmelsfeldes um die verfinsterte Sonne ermöglichen die Suche nach sonst in solcher Sonnennähe unbeobachtbaren Objekten, z.B. Kometen! Auch die meteorologischen Phänomene (Lufttemperatur, Farbe und Helligkeit des Himmels, Finsterniswind, Fliegende Schatten) verdienen genaue Beobachtung. Siehe auch Referat "Finsternis-Photographie".

Mondfinsternisse: Die Schattenantritte an den Mondrand und an ausgewählte Mondformationen können während der partiellen Phasen entweder visuell mit einem kleinen Fernrohr oder photographisch durch zahlreiche großmaßstäbliche Aufnahmen zeitlich festgelegt werden ( $\pm 0,1^m$  anstreben!). Aus diesen Zeiten folgt die Vergrößerung und Deformation des Erdkernschattens. Siehe auch "Sternenbote", 10/1974, J.Meeus: Kratergenaue Berechnung von Mondfinsternissen.

Schätzung der Dichte und Farbe des Erdschattens über die ganze Finsternisdauer führt zur Bestimmung des Finsternistyps nach Danjon:

- 0 Sehr dunkle Finsternis, Mond fast unsichtbar, besonders in der Finsternismitte.
- 1 Dunkle Finsternis, graue oder bräunliche Farben, Details schwer zu unterscheiden.
- 2 Dunkelrote oder rostfarbene Finsternis, mit einem

Fortsetzung Übersicht: Beobachtung besonderer Himmelsereignisse.

dunklen Fleck in der Schattenmitte; Randpartien des Schattens ziemlich hell.

- 3 Ziegelrote Finsternis, Schattenrand häufig hell oder gelb.
- 4 Kupferrote oder orangerote, sehr helle Finsternis, mit bläulicher, sehr heller Schattenrandzone.

Weiters achte man auf die Sichtbarkeit von Mondformationen im Kernschatten und auf das Aufleuchten heller Punkte (siehe Leuchterscheinungen auf der Mondoberfläche). Günstig ist auch hier die Beschränkung der Beobachtung auf einen oder mehrere definierte Spektralbereiche (Filter).

Gesamtphotometrie der Finsternis:

Visuell mit dem Silberkugelphotometer nach Richter. Man betrachtet das Spiegelbild des Finsternismondes in einem Konvexspiegel mit dem Radius  $r$  (Christbaumkugel) aus jener Entfernung  $E$  des Spiegels vom Auge, in welcher der Reflex gleich hell wie ein Vergleichssterne der Helligkeit  $m$  erscheint (definierter Spektralbereich, Filter!).

Es gilt:

$$M = m + 5 \cdot \log \frac{r}{E} + k + \text{EXT} \quad (\text{Größenklassen})$$

worin  $M$  die Mondhelligkeit,  $\text{EXT}$  die Extinktionsdifferenz zwischen Mond und Stern und  $k$  eine bei Relativmessungen herausfallende Konstante ist.

Photographisch: Homogene Reihenaufnahme der Finsternis mit Kleinbildkamera liefert verschieden durchgeschwärzte Mondbildchen (definierter Spektralbereich, Filter!). Siehe auch Referat "Finsternis-Photographie".

Leuchterscheinungen auf der Mondoberfläche: Aufleuchten größerer Teile der Mondoberfläche, besonders aber Auftreten kleiner heller Stellen oder dunkler Flecke bis hin zu Trübungen. Solche Phänomene haben ganz unterschiedliche Lebensdauer (Sekunden bis Tage) und können schon mit kleinen Fernrohren, ja in besonderen Fällen sogar mit freiem Auge wahrgenommen werden.

Voraussetzung für ihre Erfassung: Vertrautheit mit teleskopischem Anblick der Mondoberfläche, sonst leicht Gefahr von Täuschungen! Ungewöhnliche Aufhellungen bis  $1^m$  und darüber bei folgenden Formationen durch Helligkeitsvergleich mit anderen Stellen der Mondoberfläche feststellbar (Reihung etwa nach Häufigkeit):

Aristarch	Tycho
Herodot/Schrötertal	Kepler
Plato	Censorinus
Alphonsus	Taruntius
Gassendi	Bullialdus

Fortsetzung Übersicht: Beobachtung besonderer Himmelsereignisse.

Diese Aufhellungen nicht nur auf der Tagseite, sondern auch auf der Nachtseite des Mondes im Erdlicht und bei Mondfinsternissen im Erdschatten beobachtbar! Farbe: Rötlich bis gelb, manchmal weiß.

Freisichtig: Helligkeitsvergleich Aristarch-Kepler!

Dunkle Flecken vor allem im Alphonsus und bei Aristarch/Herodot, auch Trübungen mancher Gegenden nicht selten.

Schätzung der Erdlicht-Helligkeit nach Pulsnitzer Skala wertvoll:

- 1 Im Erdlicht sind Formationen und deren Umrisse hervorragend gut sichtbar.
- 2 Formationen sind in ihren Umrissen mäßig gut sichtbar.
- 3 Formationen nur blickweise und ohne ihren genauen Umriss sichtbar.
- 4 Das Erdlicht ist eine detaillose, sonst aber noch gut sichtbare Fläche.

Alle derartigen Beobachtungen gewinnen an Wert, wenn sie in definierten Spektralbereichen (Filter) vorgenommen werden!

Stern- und Planetenbedeckungen durch den Mond: Für Österreich werden Stern- und Planetenbedeckungen im "Österreichischen Himmelskalender", fallweise zusätzlich - besonders Planetenbedeckungen, Streifende Sternbedeckungen - im "Sternenboten" angekündigt.

Gewöhnliche Bedeckungen werden vom H.M.Nautical Almanac Office berechnet und beziehen sich in den genannten Publikationen auf die Standardstation 16,400° Ost / 48,200° Nord (nahe Urania Sternwarte Wien) und alle Sterne des "Catalog of 3539 Zodiacal Stars for the Equinox 1950,0" (Z.C.), die heller als 7,5<sup>m</sup> sind.

Mit Rücksicht auf einfache Beobachtungshilfsmittel wird aus diesen Erscheinungen eine Auswahl unter folgenden Gesichtspunkten getroffen:

Heller Mondrand Anfang nur Sterne heller 4,5<sup>m</sup>, Ende heller 3,5<sup>m</sup>; dunkler Mondrand Ende heller 6,5<sup>m</sup> (daher keine Vorhersagen unter 6,5<sup>m</sup> für die Zeit nach Vollmond).

24<sup>h</sup> vor und nach Neumond keine Vorhersagen, innerhalb 48<sup>h</sup> nur für Sterne heller 1,9<sup>m</sup>; 24<sup>h</sup> vor und nach Vollmond nur Sterne heller 3,0<sup>m</sup>, innerhalb 48<sup>h</sup> heller 5,5<sup>m</sup>, innerhalb 72<sup>h</sup> heller 6,5<sup>m</sup>, außer bei totalen Mondfinsternissen, dann gewöhnliche Grenzen.

Erscheinung muß mindestens 10° über dem Horizont stattfinden, außer bei Sternen heller 1,9<sup>m</sup>, hier Grenze 2°.

Bei Tag Vorhersagen für Sterne heller 1,9<sup>m</sup>, bei anderen Helligkeiten folgende Grenzen nach Sonnendepression:

Helligkeit 2,0 <sup>m</sup> - 4,5 <sup>m</sup>	Frühest 0°	Spätest 6°
4,6 - 5,5	3	9
5,5 - 7,5	6	12

Bei fast streifenden Bedeckungen unterbleibt Angabe der Übertra-

Fortsetzung Übersicht: Beobachtung besonderer Himmelsereignisse.

gungskoeffizienten  $a, b$  (Übertragung der Zeiten für Nachbarorte nach Vorschrift Himmelskalender). Für Orte innerhalb des Bundesgebietes nennt das Astronomische Büro, Sanettystr. 3, A-1080 Wien, gerne genäherte Zeiten. Anstreben: Auf  $\pm 0,1^s$  genau beobachten! Nähere Beobachtungshinweise: Siehe Referat "Sternbedeckungen".

Kometen: Hier interessiert die Gesamthelligkeit, die Form und Lage des Erscheinungsbildes und die Position des Kopfes (Kerns).

Beobachtungsvorbereitung (siehe auch "Sternenbote", 12/1972, H. Koberger, Kometenbeobachtung mit Amateurmitteln):

Bei schwächeren Kometen gute Sternkarte, bis zur Grenzgröße des Instrumentes sicher reichend, z.B. Falkauer Atlas oder Atlas Stellarum 1950,0. Man macht von den betreffenden Blättern eine Nahaufnahme mit darübergelegter Gradnetzschablone und projiziert die Aufnahme auf einen weißen Karton. Nach Übertragung des Sternbestandes Verdichtung des Gradnetzes auf  $1^\circ$  in Deklination und  $4^m$  in Rektaszension; Eintragen der Ephemeridenörter (Sternenbote) und Bezifferung der scheinbaren Bahn nach Tagen. Mit dieser Suchkarte Auffindung auch ohne parallaktische Montierung nach einigen wohlüberlegten Suchschritten möglich. Fernrohr erhält jenes Okular, das Austrittspupille = Augenpupille bei Nacht und damit größte Flächenhelligkeit und größtes Feld ergibt. Notfalls "Indirektes Sehen" mittels Randteilen der Retina, die lichtempfindlicher als zentrale Sehgrube sind. Nichtbeobachtendes Auge nicht krampfhaft schließen, sondern abdecken und sich auf eine Objektdistanz von ca. 3m einstellen; dies entspricht Ruhestellung des Auges. Weiche Gummimuschel am Okular verhindert störendes Seitenlicht; Einnahme von Vitamin A hilft - vor allem gegen "Wunschsehen". Außerordentlich wichtig ist die Wahl eines günstigen Beobachtungsplatzes - hier ist Transportfähigkeit des Instrumentariums ein gewaltiger Vorteil!

Die Gesamthelligkeit des flächigen Kometenkopfes kann auf Punkthelligkeit in Größenklassen zurückgeführt werden, indem man das Fernrohr soweit defokussiert, bis die Lichtscheiben der Sterne die gleiche Winkelgröße wie der scharfgestellte Kometenkopf haben und man dann nach einer Sternlichtscheibe sucht, welche die gleiche Leuchtdichte wie der scharfgestellte Kometenkopf besitzt. Die Sterngröße jenes Sternes, zu dem die ausgewählte Vergleichslichtscheibe gehört, entspricht dann der Punkt-Gesamthelligkeit des Kometenkopfes. Das Verfahren vereinfacht sich, wenn man sich an der Okularauszug-Skala die nur von Winkeldurchmesser des Kometenkopfes abhängige Defokussierungsstrecke merkt. Definierte Spektralbereiche (Filter) verwenden!

Aufnahmen auf Kleinbildfilm können mit einfachen Hilfsmitteln ver-

## Fortsetzung Übersicht: Beobachtung besonderer Himmelsereignisse.

messen werden. Projektion der Negative auf weißen Karton; Sterne, Komet und Formatecken (letztere zwecks Festlegung der Aufnahmemitte mittels Diagonalen) übertragen und mit Lineal und Dreieck nach rechtwinkligen Koordinaten vermessen. Aus diesen und den sphärischen Koordinaten mindestens dreier Anhaltsterne kann die Position des Kometenkopfes leicht ermittelt werden (siehe Seminar 1974), ebenso Schweiflänge und Schweifrichtung. Ein Taschenrechner leistet hierbei gute Dienste.

Feuerkugeln: Obwohl diese Objekte wegen ihres überraschenden Erscheinens und der Geschwindigkeit ihres Fluges in der Regel keine teleskopischen Objekte sind, stellen sie doch außergewöhnlich interessante Phänomene dar. Sie sollten unbedingt nach folgendem, von Univ.Prof.Dr.O.Thomas und Dr.Z.Cepolecha entworfenen Schema gemeldet werden, auch dann, wenn nur einige Fragen beantwortet werden können. Man setzt vor jede Antwort die Nummer der Frage:

- 1 Briefanschrift des Beobachters, ggf. auch Telephon.
- 2 Termin der Beobachtung: Datum+Wochentag, Stunde, Minute, eventuell auch Sekunde.
- 3 Standort zur Zeit der Beobachtung: Bitte so beschreiben, daß der Ort auch von nicht Ortskundigen gefunden werden kann.
- 4 Leuchtbahn: Zuerst grob beschreiben, etwa so: "von West nach Nord .. von oben nach unten"; dann, wenn möglich, Anfangs- und Endpunkt (wo zuerst und zuletzt gesehen) mit Bezug auf helle Sterne oder irdische Objekte angeben.
- 5 Flugdauer in Sekunden: Schätzwert. Nachleuchten getrennt melden!
- 6 Leuchtkörper: Helligkeit und Größe, etwa im Vergleich zu Sternen, Mond, irdischen Lichtern. Teilung? Farbe? Schweif?
- 7 Schallerscheinungen: Oft mehrere Minuten später. Art des Schalles (Pfeifend, knatternd, rollend ..)
- 8 Meteoritenfall: Nichts verändern, sofort Meldung erbeten, Lage des Materials photographisch, zur Not auch zeichnerisch, festhalten.
- 9 Wetterbeschaffenheit: In kurzen Andeutungen die Situation beschreiben.

Solche Meteormeldungen nimmt für das "Europäische Netz" entgegen: Astronomisches Büro, Sanettystr.3, 1080 Wien; siehe "Sternenbote", 1/1976, Dr.Z.Cepolecha: Europäisches Netz zur Feuerkugel-Photographie.

Novae: Verfolgung der Helligkeit am besten photographisch, siehe auch Referat "Photographische Photometrie" und "Astrospektrographie".

Das ASTRONOMISCHE BÜRO, Sanettystr.3, A-1080 Wien, nimmt gerne Beobachtungsberichte zur Veröffentlichung im "Sternenboten" entgegen. Bestellungen dieser Monatsschrift ebendort; pro Jahr S 80.-

Referat: Photographie von Finsternissen.

Instrument: Fernrohr und Kleinbild-Spiegelreflexkamera 24x36 mm; dabei ist besonders zu achten auf:

Belichtungsmessung im abbildenden Strahlengang, also durch die eingestellte Aufnahmeblende.

Erschütterungsfreiheit des Verschlusses; Schlitzverschlüsse, Rückschwingspiegel oder Springblenden verursachen Erschütterungen.

Probeaufnahmen vor der Finsternis geben nicht nur Aufschluß über Belichtungszeiten, sondern zeigen auch kleine Erschütterungen an.

Sonnenfinsternis: Objektivfilter nötig. Billig: 2fache Silberdecke! Brennweite (gegebenenfalls Vergrößerung) so wählen, daß das Mond- oder Sonnenbild das Filmformat gut ausnützt. Brennweite etwa zwischen 1,5m bis 2,5m.

"Probt" man die Finsternisphotographie genügend lange vor der Finsternis, können etwa festgestellte Mängel noch behoben werden! Es ist ratsam, Fernrohr und Kamera schon etwa eine halbe Stunde vor Beginn der Finsternis aufzustellen bzw. beobachtungsbereit zu machen. Es bleibt dann noch genug Zeit für kleinere Vorbereitungs- und Kontrollarbeiten (Schärfe einstellen, Zeitnahme, etc.). Am besten geeignet ist eine gute parallaktische Montierung mit Nachführung, aber auch mit feststehendem Rohr lassen sich Finsternisse photographieren.

Filmmaterial: Allgemein findet man mit Schwarzweiß-Filmen das Auslangen; Farbaufnahmen von Mondfinsternissen, speziell von totalen und nahezu totalen Phasen, können aber sehr eindrucksvoll sein.

Filmwahl bei stehendem Rohr:

Hier ist man auf höher bis höchstempfindliches Material angewiesen, denn die Belichtungszeit sollte nach Möglichkeit nicht über  $1/50^s$  liegen, um Bewegungsunschärfe zu vermeiden; bei  $1/50^s$  macht sie rund 0,3" aus. Bei einem Öffnungsverhältnis von 1:10 ist es bei einer totalen Mondfinsternis möglich, die partiellen Phasen mit Belichtungszeiten zwischen  $1/250^s$  bis  $1/1000^s$ , die Totalität mit  $1^s$  bis  $1/4^s$  auf hoch- und höchstempfindlichen Filmen (Kodak Tri-X-Pan und Recording, Ilford HP 4, 27/10 DIN und höher) aufzunehmen.

Filmwahl bei nachgeführtem Rohr:

Hier kann man niederempfindliche Filme verwenden (Kodak High Contrast 9/10 DIN, Panatomic X 15/10 DIN, Ilford Pan F 18/10 DIN) und hat den Vorteil feineren Kornes.

Filmentwicklung: Man entwickle nach Möglichkeit selbst; besonders, wenn man empfindlichkeitssteigernde Entwicklung wünscht (Phenigran, Neofin).



Fortsetzung Referat: Photographie von Finsternissen.

Papierentwicklung: Am besten selbst mit kräftig arbeitendem Entwickler (Dok 90, D 163 S, DK 50, Dokumol).

Photopapier: Extra- bzw. ultrahartes Papier bringt starke Kontraste; schnelles, einfaches Arbeiten erzielt man mit Ilfospeed 5.1 M. Farbbilder sind natürlich kostspieliger, außerdem ist man meist auf ein Farblabor angewiesen.

Finsternis-Photographie mit Kleinbildkamera allein: Auch hier lassen sich schöne Ergebnisse erzielen, besonders mit Teleobjektiven. Die Kleinbildkamera eignet sich besonders für Reihenaufnahmen, die möglichst den ganzen Finsternisverlauf erfassen sollen. Dazu gehört aber etwas Übung und vor allem viel Geduld. Am Kameraobjektiv wird (etwa durch Abheben eines Deckels) z.B. alle vier Minuten kurz belichtet; dieser zeitliche Abstand bewirkt, daß sich die Bilder sicher nicht überdecken.

Die hier gegebenen Hinweise beruhen sämtlich auf eigenen Erfahrungswerten.

Rudolf Conrad  
Görgengasse 2,1/16  
A-1190 Wien

Referat: Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Mond.

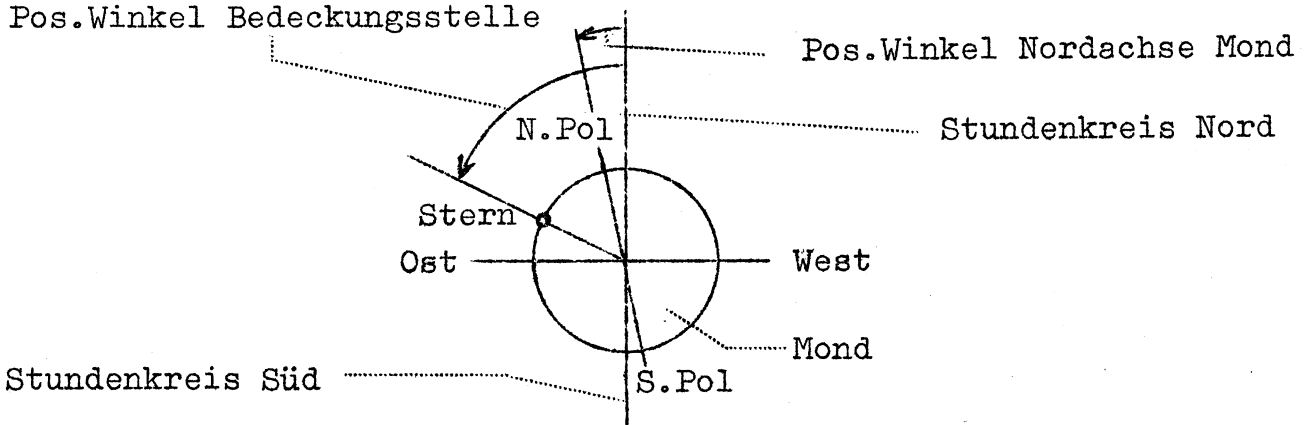
Allgemeines: Die Beobachtung einer solchen Sternbedeckung verknüpft den Ort des Sternes, die Lage des Mondrandes und der Ort des Beobachters auf der Erde. Je nachdem, welche beiden Größen als bekannt vorgegeben sind, läßt sich die dritte Größe bestimmen: Sternort bzw. Sterndurchmesser, Auflösung engster Doppelsterne (Photometer mit ultrahoher Zeitauflösung) / Mondort und Randprofil, daraus auch  $\Delta t = \text{Ephemeridenzeit minus Weltzeit}$  ableitbar / Geographische Breite und besonders geographische Länge des Beobachtungsortes. Aus visuellen Beobachtungen, wie sie z.B. Amateure durchführen können, werden nach zentraler Reduktion weltweiter Beobachtungen hauptsächlich die Größen der Mondbahn und Mondfigur verbessert (H.M.Nautical Almanac Office).

Wegen der raschen Bewegung des Mondes sind Bedeckungen auch heller Sterne und Planeten für einen bestimmten Erdort nicht selten. Entsprechend der Neigung der Mondbahn zur Ekliptik ( $\text{ca. } 5^\circ$ ), der Parallaxe (maximal  $\text{ca. } 1^\circ$ ) und der Drehung der Knotenlinie der Mondbahn können alle Gestirne in einer  $\text{ca. } 12^\circ$  breiten Zone ( $\text{ca. } \pm 6^\circ$  ekliptische Breite) bedeckt oder streifend bedeckt werden.

Beobachtungsvorbereitung: Man braucht ein Fernrohr von mindestens 5cm Öffnung, um auch die Bedeckung schwächerer Sterne beobachten zu können, weiters eine Stoppuhr und die Benützungsmöglichkeit eines Zeitsignals (Radiosignal DIZ 4525 kHz, Sekundenpunkte; besser Telefonsignal 0222 - 1503 und 1505, sprechende Uhr und Sekundenpunkte mit Auslassung des 59. Punktes), Übersichts-Mondkarte, Jahrbuch (Himmelskalender), Himmelsatlas und bogensekundengenaue geographische Koordinaten des Beobachtungsortes, z.B. aus der "Österreich-Karte" 1:50.000.

Genauere Voraus-Lokalisierung der Stelle des Mondrandes, an der das Erscheinen oder Verschwinden des Sternes stattfinden wird, ist wichtig und geschieht mit dem bei der Bedeckung angegebenen Positionswinkel der Bedeckungsstelle. Beim Eintragen in die Übersichts-Mondkarte auf den Positionswinkel der Mondrotationsachse achten:

Pos.Winkel Bedeckungsstelle



Fortsetzung Referat: Beobachtung von Sternbedeckungen ...

Alle Positionswinkel werden vom Stundenkreis Nord ("von Norden") über Ost gezählt. Der Positionswinkel des hellen Randes bezeichnet den mittleren Punkt des hellen Randes; addiert und subtrahiert man  $90^\circ$ , so erhält man die "Hörnerspitzen", die Endpunkte des hellen Randes.

Die Voraus-Berechnung der genäherten Zeit der Sternbedeckung (Übertragung der für die Standardstation  $48,200^\circ$  Nord /  $16,400^\circ$  Ost gegebenen Werte im Himmelskalender auf den Beobachtungsort mit der geographischen Breite B und der geographischen Länge L, letztere nach Ost negativ gezählt) ist ebenfalls sehr wichtig, um die Bedeckung nicht zu versäumen. Man erhält genähert:

$$t = \text{Termin Wien} + a \cdot L_d + b \cdot B_d$$

worin  $L_d = L + 16,400^\circ$  und  $B_d = B - 48,200^\circ$  sowie a, b die für die Bedeckung gültigen Übertragungskoeffizienten sind.  $L_d$  ist also positiv (negativ), wenn sich der Beobachtungsort westlich (östlich),  $B_d$  ist positiv (negativ), wenn sich der Beobachtungsort nördlich (südlich) von Wien / Standardstation befindet.

Beispiel:

1975 April 20,  $19^h22,9^m$  MEZ, Stern Om Leo,  $a = -2,1$ ,  $b = +0,7$  ( $^m/o$ )

Die Terminübertragung ist für Gmünd NÖ,  $L = -0^h59^m56^s = -14,9833^\circ$ ,

$B = +48^\circ46,3' = +48,7717^\circ$  durchzuführen. Man hat  $L_d = +1,4167^\circ$ ,

$B_d = +0,5717^\circ$  und rechnet: Termin Wien  $19^h22,900^m$

$$a \cdot L_d \quad -2,975$$

$$b \cdot B_d \quad +0,400$$

---

$$\text{Termin Gmünd } 19^h20,3^m$$

Man nehme ruhig mehr Dezimalen mit und runde erst am fertigen Ergebnis.

Beobachtung: Der Mond wird rechtzeitig im Fernrohr eingestellt und der Punkt des Randes aufgefaßt, an dem die Bedeckung stattfinden wird.

Der Zeitpunkt des Verschwindens oder Erscheinens wird durch Drücken der Stoppuhr bestimmt (Stoppuhr läuft); sie wird so rasch als möglich an das Zeitsignal angeschlossen, man drückt ein zweites Mal bei der vollen Minute (Stoppuhr steht und zeigt Zeitintervall an, das zwischen Bedeckung und voller Signalminute verfließen ist.

Intervall von Signalminute abziehen ergibt Bedeckungszeit). Hellen Phasenteil des Mondes eventuell durch Gelatinefilter, den man in einem Teil des Sehfeldes anbringt, dämpfen!