

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 34 (1976)
Heft: 154

Heft

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.05.2025

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

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Bulletin de la Société Astronomique de Suisse



4. Jahrgang
4^e année

Juni
Juin
1976

154

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG)

Auflage: 2800 Exemplare. Erscheint 6 x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.

Redaktion: Dr. Peter Gerber, Roland A. Holzgang, Werner Maeder.

Adresse der Redaktion: Redaktion ORION, Dr. Peter Gerber, Juravorstadt 57, CH-2502 Biel.

Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an diese Adresse zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren. Redaktionsschluss: 8 Wochen vor dem Erscheinen der betreffenden Nummer.

Inserate: Inserataufträge sind an die Redaktion zu richten.

Copyright: SAG – SAS. Alle Rechte vorbehalten.

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

SAG

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Adresse des Generalsekretärs: Generalsekretariat der SAG, Werner Lüthi, Hohengasse 23, CH-3400 Burgdorf.

Anmeldungen, Adressänderungen, Austritte (nur auf Jahresende) und die im ORION zu rezensierenden Bücher sind an diese Adresse zu richten.

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

Jungmitglieder (nur in der Schweiz): sFr. 25.–.

Einzelhefte sind beim Generalsekretariat für sFr. 7.50 zuzüglich Porto und Verpackung erhältlich.

Mitgliederbeiträge und Zahlungen sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.

ORION

Bulletin de la Société Astronomique de Suisse (SAS)

Tirage: 2800 exemplaires. Paraît six fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

Rédaction: Dr Peter Gerber, Roland A. Holzgang, Werner Maeder.

Adresse de la rédaction: Dr Peter Gerber, Juravorstadt 57, CH-2502 Bienne. Tel. 032/41 77 63

Manuscrits, illustrations et rapports sont à envoyer à cette adresse. La responsabilité des articles publiés dans ce bulletin incombe aux auteurs. Dernier délai pour l'envoi des articles: 8 semaines avant la parution du numéro correspondant.

Annonces: Les ordres sont à adresser à la rédaction.

Copyright: SAG – SAS. Tous droits réservés.

Impression: A. Schudel & Co. SA, 4215 Riehen.

SAS

Société Astronomique de Suisse

Adresse du secrétaire général: Secrétariat général de la SAS, Werner Lüthi, Hohengasse 23, CH-3400 Burgdorf.

Les demandes d'admission, changements d'adresse, démissions (seulement pour la fin de l'année) ainsi que les livres à commenter dans ORION, sont à envoyer à cette adresse.

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

Membres juniors (seulement en Suisse): sfrs. 25.–.

Des numéros isolés peuvent être obtenus auprès du secrétaire général au prix de sfrs. 7.50 plus frais de port.

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

CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen



Programm 1976

- 5.—10. April 1976 **Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie für Lehrkräfte
Leitung: Dr. M. Howald, Basel
- 19.—20. Juni 1976 **Wochenend-Kolloquium** Thema: «Planetoiden und ihre Beobachtung»
Leitung: Prof. Dr. M. Schürer, Bern
- 4.—9. Oktober 1976 **Elementare Einführungskurse** in die Astronomie für Lehrkräfte
11.—16. Okt. 1976 Leitung: Dr. M. Howald, Basel

Auskünfte und Anmeldungen:
Frau Lina Senn, Spisertor, CH-9000 St. Gallen
Telefon 071 / 23 32 52, Telex 77685

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

Identifizierung des im 4. vorchristlichen Jahrhundert von Jupiter bedeckten Sterns in den Zwillingen

von K. LOCHER

Nahezu alle überlieferten Beobachtungen aussergewöhnlicher Himmelserscheinungen des Altertums sind in neuerer Zeit mehrfach rechnerisch überprüft und zur Datierung von damit verknüpften historischen Geschehnissen herangezogen worden. Meines Wissens fehlt aber bisher eine solche Bearbeitung der Sternbedeckung durch Jupiter in den Zwillingen, welche irgendwann zu Lebzeiten des ARISTOTELES nach dessen eigenem Zeugnis¹⁾ stattgefunden haben muss. Jedenfalls scheinen alle Chronisten des ARISTOTELES dieses Indiz zu ignorieren, wogegen z. B. die ebenfalls von ARISTOTELES beobachtete Marsbedeckung durch den Mond vom 10. Mai –356 (gregorianisch) von allen als unumstösslicher Angelpunkt in der sonst so ungewissen Chronik geschätzt wird^{2–5)}. Sie wurde zuletzt von SCHOCH⁶⁾ bearbeitet.

Ich glaube nun, dass das Thema bislang nicht angefasst worden ist, weil es vordergründig als aussichtslos mehrdeutig erscheint. Ohne viel anfängliche Hoffnung wurde mir aber dann schon nach 2 Stunden elementarer Rechenarbeit klar, dass aus verschiedenen Gründen alle Zwillingsterne ausser *Flamsteed 1 Geminorum* fast mit Sicherheit ausscheiden. Als mögliches Datum des Ereignisses ergibt sich dann der Winter –360/–359 oder 1 bis 3 siderische Umläufe später. Weil nun dank einigen glücklichen Umständen diese Ausscheidung und Grobdatierung mit elementarsten

Mitteln stichhaltig ausgeführt werden konnte, erachte ich es für geeignet, meine Argumentation in dieser Zeitschrift darzulegen, nicht zuletzt weil ich der Argumentation an sich schon ein Interesse zubillige.

Nach Erörterung einiger nichtastronomischer Anhaltspunkte am Schluss dieser Abhandlung, die für das früheste der erwähnten möglichen Daten sprechen, werde ich mich mit einigen allgemeinen Folgerungen aus der gelungenen Identifizierung des Sterns begnügen. Ein versierter Himmelsmechaniker mag dann die Sache aufgreifen und mit Berücksichtigung aller verfügbaren Parameter im Computer ermitteln, ob eine eindeutige Datierung möglich ist.

Zunächst soll jedem Leser völlig klar werden, dass die Berechnung einer Sternbedeckung durch einen Planeten nicht im Geringsten etwas mit der jeweiligen Lage der Erdrotationsachse zu tun hat. Infolgedessen sind alle Begriffe, die sich direkt oder indirekt auf diese Achsenlage beziehen, aus der Betrachtung strikt fernzuhalten und aus der Vorstellung des Lesers auszuräumen. Es sind dies vor allem Rektaszension, Deklination, Himmelspol, Äquator, Kolor, Frühlingspunkt, Präzession, Nutation, tropisches Jahr, Ekliptikschiefe. Nachdem auf diese Weise klarer Kopf gewonnen worden ist, stelle man sich Sternkarte oder Sternglobus vor: Darin ist nur noch eine einzige definierte Linie zu finden, nämlich die Ekliptik, und kein einziger definierter Winkel (und nur ein einziger definierter Punkt, der Ekliptikpol, den wir hier aber nicht benötigen). Insbesondere gibt es auf der Ekliptik keinen definierten Punkt. Nach dieser rigorosen Voraussetzung würde es sich logisch erübrigen, irgendwo im folgenden Text das Wort *siderisch* zu setzen; ich tue es aber dennoch bei jeder Gelegenheit, um den Leser an die Voraussetzung zu erinnern.

Man kommt nun dank besonderer Umstände gänzlich ohne Tabellenangaben irgendwelcher säkularer Änderungen von Bahnelementen aus. Dies befreit einen in gewisser Hinsicht von der Unsicherheit, die

Titelbild

Komet WEST (1975 n)
Aufnahme von ANNA und MARKUS GRIESSER,
Winterthur.
Zeit: 5. März 1976, 05h30^m MEZ.
Kamera: Kleinbildkamera mit Objektiv 1,8/
55 mm.
Film: Kodak Ektachrome High Speed, spez.
entwickelt auf 27 DIN.
Belichtungszeit: 60 Sekunden.

Fehlergrenzen solcher Daten richtig einschätzen zu können; denn es gilt als anerkannt, dass man mit den heutigen Kenntnissen der mechanischen Konstanten des Sonnensystems Planetenörter etwa 2 Jahrtausende weit auf wenige Bogenminuten genau ermitteln kann, dass aber die Ungenauigkeiten fast explosionsartig ansteigen, wenn man über etwa 3000 Jahre hinaus rechnet. Die genaue siderische Lage der antiken Jupiterbahn ist nun glücklicherweise besser bekannt als die jedes andern Planeten, weil am 10. September –240 (gregorianisch) eine Bedeckung des Sterns *Delta Cancri* beobachtet wurde, die uns im *Almagest*^{7a)} überliefert worden ist. Weil diese nur etwa 130 Jahre von der fraglichen Bedeckung in den Zwillingen entfernt liegt, und vor allem weil beide siderisch benachbart liegen, ist der rechnerische Aufwand zur Abklärung der letzteren so gering.

Auch ist Jupiter der Planet, dessen siderische Bahnelemente am geringsten langfristigen Veränderungen unterworfen sind, da er von allen den grössten Bahndrehimpuls hat und damit am schwächsten auf die Störungsdrehmomente reagiert, welche durch die Gravitationskräfte benachbarter Planeten hervorgerufen werden. Dies bedeutet anschaulich, dass ein Stern geringer Eigenbewegung, der (von der Sonne aus gesehen) heute bei jedem Umlauf einmal von Jupiter bedeckt wird, auch schon vor 2 Jahrtausenden nahezu bedeckt wurde. Hinsichtlich der Lage des Jupiterperihels ist dies auch durch Beobachtung bestätigt: Von der Sonne aus gesehen liegt es heute bei *Delta Piscium*, und *PTOLEMAIOS*^{7b)} setzt es nur 3° weiter westlich.

Hinsichtlich der langfristigen Veränderungen der siderischen Lage der Erdbahn, also der Lage der Ekliptiklinie in den Sternkarten, liegen die Umstände nicht ganz so günstig. Man muss hier mit einer seitlichen Verlagerung um wenige Bogenminuten rechnen, über deren Betrag, Fixpunkt und Richtungssinn ich hier aber nichts voraussetzen muss. Diese Unsicherheit überträgt sich natürlich auf die antike Lage der Knotenlinie der Jupiterbahn, was im nächsten Abschnitt Anlass zu einer gewissen Kontroverse geben wird. Es sei hier aber vorweg gesagt, dass die Ungewissheit der antiken Erdbahn mein Identifizierungsergebnis nicht beeinträchtigt, wenn man 12 Bogenminuten (wohl allzu vorsichtig) als obere Grenze der Verlagerung im Abschnitt Zwillinge annimmt.

Was im Altertum als Bedeckung beobachtet wurde, konnte wohl in Wirklichkeit ein Vorübergang bis zu etwa 3' Abstand gewesen sein. Auch in noch grösserem Abstand ist ein Stern etwa 4. Grösse neben Jupiter kaum sichtbar; doch kann erwartet werden, dass in diesem Fall eine Einseitigkeit in der Allineation der scheinbaren Bahnabschnitte vorher und nachher erkannt und vermerkt worden wäre. Der Wortlaut und vor allem das Motiv des Berichts (Nichtentstehung eines Kometen beim «Zusammenstoss») bei *ARISTOTELES*¹⁾ deuten auf das Fehlen einer solchen Einseitigkeit. Da nun das Datum der späteren *Bedeckung Delta Cancri* bekannt ist, sind es auch die sideri-

sche Lage der Sonne und damit die Winkel des damaligen Dreiecks Sonne/Erde/Jupiter, woraus sich ergibt, dass *Delta Cancri* etwas rechts von der Mitte des unteren Astes der Z-förmigen Oppositionsschleife gelegen haben muss (Fig. 1). Zum Nachvollzug dieser

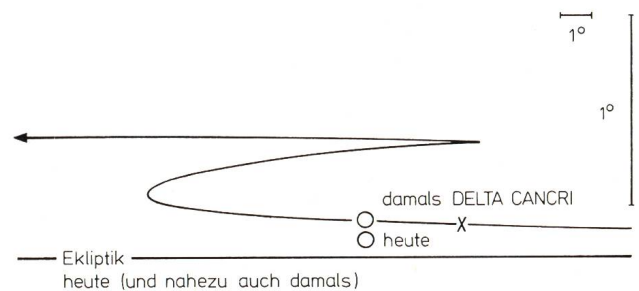


Fig. 1: Jupiter-Oppositionsschleife –240/–239. (Darstellung 6-fach überhöht). Betreffend X siehe Text.

Folgerung nehme man irgend eine gezeichnete Oppositionsschleife Jupiters auf *NAEFS Der Sternenhimmel* zur Hand, bilde von Monat zu Monat die Differenz der ebenfalls dort entnommenen heliozentrischen Längen von Erde und Jupiter und schreibe sie zur Schleife. Die Schleifen sind im Krebs und in den Zwillingen immer Z-förmig, weil in dieser Gegend der aufsteigende Knoten lag und liegt. Er liegt heute (von der Sonne aus gesehen) etwas westlich von *Flamsteed 36 Geminorum*, während seine damalige Lage wie oben angedeutet etwas kontrovers ist: Einerseits ergibt (Fig. 1) die relative damalige Lage (Eigenbewegung eingerechnet) des Sterns zur heutigen (und wahrscheinlich nahezu auch damaligen) Ekliptik die gezeichnete Situation mit dem Knoten weit rechts aussen, d. h. von der Sonne aus gesehen ziemlich westlich von *Pollux* in der Gegend, wo er auch heute liegt. Andererseits hat auch *PTOLEMAIOS*^{7b)} den Knoten ermittelt und ihn etwas östlich von *Pellux* (von der Sonne aus gesehen) angegeben. Wenn man dieses Resultat für zuverlässig hält, muss die damalige Ekliptik die Schleife etwa beim eingezeichneten X geschnitten haben, und die Schleife selber hätte dann eine etwas mehr zentralsymmetrische Z-Form. An diese Ungewissheit der damaligen Ekliptiklage wird weiter unten wieder erinnert werden.

Wie man etwa aus zwei 12 Jahre auseinanderliegenden Jahrgängen von *NAEFS Der Sternenhimmel* ersehen kann, liegt die Schleife jeweils nach etwa einem siderischen Umlauf etwa 4° weiter östlich. Es dauert mehr als 7 (= 83 Jahre), jedoch weniger als 8 siderische Umläufe (= 95 Jahre), bis jede Oppositionsschleife durch solche Zwölfjahrschrittchen an die Stelle ihres anfänglichen Nachbarn, d. h. der des Nachjahres vorgerückt ist. Dementsprechend lag die Schleife im Winter –323/–322 2° weiter links und im Winter –335/–334 2° weiter rechts als (Fig. 1) gezeichnet und noch 2 weitere siderische Umläufe zuvor etwa weitere 8° rechts, d. h. mit der Mitte etwa auf

der Länge von *Zeta Cancri*. In diesem und im vorangehenden Winter -360/-359/-358 war also für den damals 23-25-jährigen ARISTOTELES die erste Gelegenheit, Jupiter vor den Zwillingen zu sehen; denn 12 Jahre früher war er nachgewiesenermassen noch nicht sternkundig.

Jetzt nehme man womöglich Seite 31 von NAEFFS *Der Sternenhimmel* 1966 zur Hand, um zu sehen, dass die siderische Lage fast genau mit der von 1965/1966/1967 übereinstimmt. Dividiert man zur Kontrolle die dazwischenliegenden 2325 siderischen Jahre durch die vollzogenen 196 siderischen Umläufe, so erhält man den mit heutigen Tabellen überzeugend übereinstimmenden Wert 11,8622 siderische Jahre.

Der Gürtel längs der Ekliptik, in welchem Sterne von Jupiter überhaupt bedeckt werden können, ist in den Zwillingen (und im Schützen, weil in Nachbarschaft der Knoten) am breitesten. Zu dieser Maximalbreite von etwa 30' ist beidseits noch die oben erwähnte Toleranzbreite von 3' wegen der als Bedeckung aufgefassten nahen Vorübergänge zu addieren. In diesem Gürtel liegen nun, unter Berücksichtigung der Eigenbewegung und der erwähnten kontroversen Ekliptiklage, nur die Zwillingsterne *Delta* und *Flamsteed 1* mit den Helligkeiten 3.5 bzw. 4.2. Der nächstschwächere *Flamsteed 44* kommt mit 5.9 nicht mehr in Frage. Zu prüfen ist allerdings noch, ob ARISTOTELES das Sternbild in gleicher Weise abgrenzt wie wir: Hierzu kann der zwar fragmentarische, aber bei HIPPARCHOS^{8a)} wörtlich zitierte Wortlaut des EUDOXOS herangezogen werden, da ja EUDOXOS in astronomischen Angelegenheiten die unbedingte Autorität war für alle Athener des -4. Jahrhunderts und umso mehr für ARISTOTELES, der ihn als jahrelangen Lehrer in der Platonischen Akademie schätzte und ihm auch ein Charakterzeugnis ausstellte wie überhaupt niemandem anders in seinem in vielen Tausend Druckseiten erhaltenen Werk⁹⁾. EUDOXOS legt die Grenzen des Sternbildes wie wir heute.

Von den beiden in Frage kommenden Zwillingsternen scheidet nun *Delta* aus folgenden Gründen aus: Wie auf der erwähnten Seite 31 ersichtlich, fand im Frühsommer -359 Jupiters Konjunktion mit der Sonne etwa bei *Omega Geminorum* statt, und somit war Jupiter bei seiner Konjunktion mit *Delta* etwa drei Wochen darnach nur knapp in der hellen Morgendämmerung sichtbar, *Delta* selber aber nicht. Wegen des oben erwähnten Vorrückens um etwa 4° trat bei der nächste Gelegenheit im Frühsommer -347 die Konjunktion mit der Sonne fast genau bei *Delta* ein, also die Konjunktion mit *Delta* bei totaler Unbeobachtbarkeit Jupiters. Folglich verlief dann nach einem weiteren siderischen Umlauf im Frühsommer -335 Jupiters Begegnung mit *Delta* und der Sonne in umgekehrter Reihenfolge symmetrisch zu jener -359, also mit unbeobachtbarer Konjunktion mit *Delta* in der hellen Abenddämmerung.

Erst weitere 12 Jahre später bestand eine gewisse geringe Chance, eine Bedeckung von *Delta* zu sehen.

Bevor diese genauer abgewogen werden soll, sei bemerkt, dass die Philologen es für äusserst unwahrscheinlich halten, dass das den Beobachtungsbericht enthaltende Buch um diese Zeit nicht schon geschrieben war. Die Beobachtung hätte ja auch nur etwa 20 Monate vor ARISTOTELES' Flucht aus Athen und nur 30 Monate vor seinem Tod im Exil stattgefunden. Zudem war sie also astronomisch nicht leicht möglich: Jupiter stand 30 bis 35° östlich der Sonne bei mässig steiler Lage der Ekliptik zum Horizont und bei verlängerter hochsommerlicher Dämmerung (ein Effekt, der auch auf der Breite von Athen noch eine Rolle spielt; man gestatte ein augenblickliches Fallenlassen der Voraussetzung strikt siderischer Betrachtung und bedenke, dass der Sommersonnenwendpunkt unweit *Delta* in der Nähe von *Zeta Cancri* lag, weshalb der Wendekreis heute noch «des Krebses» heisst, was auf EUDOXOS^{8b)} zurückgeht). In dieser Lage Jupiters war folglich die Chance, die Konjunktion mit *Delta* als Bedeckung zu erkennen, nicht viel besser als etwa die heutige, neben Merkur in allgünstiger Lage einen Stern 3. Grösse zu sehen, was dem Schreibenden noch nie gelungen ist. Zusammenfassend ist *Delta Geminorum* also fast mit Sicherheit ausgeschlossen.

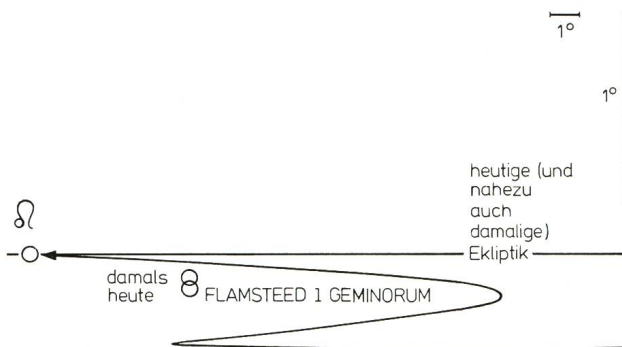


Fig. 2: Jupiter-Oppositionsschleife 1965/1966 und nahezu auch -360/-359. (Darstellung 6-fach überhöht).

Infolgedessen ist der fragliche Stern der verbleibende *Flamsteed 1 Geminorum*. Fig. 2 zeigt die Situation für das früheste in Frage kommende Jahr -359, in welchem Fall die Bedeckung im Spätwinter auf dem oberen Z-Ast der Schleife stattgefunden hätte. Auch einen siderischen Umlauf später, im Winter -348/-347 kommt, mit Einräumung der erwähnten etwas unsicheren Ekliptiklage, nur der obere Z-Ast in Frage. Erst -336/-335 wäre die Bedeckung in der Nähe des oberen Stationärpunktes gelegen gewesen und somit eventuell auf dem mittleren Ast. In dem wie oben erwähnt aus historischen Gründen unwahrscheinlichen Winter -324/-323 lag vermutlich *Flamsteed 1* etwas westlich des oberen Stationärpunktes und (wie schon in den vorherigen Fällen) zu weit nördlich des unteren Astes, so dass dieses Datum auch astronomisch ausgeschlossen sein könnte.

Für den rein astronomischen Teil der Kulturgeschichte dürfte das wesentlichste Resultat dieser Untersuchung sein, dass im -4. Jahrhundert so schwache Sterne wie 4.2 bewusst beobachtet und vermutlich auch verzeichnet wurden. In der ganzen heute erhaltenen Literatur dieses Jahrhunderts ist sonst nur ein einziger noch schwächerer Stern namentlich erwähnt, nämlich *Kappa Cephei* in den Eudoxischen Fragmenten^{8c}).

Es liegt nun sehr nahe anzunehmen, dass während der Sechzigerjahre des -4. Jahrhunderts in der Platonischen Akademie die Oppositionsschleifen der 3 äusseren Planeten sehr sorgfältig überwacht wurden, um EUDOXOS' berühmte Hippopede-Theorie¹⁰) zu vollenden oder zu überprüfen, wozu ein ziemlich dichtes Netz von Anhaltsternen längs der Ekliptik hatte verzeichnet werden müssen. Es wäre auf diese Weise wohl Wochen im voraus festgestellt worden, dass eine Bedeckung oder ein naher Vorübergang bevorstand. EUDOXOS selber kam etwa -368 nach längerer Studien- und Lehrtätigkeit in der Fremde nach Athen zurück und lehrte an der Akademie bis zu dem unbekannten Datum, als er nach Knidos übersiedelte und dort etwa -355 starb. ARISTOTELES' Werk verrät recht deutlich den Einfluss des EUDOXOS aus dieser Zeit, und ich glaube, dass es der Beobachtungsanleitung durch EUDOXOS zuzuschreiben ist, dass ARISTOTELES in astronomischen Belangen ein viel besserer und kritischer Beobachter ist als etwa in physikalischen.

So dürfte die Beobachtung der Bedeckung *Flamsteed 1 Geminorum* durch Jupiter unter dem direkten oder indirekten Einfluss des EUDOXOS erfolgt sein,

wenn nicht sogar in dessen Beisein. ARISTOTELES berichtet ja von einer Mehrzahl von Beobachtern¹⁾. Jedenfalls wird es mich gar nicht wundern, wenn wie eingangs erwähnt eine künftige Datierung des Ereignisses das Jahr -359 bestätigt und die übrigen ausschliesst.

Nachtrag:

Eine mir nachträglich bekannt gewordene Alternative von F. LASSERRE (Eudoxos, de Gruyter Berlin 1966) setzt den unveränderten Lebenslauf des Eudoxos etwa 10 Jahre später, was die hier im letzten Abschnitt geäusserte Mutmassung etwas einschränkt.

Literaturverzeichnis:

- 1) ARISTOTELES: Meteorologica, Kap. 1-6, Abschn. 343 b.
- 2) KEPLER: Astronomia Nova, Aug. 1609, S. 323.
- 3) I. DÜRING: Aristoteles (Winter, Heidelberg 1966) S. 347, Fussnote 12.
- 4) W. K. C. GUTHRIE, Ausgabe Aristoteles: Peri Ouranou (Loeb, London 1939) Fussnote S. 205.
- 5) B. L. VAN DER WAERDEN: Erwachende Wissenschaft, Bd. 2, S. 128. (Birkhäuser, Basel 1968).
- 6) K. SCHOCH: Planetentafeln für Jedermann (Linser, Berlin 1927), Kolonne XX.
- 7) O. PEDERSEN: A Survey of the Almagest (University Press, Odense 1974).
7a) S. 412.
7b) S. 252 und 358.
- 8) HIPPARCHOS: Aratou kai Eudoxou Phainomenon Exegesis.
8a) Buch 1, Kap. 2, Abschn. 10 und 18.
8b) Buch 1, Kap. 2, Abschn. 18 und Buch 2, Kap. 1, Abschn. 20.
8c) Buch 1, Kap. 2, Abschn. 11.
- 9) ARISTOTELES: Ethika Nikomacheia, Buch 10, Abschn. 172 b.
- 10) G. V. SCHIAPARELLI: Le sfere omocentriche di Eudosso (Istituto Lombardo, Milano 1877).

Adresse des Verfassers:

K. LOCHER, Rebrain 39, CH-8624 Grüt.

L'observation des galaxies avec la machine Cosmos

par P. R. WILLIAMS et N. M. PRATT, Edimbourg, Australie.

Les progrès réalisés dans les domaines de la technologie des télescopes et des produits photographiques, qui permettent de déceler des objets beaucoup moins perceptibles et beaucoup plus distants avec une meilleure résolution, ont conduit à la mise au point d'une machine qui porte le nom de COSMOS (pour les initiales des termes anglais signifiant respectivement Coordonnées, Dimensions, Magnitudes, Orientations et Formes). Cette machine détecte et mesure à grande vitesse les positions et les détails de structure de nombreuses images d'étoiles et de galaxies précédemment enregistrées sur plaques photographiques. Elle offre un lien entre les télescopes photographiques et l'astronomie qui permet d'aborder de nombreux problèmes passionnants.

Une étude de l'hémisphère céleste boréal effectuée il y a quelque vingt-cinq ans au moyen du télescope SCHMIDT grand-angulaire de 1,22 mètre d'ouverture du Mont Palomar, en Californie, s'est avérée d'une valeur inestimable pour toutes les branches de l'astronomie. Dans l'hémisphère austral, la construction de gros instruments comme le télescope anglo-australien de 3,9 mètres a conduit le Conseil britannique de la recherche scientifique à prendre, en 1970, la décision de construire un télescope SCHMIDT grand-angulaire de 1,22 mètre d'ouverture à Siding Spring, en Australie, pour étudier l'hémisphère céleste austral.

Les progrès réalisés dans les domaines de la technologie des télescopes et des produits photographiques depuis la construction de l'instrument du Mont Palomar permettent au nouveau télescope de détecter des objets beaucoup plus faibles et plus distants avec une meilleure résolution, au point que l'on peut utiliser directement les observations pour étudier la structure d'une importante partie de l'Univers, et détecter des objets célestes inhabituels, qui pourront être examinés plus en détail par de plus gros télescopes du type petit-angulaire.

Cependant, pour parvenir à ces résultats objectivement, il fallait disposer d'une machine qui détecterait

et mesurerait les positions et les propriétés de structure de nombreuses galaxies à peine perceptibles sur les plaques photographiques à grande vitesse et enregistrerait ces informations sous une forme qu'un ordinateur pourrait traiter.

Le Conseil de la recherche scientifique pria donc l'Observatoire Royal d'Edimbourg d'établir un cahier des charges détaillé pour une machine capable de jouer ce rôle. Il était prévu que la machine serait à même de fonctionner en même temps que le télescope.

Critères applicables à la machine

Une plaque photographique de 355 mm de côté sur laquelle est orienté un télescope SCHMIDT de 1,22 mètre couvre une région du ciel d'un diamètre égal à douze fois celui de la Lune et peut enregistrer plusieurs millions d'images. L'étude de la construction d'une machine destinée à mesurer ces images tint compte de deux critères de base. En premier lieu, la machine devait être capable d'explorer la plaque en une période ne dépassant pas une journée, détectant toutes les images sur la plaque à des régimes allant jusqu'à un million à l'heure et mesurant la position, la grandeur, la densité photographique et la forme de chaque image avec assez de précision pour permettre des études statistiques. L'information de sortie devait se présenter sous une forme qui permettrait une analyse ultérieure par ordinateur pour séparer les images des étoiles de celles des galaxies. En second lieu, la machine devait être à même d'effectuer des mesures comparables mais très précises des étoiles ou des galaxies sélectionnées, plus lentement, et de mesurer les positions et les intensités des lignes des spectres de la lumière de toutes les étoiles et galaxies sur des plaques photographiques obtenues en montant un miroir prismatique sur le télescope.

Il fut proposé finalement d'adopter trois modes d'opération, chacun pouvant être utilisé indépendamment, mais tous aménagés pour produire des sorties complémentaires convenant aux diverses utilisations requises. Les modes sont connus sous les termes de mesure grossière, cadrage, et mesure de précision.

Pour la mesure grossière, les plaques devaient être explorées d'une manière permettant l'analyse directe et la réduction des données sur la machine COSMOS pour un débit à un régime correspondant aux vitesses de traitement de la bande magnétique. La même méthode d'exploration devait être utilisée pour le cadrage, mais, dans ce cas, l'information enregistrée sur bande magnétique serait destinée à une analyse indépendante subséquente sur un autre ordinateur. En mesure de précision, un second système d'exploration devait examiner des images sélectionnées et donner des informations plus précises sur la position et la magnitude des étoiles et sur la position, la magnitude, le rapport axial et l'orientation des galaxies. On accepta le fait que la haute résolution nécessaire à cet effet ralentirait la mesure. La régulation géné-

rale du système complet par un mini-ordinateur devait assurer la souplesse nécessaire.

Etude technique et construction

La machine COSMOS a été étudiée en commun par le personnel de l'Observatoire Royal d'Edimbourg et des Services d'Application des Ordinateurs de l'Université Heriot-Watt. Elle en est maintenant aux stades finaux de la mise en service à l'observatoire.

Heureusement, nous avons pu utiliser le socle de la machine employée précédemment avec le système GALAXY de mesure des plaques. Ce socle pèse environ 5000 kg et est constitué par une base en fonte avec un chariot qui est entraîné hydrauliquement pour se déplacer le long du sens des axes des x et des y et sur lequel repose le porte-plaque. La position du chariot est mesurée par des réseaux de franges d'interférence qui utilisent la distribution des interférences entre des faisceaux lumineux traversant deux écrans et donnent un intervalle de mesure de 0,5 micron. La linéarité et l'orthogonalité du mouvement du chariot sont précises à 2 secondes d'arc près. Les sources de lumière pour les deux systèmes d'exploration sont des tubes cathodiques Ferranti à «*Microspot*» qui, avec le système optique pour concentrer une image du spot dans le plan de l'émulsion de la plaque, sont montés au-dessus du chariot sur une pièce coulée en pont non-magnétique. La brillance du spot de chaque tube cathodique est contrôlée continuellement et maintenue à un niveau constant.

La lumière du spot concentré transmise à travers la plaque est recueillie et mesurée par des photomultiplicateurs abrités dans une cuvette centrale, pour donner une valeur de la transmission photographique, ou de la mesure selon laquelle la lumière est transmise et, indirectement, une valeur de la densité photographique en tout point de la plaque. Le matériel est situé dans une atmosphère contrôlée où la température est maintenue à $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Mesure grossière

Lorsque le système travaille à grande vitesse pour détecter et mesurer toutes les images sur une zone choisie de la plaque, on utilise un tube cathodique avec une exploration linéaire parallèle à l'axe des x en même temps qu'un mouvement contrôlé continu du chariot dans l'axe des y pour former une exploration en analyse totale d'image du type que l'on utilise en télévision. La position du spot dans l'exploration est contrôlée et directement reliée au système de mesure du chariot principal. Les composantes optiques produisent une image de l'exploration dans le plan de l'émulsion de la plaque, avec un grossissement de 0,25. L'exploration est divisée en 128 tranches d'accroissement, comme illustré sur le schéma 1, dont on peut fixer la grandeur à 8, 16 ou 32 microns, ce qui donne des couloirs explorés de 1, 2 ou 4 mm de largeur. Les temps nécessaires pour explorer une plaque complète de 355 mm de côté pour les trois grandeurs

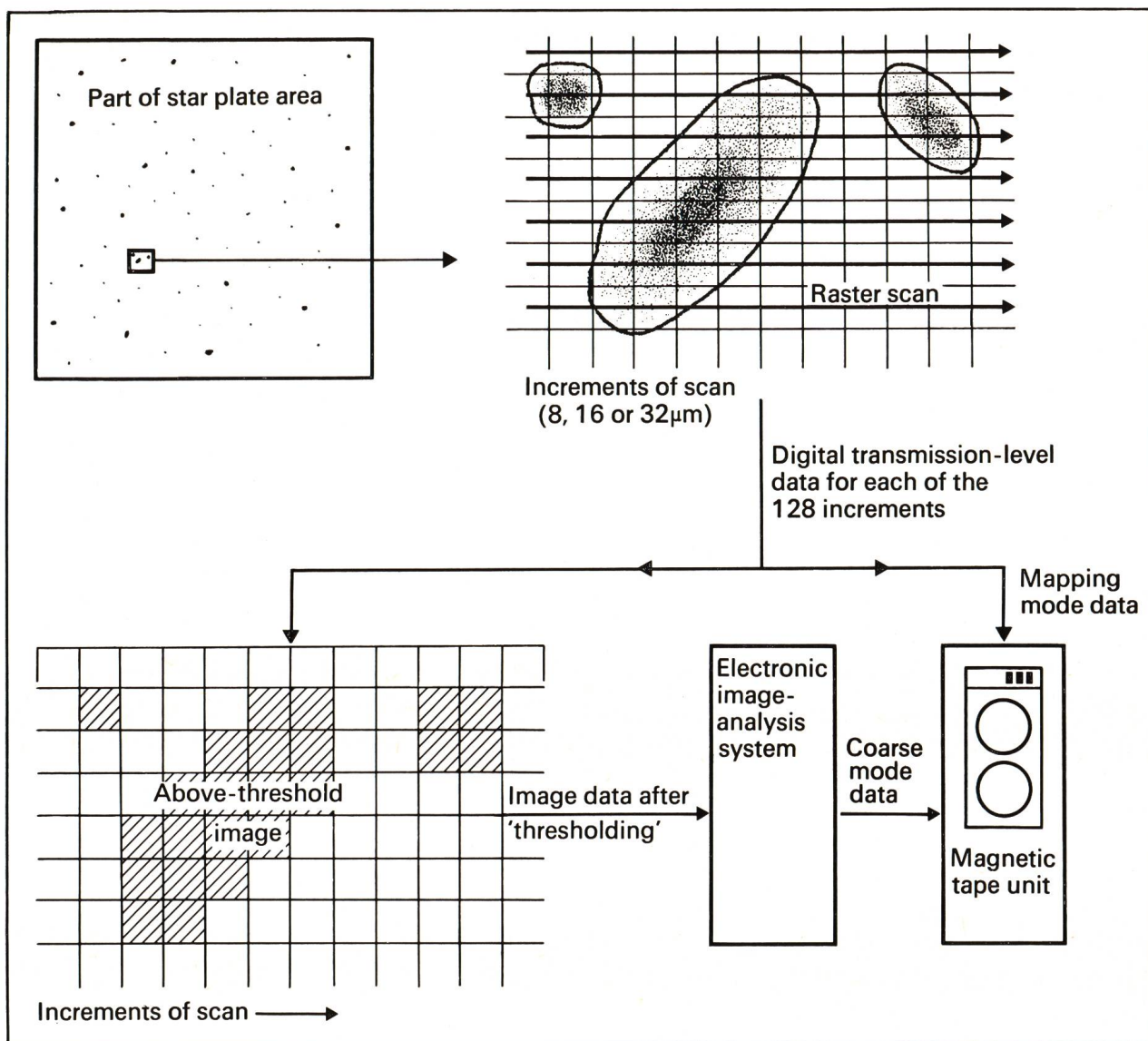


Fig. 1: Séquence de traitement de l'information en provenance de la plaque dans les modes de mesure grossière et de cadrage.

de tranches d'accroissement sont respectivement de 18, 5 et 1,5 heures.

Pour mesurer la transmission photographique pour chaque accroissement de l'exploration, on en effectue la conversion en un niveau d'une série de 128 niveaux de transmission, ce qui est suivi d'une comparaison avec une valeur de «seuil» de transmission. Les accroissements au-dessus du seuil sont traités comme une image et analysés sur un analyseur d'images qui produit 8 éléments d'information par image auxquels on se réfère à nouveau plus tard. Avec l'information intéressant la position du chariot à la fin de l'exploration, à l'achèvement de l'analyse d'une image, ces données sont transférées sur bande magnétique, au rythme de 4000 images par seconde. La valeur de seuil est réglée automatiquement par l'ordinateur pour assurer la compensation des diverses densités du fond.

Des informations synthétiques destinées à simuler les images de forme inhabituelle, engendrées par l'ordinateur, peuvent être insérées dans le système en mode grossier pour vérifier l'atteinte du seuil et l'exécution de l'analyse.

Pour le cadrage, l'exploration est la même que pour la mesure grossière, mais le niveau de transmission pour chaque accroissement le long de l'exploration est enregistré sur bande magnétique. Ce mode est utilisé pour «cadrer» les régions intéressantes ou complexes comme les ponts entre les galaxies afin que les résultats puissent être examinés en plus grands détails au moyen d'autres ordinateurs.

Mesure de précision

Un second système d'exploration utilise un générateur d'exploration elliptique pour produire une famille de 1024 ellipses concentriques sur le tube ca-

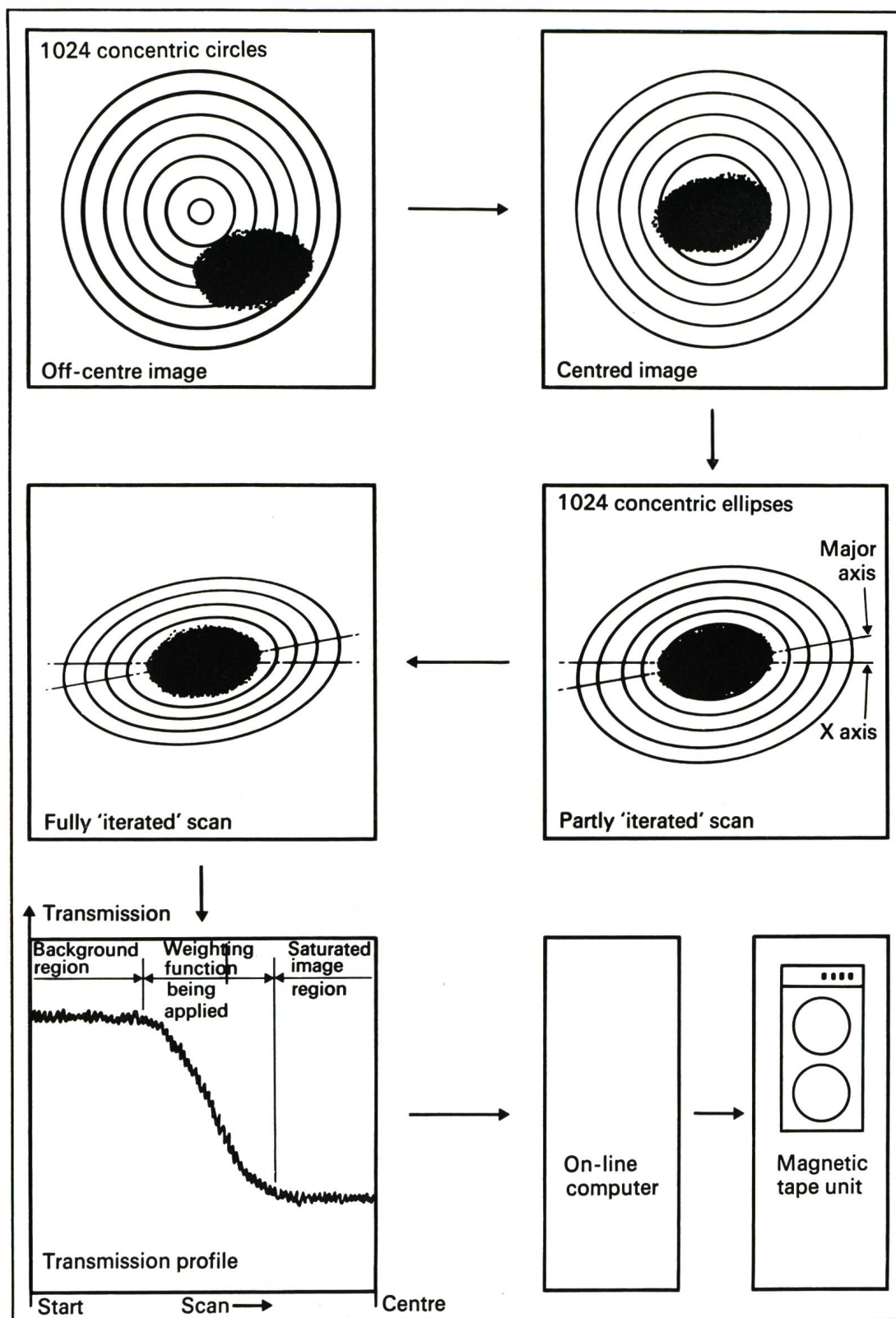


Fig. 2: Séquence de traitement dans le mode de mesure de précision. Lorsque l'image a été complètement «itérée», l'ordinateur transfère l'information sur cette image au dérouleur de bande magnétique. L'ordinateur assure la régulation du centrage de l'image et «d'itération» de l'exploration.

thodique. Le système optique offre un facteur de «dégrossissement» allant jusqu'à 240 pour lequel on utilise un miroir à champ plat de 4 mm. La profondeur de champ d'un tel miroir est très petite, si bien que le système optique peut se déplacer sur la surface de la plaque dont il est séparé par un collier annulaire; un système d'équilibrage pneumatique maintient la force exercée par le collier sur la plaque à un niveau d'une faiblesse appropriée.

Lorsqu'on a obtenu les positions et les autres détails des images sur la plaque, soit directement par la mesure grossière, soit indirectement d'après une analyse par ordinateur du cadrage, on prépare une liste des positions et, pour les images elliptiques, leur forme et orientation approximatives, et on les mémorise sur l'ordinateur de la machine COSMOS. La séquence des opérations pour la mesure de chaque image commence par la mise en place de l'image près de l'axe d'exploration (voir schéma 2), avec utilisation de l'information contenue dans cette liste. Le générateur d'exploration produisant une famille d'explorations circulaires, la sortie du photomultiplicateur qui recueille la lumière transmise à travers la plaque, révèle le décalage, quel qu'il soit, qu'il y a entre le centre de l'image et l'axe d'exploration et amorce le mouvement du chariot pour centrer l'image avec précision.

En utilisant l'information sur la forme et l'orientation des ellipses, l'ordinateur entraîne le générateur d'exploration à produire une famille d'explorations elliptiques correspondantes. Il les modifie alors progressivement par petites étapes jusqu'à ce que l'interprétation de la sortie du photomultiplicateur indique le meilleur accord entre l'exploration et l'image,

processus connu sous le terme d'itération. En même temps, l'information intéressant la lumière transmise à travers la plaque, en procédant du bord extérieur vers le centre de l'exploration, est accordée par rapport à une série de profils théoriques mémorisés sur l'ordinateur pour donner une mesure de la grandeur de l'image. Toutes ces itérations ont lieu sous le contrôle d'une «fonction de pondération» qui donne la priorité au bord de l'image où se trouvent la plupart des informations.

A l'achèvement de ces opérations, les données sur l'image qui contiennent les positions avec une précision de $\pm 0,5$ micron, les magnitudes à 1% près et la forme et l'orientation des ellipses à 2% près sont enregistrées sur bande magnétique.

Les spectres émanant du miroir prismatique sont examinés et on recherche les raies d'émission ou d'absorption, donnant une mesure de leur position et de leur intensité.

Traitement de l'information

L'information enregistrée sur les bandes magnétiques par la machine COSMOS est traitée au Laboratoire d'Ordinateur Atlas du Conseil de la recherche scientifique à Didcot, dans le comté d'Oxford, pour produire des bandes destinées aux «utilisateurs» qui la présentent sous une forme plus commode pour analyse. Les résultats montrent la position du «centre» de chaque image avec une précision de ± 3 microns, la largeur et la longueur maximales de l'image et sa surface. Ils montrent également la lumière transmise à travers la partie la plus dense de l'image et le quadrant dans lequel l'image se situe. Il se constitue

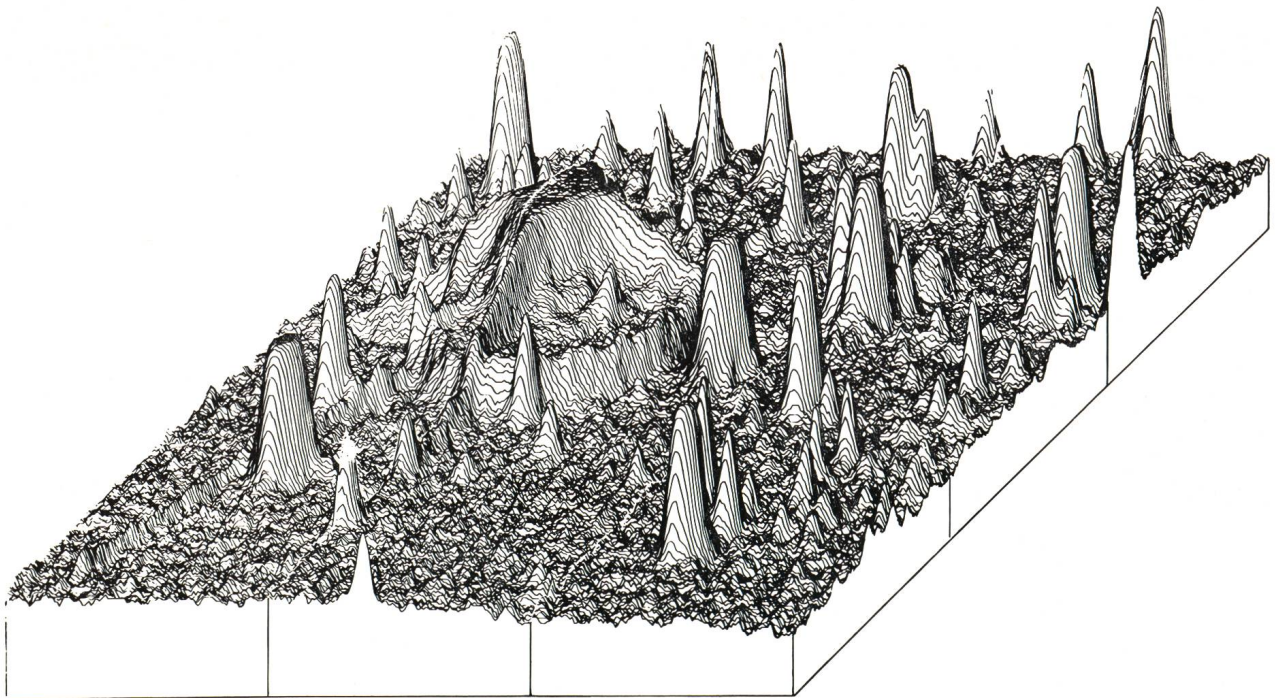


Fig. 3: Carte d'intensité d'une section de la plaque de 3 mm de côté correspondant à une région du ciel de 3,3 minutes d'arc de côté produite par ordinateur à partir de données en mode de cadrage.



Fig. 4: Prise par le télescope SCHMIDT de 1,22 mètre à Siding Spring, cette photographie montre un amas de galaxies dans la constellation de l'Hydre. De nombreuses galaxies elliptiques sont réparties dans cette région et l'on peut voir un grand nombre de galaxies en arrière-plan à des distances allant jusqu'à 10 000 millions d'années-lumière.

progressivement, à l'observatoire, une bibliothèque de programmes d'ordinateur destinés aux astronomes qui utilisent l'information provenant des bandes pour «utilisateurs».

Comportement effectif

La mesure des plaques et l'évaluation de l'information produite indiquent que le système respecte et, dans certains cas, dépasse le cahier des charges original. Des plaques obtenues à l'aide du télescope SCHMIDT de 1,22 mètre de Siding Spring sont mesurées et les résultats sont utilisés pour évaluer la capacité du système de mesure grossière à déterminer si les images sont des étoiles, des galaxies ou autre chose. La réussite de ces travaux dépend de la capacité du système à déterminer la région d'une image et la valeur de la transmission minimale qui passe à travers d'elle. Les résultats obtenus jusqu'à présent indiquent que les étoiles et les galaxies peuvent être identifiées avec 95% de certitude.

On trouve la plupart des galaxies près de la limite actuelle de l'observation, à peu près à mi-chemin du

«bord» de l'Univers. Les résultats préliminaires de la machine COSMOS ont confirmé ceux qui ont été obtenus par des mesures «manuelles» du groupement des galaxies par cinq ou six ainsi que l'existence d'un «super» amas de galaxies proche de la nôtre.

En plus de ces études extra-galactiques, la machine COSMOS a été utilisée pour produire des cartes d'intensité des plus petits globules que l'on ait encore trouvés dans notre propre galaxie. Les globules sont de petits nuages interstellaires denses à l'intérieur desquels les étoiles se forment.

D'autres systèmes optiques permettent à COSMOS de mesurer des plaques provenant d'instruments autres que les télescopes SCHMIDT.

Cette machine a mesuré notamment des images de quasars prises avec le télescope à miroir de 40 pouces (100 cm) de l'observatoire de Sutherland, en Afrique du Sud.

Adresse des auteurs :

P. R. WILLIAMS et Dr. N. M. PRATT, Université Heriot-Watt, Edimbourg, Australie.

Komet West (1975 n)

In den letzten zwei Monaten hat die ORION-Redaktion viele hervorragende Aufnahmen vom Kometen West erhalten. Allen Einsendern sei an dieser Stelle für ihre Mitarbeit am ORION herzlich gedankt. Leider ist eine Veröffentlichung sämtlicher zugestellter

Aufnahmen aus Platzgründen nicht möglich. So musste eine zum Teil willkürliche Auswahl getroffen werden mit dem Ziel, für die ORION-Leser West-Aufnahmen mit möglichst verschiedenen Aufnahmedaten zusammenzustellen.



Aufnahme: G. KLAUS, Grenchen, aufgenommen am 5. März 1976 um 05^h45^m MEZ.

Kamera: MAKUTOW-Kamera 1:2, Brennweite 280 mm.

Belichtungszeit: 5 Minuten.

Film: Kodak Plus X Planfilm.

Koordinaten der Bildmitte: RA: 21^h41^m, Dekl.: +9°38'. Der Durchmesser des Bildfeldes beträgt 12°.

Die nachfolgenden drei Aufnahmen wurden der ORION-Redaktion von M. BRUNOLD, Talacherstrasse 41, 6340 Baar, zugestellt. Herr BRUNOLD schreibt dazu:

Nach längerem Passen gelangen mir diese drei Aufnahmen am Morgen des 11. März in Oberägeri, Ratenpass, auf ca. 1100 m Höhe, bei relativ guten Sichtbedingungen knapp über der Dunstgrenze.



Aufnahme: M. BRUNOLD, 11. März 1976, 05^h00^m MEZ.
Kamera: Nachgeführte Kleinbildkamera mit 135 mm Objektiv, f/2,8.
Belichtungszeit: 60 Sekunden auf Kodak Tri-X.

Mit der gleichen Kamera wie bei der Feldaufnahme des Kometen WEST, jedoch mit vorgesetztem 45-Grad-Prisma entstanden die beiden nachfolgenden Spektralaufnahmen. Die Verbreiterung des Spektrums erfolgte durch die natürliche Stundenbewegung.

Durch fünfmaliges Übereinanderbelichten wurde die totale Belichtungszeit auf drei Minuten ausgedehnt. Die beiden Aufnahmen zeigen deutlich die breiten, ausgeprägten Emissionen des Kometenkopf-Spektrums.



Fokussierung auf den blauen Spektralbereich.



Fokussierung auf den roten Spektralbereich.



Aufnahme: F. SEILER, Sternwarte Reintal, D-8 München 23,
Bonner Strasse 26.

Zeit: 29. März 1976, 04^h15^m MEZ.

Kamera: MAKUTOW-Kamera 150/200/350.

Belichtungszeit: 10 Minuten.

Film: Separation 1 entwickelt in Dokumol.

Skala: 3 cm entsprechen 1°.

Im Hintergrund ist das Trapez des Sternbildes *Delphin* zu erkennen.

Die sieben nachfolgenden «späten» WEST-Aufnahmen wurden uns von Prof. J. DRAGESCO, F-63170 Aubière (France) zugestellt. Alle Aufnahmen wurden mit einem Leitz-Telyt von 40 cm Brennweite aufge-

nommen. Auf den ersten sechs Aufnahmen kann man sehr gut die Bahn des Kometen durch das Sternbild *Delphin* verfolgen.



Aufnahme: 30. März 1976, 05^h12^m MEZ. Schweiflänge: 5°.



Aufnahme: 1. April 1976, 05^h10^m MEZ. Schweiflänge: 5°.



Aufnahme: 2. April 1976, 04^h48^m MEZ. Schweiflänge: 3°.



Aufnahme: 9. April 1976, 04^h48^m MEZ. Schweiflänge: 2°.



Aufnahme: 10. April 1976, 04^h44^m MEZ. Schweiflänge: 2°.



Aufnahme: 11. April 1976, 04^h33^m MEZ. Schweiflänge: 1,5°.



Aufnahme: 1. Mai 1976, 03^h33^m MEZ. Schweiflänge: 1°.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ephemeriden des Kometen WEST für alle Daten der in diesem ORION veröffentlichten WEST-Aufnahmen wiedergegeben. Zusätzlich sind ebenfalls der Abstand des Kometen von der Sonne r (in A.E.) und der Abstand des Kometen von der Erde d (in A.E.) angegeben.

1976	AR	D	d	r
März				
5	21 ^h 51 ^m 16 ^s	5°50'8"	0,833	0,373
11	21 ^h 25 ^m 25 ^s	8°56'2"	0,914	0,535
29	20 ^h 52 ^m 77 ^s	13°03'1"	1,108	0,969
31	20 ^h 50 ^m 42 ^s	13°22'9"	1,123	1,013
April				
2	20 ^h 48 ^m 13 ^s	13°42'1"	1,137	1,056
10	20 ^h 38 ^m 86 ^s	14°54'5"	1,182	1,222
12	20 ^h 36 ^m 43 ^s	15°11'6"	1,191	1,262
Mai				
2	20 ^h 06 ^m 06 ^s	17°30'1"	1,251	1,637

Günstig zu verkaufen:

- 1 Achsenkreuz: Alu-Guss, parallaktisch, Achsen-durchmesser 35 mm.
- 1 Okularschlitten: für Rohrdurchmesser von ca. 140 mm inkl. Fangspiegelzelle.
- 1 Spiegelfassung: justierbar für 10 cm-Spiegel.

Anfragen sind an die Redaktion zu richten,
Tel. 032 / 41 77 63

Umständehalber zu verkaufen, fabrikneue

CASSEGRAIN-NEWTON OPTIK

∅ 500 mm, Öffnungsverhältnis 1:5 und 1:20

bestehend aus: 1 Parabolspiegel ∅ 500 mm mit zentralem Loch, 1 konvexer Hyperbolspiegel, 1 elliptischer Planspiegel und 1 Okularstutzen dazu. Alle Spiegel aus DURAN-Glas und garantiert auf mind. 1/10 Wellenlänge genau geschliffen.

PREIS: statt Fr. 9850.— nur Fr. 5400.—

Ch. Stachon, Jungfraublickallee 5, 3800 Matten b. I.
036 / 22 14 51 Mo—Fr 14—18 Uhr.

Die nachfolgende Tabelle beweist, dass auch ohne photographische Hilfsmittel wertvolle Erkenntnisse über den Kometen WEST gewonnen werden konnten. In ihr sind die Beobachtung des SAG-Mitgliedes KLAUS KLEBERT, Königsberger Strasse 15, D-7012 Fellbach-Schmidlen, wiedergegeben. (Man beachte die vielen unterbrochenen Nächte, die zu diesen Zahlen führten). Herr KLEBER schreibt dazu:

Ich habe die visuelle Beobachtung vorgezogen, weil unsere Sternwarte mitten im aufgehellten Himmel von Stuttgart das Photographieren nicht erlaubte. Manchmal mussten wir uns bis 40 km vom Wohnort entfernen, um die gesamte Pracht der Schweifbildung zu erfassen. Die Teilung des Kometenkernes wurde mit dem 7"-Refraktor der Schwäbischen Sternwarte Stuttgart beobachtet.

Datum 1976	Zeit MEZ	Helligkeit		Gas	Schweiflänge Staub	Pos.- Winkel (Gas)	Kopf- Φ	Instrument
		Kopf	Kern					
März	2.	6 ^h 30 ^m	1.5 ^m	2.0 ^m	3°	—	320°	22×80
	3.	6 ^h 15 ^m	1.8 ^m	2.5 ^m	3°	—	320°	22×80
	4.	6 ^h 00 ^m	1.9 ^m	3.2 ^m	7°	17°	310°	22×80
	5.	5 ^h 30 ^m	2.2 ^m	3.5 ^m	7°	23°	308°	22×80
	7.	5 ^h 45 ^m	2.3 ^m	3.5 ^m	2°	—	305°	22×80
	8.	5 ^h 30 ^m	2.2 ^m	3.5 ^m	6°	—	300°	3" Refr.
	9.	6 ^h 00 ^m	2.2 ^m	3.5 ^m	6°	—	300°	22×80
	10.	5 ^h 30 ^m	2.3 ^m	3.5 ^m	10°	10°	295°	22×80
	11.	5 ^h 30 ^m	2.1 ^m	3.7 ^m	4°	6.5°	293°	3" Refr.
	12.	5 ^h 30 ^m	2.2 ^m	—	—	—	—	22×80
	21.	5 ^h 00 ^m	4.1 ^m	7.3 ^m ¹⁾	4°	—	283°	7" Refr.
	22.	5 ^h 00 ^m	4.2 ^m	7.8 ^m ²⁾	4°	—	280°	7" Refr.
	27.	5 ^h 00 ^m	4.8 ^m	8.5 ^m	3.5°	—	279°	3" Refr.
	28.	4 ^h 45 ^m	5.0 ^m	8.2 ^m	3.5°	—	276°	7" Refr.
	29.	4 ^h 30 ^m	4.9 ^m	9.5 ^m ²⁾	4.5°	—	278°	7" Refr.
	30.	4 ^h 30 ^m	5.0 ^m	9.5 ^m	3.5°	—	277°	3" Refr.
	31.	4 ^h 30 ^m	5.2 ^m	—	1.5°	—	272°	22×80
April	1.	4 ^h 00 ^m	5.0 ^m	—	0.5°	—	270°	3" Refr.
	2.	4 ^h 50 ^m	5.3 ^m	9.8 ^m	2.0°	—	273°	3" Refr.
	3.	4 ^h 30 ^m	5.4 ^m	10.0 ^m	2°	—	273°	7" Refr.
	4.	4 ^h 30 ^m	5.5 ^m	10.0 ^m	2.0°	—	272°	22×80
	9.	3 ^h 00 ^m	6.1 ^m	~10.5 ^m	0.75°	—	270°	3" Refr.
	10.	3 ^h 30 ^m	6.5 ^m	~10.5 ^m	0.75°	—	270°	7" Refr.
	12.	4 ^h 00 ^m	6.6 ^m	—	1°	—	268°	22×80
	13.	4 ^h 00 ^m	6.7 ^m	—	1°	—	267°	22×80
	15.	4 ^h 00 ^m	6.9 ^m	—	0.5°	—	265°	8×30
	18.	3 ^h 00 ^m	7.2 ^m	—	Ansatz	—	263°	8×30
	20.	3 ^h 00 ^m	7.4 ^m	—	Ansatz 15'	—	260°	22×80
	21.	3 ^h 00 ^m	7.6 ^m	—	Ansatz	—	260°	22×80
	29.	2 ^h 00 ^m	7.2 ^m	—	Ansatz 15'	—	255°	22×80
Mai	1.	3 ^h 00 ^m	7.6 ^m	—	0.5°	—	254°	7" Refr.
	2.	1 ^h 00 ^m	7.2 ^m	—	0.75°	—	253°	22×80
	5.	1 ^h 00 ^m	8.0 ^m	—	30"	—	250°	3" Refr.
	6.	0 ^h 30 ^m	8.3 ^m	—	Ansatz	—	—	22×80
	8.	1 ^h 30 ^m	8.1 ^m	—	Ansatz	—	240°	7" Refr.
	15.	2 ^h 00 ^m	8.9 ^m	—	Ansatz 10'	—	230°	7" Refr.
	20.	0 ^h 05 ^m	9.2 ^m	—	—	—	—	22×80
	23.	23 ^h 00 ^m	8.5 ^m	—	Ansatz	—	~220°	22×80

Legende: 1) 2 Kerne, $\Phi \sim 2''$
2) 3 Kerne, $\Phi \sim 2''$

Astro-Farbdias

nach dem Dreifarbenverfahren,
in einmaliger Qualität

AG Astrofotografie, Maxburgsattel,
D - 6730 Neustadt

Leuchtende Farben ohne Farbstich

Objekte: M 81/82, M 106, M 45, M 8, M 16, M 17, M 20, Omega Centauri, NGC 253, NGC 7293, NGC 2070, NGC 5128, Eta Carinae, Rosetten-Nebel, Pferdekopfnebel, Milchstrasse/Schütze, Südliche Milchstrasse, Grosse und Kleine Magellansche Wolke, M 8/M 20 (Feld), M 16/M 17 (Feld).

Preise: Glasgefasste KB-Dias DM 6.—/Stck.
4,5x6 cm und 6x6 cm Dias DM 12.—/Stck.
Mindestauftragswert DM 20.—

Photographie und Photometrie des Planetensystems

VON WOLFGANG GRUSCHEL, Stuttgart

1. Wozu photometrische Berechnungen und Tabellen in der Astrophotographie?

Wie in der terrestrischen Photographie so benötigt man auch in der Astrophotographie Belichtungsdaten, um einwandfreie Aufnahmen zu erhalten. Das gilt besonders dann, wenn man als Aufnahmematerial Umkehrfarbfilme benutzt, weil hier durch die Belichtung auch die absolute Bildhelligkeit festgelegt wird, und eigentlich nur eine einzige Einstellung ein brauchbares Diapositiv zu liefern vermag.

Wie aber gelangt man zu genauen Expositionsdaten, z. B. bei einer Aufnahme des Planeten Venus als schmale Sichel kurz vor der unteren Konjunktion durch einen 15 cm-Reflektor? Möglich wäre eine Reihe von Testaufnahmen unter Durchlaufen einer Belichtungszeitenreihe. Doch wer wäre schon gern bereit, den damit verbundenen hohen Filmverschleiss hinzunehmen, zumal die so gewonnenen *Erfahrungswerte* infolge des ständigen Wechsels der Aufnahmebedingungen (Einfluss der Erdatmosphäre, Phase bei Mond und Venus) nahezu wertlos sind. Eine *photoelektrische Belichtungsmessung*, die vernünftige Daten liefern soll, halte ich – jedenfalls für den Amateur und bei Aufnahmen der Planeten – für mehr als problematisch.

Bleibe der Weg offen, sorgfältige Überlegungen darüber anzustellen, welche Faktoren alle Einfluss auf die Belichtungszeit bei Aufnahmen des Mondes und der grossen Planeten durch ein Teleskop haben könnten, und dann eine *brauchbare Theorie* zu entwickeln, die zur Erstellung von *Tabellen* führt. Mit diesen kann der Astrophotograph die jeweils für sein Motiv und seine Aufnahmeart richtigen Belichtungswerte ermitteln und vermeidet so Fehlpositionen.

Auf eine genaue Darstellung dieser Überlegungen muss hier verzichtet werden; sie sollen jedoch skizziert werden. Wichtig sind in erster Linie die Ergebnisse der Theorie und die Gewinnung einer Form, in der sie für den Astrophotographen praktisch anwendbar sind. Dabei werden immer wieder photometrische Begriffe auftauchen. Deshalb wollen wir uns zunächst kurz mit der *Photometrie* befassen, der Wissenschaft von der Lichtmessung und den Lichtgrössen.

2. Grundbegriffe der Photometrie

Benutzen wir zur Messung der Energie, die durch elektromagnetische Wellen übertragen wird, das menschliche Auge als «Messinstrument», dann betreiben wir Photometrie. Nur in einem relativ kleinen Wellenlängenbereich treten überhaupt «Messwerte» (= Lichtempfindungen) auf. Innerhalb dieses sogenannten optischen Bereichs (Wellenlängen zwischen 340 und 1000 nm¹) weist das Auge sehr unterschiedliche Empfindlichkeiten auf. Charakterisiert wird die Wirkung von sichtbarer Strahlung auf ein (standardi-

siertes) menschliches Auge durch die *Lichtgrössen*. Als erste Lichtgrösse wollen wir den *Lichtstrom* Φ einführen. Dieser entspricht der Leistung (= Energie pro Zeiteinheit), die von der Lichtstrahlung übertragen wird, *in bezug auf ihre Wirkung auf das Auge*. Eine Masseinheit für den Lichtstrom kann z. B. 1 Lumen (lm) sein. Für Strahlung der Wellenlänge 555 nm, bei der das menschliche Auge eine maximale Empfindlichkeit aufweist, beträgt der Lichtstrom pro Watt Strahlungsleistung 683 lm.

Interessiert uns die Verteilung des Lichtstromes einer Lichtquelle auf die verschiedenen Raumrichtungen, so müssen wir eine weitere Grösse einführen, die *Lichtstärke*. Das ist der *Lichtstrom pro Raumwinkeleinheit*. Das Mass für einen Raumwinkel Ω ist die Fläche, die dieser aus der Oberfläche einer Einheitskugel um seinen Scheitel «herausschneidet» (mehr zum Raumwinkel in einschlägigen Geometriebüchern). Die Einheit des Raumwinkels ist 1 Steradian (sr). Als Differentialquotient geschrieben ist dann die Lichtstärke $d\Phi / d\Omega$; ihre Masseinheit ist z. B. 1 Lumen pro Steradian (lm/sr) = 1 Candela (cd).

Bezieht man die Lichtstärke auf den Inhalt der Fläche, von der das Licht stammt, so gelangt man zur *Leuchtdichte* L . Die Fläche, die hierbei zugrunde gelegt werden muss, ist allerdings die Projektion der wirklichen Fläche (Flächeninhalt A) auf eine Ebene senkrecht zur Beobachtungsrichtung, also die Fläche A multipliziert mit dem Cosinus des Beobachtungswinkels e . Die Leuchtdichte ist also die *Lichtstärke pro Flächeneinheit* in dem gerade erläuterten Sinne – oder mathematisch formuliert:

$$L = d^2\Phi / d\Omega \cdot dA \cdot \cos(e).$$

Sie gibt an, wie intensiv leuchtend uns eine Fläche erscheint, ob ihr Anblick uns blendet oder ob sie nur schwach schimmert. Eine Einheit der Leuchtdichte ist 1 Candela pro Quadratmeter (cd/m²), eine andere 1 Apostilb (asb). Es gilt:

$$1 \text{ cd/m}^2 = \pi \cdot 1 \text{ asb}.$$

Betont werden muss, dass es noch viele andere Masseinheiten für Lichtgrössen gibt, z. B. solche, die den angelsächsischen Längsmassen angepasst sind (footlambert etc.). Wir benutzen im folgenden nur die eben eingeführte Einheit Apostilb (asb) für Leuchtdichte-Angaben.

Als letzte Lichtgrösse wollen wir die *Beleuchtungsstärke* E einführen. Sie ist das Verhältnis von ankommendem Lichtstrom Φ zum Inhalt A der beleuchteten Fläche, kurz $E = d\Phi / dA$. Einheit ist z. B. 1 Lux (lx) = 1 lm/m².

Was haben nun die hiermit eingeführten Lichtgrössen mit der Astrophotographie zu tun? Die Antwort auf diese Frage gibt uns der nächste Abschnitt.

3. Grundsätzliches zur Photographie beleuchteter Himmelskörper

Die Belichtungszeit bei der Photographie einer Licht aussendenden Fläche hängt von ihrer *Leuchtdichte*, von der *Blendenzahl* der Aufnahmeoptik und der *Filmempfindlichkeit* ab. Die Blendenzahl B ist der Quotient aus effektivem Durchmesser (d_{eff}) des verwertbaren Lichtbündels (meist Öffnung des Teleskops) und der Äquivalentbrennweite ($f_{\text{äq}}$) der Aufnahmeoptik, d. h.

$$B = f_{\text{äq}} / d_{\text{eff}}$$

Die Äquivalentbrennweite ist bei Aufnahmen in der Fokalebene des Fernrohrobjektivs gleich dessen angegebener Brennweite f . Projiziert man dagegen das Bild des Motivs mit einem Okular auf den Film (Kamera ohne Kameraobjektiv), so hat man die Objektbrennweite f des Teleskops noch mit einem Faktor zu multiplizieren, dessen Wert gleich

$$\frac{\text{Projektionsabstand}}{\text{Okularbrennweite}} - 1 \text{ beträgt.}$$

Blendenzahl und Filmempfindlichkeit (z. B. angegeben in DIN) sind bei einer photographischen Aufnahme vorgegebene Grössen. Variabel dagegen ist die Leuchtdichte des Motivs.

Welche Faktoren bestimmen nun die Leuchtdichte, mit der uns ein Planet oder der Mond erscheint?

Die Oberfläche des Himmelskörpers wird umso heller erscheinen, je stärker dieser von der Sonne beleuchtet wird, d. h. je höher die *Beleuchtungsstärke* E durch das Sonnenlicht beim Planeten ist. Im Abstand 1 A.E. (= mittlere Entfernung Sonne-Erde) von der Sonne beträgt die Beleuchtungsstärke ca. 137 000 lx, im Abstand 2 A.E. nur noch $\frac{1}{4}$ dieses Wertes usw. (quadratisches Abstandsgesetz). Ferner hängt die Leuchtdichte vom Rückstrahlvermögen der Planeten- oder Mondoberfläche ab, genauer gesagt von ihrer (geometrischen) *Albedo* p , sowie dem zeitlich schwankenden Wert der *Phasenfunktion* $f(\Psi)$. Die Phasenfunktion gibt an, wie sich die (Gesamt-) Helligkeit eines beleuchteten Himmelskörpers mit dem *Phasenwinkel* Ψ (Fig. 1) ändert und zwar umgerechnet auf konstante Entfernung des Planeten von der Sonne und vom Beobachter. Der Verlauf der

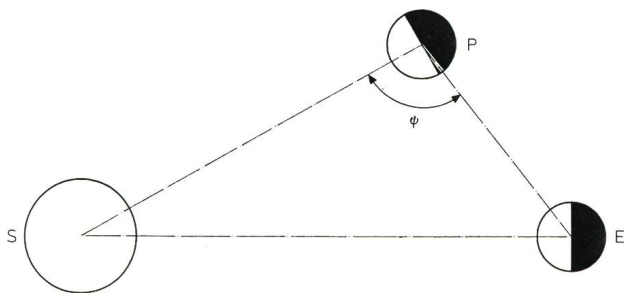


Fig. 1: Definition des Phasenwinkels.

Phasenfunktion ist i. a. von Planet zu Planet verschieden und hängt von der Beschaffenheit der lichtreflektierenden Schichten des Planeten bzw. des Mondes ab. Der Phasenwinkel unter dem uns ein beleuchteter Himmelskörper erscheint, ist der Winkel $\Psi = \text{Winkel (SPE)}$ in der Fig. 1. Von ihm hängt auch die Grösse des «Beleuchteten Teils» (B.T.) der scheinbaren Planeten- oder Mondscheibe ab (vergl. Fig. 2 und Tabelle 1), der ebenfalls die Leuchtdichte (Flä-

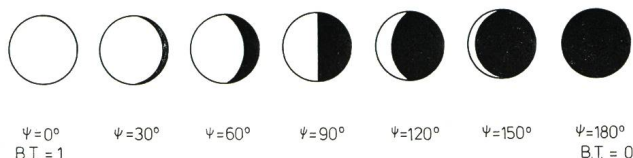


Fig. 2: Phasenwinkel und «Beleuchteter Teil» B. T.

Tabelle 1: Abhängigkeit des «Beleuchteten Teils» vom Phasenwinkel (die Werte gelten genau für einen kugelförmigen, atmosphärelosen Himmelskörper)

Ψ	B. T.
0°	1.000
10°	0.992
20°	0.970
30°	0.933
40°	0.883
50°	0.821
60°	0.750
70°	0.671
80°	0.587
90°	0.500
100°	0.413
110°	0.329
120°	0.250
130°	0.179
140°	0.117
150°	0.067
160°	0.030
170°	0.008

chenhelligkeit) des Himmelskörpers beeinflusst. Man kann schliesslich folgende Formel für die Leuchtdichte einer Planeten- bzw. Mondoberfläche gewinnen:

$$L = E \cdot p \cdot f(\Psi) / \text{B. T.}$$

Mit Hilfe dieser Formel lassen sich *Leuchtdichtetabellen für den Erdmond und die Grossen Planeten* (Tabelle 2) aufstellen, die den Ausgangspunkt zur Bestimmung der Belichtungswerte bei Aufnahmen dieser Himmelskörper darstellen. Die dort (für mehrere Phasenwinkel) aufgeführten Leuchtdichten würde ein Beobachter ausserhalb der Erdatmosphäre wahrnehmen. In der irdischen Lufthülle erfährt das Licht des Himmelskörpers eine Abschwächung (Extinktion), die vom Trübungsgrad der Atmosphäre und von der Zenitdistanz z des Gestirns abhängt ($z = 90^\circ - h$; h = Höhenwinkel des Gestirns). Die Faktoren, mit denen die Leuchtdichte-Werte aus Tab. 2 für den

Tabelle 2: Mittlere Leuchtdichten der Oberflächen von Venus, Mars, Jupiter, Saturn und Erdmond (gültig ausserhalb der Erdatmosphäre). Angaben für den irdischen Beobachter erhält man durch Multiplikation mit den Werten aus Tab. 3. Eine Unterscheidung zwischen zunehmendem und abnehmendem Mond wird nicht getroffen, da sich die Werte nur geringfügig unterscheiden. Angegeben sind Mittelwerte.

Phasenwinkel in Grad	Leuchtdichten L in asb für			
	Erdmond	Venus	Mars	Sonnenabstand
			1.5 A. E.	1.6 A. E.
0		154000	9400	8250
1½	15750			
10	12300			
20	9600	145000	7100	6300
30	7750			
40	6300	123000	5800	5100
50	5200			
60	4400	100000		
70	3800			
80	3150	82000		
90	2500			
100	2150	68000		
110	1900			
120	1600	66000		
130	1350			
140	1250			
150	1100			

Mittlere Leuchtdichte der Oberfläche von Jupiter: 2250 asb.
Mittlere Leuchtdichte der Oberfläche von Saturn: 700 asb.

Tabelle 3: Durchlässigkeit einer Standard-Erdatmosphäre für Licht der Wellenlänge 550 nm. (3 Trübungsstufen).

Zenitdistanz in Grad	$\beta = 0.05$ (sehr klar)	$\beta = 0.10$ (leicht trüb)	$\beta = 0.20$ (stark trüb)
0	0.819	0.735	0.592
30	0.794	0.701	0.545
45	0.754	0.647	0.476
60	0.662	0.541	0.350
70	0.560	0.408	0.217
75	0.466	0.308	0.134
78	0.390	0.234	0.084
80	0.327	0.178	0.053
82	0.253	0.120	0.027
84	0.169	0.064	0.009
85	0.125	0.040	0.004
86	0.084	0.021	0.001

Beobachter auf der Erdoberfläche multipliziert werden müssen, können in Tab. 3 für 3 verschiedene Trübungsstufen und mehrere Zenitdistanzen nachgesehen werden.

Die so modifizierten Leuchtdichte-Werte ergeben zusammen mit der Filmempfindlichkeit und der Blendenzahl der Aufnahmeoptik nach dem folgenden Schema die Belichtungszeiten: Man sucht in Tabelle 4 in der linken Spalte einen dem modifizierten Leuchtdichte-Wert nahekommenden Wert und findet in der entsprechenden Zeile unter dem DIN-Wert des verwendeten Films den photographischen *Lichtwert* (L.W.).

Die Blendenzahlen B der verwendeten Aufnahmeoptik (Fernrohrobjektiv mit oder ohne Okular oder einfach ein Teleobjektiv) sollte dem Astrophotogra-

Tabelle 4: Tafel zur Ermittlung der Lichtwerte aus modifiziertem Leuchtdichte-Wert und Filmempfindlichkeit (DIN).

Leuchtdichte L in asb	Empfindlichkeit (DIN)			
	12 DIN	15 DIN	18 DIN	21 DIN
	Lichtwerte			
0.8	-2	-1	0	1
1.6	-1	0	1	2
3.2	0	1	2	3
6.25	1	2	3	4
12.5	2	3	4	5
25	3	4	5	6
50	4	5	6	7
100	5	6	7	8
200	6	7	8	9
400	7	8	9	10
800	8	9	10	11
1 600	9	10	11	12
3 200	10	11	12	13
6 250	11	12	13	14
12 500	12	13	14	15
25 000	13	14	15	16
50 000	14	15	16	17
100 000	15	16	17	18
200 000	16	17	18	19
400 000	17	18	19	20

Tabelle 5: Blendenzahlen B (Blendenskala) und die ihnen zugeordneten Blendenstufen n.

B	n
1	0
1.4	1
2	2
2.8	3
4	4
5.6	5
8	6
11	7
16	8
22	9
32	10
45	11
64	12
90	13

Tabelle 6: Differenzen (n - L. W.) und die zugehörigen Belichtungszeiten in Sekunden nach der geometrisch abgestuften Belichtungszeitenreihe.

(n - L.W.)	Belichtungszeit
-11	1/2000
-10	1/1000
-9	1/500
-8	1/250
-7	1/125
-6	1/60
-5	1/30
-4	1/15
-3	1/8
-2	1/4
-1	1/2
0	1
1	2
2	4
3	8
4	15
5	30
6	60

phen bekannt sein³⁾ (siehe auch Anwendungsbeispiele). Den Blendenzahlen B sind für unsere Zwecke Blendenstufen n zugeordnet (Tabelle 5).

Man braucht jetzt nur von dem Wert n den zuvor ermittelten Lichtwert ($L.W.$) abzuziehen, d. h. $(n - L.W.)$ zu bilden (dabei treten oft negative Werte auf) und unter diesem Zahlenwert in Tabelle 6 die richtige Belichtungszeit für die Aufnahme einfach abzulesen!

Da sowohl $L.W.$ als auch n ganze (und kleine) Zahlen sind, braucht man kein Rechenkünstler zu sein um ans Ziel zu gelangen. Mit Hilfe dieser Methode, die gleich in einigen Beispielen veranschaulicht werden soll, ist es dem Autor gelungen, eine mehrere Hundert Diapositive umfassende Color-Serie von unserem Erdtrabanten in sämtlichen Phasen und vielen verschiedenen Abbildungsmaßstäben sowie von den Planeten Venus, Jupiter und Saturn anzufertigen. Unnötiger Filmverschleiss konnte fast völlig vermieden werden; meist mussten nur Aufnahmen aussortiert werden, bei denen während der Exposition die Nachführung des Teleskops nicht einwandfrei gearbeitet hatte.

4. Anwendungsbeispiele

a) Der *Vollmond* soll mit einem Teleobjektiv, Blende 5.6, aufgenommen werden (die Brennweite ist hier uninteressant, wichtig ist nur die Blendenzahl $B = 5.6$). Es sei ein *sehr klarer* Wintertag (der Mond erschien bereits beim Aufgang sehr hell und in fast weissem Licht). Der Mond stehe zum Zeitpunkt der Aufnahme nur 30° vom Zenit entfernt. In die Kamera sei ein Film der *Empfindlichkeit 15 DIN* (= 25 ASA) eingelegt. Soweit die Gegebenheiten.

Der Phasenwinkel beträgt bei Vollmond minimal 1.5° (beim Phasenwinkel 0° , den man eigentlich erwartet, stünde der Mond mitten im Kernschatten der Erde, wäre also total verfinstert).

Suchen wir also in Tab. 2 die mittlere Leuchtdichte der «Mondscheibe» bei einem Phasenwinkel von $11\frac{1}{2}$ Grad heraus. Wir finden den Wert $15\,750\text{ asb}$. Diesen Leuchtdichtewert würde z. B. ein Raumfahrer ausserhalb der irdischen Atmosphäre messen. Uns Erdbewohnern am Grunde des «Luftmeeres» erscheint der Mond weniger intensiv leuchtend. Da die Luft über dem Beobachtungsort hier im Beispiel ausserordentlich klar sein soll, müssen wir in Tab. 3 gleich in der ersten Spalte ($\beta = 0.05$ bzw. «sehr klar») nachsehen: dort finden wir für die Zenitdistanz 30° eine optische Durchlässigkeit von 0.794 , d.h. 79.4% ⁴⁾.

Mit dieser Zahl multiplizieren wir die oben festgestellte Leuchtdichte von $15\,750\text{ asb}$ und erhalten so den modifizierten Leuchtdichtewert von $15\,750\text{ asb} \cdot 0.794 = 12\,500\text{ asb}$. Diesen Wert finden wir (sogar ganz genau) in der linken Spalte von Tab. 4. Für die vorgegebene Filmempfindlichkeit von 15 DIN findet man sofort den *Lichtwert* (auch «Belichtungswert» genannt) 13 . Die Blendenzahl B unserer Aufnahmeoptik soll ja 5.6 betragen; nach Tabelle 5 entspricht dies der *Blendenstufe* $n = 5$. Jetzt brauchen wir nur

noch die Differenz ($n - \text{Lichtwert}$) zu bilden: $n - L.W. = 5 - 13 = -8$; das ergibt laut Tab. 6 eine *Belichtungszeit* von $1/250\text{ Sekunde}$!

b) Wir möchten eine Aufnahme der *Venussichel* (Phasenwinkel $\Psi = 120^\circ$) erhalten. Der helle Planet stehe 12° über dem (mathematischen) Horizont. Seine Zenitdistanz beträgt also $z = 90^\circ - 12^\circ = 78^\circ$. Wir haben normale Witterung (Himmel «leicht trüb»). Es stehe uns ein 15 cm-Spiegelteleskop mit 120 cm Brennweite zur Verfügung. Um ein genügend grosses Bild des Planeten auf dem Film zu bekommen, projizieren wir das Fokalbild des Teleskopspiegels mit einem 5 mm-Okular auf das Photomaterial, beispielsweise auf einen 18 DIN-Umkehrfarbfilm in einem Kameragehäuse (Kameraobjektiv abgeschraubt). Der optische Weg Okular-Film (Projektionsabstand) betrage 45 mm. Die Gesamtbrennweite erhöht sich dadurch um einen Faktor

$$\frac{\text{Projektionsabstand}}{\text{Okularbrennweite}} - 1 = \frac{45\text{ mm}}{5\text{ mm}} - 1 = 9 - 1 = 8.$$

Die Äquivalentbrennweite dieses optischen Systems beträgt damit $f_{\text{äq}} = 120\text{ cm} \cdot 8 = 960\text{ cm}$ und die Blendenzahl $B = f_{\text{äq}} / d = 960\text{ cm} / 15\text{ cm} = 64$. Für $B = 64$ steht in Tabelle 5

$$n = 12.$$

Venus hat bei $\Psi = 120^\circ$ laut Tabelle 2 eine Leuchtdichte von $66\,000\text{ asb}$ (ohne Atmosphäre). Die Durchlässigkeit der Atmosphäre für $z = 78^\circ$ und «leicht trüb» ist laut Tabelle 3 gleich 0.234 , d. h. modifizierte Leuchtdichte gleich $15\,500\text{ asb}$. Für $12\,500\text{ asb}$ findet man in Tabelle 4 bei 18 DIN den Lichtwert $L.W. = 14$. Für n hatten wir den Wert 12 gefunden, also $n - L.W. = -2$. Aus Tabelle 6 entnehmen wir: *Belichtungszeit* = $\frac{1}{4}\text{ Sekunde}$.

c) Objekt: *Saturn*, Zenitdistanz $z = 60^\circ$, *leicht trüb*, Film (Platte): 21 DIN (= 100 ASA). Fernrohr: Öffnung 17 cm, Objektivbrennweite 127,5 cm. Daraus ergibt sich ein Öffnungsverhältnis von $17\text{ cm} : 127,5\text{ cm} = 1 : 7,5$. Wir verwenden wieder ein Okular der Brennweite 5 mm, haben aber jetzt zusätzlich ein Kameraobjektiv der Brennweite 60 mm im Strahlengang, machen die Aufnahme also mit einer kompletten Kamera. Zur Berechnung der Blendenzahl multiplizieren wir nun den Kehrwert des Öffnungsverhältnisses (= 7,5) mit dem Faktor

$$\frac{\text{Brennweite des Kameraobjektivs}}{\text{Okularbrennweite}}, \text{ also } B =$$

$$7,5 \cdot \frac{60\text{ mm}}{5\text{ mm}} = 90.$$

$B = 90$ ergibt (Tab. 5) $n = 13$. Tabelle 2, Saturn: Leuchtdichte = 700 asb . Diesen Wert mal 0.541 (Tab. 3 für $z = 60^\circ$) ergibt 380 asb . Tabelle 4 (400 asb , 21 DIN): Lichtwert $L.W. = 10$. Damit wird $n - L.W. = 13 - 10 = 3$. Tabelle 6: *Belichtungszeit* = 8 Sekunden .

Bei einer so langen Expositionsdauer benötigt man für das Teleskop schon eine recht genau arbeitende Nachführung!

Diese drei Beispiele dürften veranschaulicht haben, wie man mit relativ wenig Rechenaufwand für ein breites Spektrum von Aufnahmebedingungen systematisch die Belichtungszeiten bei der Astrophotographie der Körper unseres Sonnensystems ermitteln kann.

Anmerkungen:

¹⁾ 1 Nanometer (nm) = 10^{-9} m.

²⁾ d. h. den auf ein kleines Raumwinkelement entfallenden Lichtstrom dividiert durch die Grösse dieses Raumwinkelements.

³⁾ Anzumerken ist, dass B an und für sich eine rein geometrische Grösse ist, da der Durchlassgrad der einzelnen optischen Elemente nicht berücksichtigt ist. Die Tabellen sind aber so konzipiert, dass normalen Verhältnissen in dieser Hinsicht Rechnung getragen ist.

⁴⁾ Dieser Wert ist natürlich rein theoretisch; er ist für eine Modell-Atmosphäre (Standard-Erdatmosphäre) berechnet worden. Die Erfahrungen des Autors zeigten jedoch, dass sich mit dem angenommenen Modell (nach BEMPORAD) der Einfluss der irdischen Lufthülle bezüglich der Himmelsphotographie in guter Näherung beschreiben lässt. Der Trübungszustand der Atmosphäre (sehr klar; leicht u. stark getrübt) kann durch Beobachtung der Gestirne in Horizontnähe (Helligkeit und Rötung des Lichtes) gut abgeschätzt werden.

Adresse des Autors:

WOLFGANG GRUSCHEL, Friesenstrasse 25, D-7000 Stuttgart 40.

Rectification

à l'article «Un cadran solaire oublié» de M. L. JANIN (ORION 151, p. 179).

Lors de la reproduction des illustrations 7 et 8 selon les indications de l'auteur, la rédaction a commis

quelques petites erreurs dont elle s'excuse. Sur demande de M. JANIN, nous reproduisons ces deux illustrations qui ont été corrigées par lui.

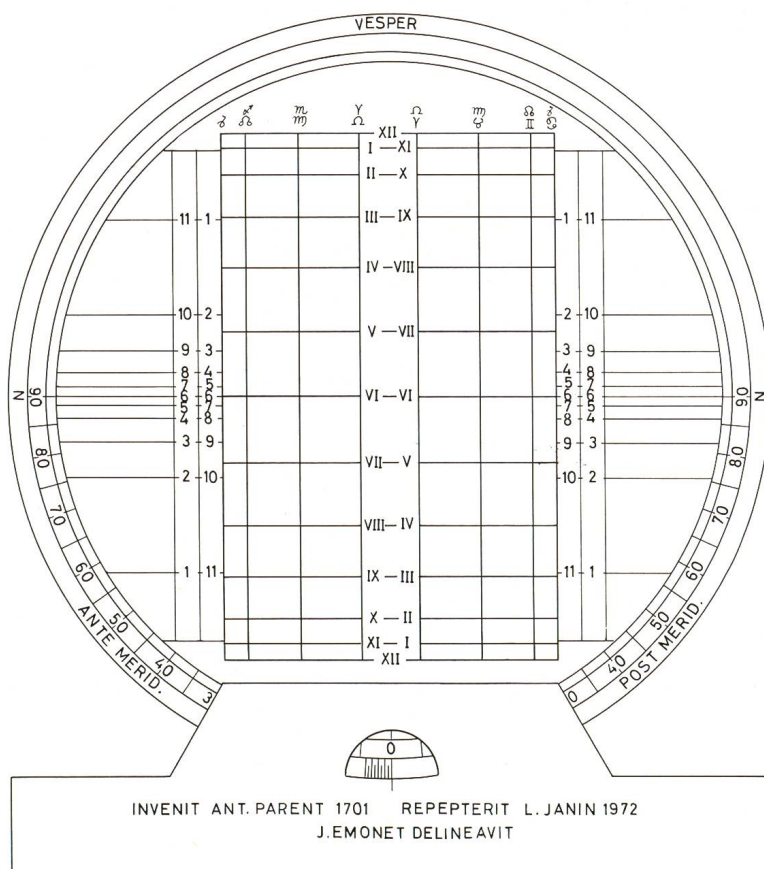


Fig. 7: Dessin d'un cadran-boussole, vue frontale

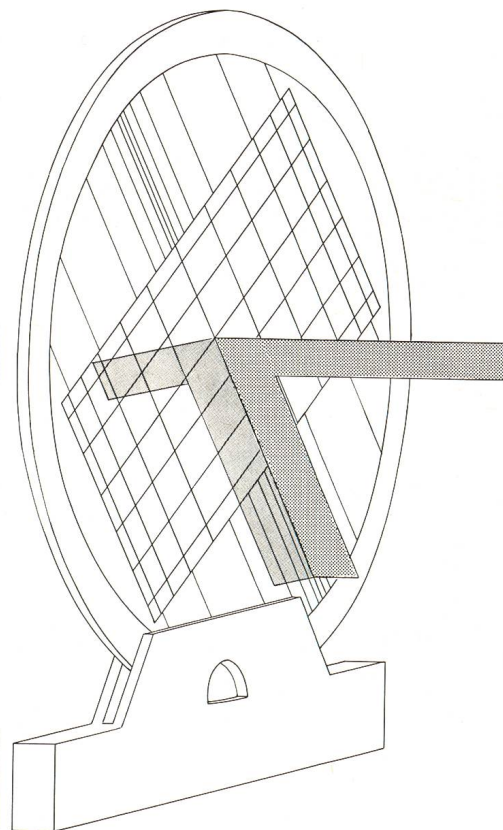


Fig. 8: Dessin d'un cadran-boussole, vue perspective montrant l'appareil sous la latitude de Paris ($48^{\circ} 50'$) le 21 janvier (ou novembre) à $2^{\text{h}}45^{\text{m}}$ de l'après-midi.

Astronomische Gesellschaft Biel Jahresbericht 1975

Die nun vier Jahre alte AGB konnte ihre Mitgliederzahl auf 60 Personen halten. Dies zeigt deutlich das Interesse der Bieler Sternfreunde an der Astronomie.

Öffentliche Beobachtungsabende wurden 1975 keine durchgeführt, da das Wetter zu unbeständig war. Sie sind jedoch für das Frühjahr 1976 vorgesehen.

Im Februar war Herr STAUB, Leiter der Sternwarte Burgdorf, bei uns zu Gast und berichtete in einem interessanten Vortrag über die Entstehung von Sonnen- und Mondfinsternissen.

An zwei Abenden im März erläuterten die Herren Prof. SCHÜRER und Dr. WILD, Bern, im Rahmen der Volkshochschule spezielle Probleme der Teleskope und der Beobachtungstechnik.

Im gleichen Monat mussten wir leider auch den Hinschied unseres Gründungsmitgliedes Herrn BLANC hinnehmen. Wir werden sein Andenken in Ehren halten.

Am 19. März wurde dann die GV abgehalten, mit einem anschliessenden Vortrag unseres Präsidenten Herrn BORNHAUSER über Meteoriten. Einen Höhepunkt bedeutete im April der Vortrag von Herrn GUIDO WEMANS, dem bekannten Raumfahrt-Radiokommentator.

Um auch einmal etwas über Kosmologie zu vernehmen, luden wir im Juni einen kompetenten Referenten in der Person von Dr. BENZ, Zürich, ein.

Nach der grossen Sommerpause konnten wir an einem schönen Oktobertag den schon lange geplanten Besuch des Planetenwegs bei Burgdorf verwirklichen. Im November wurde eine Exkursion in das Observatorium Neuenburg organisiert. Um das Vereinsjahr abzuschliessen, war noch ein Besuch des Planetariums Luzern vorgesehen. Da der Zeitpunkt ungünstig gewählt war und sich fast niemand meldete, wurde der Anlass verschoben.

Wir hoffen alle, dass das Jahr 1976 noch interessanter und ereignisreicher wird.

Adresse des Berichterstatters:

A. GERSTER, Aalmattenweg 56, 2560 Nidau.

Sternwarte der Stadt Schaffhausen Jahresbericht 1975

Der Jahresbericht kann wiederum kurz gefasst werden. Wie jedes Jahr ist das Wetter entscheidend für den Besuch der Station, so auch 1975. Die Monatsübersichten im vergangenen Jahr sprechen deutlich von einem wochenlang vernebelten und wolken-verhangenen Himmel. Man beachte, dass wir im Januar die Sternwarte nur ein einziges Mal, im Februar überhaupt nicht öffnen konnten, was seit der Eröffnung der Sternwarte 1961 nie passierte. Hier die Übersicht:

	Eingeschriebene Besucher
Januar	2
Februar	—
März	41
April	86
Mai	50
Juni	81
Juli	114
August	149
September	123
Oktober	24
November	21
Dezember	31
Total	<u>722</u>

Auffallend ist auch der Ausfall der üblicherweise starken beiden Herbstmonate Oktober und November – verregneter Herbst!

Es sei wiederum ausdrücklich erwähnt, dass der Besucher-Eintrag freiwillig ist. Es besteht kein Zwang, wie denn auch der Zugang jedermann frei steht ohne jeden Entgelt. Öffentliche Abende – natürlich nur bei klarem Himmel! – *Dienstag, Donnerstag und Samstag*, im Sommer nach 8 Uhr. Schulen und grössere Gruppen sind mindestens 10 Tage vorher dem verantwortlichen Leiter der Sternwarte, Dr. h. c. HANS ROHR, Vorgasse 57 zu melden. Jedermann ist willkommen!

Dr. h. c. HANS ROHR

Bibliographie

Das Himmelsjahr 1976. Sonne, Mond und Sterne im Jahreslauf. Herausgegeben von MAX GERSTENBERGER im Kosmos Verlag. Franck'sche Verlagshandlung Stuttgart. 112 Seiten mit 160 Abbildungen, Preis DM 8.80.

Dieses kleine astronomische Jahrbuch von Max Gerstenberger ist vor allem für den Anfänger gedacht.

Die Monatsübersichten, welche Auskunft geben über Lauf des Mondes, der Planeten und der Jupitermonde, werden aufgelockert durch verschiedene Abbildungen.

So findet man jeden Monat die Stellung des Himmelswagens, wie er sich um 22^h präsentiert. Weitere Kärtchen enthalten die Stellung der Planeten in den entsprechenden Sternbilder. Damit wird dem Anfänger das Aufsuchen der Wandelsterne wesentlich erleichtert.

Himmelsausschnitte geben an, welche Sterne und Planeten jeweils am 1. jeden Monats um 22^h sichtbar sind.

In einer senkrechten Spalte werden überdies allmonatlich die Stellung der Jupitermonde, wie sie sich in einem umkehrenden Fernrohr anbieten, dargestellt.

Die Themen des Monats geben Auskunft über wichtige Begriffe aus der Astronomie.

Natürlich wird auch ausführlich über die aussergewöhnlichen Ereignisse am Sternenhimmels berichtet, wie z. B. die ringförmige Sonnenfinsternis am 29. April, die partielle Mondfinsternis am 13. Mai, die in Mitteleuropa beinahe im vollen Verlauf zu sehen ist und schliesslich die totale Sonnenfinsternis am

23. Oktober, die allerdings in unseren Breitengraden nicht zu beobachten ist.

Tabellen über Ephemeriden der Sonne, Planeten und Kleinplaneten, sowie eine Tabelle über Sternbedeckungen beschliessen das Buch.

E. SCHNEIDER

Kalender für Sternfreunde 1976, PAUL AHNERT, Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1975. 192 Seiten mit 43 Abbildungen. Preis DM 7.50.

Mit einiger Verspätung erscheint hier wiederum die Besprechung des Kalenders für Sternfreunde 1976, herausgegeben von Dr. h. c. PAUL AHNERT, Sternwarte Sonneberg in Thüringen.

Auch dieses Jahr folgt auf das Vorwort, worin kurz auf die riesigen Fortschritte in den letzten 70 Jahren hingewiesen wird, die Erklärungen über Zweck und Einrichtung des Kalenders.

Danach folgen die alljährlich wiederkehrenden ausführlichen Ephemeriden für Sonne, Mond und Planeten, markante Planetenstellungen, Positionen der Trabanten von Jupiter und Saturn, Angaben über die Finsternisse 1976, über Sternbedeckungen, sowie Daten für veränderliche Sterne.

In einer weiteren Tabelle findet der Anfänger die wichtigsten Objekte, die bereits mit einem kleinen Schulfernrohr von 63 mm Öffnung gesehen werden können.

Der 2. Teil enthält dann kleinere und grössere Beiträge, die über neuere astronomische Erkenntnisse und Entdeckungen, sowie über Ergebnisse der Raumfahrt berichten.

Am Ende des Bändchens bringt der Autor 14 interessante Abbildungen, wovon eine von Venus und 9 von Merkur, wie sie von Mariner 10 aufgenommen wurden.

Das Büchlein ist vor allem dem fortgeschrittenen Amateur zu empfehlen, ergänzt es doch den Sternenhimmel von A. NAEF durch die tägliche Angabe der Rektaszension und Deklination der Planeten, die unumgänglich sind beim Aufsuchen eines Planeten bei Tage. E. SCHNEIDER

Erforschter Weltraum, ein Sachbuch der modernen Astronomie, bearbeitet von UDO BECKER und ROLF SAUERMOST, Verlag Herder KG, Freiburg i. Br., 1975. 255 Seiten mit 51 ganzseitigen Bildtafeln und weiteren Abbildungen; DM 34.-.

Dank den rapiden wissenschaftlichen und technischen Fortschritten in den letzten Jahrzehnten wächst der erforschte Weltraum so schnell, dass nicht nur die Amateurastronomen, sondern sogar die Fachleute Mühe haben, alle neuen Erkenntnisse in allen Zweigen der Astronomie in sich aufzunehmen. Es gelingt in grossen Zügen, wenn man sich auf die wichtigsten Hauptpunkte beschränkt, wird aber immer schwieriger, wenn man sich in Einzelheiten vertiefen will. Man ist froh, wenn einem ein Buch zur Verfügung steht, in dem man die wesentlichen Ergebnisse übersichtlich geordnet vorfindet, in dem man nachschlagen kann, wenn man einige Daten braucht oder sich über die Entwicklung irgendeines kleineren oder grösseren Bereichs rasch und zuverlässig informieren will.

Ein solches Werk liegt im Buch «Erforschten Weltraum» vom Herder Verlag vor. Es bringt eine Fülle von Beobachtungsdaten und Ergebnissen, wohl so ziemlich alles, was der Amateur je brauchen könnte, und dazu noch wohl geordnet und bis zur jüngsten Zeit. Da man sich auf einen relativ engen Raum beschränken musste, um das Buch handlich und preisgünstig liefern zu können, ist die Darstellung gerafft und knapp, fast im Telegrammstil. Es bleibt kein Platz für ausführliche Herleitungen und Begründungen, auf sie wird nur verwiesen oder sie werden kurz skizziert, das Wesentliche sind Daten und Resultate.

Die umfangreichsten Abschnitte von je rund 80 Seiten behandeln das Sonnensystem und die Sterne, und hier ist wirklich eine Fülle von Einzelheiten zusammengetragen, dass man ein recht vollständiges Bild erhält. In kürzeren Kapiteln wird aber auch über allgemeinere, grundlegende Dinge berichtet, so über sphärische Astronomie, über die Bewegungen der Himmelskörper, über Methoden und Instrumente, was man ja auch alles wissen möchte. Dass Fragen über Ursprung und Entwicklung des Universums und über Leben im Weltraum wenigstens angeschnitten werden, ist sehr zu begrüssen.

Das ganze Buch ist so angelegt, dass der fortlaufende Text von zahlreichen Bildern und Tabellen begleitet ist, die meist sehr übersichtlich am Rand daneben angeordnet sind. Darüber hinaus wurden aber auch noch 51 ganzseitige Bildtafeln eingefügt, die über die jeweiligen Gebiete einen Bildbericht mit erklärenden Texten liefern. Dadurch entsteht eine gewisse Doppelspurigkeit, doch liess sich dies nicht vermeiden, da die Bildtafeln aus einem andern Werk entnommen wurden. Manche Bilder empfindet man sicherlich als ein bisschen zu klein, doch in Anbetracht des Platzsparens und des günstigen Preises muss man das in Kauf nehmen. Der Amateurastronom wird dieses Buch oft und gern in die Hand nehmen, wenn er etwas lernen oder sein Gedächtnis auffrischen will, er wird bestimmt grossen Nutzen an diesem Werk haben. HELMUT MÜLLER

Astronomy, A Handbook, edited by G. D. ROTH, translated and revised by Arthur Beer, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1975. XVII + 567 Seiten, zahlreiche Abbildungen; DM 44.90, US \$ 18.50.

Das vorliegende Werk ist eine Übersetzung vom «Handbuch für Sternfreunde», das 1967 in der 2. Auflage erschienen ist. Es

ist bestimmt kein schlechtes Zeichen, wenn ein Buch aus der deutschen Sprache in die englische übersetzt wird, denn im grossen englischen Sprachbereich mangelt es eigentlich nicht an astronomischer Literatur. Doch scheint tatsächlich ein Bedürfnis nach einem solchen «Handbook» vorhanden zu sein, so wie Roth's «Handbuch» auch seinerzeit im deutschsprachigen Bereich eine spürbare Lücke in trefflicher Weise ausgefüllt hat. Die Übersetzung ist tadellos von Dr. Arthur Beer durchgeführt worden, der vielen durch seine Publikationen bekannt ist, ganz besonders durch die Herausgabe der «Vistas in Astronomy», die jetzt schon 20 Bände umfassen. Im allgemeinen hält sich Dr. Beer streng an das Original. Korrekturen und Ergänzungen werden gegeben, wo es sich als nötig erweist, bisweilen wird auch mal etwas weggelassen. Bei den Ergänzungen hätte man gelegentlich noch etwas weiter gehen können; nur als ein Beispiel dafür soll erwähnt werden, dass die Definition der Zeitsekunde auf S. 186 schon ziemlich lange überholt ist. Man bedenke, dass die 2. Auflage des Handbuchs bereits 8 Jahre vorher erschienen ist, und wenn auch glücklicherweise die meisten Themen in dem Buch ziemlich zeitlos sind, so bedeuten doch heute 8 Jahre in der Wissenschaft eine erhebliche Zeitspanne, in der viel geschieht, in der sich allerlei ändert. So würde man jetzt wahrscheinlich manche Kapitel, wie z. B. das über die Beobachtung der Planeten, auch ganz anders schreiben. Im einzelnen soll hier wegen der geringen Veränderung des Originals auf den Inhalt nicht näher eingegangen werden, man kann das der Besprechung im ORION Bd. 12, S. 147, Nr. 103 entnehmen. Man beachte noch, dass das ausführliche Literaturverzeichnis am Schluss des Buches ganz anders aussieht als das des Originals. Es sind viele Werke englischer Sprache aufgenommen worden, viele deutscher Sprache wurden weggelassen. In den einzelnen Kapiteln finden sich hingegen noch zahlreiche Hinweise auf deutschsprachige Arbeiten. Für den, der die zweite Auflage vom Handbuch nicht besitzt, ist das «Handbook» sicher sehr nützlich; sprachlich dürfte es für uns keine grosse Erschwerung bedeuten. HELMUT MÜLLER

The Radio Universe, J. S. HEY, 2nd edition, Pergamon Press, Oxford-New York-Toronto-Sydney-Paris-Braunschweig, 1975. VIII + 264 Seiten, zahlreiche Abbildungen; kartoniert: US \$ 9.50, £ 3.95.

Der Titel «Radio Universum» ist so zu verstehen, dass hier gezeigt wird, welchen Beitrag die noch sehr junge Radio-Astronomie in den verschiedenen Bereichen der Astronomie zu unsern bisherigen Kenntnissen und Vorstellungen geleistet hat, wie sie uns überall zu ganz unerwarteten Fortschritten verhalf und wie sie bei so manchen Fragen sogar von entscheidender Bedeutung ist. Als wertvoll und sympathisch empfindet man, dass das Buch von einem der Pioniere der Radio-Astronomie verfasst wurde, der im zweiten Weltkrieg einige sehr wichtige Entdeckungen gemacht hat und auch in der Folgezeit auf diesem Gebiet sehr fruchtbringend tätig war. Die ganze Darstellung ist in der Weise aufgebaut, dass in den einzelnen Abschnitten zuerst stets das beschrieben wird, was man bisher in der optischen Astronomie gefunden hat, und dann wird darauf verwiesen, wo die Radio-Astronomie einsetzt, ergänzt und weiterführt.

Eine kurze Einleitung vermittelt einen sehr guten historischen Überblick. Zwei längere Kapitel machen den Leser mit den wichtigsten physikalischen Grundlagen der Radiowellen, sowie mit den Instrumenten und den Beobachtungsmethoden vertraut. Die Radiostrahlung der Planeten und der Sonne behandeln die beiden nächsten Aufsätze, und ein weiterer erläutert die Bedeutung der Radar-Methoden in ihren Anwendungen im Bereich unseres Sonnensystems. Der Radiostrahlung, die aus unserer Galaxis stammt, und den speziellen Radioquellen in unserm Milchstrassensystem, wie z. B. den Pulsaren, sind die beiden nächsten Kapitel gewidmet. Am umfangreichsten ist der darauf folgende Abschnitt über normale Galaxien, Radio-Galaxien und Quasare, wo der Radio-Astronomie besonders aufsehenerregende Entdeckungen zu verdanken sind. Ihr Gewicht erkennt man auch im letzten kurzen Kapitel, in dem verschiede-

ne kosmologische Weltmodelle erörtert werden. In einem Nachwort wird auch noch auf einige wichtige Entscheidungsmöglichkeiten und weitere Aufgaben der Radio-Astronomie hingewiesen.

Das Buch ist anregend, klar und sehr verständlich geschrieben, es setzt keine bedeutenden Vorkenntnisse voraus. So ist es geeignet für Studierende, die sich über diesen Zweig der Astronomie rasch informieren wollen. Der Amateurastronom wird das Buch sehr gern in die Hand nehmen, er lernt sehr viel, gewinnt eine umfassende Übersicht über Inhalt und Wert der Radio-Astronomie und kann vor allem das Dargebotene auch wirklich verstehen.

HELMUT MÜLLER

Inhaltsverzeichnis – Sommaire – Sommario

Identifizierung des im 4. vorchristlichen Jahrhundert von Jupiter bedeckten Sterns in den Zwillingen, K. LOCHER ..	55
L'observation des galaxies avec la machine Cosmos, P. R. WILLIAMS et N. M. PRATT	58
Komet West (1975 n)	64
Photographie und Photometrie des Planetensystems, WOLFGANG GRUSCHEL	70
Rectification	74
Astronomische Gesellschaft Biel Jahresbericht 1975	75
Sternwarte der Stadt Schaffhausen Jahresbericht 1975	75
Bibliographie	75



In einem Gerät vereinigt:

1. Super-Fernrohr, ab 40 x, aufrechtes Bild. Einstellbereich von 3 m bis Unendlich. Bequeme Bedienung, feinste Präzision.

2. Super-Teleskop, 40-250 x, größte Schärfe. Mit parallakt. Montierung. Elektrische Nachführung. Auch für Sonnenbeobachtung und Astrofotografie.

3. Super-Teleobjektiv, f/1400 mm, für KB und Filmkameras. 24 verschiedene Brennweiten einstellbar. Jedem Teleproblem gewachsen.

Questar (USA) ... das beste Kompaktteleskop der Welt. Das vollständige Observatorium in kleinem Lederkoffer, 6,5 kg. Ab DM 4.300,-. Prospekte frei.

Alleinvertrieb: Helmuth T. Schmidt

Sondererzeugnisse der Optik und Elektronik
D 6000 Frankfurt-M., Steinweg 5, Tel. (0611) 29 57 80

Totale Sonnenfinsternis

23. Oktober 1976

Organisierte Reise ab Basel oder Frankfurt, Abflüge am 15. Okt. od. 16. Okt. mit dem African Safari Club nach

Sansibar,

verbunden mit einem herrlichen Aufenthalt in Kenia.

Bitte verlangen Sie unseren Spezialprospekt.

Pauschalpreis Fr./DM 1 735.—
bis Fr./DM 1 995.—

Royal



Präzisions- Teleskope

Sehr gepflegte japanische Fabrikation

Refraktoren mit Objektiven von 60—112 mm Öffnung

Reflektoren mit Spiegeln von 84—250 mm Öffnung

Grosse Auswahl von Einzel- und Zubehörteilen
Verkauf bei allen Optikern

Generalvertretung, **GERN**, Optique, Neuchâtel

KOSMOS präsentiert das neue Astro-Programm:

HAUPTGEWINN...

Für Sie. Weil Kosmos und Lichtenknecker ein völlig neu konzipiertes Astro-Geräte-Programm entwickelt haben. Jetzt wird es nur noch wenige Wünsche geben, die wir Ihnen nicht erfüllen können.

Schon jetzt hat unser Katalog über 60 Seiten. Fordern Sie ihn bitte (gegen DM 2,-- in Briefmarken oder 3 Internationalen Antwortscheinen) bei uns an. Sie erhalten ihn postwendend. Die Ergänzungsblätter schicken wir dann nach Erscheinen jeweils automatisch und kostenlos.

KOSMOS-Verlag Abt. 15, Postfach 640, D 7000 Stuttgart 1



Reise zur Sonnenfinsternis nach Ostafrika

8. – 23. Oktober 1976

Sonderreise der Schweiz. Astronomischen Gesellschaft anlässlich der Sonnenfinsternis vom 23. Oktober 1976

kombiniert mit einer Safari durch die schönsten Wildreservate Ostafrikas und mit Badeferien am Indischen Ozean.

Verlangen Sie das ausführliche Reiseprogramm beim Reisebüro

**17 Tage
Fr. 2980.-**

Flug mit SWISSAIR und
EAST AFRICAN AIRWAYS
ab Zürich/Genève

DANZAS

8201 Schaffhausen, Bahnhofstrasse 30, Tel. 053/5 60 33

Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

Typen: * **Maksutow**
 * **Newton**
 * **Cassegrain**
 * **Spezialausführungen**

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

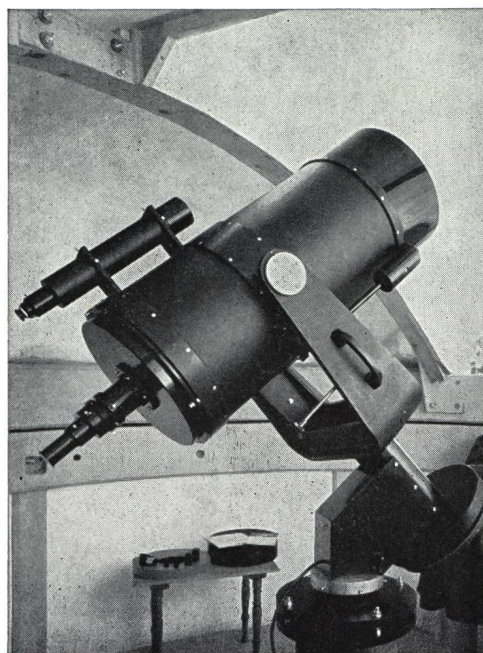
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. Popp
TELE-OPTIK * 8731 Ricken

Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

Maksutow-Teleskop 300/4800



Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Neuer Katalog vom April 1975

Bitte nur mit **Bestellschein/Preisliste April 75** bestellen. Neue Mengenrabatte, 5% Vorauszahlungsrabatt (in der Schweiz und im Ausland), 5% Rabatt für SAG-Mitglieder. Lieferung gegen Vorauszahlung oder gegen Rechnung, keine Nachnahmen mehr.

Verkaufsprogramm

15 Farbdiaserien, 2 Einzel-Farbdias (Komet Bennett), 84 Schwarz-Weiss-Aufnahmen als Foto 18x24 cm und 40x50 cm oder als Dia, 19 Farbfotos 24x30 cm und 30x40 cm, 7 Poster, 4 Broschüren, Planetarium, Postkarten.

NEU: Nasa-Zeiss Farbdiaserie

mit 24 Dias, ausgewählt aus den 17 bisherigen Nasa-Zeiss-Serien: Gemini 4, 7, 11, Apollo 8 (3 Dias), Apollo 9 (8 Dias), Apollo 11 (9 Dias).

7 Farb-Poster (Format 74x58 cm)

M 16 (Sternhaufen und Nebel), M 20 (Trifid-Nebel), M 31 (Andromeda-Galaxie), M 42 (Orion-Nebel), M 45 Plejaden, NGC 6992 (Schleier-Nebel), Erde von Apollo 11 aufgenommen.

NEUE Schwarz-Weiss-Aufnahmen

als Foto 18 x 24 cm und 40 x 50 cm oder als Dia:
Mondaufgang, Sonnenfinsternis 1947: Minimum-Korona (z. T. bereits früher verkauft als Nr. 46), Sonnenfinsternis 1973: Übergangs-Korona, Sonnenfinsternis 1970: Maximum-Korona.

Lieferfrist ca. 3 Wochen. Kataloge und Bestellscheine/Preislisten bei Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meierriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf

Délai de livraison: env. 3 semaines. Catalogue et bulletin de commande/prix courant chez

Nouveau catalogue d'avril 1975

Commandez s.v.p. avec le **bulletin de commande/prix courant d'avril 1975**.

Nouveaux rabais: rabais de quantité 5% pour paiement d'avance, 5% pour membres de la SAS. Livraison contre paiement d'avance ou avec facture, plus de paiement contre remboursement.

Programme de vente

15 séries de dias en couleur, 2 dias de la comète Bennett, 84 images noir et blanc (photos 18x24 cm et 40x50 cm ou dias), 19 photos en couleur 24x30 cm et 30x40 cm, 7 posters, 4 brochures, planetarium, cartes postales.

NOUVEAU: Série de dias en couleur «Nasa-Zeiss»

avec 24 dias, sélectionnés des 17 séries de Nasa-Zeiss: Gemini 4, 7, 11; Apollo 8 (3 dias), Apollo 9 (8 dias), Apollo 11 (9 dias).

7 posters en couleur

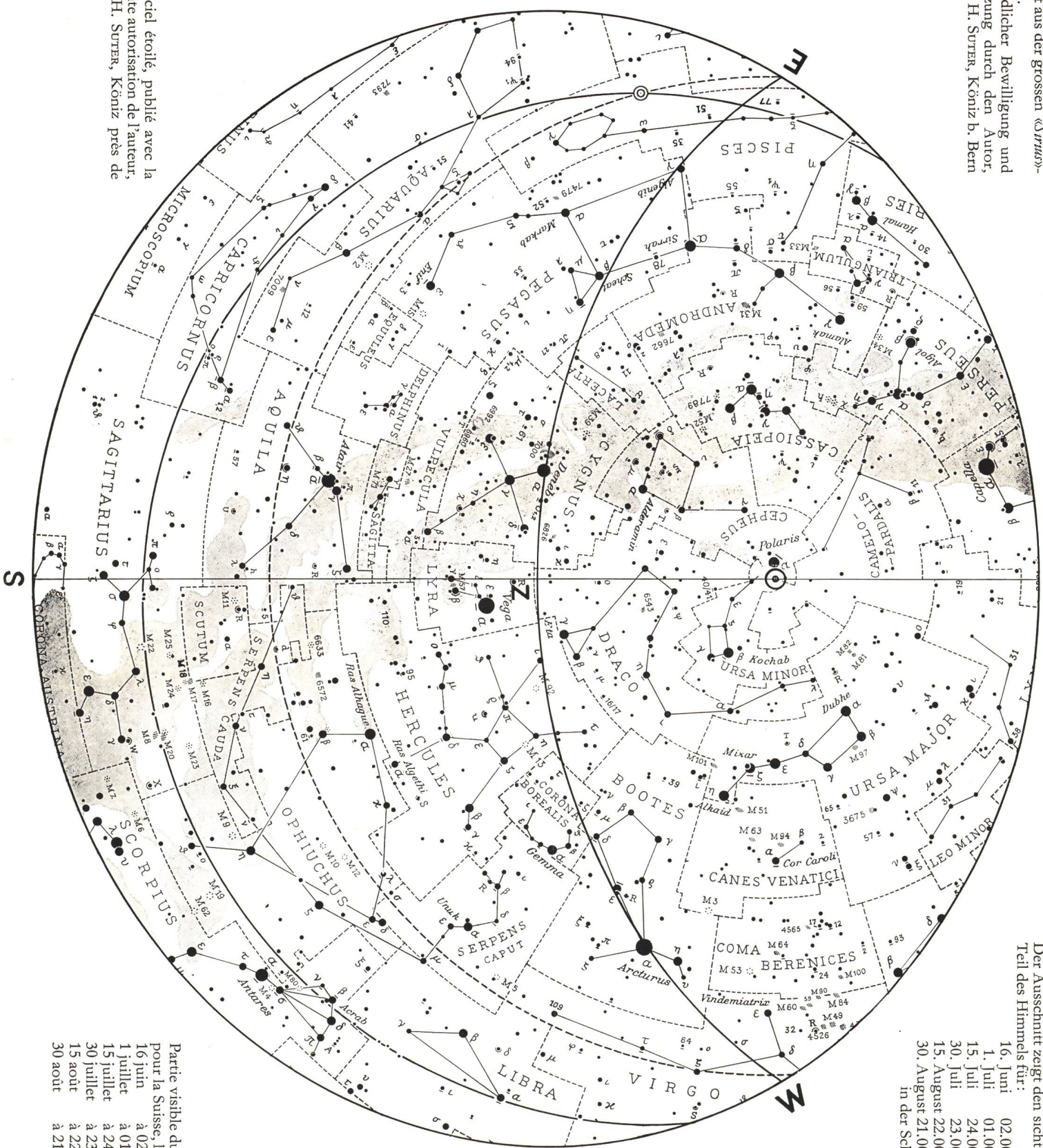
M 16 (amas d'étoiles), M 20 (néb. Trifid), M 31 (galaxie Andromeda), M 42 (néb. Orion), M 45 (pleiades), NGC 6992 (néb. filamenteuse), la terre, photographiée d'Apollo 11.

NOUVELLES images en noir et blanc,

(photos 18 x 24 cm et 40 x 50 cm ou dias):
lever de la lune, éclipse 1947: couronne minimale, éclipse 1973: couronne entre min. et max., éclipse 1970: couronne maximale.

Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse

Ausschnitt aus der grossen «*Stirn*»-Sternkarte.
Mit freundlicher Bewilligung und Unterstützung durch den Autor, Dipl.-Ing. H. SUTER, Köniz b. Bern



Der Ausschnitt zeigt den sichtbaren Teil des Himmels für:

16. Juni	02.00 Uhr
1. Juli	01.00 Uhr
15. Juli	24.00 Uhr
30. Juli	23.00 Uhr
15. August	22.00 Uhr
30. August	21.00 Uhr

in der Schweiz

Partie visible du ciel, pour la Suisse, le:

16 juin	à 02.00 h
1 juillet	à 01.00 h
15 juillet	à 24.00 h
30 juillet	à 23.00 h
15 août	à 22.00 h
30 août	à 21.00 h

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