

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 8 (1963)
Heft: 79

Heft

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

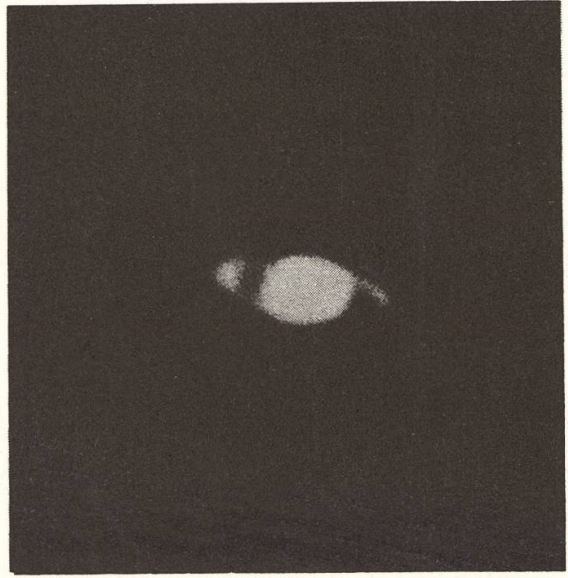
Terms of use

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

Download PDF: 08.07.2025

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

ORION



MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE SUISSE

JANUAR-MÄRZ 1963

79

Ferien-Sternwarte

CALINA

CARONA

P R O G R A M M

der Kurse und Veranstaltungen im Jahre 1963

Einführungskurse:

Thema : Einführung in das astronomische Weltbild

Kursleiter : Herr Gustav Bickel, Arbon

Dauer der Kurse je eine Woche

a) für Lehrer und Lehrerinnen :

1. bis 6. April

7. bis 12. Oktober

14. bis 19. Oktober

b) für Gäste des Ferienhauses :

18. bis 24. April

17. bis 22. Juni

Weitere Einführungskurse nach Vereinbarung

Kurs für Astrophotographie

Kursleiter : Herr Erwin Greuter, Herisau

Kursdatum : 29. Juli bis 3. August 1963

Der Kurs setzt einige einfache Grundlagen der Astronomie voraus.

Anmeldungen an den Kursleiter.

Wochenend-Kolloquien:

Leitung : Herr Prof. Dr. Max Schürer, vom Astronomischen Institut der Universität Bern

15./16. Juni : Möglichkeiten und Grenzen der Kleinbildkamera für die Astrophotographie

28./29. Sept. : Photographische Photometrie der Himmelsobjekte.

Programme mit näheren Angaben über die beiden Kolloquien können ab Anfang April bei Herrn E. Greuter, Haldenweg 18, Herisau, angefordert werden.

Anmeldungen sind ebenfalls an diese Adresse erbeten.

Auskünfte und Anmeldungen für Ferienaufenthalte, Anmeldungen für die Einführungskurse :

Fräulein Lina Senn, Spisertor, St.Gallen

ORION

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

JANUAR – MÄRZ 1963

No 79

1. Heft von Band VIII – 1^e fascicule du Tome VIII

25 JAHRE SAG 20 JAHRGÄNGE «ORION»

Die Schweizerische Astronomische Gesellschaft kann im Laufe dieses Jahres auf ihr 25-jähriges Bestehen zurückblicken. Aus der bei ihrer Gründung wenige hundert Mitglieder und fünf Lokalgesellschaften umfassenden Vereinigung ist die heute gegen 1600 Sternfreunde und 18 Gruppen zählende grosse Gesellschaft geworden.

Die Mitteilungen der SAG, der «Orion», erscheinen nun im 20. Jahrgang. Das ursprünglich schmale, 16 Seiten umfassende Heft hat sich in der Zwischenzeit zu stattlicher Grösse entwickelt. In all diesen «Orion»-Nummern spiegelt sich nicht nur die ausserordentliche Entwicklung der Astronomie während des vergangenen Vierteljahrhunderts wieder, sondern auch das stets wachsende Interesse immer weiterer Kreise an der Erforschung des Weltalls.

Die SAG und ihr «Orion» sind ein Zeugnis für die Möglichkeiten einer fruchtbaren Zusammenarbeit Gleichgesinnter, ohne grosse äussere Hilfe. Der Vorstand freut sich, hier allen jenen herzlich zu danken, die zu diesem Werk beigetragen haben und beitragen.

Les 25 ans de la S.A.S., et la 20^{ème} année d'« Orion ».

La Société Astronomique de Suisse entre en 1963 dans sa vingt-cinquième année d'existence. Alors qu'à sa fondation, elle comptait deux ou trois centaines de membres au plus, et 5 sociétés locales, elle peut s'enorgueillir aujourd'hui de ses 1600 membres et des 18 groupes locaux qui la composent.

*

Le Bulletin de la S.A.S. «Orion» atteint, lui, sa vingtième année. Des 16 pages de ses premiers numéros, il a passé à 72 pages. Les 79 bulletins parus à ce jour font bien ressortir l'extraordinaire développement de l'astronomie durant le dernier quart de siècle, ainsi que l'intérêt toujours croissant porté à l'exploration de l'Univers.

*

La S.A.S. et «Orion» sont le vivant témoignage de ce que peut réaliser une collaboration désintéressée, sans aucune aide extérieure importante.

*

Le Comité est heureux de remercier ici tous ceux qui se sont dévoués pour atteindre ce but.

SUR UNE NOUVELLE METHODE D'OBSERVATION PHOTOGRAPHIQUE DES METEORES D'ORIGINE COSMIQUE

Par R. RIGOLLET, Forcalquier (B.A.)

L'observation photographique des météores cosmiques n'est pas une nouveauté : elle a donné lieu aux premières expériences d'enregistrement systématique des trajectoires avant la fin du dernier siècle, et elle s'exerce traditionnellement dans quelques contrées où peuvent se reconnaître en tête les USA et la Tchécoslovaquie. Notre tâche consistera donc essentiellement à montrer sur quels points notre méthode s'écarte des voies classiques et à établir les avantages de ces innovations.

Commençons par rappeler comment on procède ordinairement pour photographier des trajectoires de météores avec l'intention de déterminer leurs éléments. La coutume est de se servir d'instruments liés à un axe parallèle à la ligne des pôles ; un mouvement d'horlogerie les entraîne de façon que leur axe optique accompagne la rotation équatoriale apparente du ciel : ce mode opératoire ne se distingue en rien de celui communément appliqué à la photographie céleste ; si bien que lorsque le champ d'un tel instrument vient à être traversé par un météore suffisamment brillant pour impressionner l'émulsion photographique disposée dans le plan focal, on découvre, après développement du cliché, sa trajectoire inscrite dans le champ stellaire, comme la représente schématiquement la figure 1.

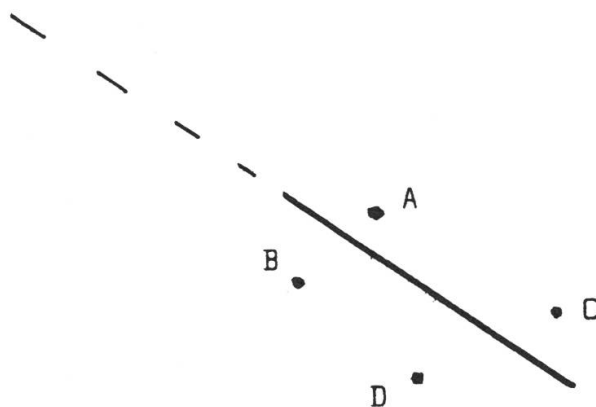


Figure 1 — Aspect commun d'une trajectoire météorique enregistrée dans le champ stellaire d'un astrographe entraîné sur la rotation équatoriale du ciel.

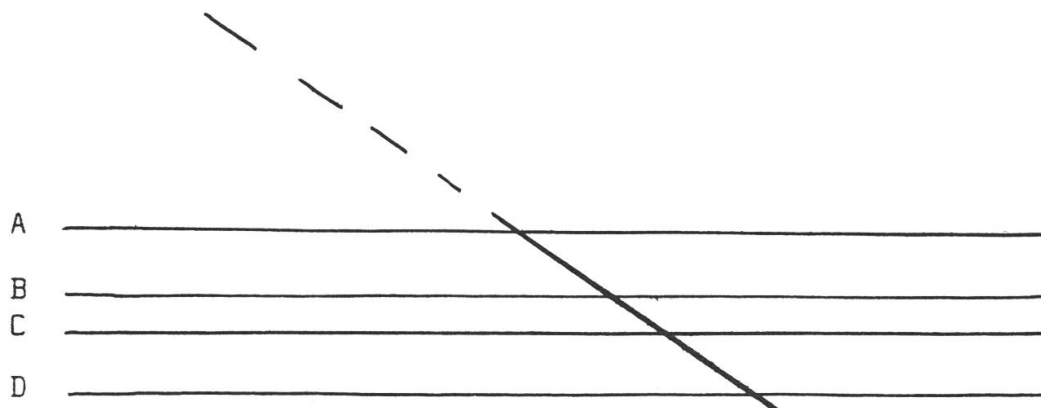


Figure 2 — Trajectoire de la figure 1, enregistrée au moyen d'un astrographe fixe. A, B, C, D, traits de transport d'images des étoiles de la figure 1.

Mais chacun sait qu'une trajectoire météorique est aussi facilement saisie par le cliché d'une chambre photographique maintenue dans une orientation invariable, en raison du temps très bref, de l'ordre de la seconde, dans lequel s'effectue son parcours. La figure 2 donne l'exemple d'un cliché obtenu dans ces conditions. On a choisi à dessein une représentation du même champ d'étoiles que sur la figure 1. Rien n'est sensiblement changé pour la trajectoire (ou très peu de chose, dont on tient compte dans l'exposé complet de ce travail); quant aux étoiles, du fait de la fixité de l'instrument, elles apparaissent sous l'aspect des *traits de transport d'images* produits par leur rotation apparente autour de la Terre.

La comparaison des deux figures établit un premier point : le guidage équatorial de l'instrument, en astronomie météorique, n'a d'autre fin que de fixer la situation réciproque de la trajectoire et des étoiles qui entourent celle-ci dans la perspective du lieu d'observation. Les étoiles, dans leurs images punctiformes, sont des repères naturels sur le cliché entraîné; ces repères font défaut sur le cliché fixe. C'est pourquoi, malgré les complications bien connues des astronomes que constituent l'entraînement et un guidage correct des instruments d'observation, la première solution fait l'objet d'une pratique constante. Voici pourtant l'usage que nous avons fait de la seconde :

Soit (figure 3) une chambre photographique C munie d'un dispositif occulteur de champ 0; cet occulteur est rabattu périodiquement devant l'objectif par l'effet d'une commande électro-mécanique asservie à la rotation d'un moteur synchrone S. Etant fixe et ainsi équipée, C produit des clichés sur lesquels (figure 4) les tracés d'images de toute

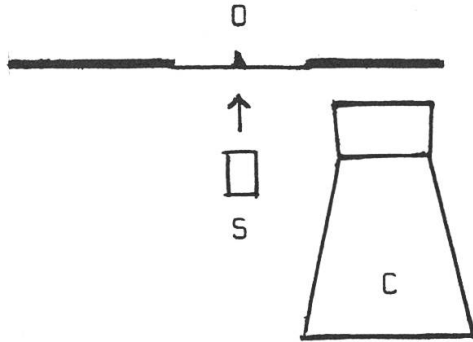


Figure 3 — (voir texte.)

étoile telle que A apparaissent marqués par des séries régulières de coupures $a_1, a_2, \dots, a_n$. Ces séries de coupures se répètent sur tous les tracés d'images des étoiles photographiées pendant leur traversée du champ, et elles sont nombreuses lorsque les expositions durent plusieurs heures (ces longues poses sont indispensables pour un rendement convenable en astronomie météorique). C'est ainsi que se trouve constitué un réseau très riche de repères sur nos clichés. Avant d'expliquer comment ces repères sont utilisés pour les mesures, un court paragraphe suffira pour en résumer la théorie très simple.



Figure 4 — Trait de transport d'image d'une étoile marqué par les occultations.

Soit $t(a_0)$ l'instant médian de l'occultation (d'une durée de quelques secondes) qui précède immédiatement le début de l'exposition. Toute coupure de rang n proviendra de l'occultation survenue à un instant $t(a_n) = t(a_0) + n \cdot k$. k est la *période de retour des occultations* : Nous avons rapidement adopté $k = 240$ secondes pour les clichés destinés à recueillir les trajectoires de météores ; (60 ou seulement 30 secondes pour les clichés de satellites artificiels). Les temps des occultations forment donc une série arithmétique, de raison k , de sorte qu'il suffit d'avoir relevé l'heure de la première pour connaître l'heure de toutes les autres.

Les *coordonnées* des coupures s'expriment dans le *système équatorial local*. La *déclinaison* d'une coupure est, quel que soit son rang, la déclinaison de l'étoile dont elle marque le tracé : $\delta(a) = \delta(A)$; l'*angle horaire* d'une coupure de rang n est le temps sidéral local qui correspond à $t(a_n)$, diminué de l'ascension droite de l'étoile :

$$H(a_n) = T(a_n) - \alpha(A).$$

Les mesures sont exécutées de la façon suivante. On dispose le cliché sur la machine à mesurer, de façon que la *trajectoire M* soit en coïncidence avec la ligne de mire des abscisses (figure 5).

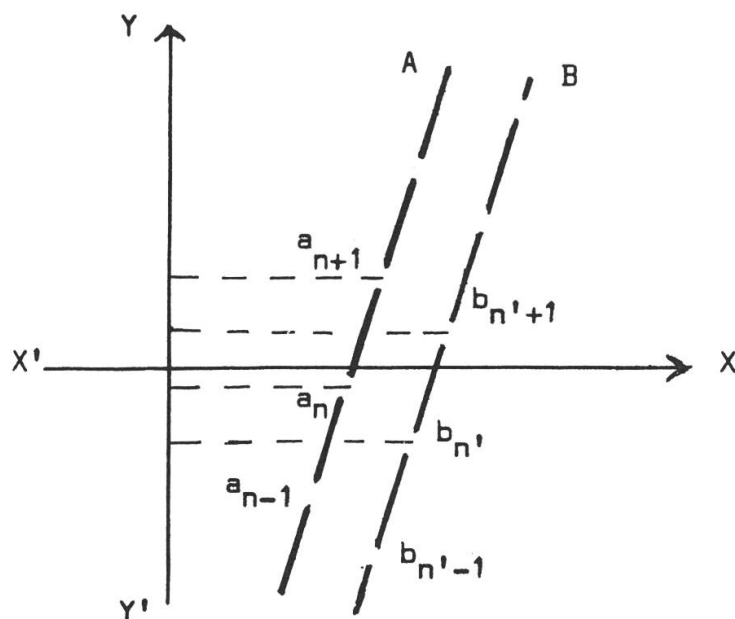


Figure 5 – Mesures des ordonnées des coupures, la trajectoire météorique étant disposée en coïncidence avec $X'X$.

Les tracés d'images d'étoiles tels que (A), (B), se présentent sous une inclinaison dont on n'a pas à tenir compte. On mesure les ordonnées Y des coupures $a_n, a_{n+1}; b_{n'}, b_{n'+1}$; c'est-à-dire, de toutes les coupures immédiatement adjacentes de part et d'autre de la trajectoire sur les tracés d'étoiles disponibles; et l'on y adjoint (dans une seule opération), les mesures d'ordonnées de quelques coupures supplémentaires sur les mêmes tracés d'étoiles (soit $a_{n-2}, a_{n-1}, a_{n+2}$, et a_{n+3} sur le tracé de A, et ainsi de suite*).

On obtient ainsi un tableau tel que celui ci-dessous concernant le tracé de l'étoile A.

	$Y(a_{n-2})$	Δ'	
	$Y(a_{n-1})$	Δ''	
$t(a_n)$	$Y(a_n)$		
$t(a_n) + k$	$Y(a_{n+1})$		
	$Y(a_{n+2})$		
	$Y(a_{n+3})$		

* Le numéro d'ordre n désigne la coupure qui précède immédiatement le point de rencontre du tracé de l'étoile avec la trajectoire dans le sens du mouvement diurne.

- L'extraction des différences dans la série des ordonnées Y permet :
- De s'assurer de la correcte exécution des mesures ;
 - De compenser les erreurs accidentelles des mesures par des redressements à vue, lesquels donnent à leur tour l'indication de l'erreur moyenne de chaque détermination.

*L'interpolation des valeurs redressées de Y donne la fraction f de k pour laquelle $Y = 0$ *.*

À $Y = 0$ correspond le temps $t(a_n) + f \cdot k = t(a_m)$. Sur le tracé de l'étoile A , a_m désigne le point de croisement avec la trajectoire, ou POINT SÉCANT, et $t(a_m)$ est le temps civil auquel *l'image de l'étoile* est passée au point sécant. Il lui correspond le temps sidéral local $T(a)$; puisque l'on connaît d'autre part l'ascension droite α de A donnée par les tables, on trouve *l'angle horaire* du point sécant :

$$H(a_m) = T(a_m) - \alpha(A)$$

Cet angle horaire est *à la fois* celui de l'étoile et celui du météore aux moments du passage de leurs images au point sécant. Quant à la *déclinaison* du point sécant, *elle n'est sujette à aucune mesure*, puisqu'elle est identique par définition à la déclinaison de l'étoile A , donnée aussi par les tables. On verra plus loin en comparant les méthodes l'énorme avantage de cette situation.

Les opérations décrites jusqu'ici ont pour conséquence l'établissement d'un « tableau des points sécants ». Ces points sécants, en nombre variable, souvent supérieur à une dizaine, selon la fréquence des tracés d'images d'étoiles, *définissent* celle-ci, en coordonnées apparentes d'angles horaires et de déclinaisons. On peut, par l'application des formules classiques, changer ces coordonnées équatoriales pour les coordonnées horizontales locales d'azimut et de distance zénithale, dont on a d'ailleurs besoin au moment d'établir la situation géographique de la trajectoire. Mais ce qui manque encore, pour une récapitulation complète des points sécants, ce sont leurs ascensions droites, qui définiront la situation de la trajectoire *sur la sphère céleste*. Pour cela, il faut connaître l'heure $t(M)$ (temps civil), soit aussi bien $T(M)$ (temps sidéral), à laquelle est passé le météore. Tout point sécant sur la trajectoire a pour ascension droite :

$$\alpha(a_M) = T(M) - H(a_m).$$

* Bien que les occultations soient équidistantes dans le temps, l'espacement linéaire entre les coupures ne l'est pas en raison de ce que l'on appelle l'effet de la courbure du champ; cependant l'équation entre Y et les numéros d'ordre des coupures diffère très peu de la linéarité, de sorte qu'il suffit d'une correction minime donnée par les tables d'interpolation.

(L'indice M signale qu'il s'agit d'un élément concernant le météore lui-même, et l'on se souvient que $H [a_m] = H [a_M]$.)

La façon dont nous nous y prenons pour établir $t(M)$ est, nous tenons à y insister, sans l'ombre de point commun avec ce qui se fait dans les pays étrangers, et rigoureusement inédite dans son principe comme dans l'outillage qui la réalise. En voici la description :

La chambre photographique fixe avec laquelle sont pris les clichés dont l'emploi est exposé ci-dessus n'est pas isolée. Elle est accouplée avec une deuxième chambre (chambre C_2 , figure 6), possédant les mêmes caractéristiques focales et dont l'axe optique est parallèle au sien. Pas davantage que la C_1 , cette C_2 n'est entraînée sur le mouvement diurne du ciel, mais elle est mise *en rotation continue autour de son axe optique*, avec la vitesse angulaire convenable pour effectuer un tour entier pendant la durée normale d'une exposition (en principe 6 heures). Les étoiles ajoutant leur mouvement diurne à la rotation du champ focal produisent des tracés d'un aspect nouveau (figure 7) : tandis que le tracé rapide d'une trajectoire de météore reste pratiquement identique à lui-même, les étoiles du champ tracent des figures apparentées à la *Spirale d'Archimède* (laquelle est définie par l'équation en coordonnées polaires $r = q \theta$).

Figure 6 — (voir texte). S_2 est un moteur synchrone démultiplié entraînant la rotation axiale de C_2 , D un disque crénelé (classique pour les mesures de vitesses angulaires), actionné par le moteur synchrone S_3 .

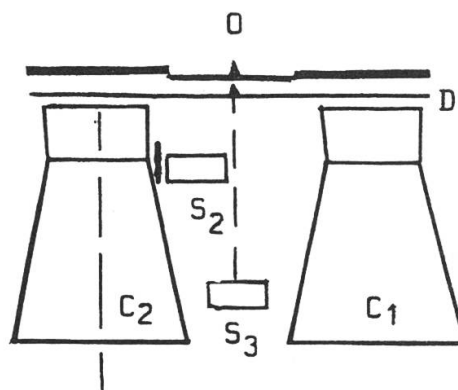
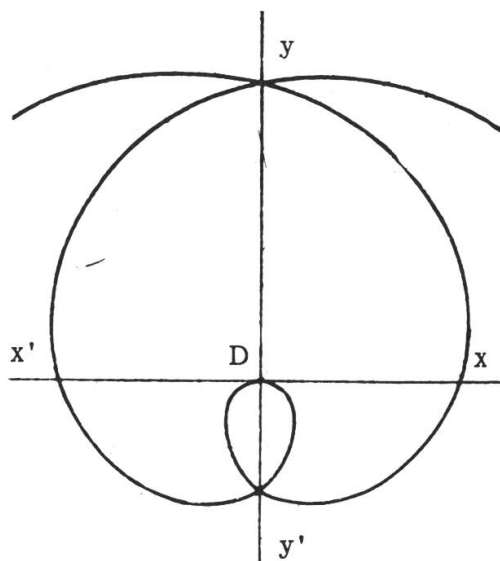


Figure 7 — Spirale d'Archimède, caractéristique des figures produites par les images des étoiles sur les clichés de la chambre tournante.

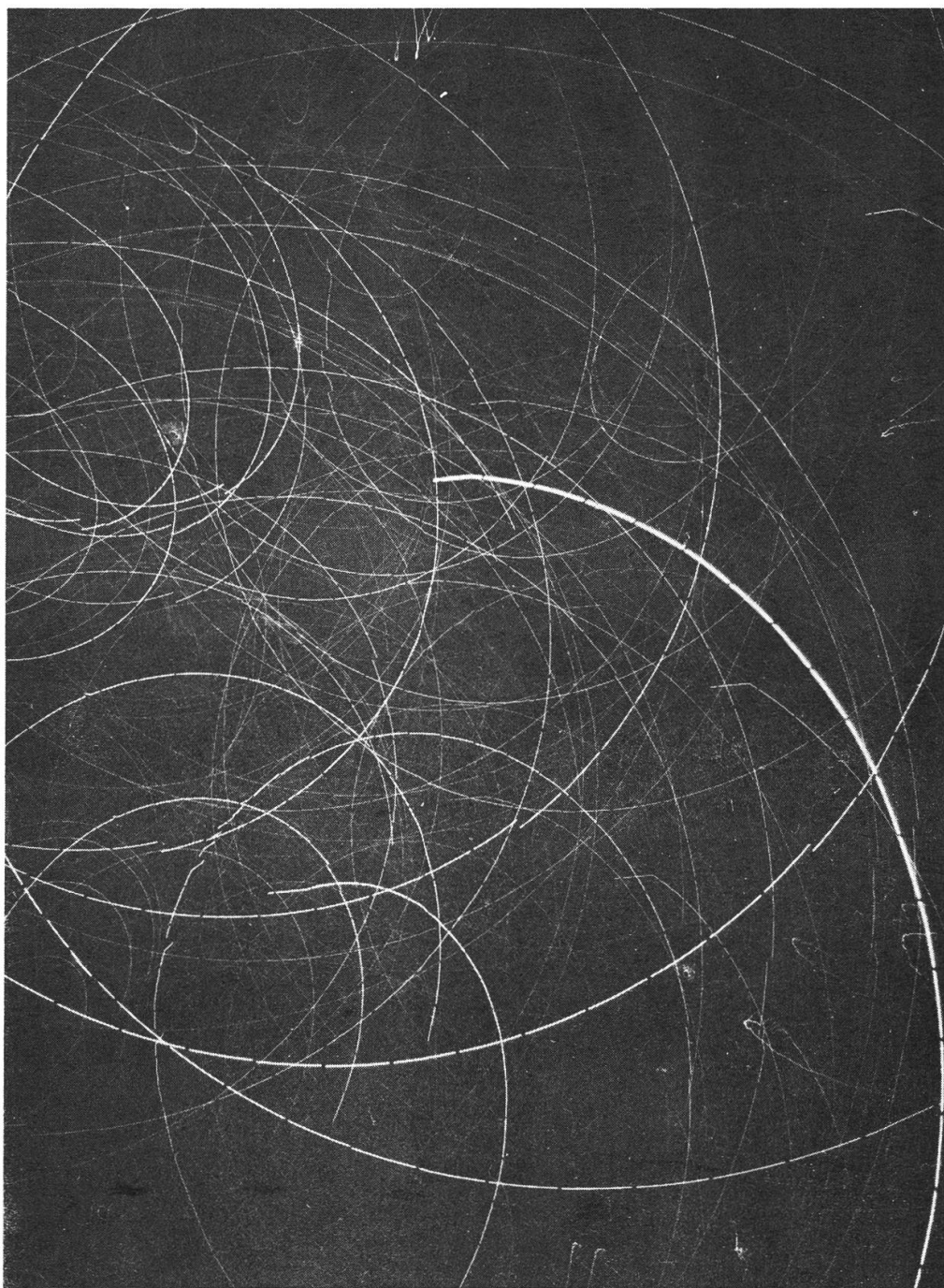
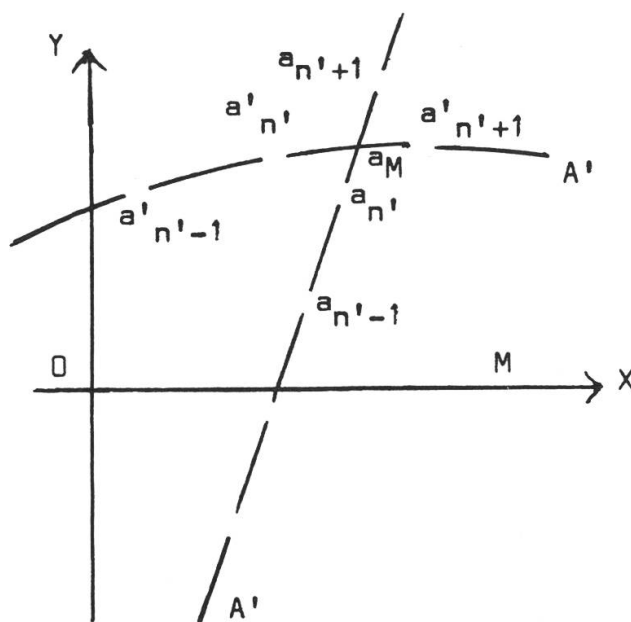


Figure 8 — Spécimen de cliché obtenu à la chambre tournante.

Ainsi, après chaque exposition, se trouve-t-on en possession de deux clichés qui proviennent respectivement de la chambre fixe et de la chambre tournante. Lorsqu'ils portent une trajectoire, il y a plusieurs façons de les réduire l'un à l'autre pour connaître l'instant t (M) auquel s'est inscrite la trajectoire ; le procédé de « reconstitution du champ » est le plus précis et l'on en montre le principe (figure 9).

Figure 9 — Application du procédé de mesures de la figure 5 (chambre fixe) au cliché de la chambre tournante. Il en résulte la détermination de l'emplacement a_M de l'étoile A à l'instant de la formation de la trajectoire météorique M (celle-ci étant disposée en coïncidence avec O X).



Imaginons que l'on superpose mutuellement le cliché de la chambre fixe et le cliché de la

chambre tournante de façon à faire coïncider les images de la trajectoire M qu'ils portent. Soit A une étoile peu éloignée angulairement de M à l'instant t (M). Le tracé A de la chambre fixe et le tracé A' de la chambre tournante se croisent en un point a_M ; l'échelle des deux clichés étant la même puisque les chambres sont munies d'objectifs semblables, il est bien évident que le point a_M fixe la position de l'image de A à l'instant t (M) où s'est formée la trajectoire; ce raisonnement étant valable pour toute autre étoile, on reconstitue donc bien par ce moyen le fond stellaire sur lequel s'est projetée la trajectoire, tel que le représenterait un cliché obtenu avec un instrument entraîné. Le mode opératoire consiste, non à superposer les deux clichés comme on a supposé le faire afin d'expliquer ce procédé, mais à reprendre les mesures d'ordonnées des coupures sur le cliché de la chambre tournante, exactement comme on l'a fait sur le cliché de la chambre fixe (c'est-à-dire en confondant la trajectoire avec l'axe O X, et en se limitant aux tracés d'une ou deux étoiles répondant aux conditions de proximité). Cela fait, on dispose de deux séries de valeurs de Y :

... $Y(a_{n'})$, $Y(a_{n'+1})$... (chambre fixe)

... $Y(a'_{n'})$, $Y(a'_{n'+1})$... (chambre tournante),

où n' désigne le *rang* de la coupure qui précède immédiatement le point d'intersection. Puisque l'on connaît les temps, soit en particulier $t(n')$ et $t(n'+1)$ de formation des coupures, une interpolation donne le temps $t(a_M)$ pour lequel $Y(a) = Y'(a)$. Ce temps $t(a_M)$ n'est autre que le temps auquel le météore a inscrit sa trajectoire, soit $t(M)$.

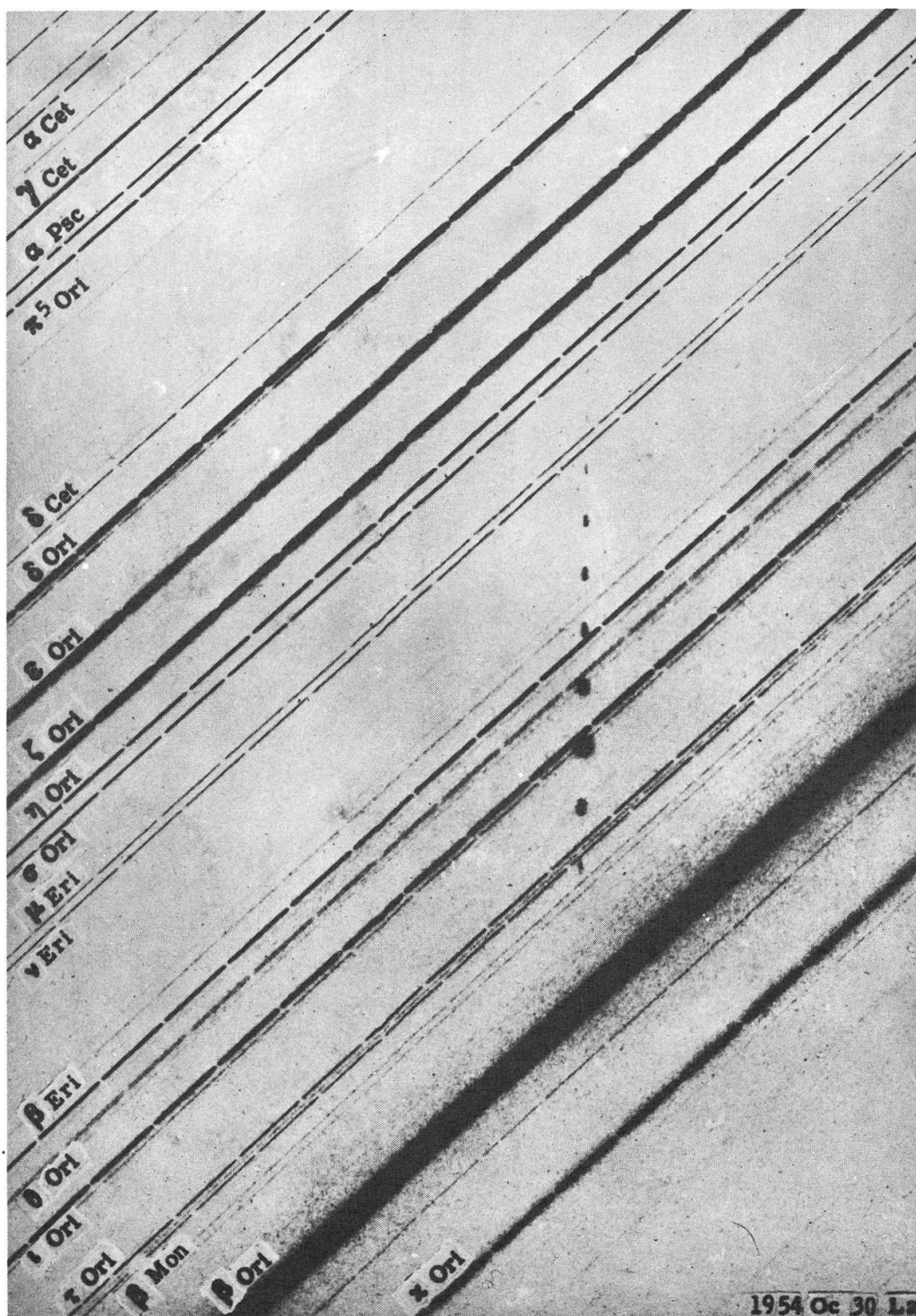


Figure 9 — Trajectoire d'une Tauride. 30 octobre 1954. Chambre fixe.

Les ascensions droites des points sécants sur la trajectoire se trouvant tout aussitôt établies par la relation $\alpha(a_M) = T(M) - H(a_M)$, on dispose des données nécessaires pour l'établissement des éléments du

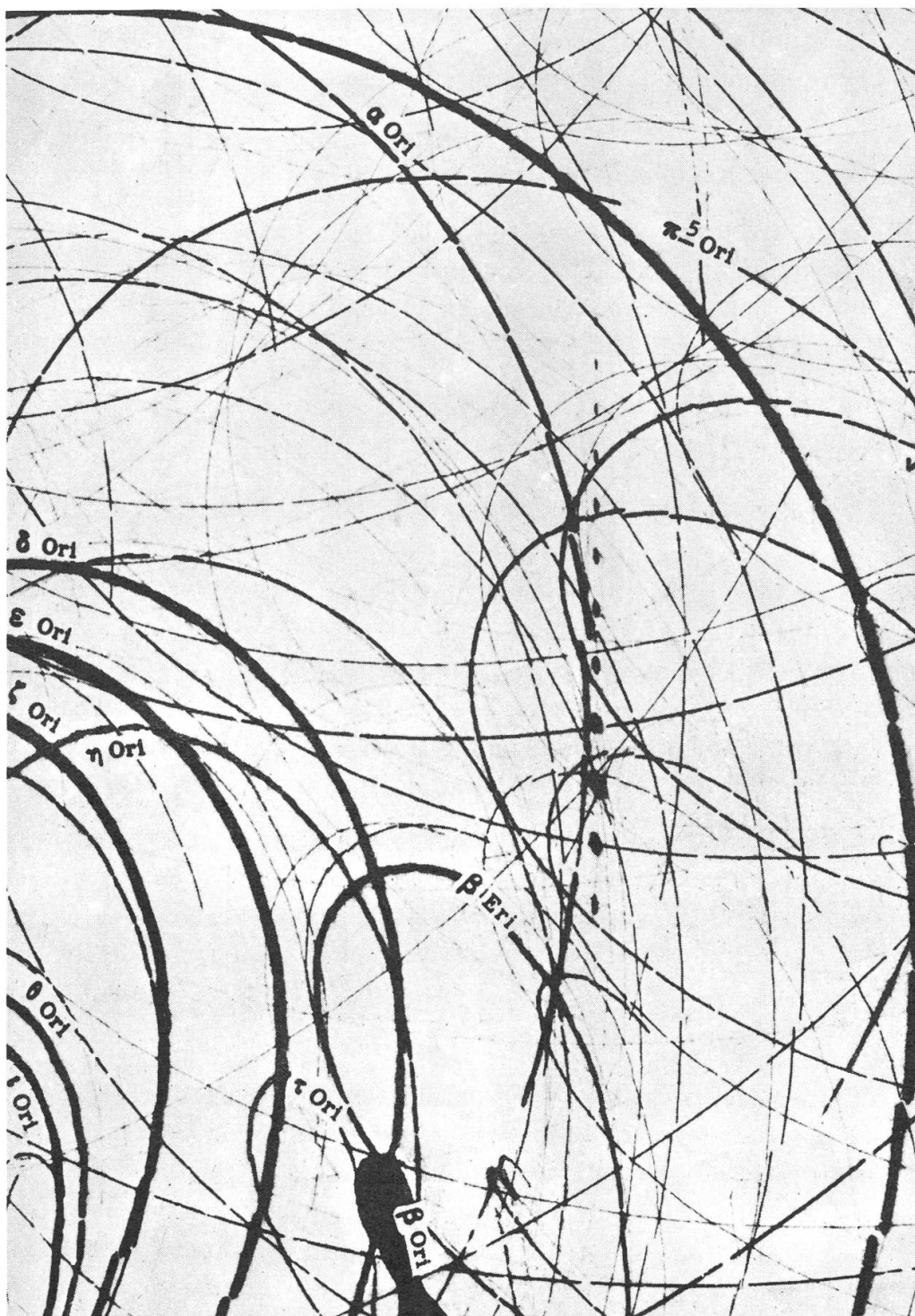


Figure 11 — Trajectoire d'une Tauride. 30 octobre 1954. Chambre tournante.

grand cercle de la trajectoire apparente, en les référant à la sphère céleste. Ces éléments sont en règle générale :

la longitude du noeud du grand cercle avec l'équateur, N
et l'inclinaison équatoriale du grand cercle, I .

Avant d'aller plus loin, nous allons comparer notre méthode avec les méthodes classiques.

Dans la littérature jusqu'à la plus ancienne, concernant les relèvements photographiques des trajectoires de météores, on assiste à l'application de l'une des deux méthodes suivantes :

1. Sur un cliché de trajectoire obtenu au moyen d'une chambre entraînée (figure 1), on choisit (figure 12) un certain nombre d'étoiles dont les images sont aussi voisines que possible de la trajectoire apparente, et répartissant ces étoiles par couples, tels que A et B, on mesure les dis-

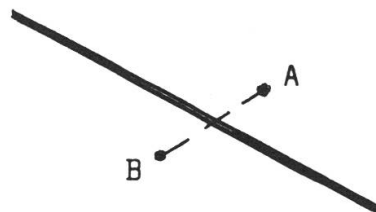


Figure 12

tances respectives de A et B à la trajectoire sur la ligne idéale AB. Connaissant les coordonnées équatoriales respectives de A et B, un calcul proportionnel permet d'en déduire les coordonnées du point de la trajectoire situé sur l'alignement AB ; on procède pareillement avec les alignements des autres couples d'étoiles.

2. Méthode astrographique (type Carte du Ciel). On mesure les coordonnées rectangulaires d'un certain nombre d'étoiles de repère contenues dans l'étendue du champ, ainsi que les coordonnées rectangulaires de points adoptés arbitrairement sur la trajectoire. Cette méthode est plus laborieuse que la précédente, mais elle conduit à des déterminations en principe plus sûres.

A côté d'avantages plus directement sensibles dans l'exécution matérielle des mesures, la supériorité de la nouvelle méthode peut apparaître au regard des considérations qui suivent :

— Chacun des points qui définissent la trajectoire dans notre procédé (c'est-à-dire les points sécants), se trouve individuellement déterminé par une *série de mesures indépendantes* (ordonnées d'une succession de coupures sur le tracé d'image d'étoile correspondant, figure 5) ; d'où l'exercice d'un contrôle mutuel entre ces mesures et la possibilité, qui échappe aux autres méthodes, de faire ressortir l'erreur moyenne interne de chaque détermination ;

— Les deux méthodes sus-rappelées impliquent nécessairement la détermination *des deux coordonnées* de chacun des points définissant la trajectoire. Pour notre part, ainsi qu'il a été déjà signalé, *une seule coordonnée* est à déduire des mesures, l'ascension droite, par l'inter-

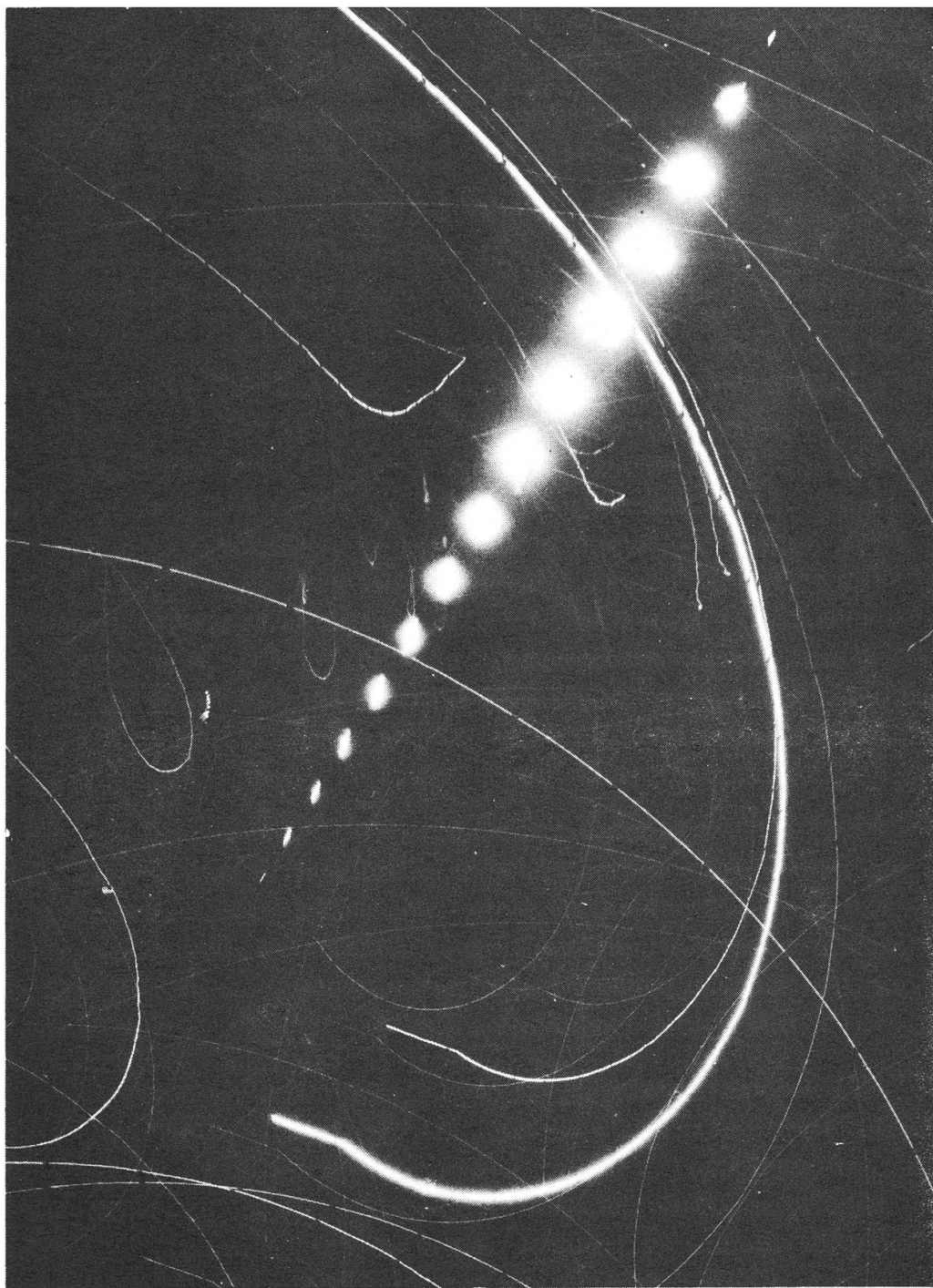


Figure 13 — Bolide du 14 août 1958. Cliché de la station auxiliaire (St Michel).

médiaire de l'angle horaire, parce que les déclinaisons des points sé-
cants sont données une fois pour toutes (déclinaisons des étoiles dont
les tracés ont occasionné les sécances avec la trajectoire). Ce n'est
pas seulement une simplification considérable pour le travail de réduc-

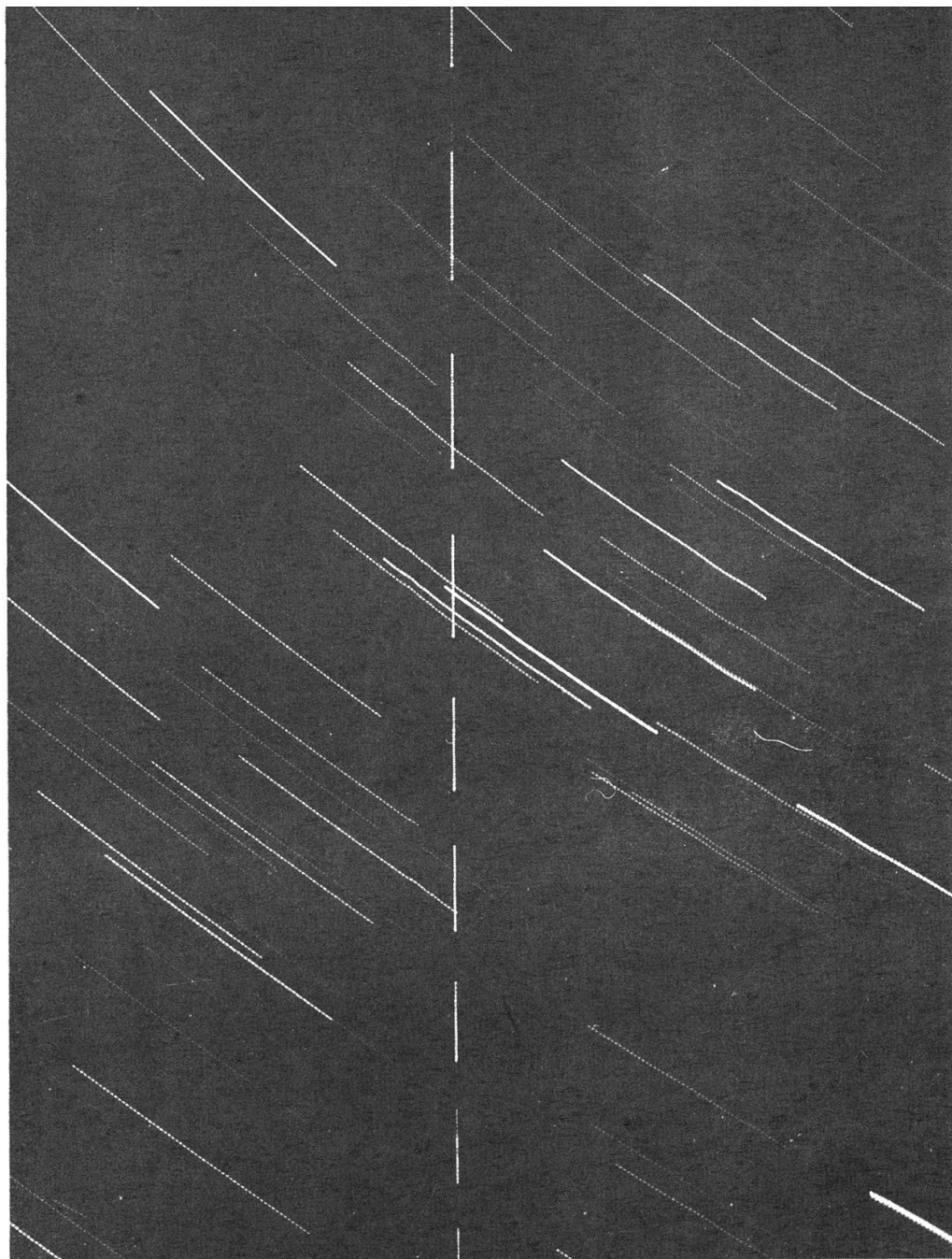


Figure 14 — « Echo 1 ». Forcalquier, 24 août 1960.

tion des mesures ; l'avantage qu'on en tire est encore plus sensible au moment où l'on passe au calcul des éléments du grand cercle de la trajectoire, car les équations à résoudre par moindres carrés ne contiennent plus qu'une seule grandeur aléatoire (asc. droites des points sécants) :



Figure 15 — « Echo 1 ». Forcalquier. 24 août 1960.

— Dans les méthodes classiques, ce sont des étoiles généralement télescopiques qui sont amenées à servir de repères pour les mesures de positions des points qui définissent les trajectoires, et dans les catalogues leurs coordonnées sont rapportées à un équinoxe plus ou moins ancien (1950 ordinairement); avant même d'aborder la réduction

des mesures, les opérateurs étrangers sont tenus à des calculs de conversion des coordonnées ; ce labeur qu'on ne saurait sous-estimer est complètement éliminé par notre méthode d'observation, parce que les étoiles qui produisent les tracés servant à nos mesures sont par définition des étoiles brillantes, appartenant presque toujours aux catalogues fondamentaux (FK 3) : leurs coordonnées apparentes au jour peuvent être relevées instantanément (avec le degré d'approximation convenable), dans le volume annuel qui les met à la disposition des observatoires (Apparent Places of Fundamental Stars).

— Il est paradoxal que tant d'avantages soient acquis au prix, nullement d'une complication, mais bien au contraire d'un allègement incroyable du travail de l'observateur ; l'installation est fixe, non plus guidée sur la rotation équatoriale des constellations. Au surplus ne faut-il pas regarder dans notre dispositif la chambre tournante comme un artifice destiné simplement à compenser l'absence d'entraînement des instruments : un cliché entraîné permet la mesure directe des ascensions droites, mais il ne procure aucune indication sur l'heure de passage des météores photographiés, qu'il est indispensable de connaître pour établir les radiants et calculer les orbites. Le procédé ici exposé répond à tout.

Enfin l'extension de cette méthode à l'observation des satellites artificiels va d'elle-même.

Exemple de résultats obtenus : Trajectoire du 14 août 1958 (deux stations) :

Heure T. U. 20 46' 48". Radiant $\alpha = 268^{\circ} 18'$. $\delta = 44^{\circ} 01'$ (1958,0) ; ces coordonnées correspondent sur le ciel à la région de iota Herculis. L'apparition a eu lieu hors des champs photographiques. Les clichés portent treize sections correspondant à une durée d'enregistrement de 1,3 seconde. On a le tableau suivant des altitudes et vitesses de la météorite au milieu de chaque segment :

Segment	Altitude	Vitesse
1	46,1 km	16,2 km
2	44,6	15,2
3	43,1	14,2
4	41,8	13,3
5	40,5	12,4
6	39,9	11,5
7	38,8	10,6
8	37,8	9,8
9	36,9	8,9
10	36,1	8,0
11	35,4	7,2
12	34,7	6,4
13	34,1	5,6

L'effet de frein de l'atmosphère sur la vitesse est manifeste. Le segment 13 marque la dernière trace de la météorite sur les clichés.

Adresse de l'auteur :

Institut d'Astrophysique de Paris, Station d'Observation de
FORCALQUIER

ZUSAMMENFASSUNG :

NEUE METHODE DER PHOTOGRAPHISCHEN METEOR- BEOBACHTUNG

Zur Bestimmung der räumlichen Lage der Bahnen von Meteoren und künstlichen Satelliten sind zwei Beobachtungsstationen erforderlich. Die eine der beiden Stationen ist mit zwei identischen Kameras ausgerüstet, die andere besitzt nur eine Kamera.

Die eine der Kameras der ersten Station ist fest auf bestimmte Zenitdistanz und Azimut eingestellt, die andere, deren Achse dieselbe Richtung hat, ist um ihre optische Achse drehbar (rotierende Kamera). Zwei rotierende Sektoren vor den Objektiven gestatten die Bestimmung (a) der Geschwindigkeit des Objektes (rasche Zerhackung seiner Bahnspur) und (b) der Lage der Spur in Bezug auf den Sternhintergrund (langsame Zerhackung der Sternspuren, Unterbrüche zu genau bekannten Zeiten).

Die wesentliche Neuerung besteht in der Einführung der rotierenden Kamera, welche die sehr genaue Bestimmung des Zeitpunktes des Durchganges der beobachteten Objekte gestattet und damit auch die Festlegung von Rektaszension und Deklination der Bahnpunkte.

Die feste Kamera der zweiten Station, in geeigneter Distanz von der ersten, dient zur trigonometrischen Bestimmung der räumlichen Lage der Bahn.

Diese Methode, ohne nachgeführte Kameras, kann vollständig automatisiert werden und ergibt simultan alle Elemente zur vollständigen Bahnbestimmung. Sie könnte u.U. ein Tätigkeitsfeld einiger Amateurgruppen werden. Der Verfasser hat seine Messungen zuerst auf den Stationen Forcalquier und St. Michel (Hte. Provence) ausgeführt.

BEOBSCHTUNG UND DEUTUNG DES ZODIAKALLICHTES

Von U. HAUG, Tübingen

Man kann kaum ein ernsthafter Beobachter des Sternhimmels sein, ohne dem Zodiakallicht zu begegnen. Es gehört mit zu den schönsten Reiseerinnerungen, es in niedrigen geographischen Breiten als schmalen, hellen Lichtkegel steil vom Horizont aufsteigen zu sehen; und sein Name wird augenfällig, wenn der Tierkreis so gut markiert ist, wie dies z.B. im Juni 1962 der Fall war, als Saturn, Jupiter, Mars, die Mondsichel und Merkur gleichzeitig das Morgenzodiakallicht schmückten. Doch auch in europäischen Breiten ist es eine bemerkenswerte Erscheinung, wenn es im Frühjahr nach Ende der Dämmerung oder im Herbst vor Morgengrauen seine steilste Stellung erreicht. Schwieriger ist es, seine Fortsetzung in grösserem Sonnenabstand zu erkennen. Es erfordert einen günstigen Beobachtungsort ohne irdisches Störlicht, aber auch eine lange Adaptionzeit, um von der Spitze des Kegels aus die Lichtbrücke entlang der Ekliptik bis hin zu der schwachen Aufhellung im Gegenpunkt der Sonne, dem Gegenschein, verfolgen zu können.

Noch bis in unsere Tage haben genaue Beobachtungen der Punkte grösster Helligkeit und visuelle Helligkeitsmessungen den Hauptbeitrag zur Erforschung dieser Erscheinung geliefert. Es ist das Ziel dieses Berichtes zu zeigen, wie moderne Hilfsmittel auch auf diesem Gebiet neue Möglichkeiten erschlossen haben. Unsere Kenntnisse der Helligkeit und Farbe, vor allem aber der Polarisation des Zodiakallichtes haben sich verbessert, und auch aus dem Spektrum konnten wesentliche Aussagen gewonnen werden. Neue Ansätze zur Deutung haben das Zodiakallicht verknüpft mit einer ganzen Anzahl anderer Erscheinungen des Planetensystems. Das bedeutet einen ganz wesentlichen Fortschritt für die theoretischen Vorstellungen. Doch sind damit und mit dem Einsatz moderner Rechanlagen die Forderungen an die Konsistenz der Theorie gestiegen. So konnte auch in wesentlichen Punkten noch keine Übereinstimmung der Anschauungen erzielt werden.

DIE BEOBSCHTUNG DES ZODIAKALLICHTES

Die Messungen von BLACKWELL aus Flugzeugen in grosser Höhe und auf der Höhenstation Chacaltaya (5130 m) in den bolivianischen Anden haben gezeigt, dass es auch mit photographischen Methoden möglich ist, gute Absolutwerte der Helligkeit und der Polarisation des

Zodiakallichtes zu erhalten. Günstig ist dabei, dass sich die auftretenden Maximal- und Minimalhelligkeiten wegen des Himmelsuntergrundes um weniger als einen Faktor 10 unterscheiden.

Im allgemeinen zieht man jedoch seit der bahnbrechenden Arbeit von ELVEY und ROACH (1937) die lichtelektrische Methode vor, weil sie es erlaubt, sehr grosse Teile des Himmels in kurzer Zeit zu überstreichen. Für die Photometer genügt in der Regel ein Objektiv von etwa 10 cm Durchmesser. Die Oeffnung der Gesichtsfeldblende pflegt am Himmel einem Feld von 0.2 bis 1.0 $\square^\circ$ zu entsprechen; sie darf nicht zu gross sein, damit auch an den Stellen grösserer Sterndichte auf der Registrierung zwischen den Spitzen der helleren Sterne das Kontinuum der Flächenhelligkeit gut erkennbar ist. Hinter der Gesichtsfeldblende folgen Feldlinse, Filter, bei Polarisationsmessungen noch

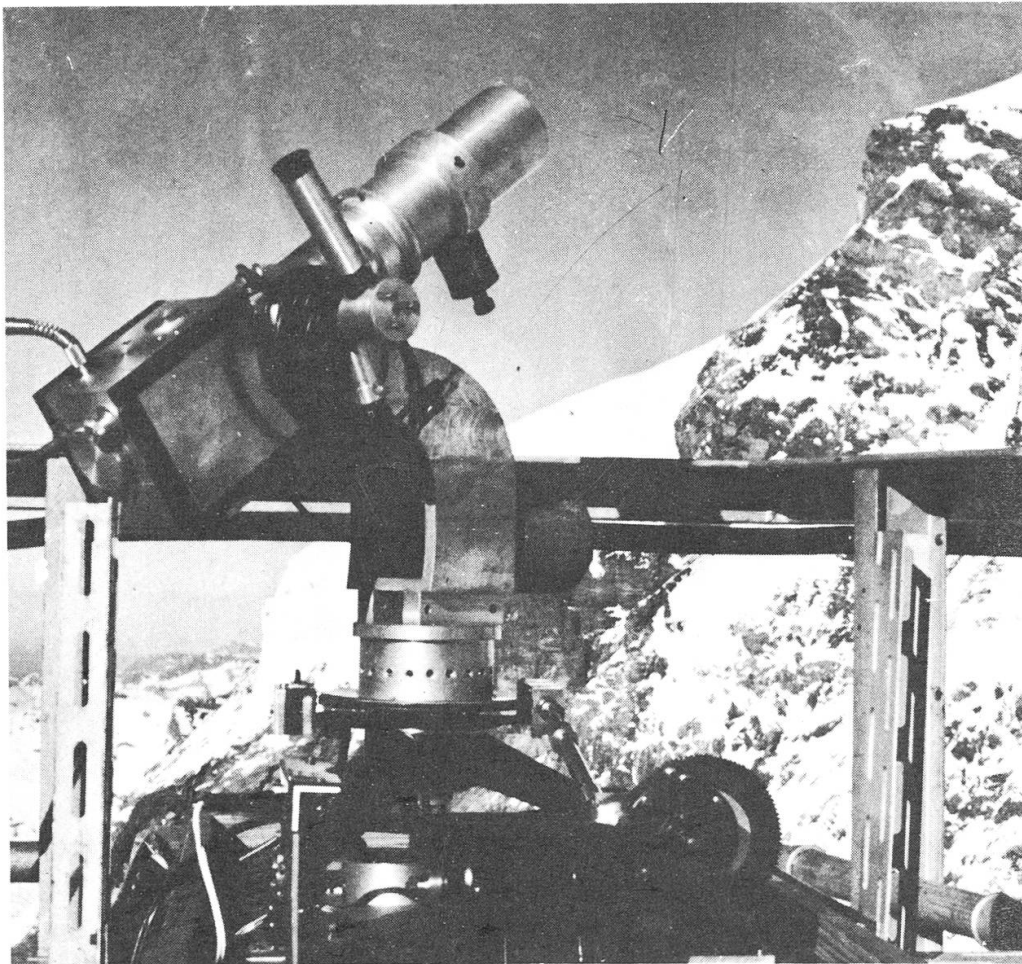


Abbildung 1 — Flächenphotometer für die Registrierung der Nachthimmelshelligkeit auf der Sphinx-Terrasse der Hochalpinen Forschungsstation Jungfraujoch.

ein rotierbarer Polarisator und der Sekundärelektronenvervielfacher. Man montiert die Instrumente azimuthal und tastet den Himmel durch Drehung um die vertikale Achse ab. Die Zeitkonstante des Verstärkers sowie des Schreibers, mit dem die Aufzeichnung erfolgt, und die Drehgeschwindigkeit des Photometers müssen aufeinander abgestimmt sein. Bei Drehgeschwindigkeiten um 1° pro Sekunde braucht man etwas schnellere Schreiber als sie für Sternphotometrie üblich sind. Die Höhe kann nach jedem «Schnitt» neu eingestellt werden. Oft fährt man aber auch in der gleichen Höhe immer hin und her, und das Zodiakallicht wird durch die tägliche Bewegung des Himmels durchregistriert. Messungen von helleren Einzelsternen mit dem gleichen Instrument liefern die Eichung der Schreiberausschläge und das Farbsystem. — Abbildung 1 zeigt ein Flächenphotometer auf der Sphinx-Terrasse der Hochalpinen Forschungsstation Jungfraujoch, wo schon eine Reihe von flächenphotometrischen Arbeiten gemacht wurde.

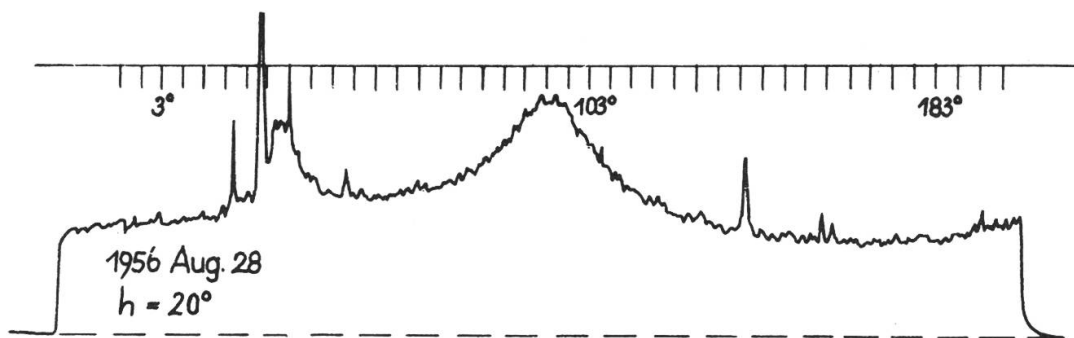


Abbildung 2 — Zodiakallicht-Registrierung am Boyden Observatory in Südafrika.

Abbildung 2 zeigt als Beispiel eine Zodiakallichtregistrierung am Boyden Observatory in Südafrika mit Gelbfilter in 20° Höhe. Das Azimut wird von 5° zu 5° durch eine Marke angezeigt, insgesamt wurden 205° überstrichen. Die Registrierung beginnt (links) zwischen dem südlichen Himmelspol und der Grossen Magellanschen Wolke, geht über die als Zacken sichtbaren Sterne ω und θ Car zur Milchstrasse, deren Äquator bei $l = 257.6^\circ$ (alte gal. Länge) geschnitten wird. Die Helligkeit an dieser Stelle beträgt rund 350 Sterne 10^m pro Quadratgrad. Dann führt sie fast senkrecht auf das Zodiakallicht zu; die Ekliptik wird etwa in einem Winkelabstand von 40° von der Sonne («in 40° Elongation») nach Norden überschritten. Das Ende liegt im Sternbild Herkules ($\alpha = 17^h$, $\delta = 38^\circ$). Noch bei 50° ekliptikaler Breite ist ein deutlicher Helligkeitsbeitrag des Zodiakallichts zu

erkennen. Charakteristisch ist der im Vergleich zur Milchstrasse sehr stetige Helligkeitsverlauf im Zodiakallicht. – Bei Polarisationsmessungen (Abbildung 3) enthält die Aufzeichnung eine Schwingung von der doppelten Umdrehungsfrequenz des Polarisators, deren Amplitude den polarisierten Anteil der Strahlung ergibt; die obere Einhüllende zeigt also die gesamte Strahlung I_g , die untere Einhüllende den unpolarisierten Anteil I_u an. Der abgebildete Ausschnitt ist zum Teil mit schnellem Papiervorschub gemacht, so dass man aus der Phasenlage der Schwingung noch die Polarisationsrichtung bestimmen kann.

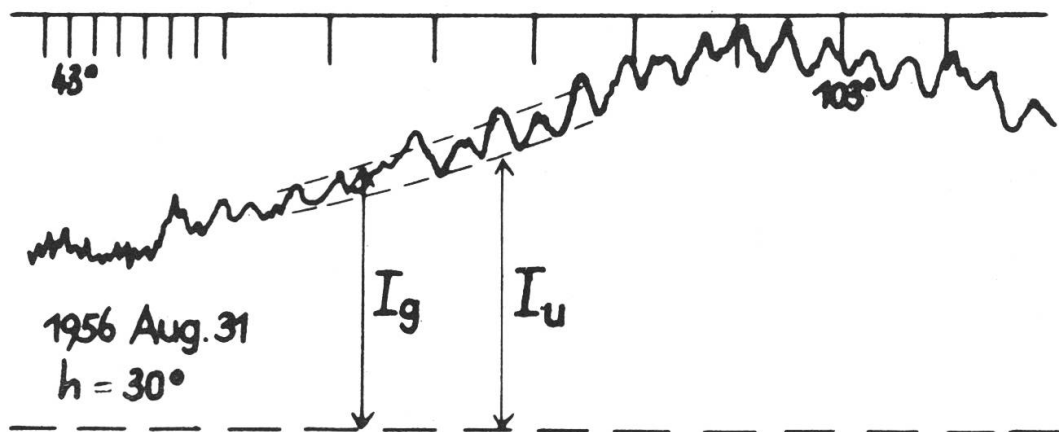


Abbildung 3 – Registrierung des Polarisationsgrades.

Die eigentlichen Schwierigkeiten solcher Messungen liegen in der Auswertung. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die Berücksichtigung der atmosphärischen Extinktion und um die Trennung des Zodiakallichtes von den Beiträgen des Sternlichtes, d.h. vor allem der Milchstrasse, und das Nachthimmelsleuchtens (Airglow).

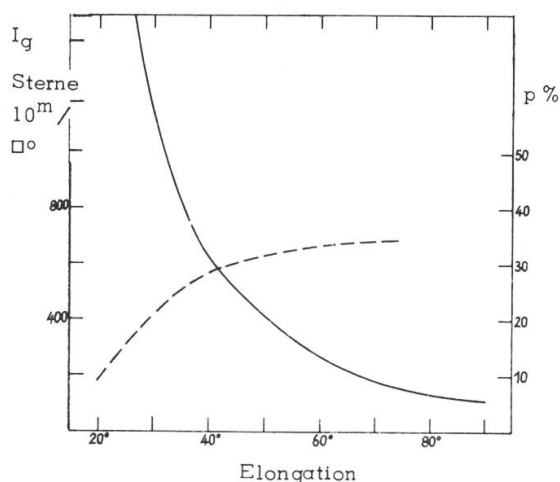
Zodiakallichtbeobachtungen erfolgen meist nahe am Horizont, sodass der Einfluss der Atmosphäre beträchtlich ist. Man darf aber Flächenhelligkeiten nicht mit einem aus Sternmessungen gewonnenen Extinktionskoeffizienten auf extraterrestrische Helligkeiten umrechnen. Denn von dem in der Atmosphäre gestreuten Licht fällt ein wesentlicher Bruchteil wieder in Richtung des Beobachters, so dass dieser Bruchteil nur zu einer Verschmierung der Flächenhelligkeit, nicht zu einer Abschwächung führt. Dies lässt sich rechnerisch berücksichtigen, und es ist günstig, dass dadurch der Unterschied zwischen Atmosphären von verschiedenem Dunstgehalt vermindert wird. Trotzdem bringt dieser Schritt eine Unsicherheit in das Ergebnis, und es wäre wünschenswert, die Abschwächung von Flächenhelligkeiten in Abhängigkeit von der Zenitdistanz auch direkt zu messen.

Wie entscheidend eine richtige Trennung der verschiedenen Helligkeitskomponenten ist, zeigt schon Abbildung 2. Der grösste Teil des Untergrundes weit weg von Zodiakallicht und Milchstrasse ist dem Airglow zuzuschreiben. Weil sich die Helligkeit der Emissionslinien dieser Strahlung nicht parallel ändern, kann dieser Anteil bisher nicht unabhängig bestimmt werden, sondern muss für jede Beobachtungsnacht aus den Registrierungen selbst gefunden werden. Dabei nimmt man an, dass für eine bestimmte Höhe seine Helligkeit nach allen Richtungen dieselbe ist, obwohl man weiss, dass Schwankungen bis zu 20% auftreten. Solange man das Airglow nicht durch Messungen von künstlichen Erdsatelliten aus überhaupt ausschaltet, erhält man brauchbare Helligkeiten von Zodiakallicht und Milchstrasse nur durch Mittelung einer Reihe von Beobachtungen aus verschiedenen Nächten. Die beiden nach Abzug des Airglow übrig bleibenden Komponenten muss man durch einen Iterationsprozess trennen. Beobachtungen zu verschiedenen Jahreszeiten sind dabei wesentlich. — Besonders kritisch ist die Aufspaltung für den Polarisationsgrad $p = (I_g - I_u) / I_g$ des Zodiakallichts. Der polarisierte Anteil im Zähler lässt sich verhältnismässig sicher angeben, wenn man alle Polarisation dem Zodiakallicht zuschreibt, dagegen wird die Gesamthelligkeit im Nenner des Ausdrucks mit zunehmender Elongation (und auch mit zunehmender ekliptikaler Breite) kleiner und unsicherer.

Abbildung 4 — Gesamte Flächenhelligkeit (ausgezogene Kurve, linke Skala) und Polarisationsgrad (gestrichelte Kurve, rechte Skala) längs der Zodiakallichtachse.

Die folgenden Abbildungen sollen nun einen Überblick über die Ergebnisse vermitteln. Die Verhältnisse auf der Zodiakallichtachse zeigt Abbildung 4. Die gesamte Flächenhelligkeit (linke Skala, ausgezogene Kurve)

nimmt zwischen 20° und 90° Elongation um mehr als eine Zehnerpotenz ab, dagegen steigt der Polarisationsgrad erst rasch, dann langsamer von 10% auf 33% in 70° Elongation an. Unter normalen Bedingungen erhält man wegen der Dämmerung brauchbare Zodiakallichtmessungen nur für Elongationen grösser als 30° . BLACKWELL konnte jedoch von der erwähnten Höhenstation aus sowohl die Helligkeit als auch die Polarisation bis zu 20° Elongation messen. Die Unsicherheit der Gesamthelligkeit ist auch in



40° Elongation, also an der Stelle, an der die Messungen am sichersten sein sollten, noch $\pm 10\%$; der Polarisationsgrad dürfte nach den neuesten Messungen von ELSÄSSER und BLACKWELL wenigstens im Bereich von 30° bis 65° etwa ebenso genau sein.

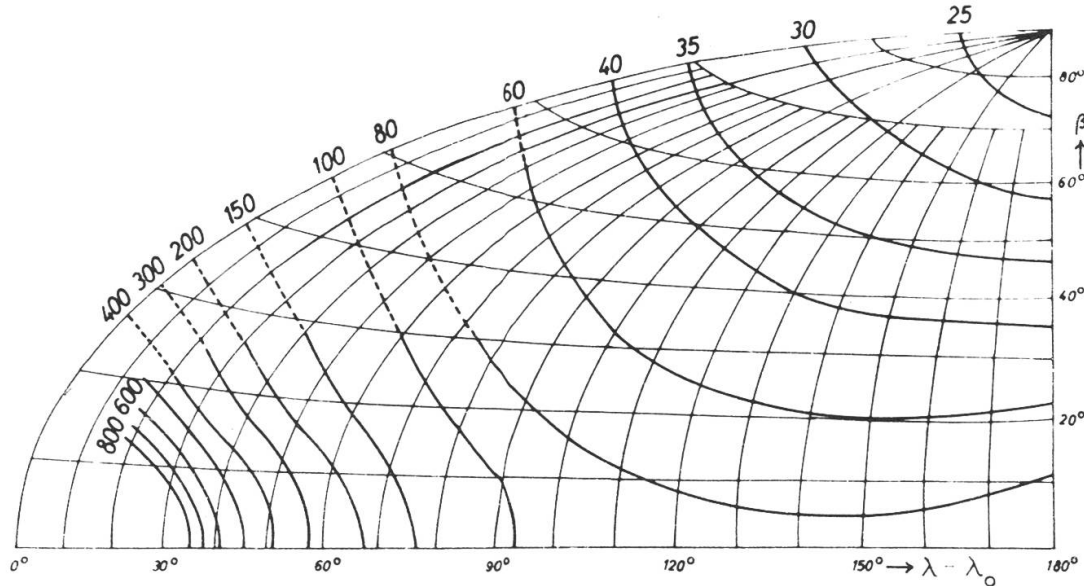


Abbildung 5 — Linien gleicher Helligkeit des Nachthimmels (Zodiakallicht), in ekliptikalischen Koordinaten.

Abbildung 5 zeigt die Linien gleicher Helligkeit, wie man sie als Mittel aus einer Reihe neuerer Beobachtungen erhält. Es ist nur ein Viertel der Sphäre gezeichnet, da im Rahmen der Beobachtungsgenauigkeit Morgen- und Abendzodiakallicht als gleich angesehen werden dürfen und Symmetrie zur Ekliptik angenommen werden kann. Der Ort der Sonne ist natürlich bei $\lambda - \lambda_0 = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$; die an die Isophoten angeschriebenen Zahlen geben die visuellen Helligkeiten in Sternen 10^m pro Quadratgrad an. Die Isophoten in der Nähe des ekliptikalischen Pols sind mit Hilfe der allgemein üblichen Annahme gewonnen, dass am Pol selbst die Helligkeit noch etwa 20 Sterne 10^m pro Quadratgrad beträgt. Die starke Neigung der Isophoten gegen die Ekliptik im Gebiet des Zodiakallichtkegels steht etwas im Widerspruch zum visuellen Eindruck eines schmalen Kegels. Das hängt wohl damit zusammen, dass das unbewaffnete Auge Helligkeiten vergleicht und die Grenzlinie von den Isophoten aus in Richtung der Linien verdreht, die man als «Linien gleichen Kontrastes» bezeichnen könnte. Damit sind die Verbindungslinien der Punkte gemeint, an denen die Helligkeit zu der auf der Zodiakallichtachse bei gleicher Elongation in einem festen Verhältnis steht. — Der Gegenschein ist im visuellen Spektralbereich etwa 20 %

heller als die Lichtbrücke. Die Isophoten sind hart am Gegenpunkt der Sonne fast kreisförmig und werden mit grösserem Abstand immer langgezogener in Richtung der Ekliptik (die Intervallgrösse in Abbildung 4 ist zu gross, um dies zu zeigen!). Neuere Daten über die Helligkeit der Lichtbrücke (und damit für den Anschluss des Gegenscheins an den Zodiakallichtkegel) wären dringend erwünscht.

Zodiakallicht und Gegenschein haben die Farbe eines G-Sterns der Hauptreihe. Sie sind vielleicht ein klein wenig röter als das Licht der Sonne.

Einige speziellere Fragen sind viel untersucht worden, aber trotzdem noch nicht mit Sicherheit zu beantworten. Abweichungen der Zodiakallichtachse von der Ekliptik deuten darauf hin, dass für die Zodiakallichtpartikel die Gravitationsanziehung der Planeten von Einfluss ist. — Ältere Beobachtungen von Schwankungen der Zodiakallichthelligkeit sind als unsicher anzusehen; in neuester Zeit konnte BLACKWELL eine Zunahme der Helligkeit nach einer kräftigen Eruption der Sonne wahrscheinlich machen.

Spektren des Zodiakallichts sind selten. Gute Spektren stammen von HOFFMEISTER und besonders von BLACKWELL und INGHAM. Man findet ein Kontinuum, in dem mehrere, im Sonnenspektrum kräftige Linien erkennbar sind (H und K vom ionisierten Kalzium, die Kalziumlinie bei $4227 \text{ \AA}$, die Wasserstofflinien $H\gamma$ und $H\delta$, die Eisenlinien bei 4326 und $4384 \text{ \AA}$, sowie die G-Bande). Dem überlagern sich die Emissionslinien des Nachthimmelslichtes mit ähnlicher Stärke wie an den vom Zodiakallicht entfernten Stellen des Himmels.

INTERPLANETARE TEILCHEN

Die Lage des Zodiakallichtes legt den Gedanken nahe, dass an seiner Entstehung interplanetare Partikel beteiligt sind. Was weiss man aus anderen Beobachtungen über die Materie im interplanetaren Raum?

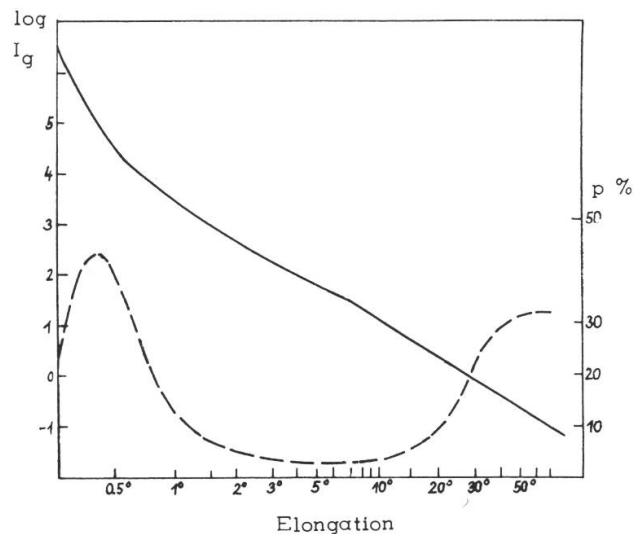
Eine wichtige Informationsquelle ist die Korona der Sonne. Ihre kontinuierliche Strahlung ist kräftig polarisiert und zeigt im Spektrum die von der Sonne her bekannten Absorptionslinien, jedoch mit geringerer Linientiefe. Dies lässt sich am einfachsten verstehen durch die Streuung des Sonnenlichts an zwei verschiedenen Arten von Partikeln: Staubteilchen zwischen Sonne und Erde streuen das Licht, ohne die Linien zu verändern, Elektronen hoher Temperatur in Sonnennähe liefern als Ergänzung ein durch den Dopplereffekt verschmiertes Spektrum

und auch eine Polarisierung der beobachteten Richtung. Die rechnerische Behandlung der Beobachtungen nach dieser Vorstellung ergibt die Elektronendichte in Abhängigkeit von der Sonnenentfernung und die Grössenverteilung der Staubteilchen. — Beim Zodiakallicht wie bei der Korona beobachtet man Flächenhelligkeit und Polarisation als Funktion der Elongation. Man wird deshalb versuchen, die Daten miteinander in Verbindung zu bringen. Dies wurde erleichtert durch Messungen im Übergangsgebiet (zwischen 2° und 15° Elongation), die BLACKWELL bei einer Sonnenfinsternis aus dem Flugzeug gewinnen konnte.

Abbildung 6 — Flächenhelligkeit (ausgezogene Kurve, linke Skala; Einheit: 10^{-12} gemittelte Sonnenhelligkeiten) und Polarisationsgrad (gestrichelte Kurve, rechte Skala) der Sonnenkorona bei einer Sonnenfinsternis (nach INGHAM).

Abbildung 6 zeigt den Verlauf der Flächenhelligkeit und des Polarisationsgrades vom Sonnenrand bis zu 70° Elongation nach INGHAM.

Es wird deutlich, dass die Zodiakallichtergebnisse in Abbildung 4 nur ein Ausschnitt aus einem grösseren Zusammenhang sind. Besonders charakteristisch erscheint der Gang des Polarisationsgrades mit dem Minimum zwischen 1° und 20° Elongation; seine Erklärung wird ein wesentliches Kriterium für die Brauchbarkeit einer Theorie bilden müssen.



Es gibt noch weitere Indizien sowohl für Elektronen als auch für Staub im interplanetaren Raum. Schwankungen des Erdmagnetfeldes und hohe Teilchenbeschleunigungen in Kometenschweiften zeigen, dass bei Eruptionen Gaswolken mit Dichten von rund 1000 Teilchen pro cm^3 von der Sonne ausgehen. Die Schlüsse aus direkten Beobachtungen von Elektronen in Erdnähe sind noch unsicher, weil der Einfluss der lokalen Verhältnisse, vor allem des Magnetfeldes der Erde, sehr stark ist. Aus dem Auffall von Meteoren auf die Erde lässt sich die Dichte grösserer Teilchen im interplanetaren Raum abschätzen. Die Extrapolation zu den für die Streuung interessanten Staubteilchen ist jedoch fragwürdig, weil man für Meteore (aus der Verteilung der Helligkeiten) und für den Staub (aus dem Helligkeitsverlauf in der Korona) verschiedene Gesetze der Radienverteilung findet. Durch Raketen, Erdsatelliten und

Raumsonden kann man den Staub heute direkt nachweisen. Sichere Werte für die Dichte erhält man jedoch auch hier nicht, solange die Deutung der beobachteten Dichtezunahme zur Erde hin umstritten ist. Nach der Vorstellung, dass die festen Teilchen hauptsächlich durch die allmähliche Auflösung der Kometen entstehen, lässt sich aber so viel sagen, dass man in der Nähe der Ekliptik die grössten Staubbichten finden sollte.

DEUTUNG DES ZODIAKALLICHTS DURCH STREUUNG DES SONNENLICHTS AN INTERPLANETAREN PARTIKELN

Es sind also Teilchen im interplanetaren Raum vorhanden. Die Streuung des Sonnenlichts an ihnen muss zu Erscheinungen auf der Erde führen. Es fragt sich nur, ob mit dieser Vorstellung alle mit dem Zodiakallicht zusammenhängenden Beobachtungen gedeutet werden können. Und es interessiert natürlich auch, welche Aussagen über die interplanetare Materie aus dieser Vorstellung gewonnen werden können. Deshalb soll in diesem Abschnitt der Zusammenhang zwischen Ort, Dichte und Streueigenschaften der Teilchen einerseits und der Flächenhelligkeit andererseits erläutert und dann über einige Ergebnisse seiner Untersuchung berichtet werden.

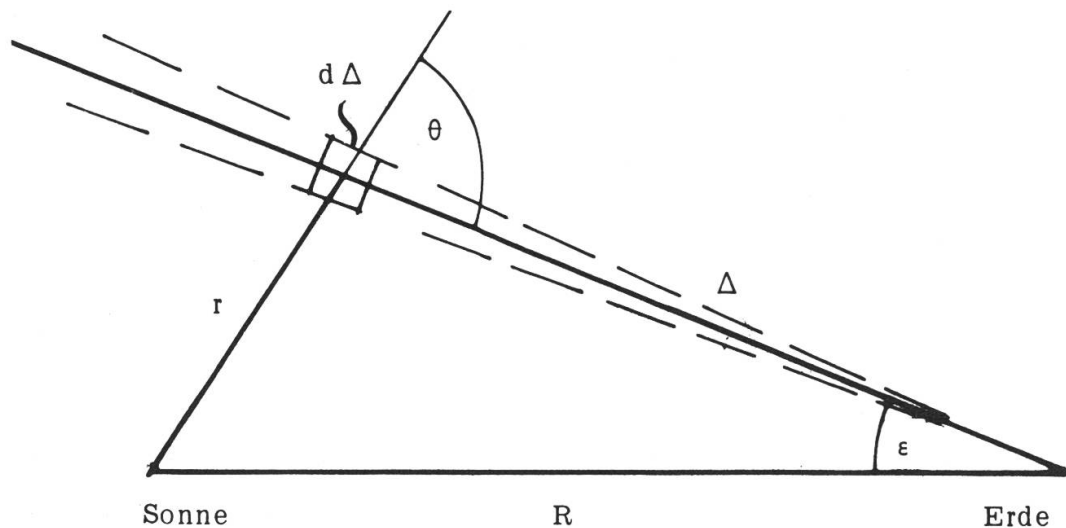


Abbildung 7 — Zur Berechnung der Flächenhelligkeit interplanetarer Materie.

Die Flächenhelligkeit $I(\epsilon)$ in einem Winkelabstand ϵ von der Sonne — die betrachtete Richtung muss nicht mit der Ekliptik oder mit der Zodiakallichtachse zusammenfallen! — setzt sich aus den Beiträgen der Teilchen in verschiedenem Abstand Δ von der Erde zusammen. Man betrachtet die Verhältnisse zweckmässigerweise in der durch den Seh-

strahl und die Sonne festgelegten Ebene (Abbildung 7) und beschränkt sich zunächst auf nur eine Teilchensorte. Ist J die Beleuchtung durch die Sonne im Erdbestand R , so ist sie am Ort eines Teilchens im Abstand Δ von der Erde (und damit r von der Sonne) JR^2/r^2 . Das Verhalten des Teilchens wird durch eine Streufunktion $\sigma(\theta)$ beschrieben; von der auf seinen Querschnitt q fallenden Strahlung wird in die Richtung θ (und in den Raumwinkel 1) der Bruchteil $\sigma(\theta)$ geworfen. Damit erhält man auf der Erde die Beleuchtung $JR^2/r^2 \cdot q \sigma(\theta) / \Delta^2$. Die Zahl der Teilchen, die in dieser Weise zur Flächenhelligkeit beitragen, folgt aus der Teilchendichte $N(r)$ durch Multiplikation mit dem Volumen, das mit einem Instrument vom Gesichtsfeld 1 zwischen der Entfernung $\Delta - d\Delta/2$ und $\Delta + d\Delta/2$ betrachtet wird, ist also $N(r)\Delta^2 d\Delta$. Nimmt man nun die Beiträge aller Teilchen in verschiedenen Entfernungen zusammen, so folgt die gesuchte Flächenhelligkeit

$$I(\varepsilon) = JR^2 \int_{\Delta=0}^{\infty} N(r) / r^2 \cdot q \sigma(\theta) d\Delta.$$

(Will man die Polarisation berechnen, so muss man bei der gestreuten Strahlung die beiden Polarisationsrichtungen getrennt betrachten und erhält für jede ein Integral der angegebenen Art.) Man hat dann Teilchen verschiedener Grösse q und verschiedene Materialien zu berücksichtigen. Dabei ändert sich vor allem die Streufunktion, eventuell aber auch die Dichteverteilung. Man hat also viele Variationsmöglichkeiten um die Beobachtungen, nämlich Flächenhelligkeiten und Polarisation, darzustellen. Schon aus der oben abgeleiteten einfachsten Form kann man einige Eigenschaften des betrachteten Zusammenhangs ablesen:

1. Das Gewicht der Beiträge aus verschiedenen Entfernungen Δ ist unabhängig von dieser Entfernung. (Die Strahlung vom einzelnen Teilchen nimmt ab, die Zahl der Teilchen wächst mit dem Quadrat von Δ). Dies ist eine wichtige Eigentümlichkeit von Flächenbeobachtungen.

2. Die Abnahme der Teilchenbeleuchtung mit dem Quadrat des Sonnenabstandes gibt dem sonnennächsten Teil des Sehstrahls das grösste Gewicht. Das bedeutet gleichzeitig, wie man sofort sieht, dass für Elongationen kleiner als 90° das Streuverhalten der Teilchen bei $\theta = 90^\circ$ für die Flächenhelligkeiten ziemlich bestimmend ist, sofern die Dichteverteilung «normal» ist.

3. Die Dichteverteilung hängt im allgemeinen Fall von den drei Koordinaten des Raumes ab. (Dies wurde oben nicht betont, weil ja nur ein Sehstrahl betrachtet werden sollte.) Beschränkt man sich auf die Symmetrieebene des Zodiaklichts und setzt hier Rotationssymmetrie bezüglich der Sonne voraus, dann gilt die obige Gleichung allgemein.

4. Dichte und Streufunktion lassen sich nicht gleichzeitig aus den Flächenhelligkeiten bestimmen. Man wird deshalb versuchen, mit bekannten Streufunktionen Dichteverteilungen abzuleiten und allenfalls durch Änderung der Teilchenzusammensetzung die Lösungen zu variieren. — Streufunktionen kennt man theoretisch für freie Elektronen, die bei einem Streuwinkel von 90° die Strahlung vollständig polarisieren — was hier natürlich besonders interessiert! —, und für kugelförmige Teilchen auf Grund der MIESchen Theorie. Modellversuche zeigen aber, dass die Streufunktionen unregelmässiger Teilchen mit denen der Kugeln entsprechender Grösse wesentliche Eigenschaften gemeinsam haben. Darum hat die numerische Berechnung zahlreicher Kugelstreu-funktionen mit elektronischen Rechenanlagen einen wichtigen Fortschritt in der Deutung des Zodiakallichtes gebracht.

Es ist nun wohl klar, dass die Schwierigkeit bei dem eingeschlagenen Weg nicht darin besteht, überhaupt Lösungen zu finden, sondern darin, möglichst plausible Lösungen anzugeben, oder noch besser: einen möglichst umfassenden Überblick über die Lösungen zu gewinnen. Unabhängige Gesichtspunkte (Spektrum, physikalische Bedingungen im interplanetaren Raum u.a.) können dann wirkungsvoll bei der Auswahl unter diesen Lösungen eingesetzt werden.

Bis vor kurzem wurden zwei Lösungen viel diskutiert. Bei der einen wird mit Modellstreu-funktionen für Staubteilchen die Abhängigkeit der Staubbichte von der Sonnenentfernung aus dem Helligkeitsverlauf berechnet. Der beobachtete Polarisationsgrad ergibt dann eine Aussage über die bei der Streuung an den Teilchen entstehende Polarisation. Da die angenommene Form der Streufunktion nicht sehr zwingend und die gefundene Polarisation von 45% für Staubteilchen unverhältnismässig hoch ist, kann diese Lösung von vornherein nicht recht befriedigen. — Solange man über die Polarisation durch Staub kaum etwas aussagen konnte, schien es demgegenüber konsequenter, alle Polarisation interplanetaren Elektronen zuzuschreiben, wie es bei der zweiten Lösung geschah. Dann findet man in Erdnähe eine Elektronendichte von einigen 100 Elektronen / cm^3 und einen gleichmässigen Dichteanstieg zur Sonne hin. Bei der Staubkomponente zur Deutung der Resthelligkeit ergibt sich eine konstante Dichte in der Ekliptik bis zu 0.5 astronomischen Einheiten Sonnenabstand; näher an der Sonne wird die Dichte kleiner. Auch bei dieser Lösung sind die Annahmen über die Streufunktionen dielektrischer und metallischer Teilchen heute überholt.

GIESE und SIEDENTOPF haben jetzt Rechnungen durchgeführt, bei denen konsequent nur theoretisch bekannte Streufunktionen verwendet wurden, und die eine ganze Reihe von Lösungen ergeben haben. Das

interessanteste, wenn auch bei der Höhe des Polarisationsgrades im Zodiakallicht nicht unerwartete Resultat ist dies: Neben dielektrischen und absorbierenden Kugeln sind Elektronen unbedingt nötig. Ihre Häufigkeit ist vom betrachteten Gemisch abhängig, aber nie kleiner als $300 \text{ Elektronen/cm}^3$ in der Nähe der Erde. Die Dichteverteilungen hängen ziemlich stark vom gewählten Teilchengemisch ab und sind deshalb noch recht unsicher. Ein Hauptargument gegen die Elektronendichten waren die Linientiefen im Zodiakallichtspektrum, die sich von denen im Sonnenspektrum nur unwesentlich unterscheiden. Nach einer ähnlichen Betrachtung wie beim Spektrum der Korona sollte dies einen Beitrag der Elektronen ausschliessen. Eine genauere Diskussion der Ergebnisse durch SCHMIDT und ELSÄSSER hat aber erwiesen, dass bis zu $400 \text{ Elektronen/cm}^3$ mit den Beobachtungen verträglich sind. Elektronendichten über 1000 pro cm^3 scheinen dagegen ausgeschlossen.

Die Deutung des Gegenscheins ist im Rahmen dieser Vorstellungen kein Sonderproblem mehr: Wie zuerst SIEDENTOPF zeigte, lässt er sich durch die schwache Zunahme der Streuung dielektrischer Partikel im Gebiet der Rückwärtsstreuung ($\theta = 180^\circ$) zwangslos verstehen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass eine einheitliche Deutung des Zodiakallichtes auf dem beschriebenen Wege heute möglich und wahrscheinlich erscheint, auch wenn noch viele Einzelfragen offen sind. Die Flächenhelligkeiten reichen nicht aus, um über alle in die Rechnungen eingehenden Parameter zu entscheiden. Direkte Beobachtungen der interplanetaren Materie werden vermutlich bald wichtige Information über die Zusammensetzung und die Grössenverteilung beim Staub liefern. Die optischen Beobachtungen werden ihre Bedeutung behalten, da sie einen Überblick über den ganzen interplanetaren Raum gewähren. Dies wird um so mehr der Fall sein, je mehr ihre Genauigkeit durch Messungen von künstlichen Erdsatelliten aus erhöht werden kann.

LITERATUR

Eine Zusammenfassung der Arbeiten über interplanetare Materie bis 1957 findet man in:

H. ELSÄSSER, Interplanetare Materie, Mitt. Astron. Gesellsch. 1957 II, 61,
= Mitt. Tübingen N° 35.

Einige neuere Arbeiten:

D. E. BLACKWELL und M. F. INGHAM, M. N. 122, 113 (1961).

R. H. GIESE und H. SIEDENTOPF, Z. Astrophys. 54, 200 (1962).

Th. SCHMIDT und H. ELSÄSSER, Z. Astrophys. 56, 31 (1962).

Eingegangen am 18. Dezember 1962.

Adresse des Verfassers: Astronomisches Institut der Universität Tübingen.

STERNSPEKTREN

Von U. STEINLIN

I. ENTSTEHUNG UND AUSSEHEN EINES SPEKTRUMS

Licht ist — zusammen mit anderen Strahlungen — eine elektromagnetische Schwingung, eine Wellenbewegung, die wir analog einer Wasserwelle auffassen mögen. Während aber die Wasserwellen eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von vielleicht einem Meter pro Sekunde haben, ist die der elektromagnetischen Wellen 300 000 km pro Sekunde, und während Wasserwellen eine Wellenlänge (Distanz von einem Wellenberg zum nächsten) von etwa 10 cm (kleine Kräuselwellen) bis zu 20 Metern (Ozeanbrandung) haben, ist die Wellenlänge des Lichtes etwa 0.0004 bis 0.0007 mm. Nur in einem Punkte wird der Vergleich mit den Wasserwellen etwas schwieriger: bei diesen wissen wir genau, dass es die einzelnen Wasserteilchen sind, die in einem wogenden See auf und nieder schwingen. Bei elektromagnetischen Wellen hingegen, gibt es kein materielles «tragendes Medium».

Licht ist nicht allein eine elektromagnetische Schwingung, es ist nur derjenige Ausschnitt aus einer langen Skala von Schwingungen, den unser Auge aufnehmen kann. Andere Schwingungen, die sich vom für uns sichtbaren Licht nur durch ihre Wellenlänge unterscheiden, sind etwa folgende:

<u>Strahlung</u>	<u>Wellenlänge in cm</u>		
Radiostrahlung	2 000 000 — 1000		
Radarstrahlung	1 000	—	0.1
Wärmestrahlung	0.1	—	0.000 5
Infrarotstrahlung	0.000 5	—	0.000 078
Sichtbares Licht	0.000 078	—	0.000 036
Ultraviolettstrahlung	0.000 036	—	0.000 002
Röntgenstrahlung	0.000 002	—	0.000 000 002
Gamma-Strahlung	0.000 000 002	—	0.000 000 000 05

Lässt man einen schmalen Lichtstrahl durch ein Prisma fallen (Abbildung 1), wird er beim Eintritt in das Glas und beim Austritt aus ihm umso stärker gebrochen, je kürzer seine Wellenlänge ist — violettes Licht also am stärksten, rotes am wenigsten. Auf einem Schirm oder

einer Photoplatte hinter dem Prisma erhalten wir, wenn das einfallende Licht weiss war (Sonnenlicht etwa), statt eines weissen Flecks ein farbiges Band. Neben den äussersten Farben rot und violett liegen, für unser Auge zwar unsichtbar, auf geeigneten Photoplatten aber leicht zu registrieren, der infrarote bzw. ultraviolette Teil des Spektrums – so nennt der Fachmann dieses farbiges Band. Ein Prisma ist wegen der das Licht entsprechend seiner Wellenlängen zerlegenden Wirkung das wesentliche Zentralstück eines Spektralapparates.

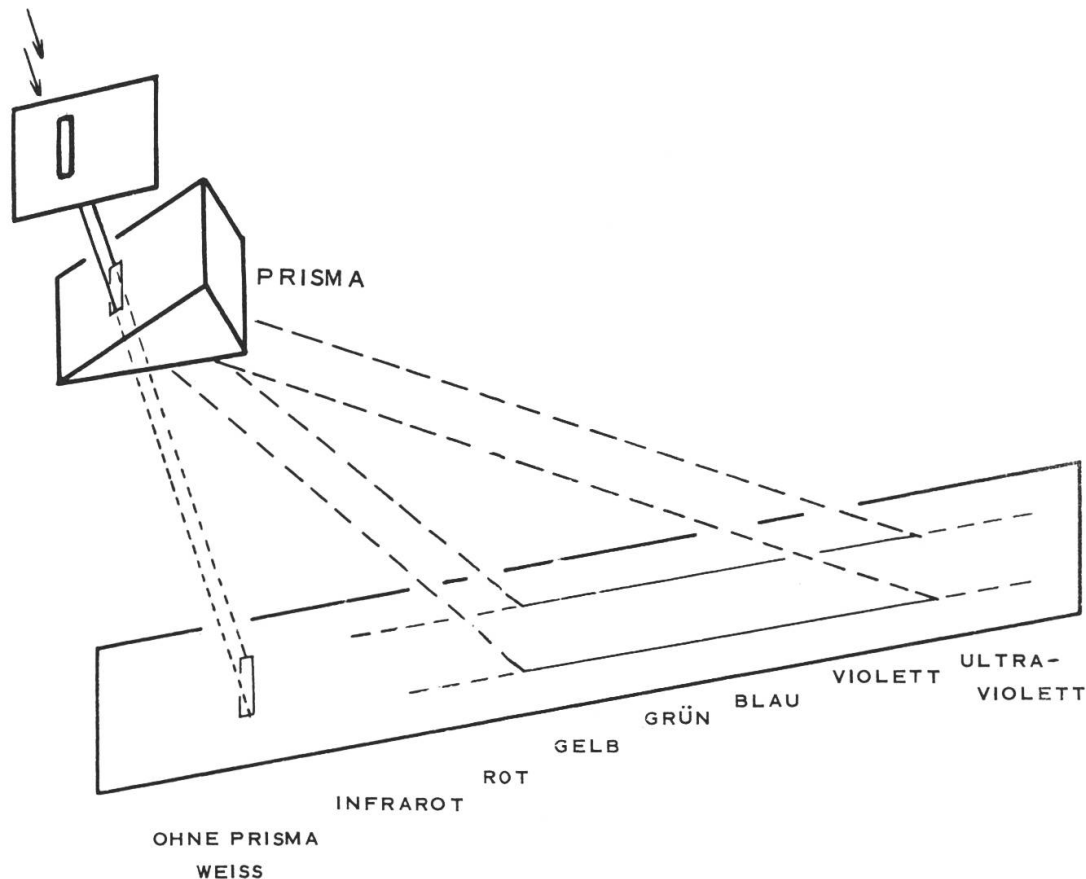


Abbildung 1 – Zerlegung weissen Lichtes durch ein Prisma. Die Blende schneidet aus dem einfallenden Licht ein schmales Band aus, das ohne Prisma auf dem Bildschirm einen weissen Fleck bilden würde. Bringt man das Glasprisma hinter die Blende, wird das Licht umso mehr nach rechts abgelenkt, je kürzer seine Wellenlänge ist; auf dem Bildschirm sehen wir ein regenbogenfarbiges Band von Rot bis Violett. Infrarot und Ultraviolett sind nicht mit blosssem Auge, wohl aber auf Photoplatten, die anstelle des Bildschirmes eingesetzt werden, zu sehen.

Weisses Licht ist also eine Mischung von Licht aller möglichen Wellenlängen, aller möglichen Farben, im richtigen Mischungsverhältnis. Ein Uebergewicht eines bestimmten Wellenlängengebietes lässt einen glühenden Körper farbig erscheinen – ein rotglühendes Eisen

zum Beispiel sendet viel mehr rote als blaue Strahlung aus. Immer aber, wenn wir das Licht eines festen glühenden Körpers in einen Spektralapparat fallen lassen, erhalten wir ein kontinuierliches Spektrum, ein farbiges Band, in dem alle Wellenlängen vertreten sind (Abbildung 2a).

Nicht so im Spektrum eines glühenden Gases – dies sieht ganz anders aus. Von dem regenbogenartigen Band bleiben nur einige sehr schmale Linien übrig. Ein Gas sendet Licht nur in einigen wenigen, ganz genau bestimmten Wellenlängen aus – etwa in einer Wellenlänge im roten Bereich, eine «rote Linie», eine zweite im gelben Bereich, eine im grünen – und dazwischen nichts: das Spektrum besteht aus wenigen oder – je nach dem Gas, das leuchtet – aus vielen hunderten oder gar tausenden von Linien (Abbildung 2b). Wie sieht nun ein Sternspektrum aus? Kontinuierliches Spektrum oder Linienspektrum? Meistens keines von beiden – oder beides, wie man lieber sagen will: ein normaler Stern zeigt ein kontinuierliches Spektrum, durchsetzt mit vielen dunklen Linien, die, wie man bei einiger Aufmerksamkeit schnell herausfinden kann, genau dort stehen, wo sonst die hellen Linien eines Gasspektrums ihren Platz haben. Um ein solches Spektrum zu verstehen, müssen wir einiges wenig über die Entstehung des Lichtes wissen, und das führt uns in das Gebiet des Atombaues, in die Physik. In einigen Stichworten soll hier das Wissen von der Strahlung der Atome zusammengefasst werden – dies kann auf so knappem Raume natürlich nur lückenhaft geschehen. Der Leser, der sich für eine ausführlichere Darstellung interessiert, greift am besten zu einer der gut verständlichen Einführungen in die Atomphysik, wie sie ja mehrfach existieren.

Ein Atom besteht aus einem Kern, aufgebaut aus schweren Elementarteilchen: Protonen und Neutronen, und einer Anzahl von leichten Elektronen, die um ihn kreisen wie die Planeten um die Sonne. Das einfachste Atom, an das wir uns im folgenden halten, ist das des Wasserstoffs: ein einziges Elektron umkreist den aus einem Proton bestehenden Kern. Die Wege des Elektrons sind dabei nicht beliebig – es steht ihm eine ganz bestimmte Anzahl von Bahnen zur Verfügung, unter denen es eine auswählen kann und zwischen denen es zuweilen hin und her springt. Jeder Bahn entspricht eine gewisse Energiestufe: das Atom kann einen bestimmten Energiebetrag aufnehmen, indem das Elektron in eine äussere Bahn aufsteigt, und ihn wieder abgeben durch ein Zurückfallen auf die innere Bahn. Jedem einzelnen Uebergang entspricht ein ganz bestimmter Energiebetrag. Energie kann also vom Atom nicht in beliebiger, vor allem nicht in beliebig kleiner Menge aufgenommen und abgegeben werden, sondern nur in gewissen, den Energiestufen entsprechenden «Portionen», Energiequanten.

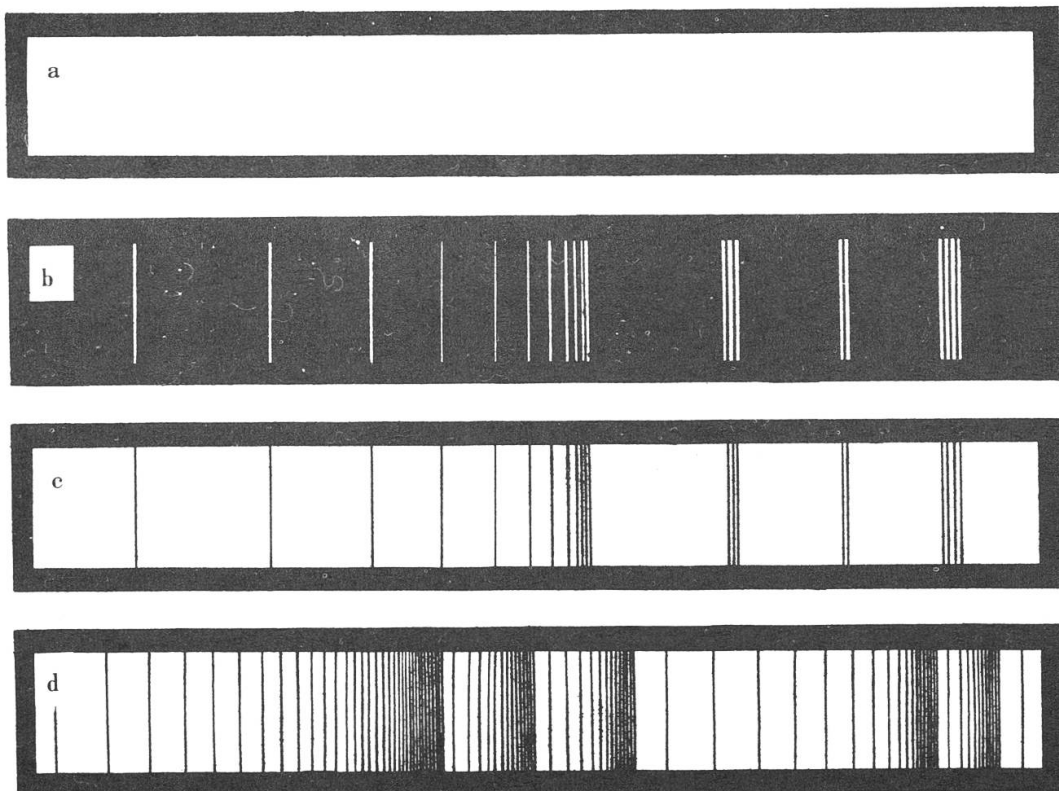


Abbildung 2 — a) kontinuierliches Spektrum eines glühenden Körpers. b) Emissionslinienspektrum eines glühenden Gases. c) Absorptionslinienspektrum desselben Gases wie in b). d) Bandenspektrum eines Moleküls (in Absorption).

Was für Energie wird nun vom Atom umgesetzt? Zunächst bei der Energieabgabe: Das Elektron springt beispielsweise von der drittinnersten Bahn auf die zweitinnerste, energieärmere, und gibt ein der Energiedifferenz entsprechendes Quant ab: diese Energie läuft als Lichtwelle, als rotes Licht, in den Weltraum hinaus — im Spektrum des Wasserstoffgases erscheint eine rote Spektrallinie (wobei natürlich der Energiebetrag von einem einzigen Atom viel zu klein wäre, um gesehen zu werden. Erst die Strahlung von ungezählten Atomen, die alle ihre Elektronen von der dritten auf die zweite Bahn fallen lassen, und die überschüssige Energie « abstrahlen », gibt eine erkennbare Spektrallinie). Andere Elektronen mögen in der vierten Bahn sein, und auch sie können in die zweite hinüberwechseln. Die Energiedifferenz zwischen den Bahnen und damit das abgegebene Energiequant ist grösser, wir beobachten eine kurzwelligere, grüne Strahlung. Die Wellenlänge ist ein Kennzeichen der Energie des Quants — je kurzwelliger, umso energiereicher. Der Uebergang von der fünften in die zweite Bahn liefert eine blaue Strahlung, eine dritte Linie im Wasserstoffspektrum. Und da die Energiedifferenzen zwischen immer höheren Bahnen immer kleiner

werden, liegen die weiteren Linien näher und näher beisammen, sie bilden eine Serie, in unserem Beispiel die sogenannte Balmer-Serie (Abbildung 2 b, linke Seite des Spektrums). Natürlich kann das Elektron aus höheren Bahnen nicht nur in die zweite Bahn herabsteigen. Zur ersten Bahn ist die Energiedifferenz besonders gross und den Uebergängen zu ihr entspricht eine analoge Linienserie im Ultraviolett (Lyman-Serie). Uebergänge von äusseren Bahnen in die dritte geben eine Serie von Linien im infraroten Teil des Spektrums.

Der Uebergang des Elektrons von höheren zu tieferen Energieniveaus (der spontan und von aussen unbeeinflussbar erfolgt) liefert also Licht. Wie aber wird das Elektron erst einmal in die höhere Bahn «hinaufgebracht», um «herabfallen» zu können? Bei tiefer Temperatur laufen die Elektronen in den Atomen des Wasserstoffs alle in der ersten Bahn und nichts geschieht. Wird das Gas jedoch erwärmt, dann beschleunigen seine Moleküle ihre dauernde Bewegung und stossen dabei mehr und mehr zusammen. Je höher die Temperatur, je grösser die Geschwindigkeit, umso häufiger und kräftiger sind die Stösse und umso grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem solchen Zusammenstoss das Elektron aus seiner Grundbahn heraus in eine höhere Bahn geworfen wird. Umso zahlreicher sind aber damit die Möglichkeiten, zurückzufallen und dabei Licht auszusenden – umso heller wird das Gas leuchten.

Es gibt aber noch einen anderen Weg für das Atom, Energie aufzunehmen. Wo es sich auch befinden mag – es wird meistens aus allen Richtungen von Lichtwellen, die von anderen Atomen ausgesandt wurden, umflutet – ein dichter Hagel von Energiequanten aller möglichen Energiebeträge (Licht aller möglichen Wellenlängen) bestürmt es. Aus diesem Ansturm kann es sich dasjenige Quant herauspicken, das einem passenden Bahnwechsel (von der Bahn, auf der sein Elektron eben läuft, zu einer höheren) entspricht, und die Energie dieses Quants benützen, um den höheren Zustand zu erreichen. Das Energiequant, die Lichtwelle, ist damit «absorbiert», ausgelöscht. Wesentlich ist dabei, dass nur das Quant, das genau der Energiedifferenz zwischen den Bahnen entspricht, verwendbar ist; alle anderen sind für das Atom nutzlos. Das heisst, dass aus dem Licht aller Wellenlängen (das ein kontinuierliches Spektrum bildet) von den Wasserstoffatomen das Licht genau jener Wellenlänge herausabsorbiert wird, das sie ihrerseits beim umgekehrten Uebergang wieder aussenden können. Im kontinuierlichen Spektrum treten, wenn das Licht durch Wasserstoff hindurchgegangen ist, an den Stellen dunkle Absorptionslinien auf, wo im Spektrum des selbst leuchtenden Wasserstoffs helle Linien (Emissionslinien) standen (Abbildung 2 c).

Das Wasserstoffatom mit seinem einzigen Elektron hat ein verhältnismässig einfaches Spektrum. Je höher wir in der Reihe der chemischen Elemente kommen, umso mehr Elektronen umkreisen den Atomkern, und umso mehr Uebergänge zwischen verschiedenen Energieniveaus werden möglich. Das Spektrum des Eisens zum Beispiel zeigt viele tausende von Linien, jede einzelne aus der Theorie des Atombaus berechenbar. Bei diesen Elementen sind die einzelnen Linien oft noch in mehrere, sehr eng beieinanderliegende Komponenten aufgespalten, in Dubletts, Triplets etc. (Abbildung 2b und 2c, rechte Seite). Erst recht kompliziert werden die Verhältnisse bei der von Molekülen statt von einzelnen Atomen ausgesandten Strahlung. In einem Molekül können nicht nur die Elektronen ihre Bahn wechseln, sondern gleichzeitig können sich die Schwingungen, die die zwei oder mehr Atome des Moleküls gegeneinander, und die Rotationen, die sie umeinander ausführen, ändern. Auch dabei handelt es sich um Aenderungen des Energiegehaltes der Gebilde, und die überschüssige Schwingungs- und Rotationsenergie wird zusammen mit der des Elektronen-Energieniveaus als Strahlung ausgesandt oder durch Absorption von Strahlung aufgenommen. Dies gibt – an der Stelle eines einzigen Ueberganges, einer einzigen Linie beim einzelnen Atom – eine grosse Zahl möglicher Uebergänge, möglicher Spektrallinien, die sich nach ganz bestimmten, berechenbaren Anordnungsgesetzen zu Gruppen, sogenannten Banden, zusammenschliessen. Abbildung 2d zeigt, wie ein Molekülspektrum etwa aussehen kann.

Setzt man ein glühendes Gas unter zunehmenden Druck, der die Atome oder Moleküle in immer engeren Kontakt bringt, dann kann das Atom seine Strahlung nicht mehr ganz unbeeinflusst von seinen Nachbarn abgeben, es wird von ihnen gestört. Der bei jedem Uebergang abgegebene oder aufgenommene Energiebetrag kann dann ein wenig variieren, die Wellenlänge der Strahlung kann einmal ein bisschen grösser, ein andermal ein bisschen kleiner sein als im Idealfall des stark verdünnten Gases mit seinen grossen Abständen von Atom zu Atom. Die Spektrallinien sind dann nicht mehr scharf, sondern breit und verwaschen. In einer Flüssigkeit oder in einem festen Körper sind die Atome noch viel enger zusammengedrängt, sie beeinflussen sich gegenseitig noch sehr viel stärker, und wir sehen überhaupt keine einzelne Linie mehr, sondern über das ganze Spektrum «verschmierte» Strahlung: das kontinuierliche Spektrum, von dem wir am Anfang ausgegangen sind:

Ein kontinuierliches Spektrum kann aber auch noch auf andere Weise zustande kommen. Das Elektron des Wasserstoffatoms kann, wie oben ausgeführt, durch Absorption von Strahlung die Energie gewinnen, um

beispielsweise von seinem zweiten Energiezustand in den dritten, vierten etc. hinaufzusteigen. Dem entspricht eine Serie von Absorptionslinien. Diese Uebergänge erreichen aber eine Grenze dadurch, dass sich schliesslich das Elektron ganz vom Atom löst – zurück bleibt ein seines Elektrons beraubtes Atom, ein sogenanntes Ion. Der «Ablösungsenergie» oder «Ionisationsenergie» des Atoms entspricht eine Spektrallinie, die einen Schlusspunkt hinter die Linien der betreffenden Serie setzt, die Seriengrenze. Nun kann aber das Atom nicht nur Strahlung absorbieren, deren Quanten gerade den Ablösungsenergiebetrag mit sich führen, sondern auch noch energiereichere. Der Ueberschuss an Energie über die Ablösungsenergie hinaus wird einfach dem Elektron als kinetische Energie mitgegeben. Das Elektron verlässt das Atom mit umso höherer Geschwindigkeit, je grösser dieser Ueberschuss war. Die Geschwindigkeit kann aber jeden beliebigen Betrag haben – das heisst, dass das Atom jegliche Strahlung absorbieren kann, deren Quanten mehr Energie mit sich führen als zur Ablösung des Elektrons nötig ist. So kommt eine kontinuierliche Absorption zustande, die sich von der Seriengrenze aus gegen kürzere Wellenlängen hin erstreckt. Umgekehrt kann das seines Elektrons beraubte Atom, das Ion, ein zufällig in seiner Nähe vorbeifliegendes einzelnes Elektron einfangen, um wieder «komplett» zu werden. Dabei wird Energie frei und als Strahlung aussendbar, nämlich das Aequivalent der vorher verbrauchten Ablösungsenergie, die ihren festen Wert hat, plus die kinetische (Bewegungs-) Energie des Elektrons vor dem Einfang durch das Ion. Letztere kann aber auch wieder beliebige Werte haben, und das Energiequant, das ausgesandt wird, kann also dementsprechend alle möglichen Energiemengen (aber alle grösser als die Ablösungsenergie) mit sich führen. Die Wellenlänge der entstehenden Strahlung kann somit alle möglichen Werte jenseits der Wellenlänge der unveränderten Ablösungsenergie haben. Für das Spektrum heisst das aber, dass sich an die Serie der Emissionslinien jenseits der Seriengrenze eine kontinuierliche Emission, das «Grenzkontinuum», anschliesst.

Hat das Wasserstoffatom sein einziges Elektron verloren, ist es ionisiert, dann ist es für den Spektroskopiker völlig uninteressant geworden, denn es kann ohne ein Elektron ja weder Strahlung aussenden noch absorbieren. Anders alle andern Elemente, die mehrere Elektronen (Uran hat deren 92!) um ihren Kern kreisen lassen. Ist ein Atom eines höheren Elementes etwa eines Elektrons beraubt, ist es also ein Ion, dann können sehr wohl die noch zurückgebliebenen Elektronen ihre Sprünge hin und her zwischen verschiedenen Energieniveaus ausführen. Dadurch aber, dass eines der Elektronen fehlt, verändern sich die Energieniveaus des Ions gegenüber dem kompletten Atom ein wenig,

und die Linien des Ions sind darum etwas verschieden von denen des Atoms. Und so kann es noch weiter gehen: ein Atom kann auch zwei, drei und noch mehr Elektronen verlieren, zweifach, dreifach etc. ionisiert sein, und jeder dieser Zustände hat sein eigenes Linienspektrum.

Soviel über Spektren im allgemeinen. In einem zweiten Teil sollen die Spektren verschiedener Typen von Sternen betrachtet werden.

RÉSUMÉ

LES SPECTRES STELLAIRES

(Article pour débutants.)

La lumière, comme d'autres rayonnements (rayonnement radio, radar, roentgen etc.), est une oscillation électromagnétique. Le prisme décompose un faisceau lumineux en un spectre étalé selon la longueur d'onde du rayonnement. Les corps solides et fluides portés à incandescence émettent dans toutes les longueurs d'onde et produisent ainsi un spectre continu; les gaz ne rayonnent que dans des longueurs d'onde isolées et bien définies, on obtient alors un spectre discontinu ou spectre de raies. Chaque raie spectrale correspond à une transition de l'électron dans les atomes du gaz d'un niveau d'énergie à un autre, inférieur au premier. Le phénomène inverse se produit lorsque l'atome absorbe l'énergie correspondant à la même longueur d'onde qu'auparavant, permettant ainsi à l'électron de remonter au niveau énergétique initial. Les molécules émettant ou absorbant de l'énergie rayonnante donnent naissance à des spectres de bandes, dans lesquels les raies s'arrangent en groupes très serrés.

Dans un prochain article on traitera des spectres des différents types d'étoiles.

Adresse des Verfassers :

Astronomisch-meteorologische Anstalt, Binningen-Basel.

OSSERVAZIONI SELENOGRAFICHE

L. DALL'ARA, Breganzona

Con l'apparire sul Bollettino «Orion» 75, dell'invito a voler meglio definire alcune osservazioni lunari, detti oggetti sono stati da me scelti come programma selenografico, abbinato all'osservazione di Giove, in questo lasso di tempo.

Le osservazioni sono state effettuate con un riflettore Newton con un'apertura di 182 mm, montatura azimutale ed impiegando 230 ingrandimenti.

Aggiungerò inoltre che la presente nota si basa su una ventina di osservazioni eseguite tra il marzo e l'ottobre 1962, dopo la luna piena con illuminazione da est (Età ca. 20 d.).

Ed ecco le risposte ai singoli quesiti:

Domanda 1.

Nell'interno del cratere Beaumont A, piuttosto che un picco centrale, esiste un promontorio di media altezza di forma dolce ed arrotondato alla sommità. (Tipo intumescenza.)

I 4 piccoli crateri accennati non sono stati osservati. Sul lato sud-est del circolo esiste invece un piccolo cratere di una certa profondità, e contrassegnato nel disegno con *a* (v. figura 1).

Domanda 2.

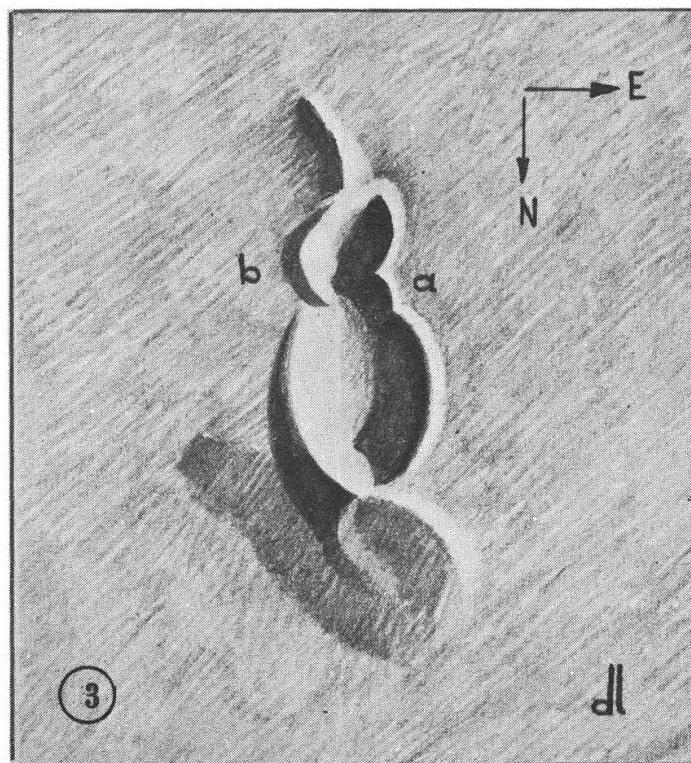
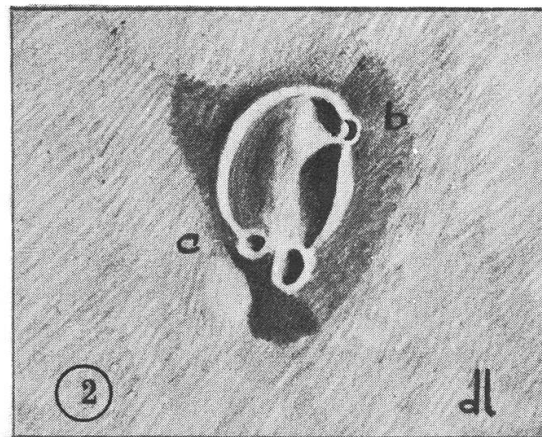
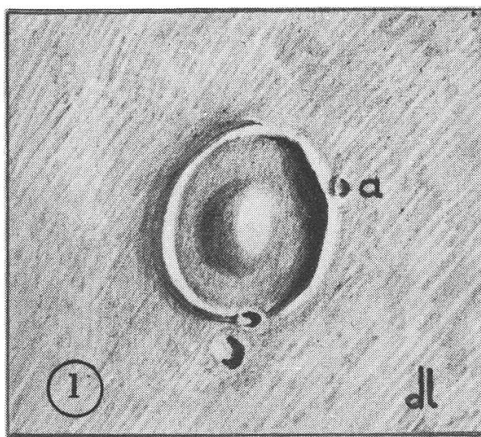
Effettivamente esiste il piccolo cratere Bohnenberger B. L'interno del cratere A è stato osservato non pianeggiante, ma bensì in forma convessa-cilindrica con asse nord-sud.

Nel punto *c* all'interno della parete nord esiste un altro piccolo cratere, simile per proporzione e profondità, e non indicato nel disegno Courvoisier, eseguito con altra illuminazione (v. figura 2).

Domanda 3.

L'oggetto Fra Castorius Y mostra una configurazione che si può interpretare come una 8 deformata sul lato orientale. Se il lato ovest è formato da due pareti curve di cui la superiore *b* è sporgente all'interno, il lato est risulta composto di ben 3 semicerchi.

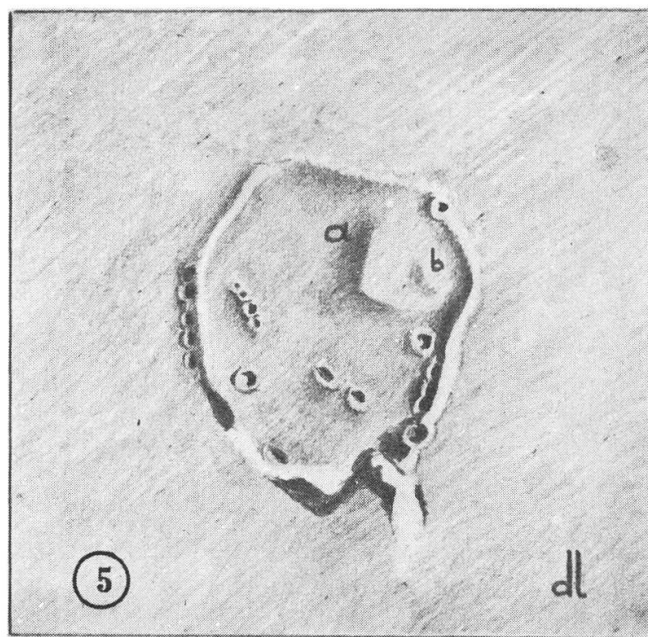
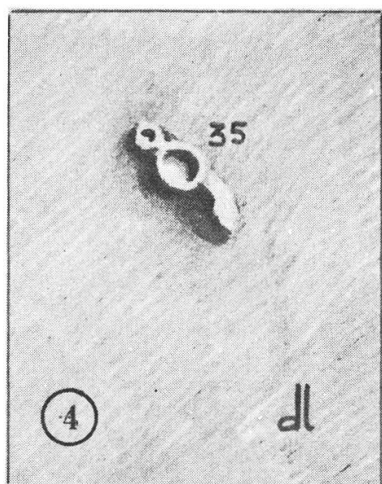
Nel punto in cui si situa la strozzatura, che nel disegno è marcata con *a*, non esiste una vera separazione (v. figura 3).



Scorrendo una pubblicazione apparsa su «Orion» di Ottobre-Dicembre 1954, l'autore sig. Cortesi puntualizzava delle osservazioni fatte ed ancora da farsi nella regione Mädler-Daguerre, situata pure nel limite Nord del Mare Nectaris.

Tra queste era pure citata una zona ad angolo retto, tratteggiata, posta nell'interno sud-est del cerchio Daguerre.

Orbene questa particolarità contrassegnata con *a*, é stata da mé osservata più volte con luce radente da est.



La configurazione denota un altopiano limitato appunto nei lati ad angolo, da una depressione a pendenza moderata, e con all'interno un secondo piccolo rilievo di debolissima pendenza marcato con la lettera *b* (v. figura 5).

L'oggetto N. 35 nella collina a forma di L rovescia, a nord-est del circo Daguerre, e situato nel lato ovest di detta collina, lo si può considerare un vero cratere (v. figura 4).

In tutti i disegni il nord è in basso, l'est a destra.

- 1) BEAUMONT A. 23. 5. 1962 - 3h. 20 TU - Imm. 3-4 - Colong. 137.7 - età 20d - 230 ×
- 2) BOHNENBERGER B. 23. 5. 1962 - 2h. 00 TU - Imm. 4 - Colong. 137.0 - età 20d - 230 ×
- 3) FRA CASTORIUS Y. 23. 5. 1962 - 2h. 10 TU - Imm. 4-5 - Colong. 137.0 - età 20d - 230 ×
- 4) REG. DAGUERRE. Ogg. N. 35 - 19. 8. 1962 - 23h. 30 TU - Imm. 4-5 - Colong. 131.3 - età 20d - 182 ×
- 5) DAGUERRE. 19. 8. 1962 - 24h. 00 TU - Imm. 4-5 - Colong. 131.5 - età 20d - 182 ×

RESUME

L'auteur relate ses observations de 5 objets lunaires au programme du « Groupement planétaire SAS ». Les trois premiers se réfèrent aux objets décrits dans « Orion » No 75 et déjà observés par M. Courvoisier. Le petit tableau suivant résume les caractéristiques principales notées par les deux observateurs :

Objet	Courvoisier	L. Dall'Ara
Beaumont A	– Pic central – 4 craterlets invisibles	Intumescence centrale id. Courvoisier
Bohnenberger A	– B : cratère existant – intérieur A plat	id. Courvoisier intérieur convexe-cyl.
Fra Castorius Y	– aucune séparation int.	id. Courvoisier

Les deux derniers objets appartiennent à la région Mädler-Daguerre et donnent réponse à deux demandes posées dans « Orion » No 45, auquel on devra se rapporter.

Pour tous les dessins le nord est en bas, l'est à droite.

DER FARBENFILM IN DER ASTRONOMIE *

Von E. GREUTER, Herisau

1. FARBE UND FARBMETRIK

Noch kein Auge hat die wirklichen Farben galaktischer und extragalaktischer Himmelsobjekte direkt wahrnehmen können, weil es für schwache Lichteindrücke farbenblind ist. Als William C. MILLER seine ersten farbigen Himmelsaufnahmen in The National Geographic Magazine im Jahre 1959 veröffentlichte, löste er damit grosse Bewunderung aus, und noch heute gehören sie zu den ansprechendsten Bildern des gestirnten Himmels. Es ist bekannt, dass die Aufnahmen das Ergebnis langer Forschungsarbeit über das Verhalten des Farbfilms unter den für die Astrophotographie geltenden Bedingungen sind. Technische Einzelheiten sind nur spärlich mitgeteilt worden.

Das Verhalten des Farbenfilmes kann erst beschrieben werden, nachdem einige Grundlagen über die Begriffe der Farbe und der Farbmatrik mitgeteilt worden sind.

Farbe entsteht nur durch die Wirkung des Lichtes auf einen Farbkörper, oder eine Lichtstrahlung kann farbig empfunden werden. Das Licht im physikalischen Sinn hat Wellennatur und kann durch eine ihm zugeordnete Wellenlänge charakterisiert werden. Das Zusammenwirken der Strahlung aller Wellenlängen zwischen etwa 400 bis 700 m μ wird vom Auge als weisser Lichteindruck empfunden, z.B. Sonnenlicht. Weisses Licht kann durch geeignete Mittel, z.B. durch ein Prisma in sein Spektrum aufgeteilt werden als eine Aneinanderreihung der Strahlungen aufeinanderfolgender Wellenlängen, die vom Auge als verschiedenfarbig empfunden wird. Die Reihenfolge der Farben des Spektrums weissen Lichtes ist: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett. Die Hauptanteile sind die Grundfarben Rot, Grün und Blau.

Das Licht eines Strahlers, das sich aus allen Wellenlängen des sichtbaren Spektrums von ca. 400 bis 700 m μ richtiger Intensität enthält, wird als weiss empfunden. Fehlt im Licht dieses Bereichs irgendein Wellenlängenanteil, wird die Strahlung buntfarbig empfunden.

Weisses Licht, das auf einen Körper auffällt, kann von diesem ganz oder teilweise reflektiert werden; der nicht reflektierte Anteil wird absorbiert. Vollständige Reflexion über den gesamten Spektralbereich

* Vortrag gehalten am Kolloquium über Farbenphotographie (Carona, 29.—30. September 1962).

haben weisse, teilweise graue und vollständige Absorption schwarze Körper. Selektive Absorption weissen Lichtes lässt Körper (Farbkörper) farbig erscheinen. Bei Fehlen des reflektierten Spektralanteiles im den Körper beleuchtenden Licht erscheint dieser schwarz. Körperfarben sind somit ein Zusammenwirken der Eigenschaften von Farbkörper und bestrahlendem Licht.

Das Auge empfindet stets den *totalen* Farbeindruck und es ist nicht in der Lage, eine spektrale Aufteilung vorzunehmen. Um das Farbsehen des Auges erklären zu können, sind einige Angaben über die Farbmischung notwendig, die sich auf die Grundfarben beschränken sollen.

Einzelne Grundfarben können durch Mischung vereint werden, und es entsteht ein neuer Farbeindruck. Diese *additive* Farbmischung ergibt beispielsweise aus Rot und Grün Gelb, aus Grün und Blau Blaugrün. Die Entfernung einzelner Grundfarben aus dem Spektrum weissen Lichtes ergibt ebenfalls Farbeindrücke. Durch diese *subtraktive* Farbmischung entsteht beispielsweise nach Entfernung von Grün Purpur oder nach Entfernung von Rot Blaugrün.

Das Auge hat drei farbempfindliche Organe für die genannten Grundfarben. Der Farbeindruck wird stets durch die Reizung der drei Organe vermittelt, nach den Grundsätzen der additiven Farbmischung. Weitere Sehorgane vermitteln den Helligkeitseindruck. Die Farbsehorgane funktionieren nur bei genügender Intensität der auftreffenden Strahlung.

Körperfarben entstehen, wie schon erwähnt, durch Absorption eines spektralen Anteils des auf sie auftreffenden Lichtes, subtraktiv; der nicht absorbierte Teil wird reflektiert, sofern der Körper nicht durchsichtig ist. Wird beispielsweise der blaue Farbanteil absorbiert und der Rest des Spektrums weissen Lichtes – bevorzugt die Grundfarben Grün und Rot – reflektiert, registriert das Auge die Körperfarbe Gelb. Die teilweise Absorption, respektive Reflexion von Grundfarben führt zu den mannigfaltigsten Farbeindrücken. Wir denken uns den Farbkörper in feinste Körnchen aufgeteilt, die sich mit anderen mischen lassen. Der zweite Farbkörper sei blau. Bei Bestrahlung mit weissem Licht werden von ihm die Grundfarben Rot und Grün absorbiert. Nach erfolgter Mischung der beiden Farbkörper werden von den beiden Komponenten alle Grundfarben absorbiert und der durch Mischung entstandene Körper erscheint schwarz. Zwei Farben, die durch diese Art der Mischung Schwarz ergeben, werden Komplementärfarben genannt. Es ist also Blau die Komplementärfarbe von Gelb, Blaugrün die von Rot und Purpur die von Grün. Ein Filter aus Farbglas lässt seine Eigenfarbe bevorzugt durchtreten und schwächt seine Komplementärfarbe beim Durchtritt je

nach seiner Dichte mehr oder weniger stark ab. Diese Tatsachen sind von grundlegender Bedeutung für den Einsatz von Farbfiltern in der Schwarz-Weiss-Photographie.

Eine bunte Farbe kann mit Weiss oder Schwarz gemischt werden und es entstehen reine Farben verschiedener Sättigung. Unreine Farben ergeben sich bei Mischung mit Grau.

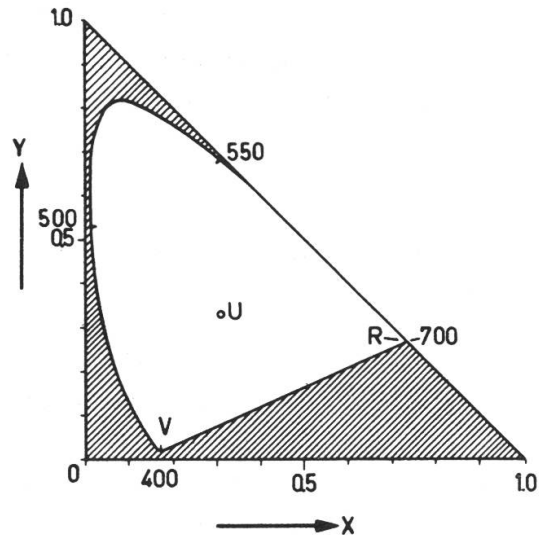
Farben können empfindungsgemäss beurteilt werden, doch haftet der Methode die Subjektivität an. Die Farbmeterik befasst sich mit der objektiven Messung der Farben und stellt ihren Farbton, ihre Sättigung und ihre Helligkeit fest. Von den verschiedenen Methoden sei nur die üblichste, das CIE-System, kurz beschrieben (CIE = Commission Internationale de l'Eclairage ; Internationale Beleuchtungskommission).

Das CIE-System wählte drei Grundfarben – die sehr gesättigten Spektralfarben mit den Wellenlängen 435,8, 546,1 und 700,0 m μ und stellt fest, wie alle übrigen Farben sich aus diesen durch additive Mischung aufbauen lassen. Alle Spektralfarben – Strahlungen bestimmter Wellenlänge – werden durch die gewählten Grundfarben bewertet. Ohne näher auf die Theorie einzutreten, die in der einschlägigen Literatur⁽¹⁾ ausführlich beschrieben ist, seien nun gleich einige Hinweise zur Praxis der Farbmeterik gegeben.

Aus den drei Grundfarben sind drei sogenannte Normalspektralwertkurven hypothetischer Farben berechnet worden. Eine zahlenmässige Beurteilung der Farbe nach Farbton und Sättigung ist gewonnen, wenn auf Grund ihrer gemessenen spektralen Energieverteilung mit Hilfe der sogenannten Auswahlordinaten ihre Koordinaten eines Dreikörpersystems bestimmt worden sind. Da die Summe der drei Farbkoordinatenwerte stets 1 ist, genügt die Angabe von zweien, der x- und y-Werte. Die Darstellung erfolgt im rechtwinkligen, gleichschenkligen Farbdreieck. In seinen Ecken liegen die nicht realisierbaren Farben. Die Farben höchster Sättigung – reine Spektralfarben – liegen auf einer gekrümmten Linie, die im Dreieck verläuft, mit einem Bereich von 400 bis 700 m μ . Innerhalb der von der Linie eingeschlossenen Fläche liegen alle Farben verschiedener Sättigung bis zum Weiss (in der Abbildung 1 mit U – Unbunt – bezeichnet), jedoch gleicher Helligkeit. Farbgleiche Punkte liegen auf einer Verbindungsgeraden zwischen der gesättigten Spektralfarbe und Weiss. Die Verbindungsgeraden von Komplementärfarben gehen durch den Unbuntpunkt. Alle aus zwei Farben mischbaren Farben liegen auf ihrer Verbindungslinie. Für verschiedene Helligkeitsstufen sind verschiedene Dreiecke notwendig und es ergibt sich eine räumliche Anordnung in Form eines Prismas, der Farbraum.

Abbildung 1 – CIE-Farbdreieck.

Eine transparente Farbe, z. B. eines Farbfilmes, wird gemessen durch Aufnahme ihrer spektralen Absorptionskurve. Mit Hilfe der Auswahlordinaten, deren Werte der einschlägigen Literatur ⁽¹⁾ zu entnehmen sind, werden die Farbkoordinaten bestimmt, und die Farbe liegt zahlenmässig im Farbdreieck fest.



Die wenigen Hinweise zur Farbmeterik zeigen ihr Prinzip und weisen den Weg der Praxis andeutungsweise. Ihr Zweck ist, zu zeigen, dass eine objektive Messung der Farbe möglich ist mit Hilfe eines geeigneten Photometers. Eine subjektive Methode, mit der ein geschultes Auge bemerkenswerte Ergebnisse erreichen kann, ist der Farbvergleich mit der Farbtafel, z. B. der von OSTWALD.

2. DER FARBFILM

Um das Verhalten des Farbfilmes in der Astrophotographie verstehen zu können, müssen einige Grundlagen der Schwarz-Weiss-Photographie vorangestellt werden.

Die photographische Emulsion enthält in Gelatine eingebettet das lichtempfindliche Bromsilber, dessen Kristalle durch auftreffendes Licht so verändert werden, dass es durch einen Entwickler zu elementarem Silber reduziert wird. Das fein verteilte Silber absorbiert auf das Negativ auffallendes Licht, und die bedingte optische Dichte oder Schwärzung ist abhängig von der wirksam gewesenen Lichtmenge. Sie ist das Produkt aus Lichtintensität und Zeit ihrer Einwirkung auf die Emulsion.

Die Eigenschaft der Emulsion selbst, die Art, die Einwirkungsdauer und die Temperatur des Entwicklers bedingen einen verschiedenen Zusammenhang zwischen einwirkender Lichtmenge und Schwärzung, was bildlich durch eine Schwärzungs- oder Gradationskurve ausgedrückt wird; auf der Abszisse wird die Lichtmenge und auf der Ordinate die dazugehörige Schwärzung aufgetragen.

Das Reziprozitätsgesetz von BUNSEN sagt aus, dass die Schwärzung S einer photographischen Schicht proportional dem Produkt aus Lichtintensität I und seiner Einwirkungszeit t sei.

$$S = k \cdot I \cdot t ,$$

k ist eine Konstante, teilweise gegeben durch die im oberen Abschnitt genannten Faktoren.

Lange Belichtungszeiten, wie sie in der Astrophotographie notwendig sind, lassen deutliche Abweichungen vom Reziprozitätsgesetz erkennen. Der Astronom Karl SCHWARZSCHILD trug dieser Tatsache Rechnung durch Einführung eines Exponenten (Schwarzschildexponent) und die Gleichung lautet nun :

$$S = k \cdot I \cdot t^p .$$

Leider ist auch p keine Konstante für beliebige Werte von t , doch trägt sie dem wirklichen Verhalten von Emulsionen weitgehend Rechnung. Ein Zahlenbeispiel möge das Gesetz von Schwarzschild illustrieren: Eine Emulsion werde mit der Zeiteinheit belichtet mit Licht der relativen Intensität 100. Eine Platte gleicher Art werde mit 100 mal geringerer Lichtintensität 100 mal länger belichtet. Der Schwarzschildexponent sei 0,8. Im ersten Fall ist das Produkt $I \cdot t^p = 100$, im zweiten dagegen nur 40, d. h. die Schwärzung wird nur 40 % jener der ersten Emulsion betragen. Die durch das Gesetz von Schwarzschild ausgedrückte Eigenschaft photographischer Emulsionen kompliziert die Farbenphotographie bei langen Belichtungszeiten sehr.

Moderne Farbenemulsionen, die auch für die Astrophotographie eingesetzt werden können, arbeiten nach dem Prinzip der subtraktiven Farbmischung. Auf dem Schichtträger sind drei selektiv farbenempfindliche Emulsionen aufgebracht, die auf die Grundfarben Rot, Grün und Blau ansprechen. Während einer Umkehrentwicklung entstehen an den nicht vom Licht beeinflussten Stellen der Emulsion die Komplementärfarben des aufgefallenen Lichtes. Rotes Licht beispielsweise erzeugt eine latente Schwärzung in der rotempfindlichen Schicht. Nach einer Umkehrentwicklung ist sie frei von Silber, dagegen ist solches in den blau- und grünempfindlichen Schichten vorhanden und an diesen Stellen entstehen bei der Farbentwicklung die Farben Gelb und Purpur. Die subtraktive Mischung von Gelb und Purpur ergibt Rot. In der Mehrzahl aller Fälle werden Mischfarben anstelle der reinen Grundfarben auftreten, die durch eine verschiedene optische Dichte der drei Farbschichten zustande kommen.

Von entscheidendem Interesse ist die Farbwiedergebe des Farbfilmes. Der moderne Dreischichtfilm hat eine hohe Stufe der farbgetreuen Wiedergabe erreicht, nachdem auch noch korrigierende Zwischenschichten (Masken) eingefügt worden sind. Farbfilme sind auf die Farbtemperatur der den Farbkörper beleuchtenden Lichtquelle abgestimmt.

Die *Farbtemperatur* bedarf der kurzen Erklärung. Ein Temperaturstrahler — z. B. ein auf Glühtemperatur gebrachter Wolframfaden einer Glühlampe — sendet Licht aus, dessen Spektrum kontinuierlich verläuft, doch sind die Intensitäten der einzelnen Wellenlängen verschieden. Die spektrale Zusammensetzung des Lichtes eines sogenannten schwarzen Temperaturstrahlers ist allein abhängig von seiner Temperatur. Ein glühendes Metall erscheint uns beispielsweise rötlich, bei weiterer Temperaturerhöhung wird es weissglühend. Im ersten Fall wird das Spektrum ein Intensitätsmaximum im Rot aufweisen, das sich bei Temperaturerhöhung in Richtung nach Blau hin verschiebt. Die Farbtemperatur ist die Temperatur des schwarzen Strahlers — Wolfram ist beinahe ein idealer Schwarzstrahler —, der Licht aussendet. Lichtquellen anderer Art können ebenfalls durch die Farbtemperatur charakterisiert werden, indem ihr Licht mit dem eines Schwarzstrahlers verglichen wird. So hat das Tageslicht eine Farbtemperatur von 5800° K ($^{\circ}$ Kelvin), Glühlampen für photographische Zwecke etwa $3000 - 3200^{\circ}$ K. Ein neutrales Grau reflektiert stets alle auftreffenden Strahlen verschiedener Wellenlänge teilweise. Ein Farbfilm kann Grau nur als solches wiedergeben, wenn er auf die Farbtemperatur der Lichtquelle abgestimmt ist. Im Glühlampenlicht von 3000° K ist der relative Rotanteil grösser als im Tageslicht von 5800° K. Ein für Tageslicht abgestimmter Farbfilm wird ein mit einer Glühlampe beleuchtetes Grau rotstichig wiedergeben.

Galaktische und extragalaktische Nebel sind keine Temperaturstrahler, dagegen die Fixsterne. Sie emittieren in der Regel Licht, das ein Linienspektrum ergibt. Es kann dann nicht mehr von einer Farbtemperatur der Lichtquelle gesprochen werden. Der Dreischichtfilm vermag aus prinzipiellen Gründen Spektralfarben nie voll gesättigt wiederzugeben, doch aber farbsonrichtig.

Die lichtempfindliche Substanz aller drei Schichten eines Farbfilms ist das Bromsilber, und sie befolgt das Gesetz von Schwarzschild. Leider ist der Schwarzschildexponent der drei Schichten verschieden. Die für Astroaufnahmen notwendigen langen Belichtungszeiten ergeben einen grossen Einfluss des Schwarzschildexponenten, und die Folgen sind Farbverschiebungen auf dem Bild gegenüber der Farbvorlage. Eine farbige Astroaufnahme kann nie originalgetreue Farben zeigen. Eine Ausnahme sind Mondaufnahmen, die oft nur kurze Belichtungszeiten erfordern.

Eine weitere Schwierigkeit der Astrophotographie mit Farbfilm bieten die Objekte mit ihren sehr verschiedenen Helligkeiten. Die einen Objekte ergeben zu helle, andere zu dunkle Farben, deren Farbton aus den schon genannten Gründen zudem verschoben ist.

Welche Wege stehen offen, um zu farbrichtigen Astroaufnahmen zu kommen? Zuzufolge der langen Belichtungszeiten ist das Farbgleichgewicht der Emulsion gestört, und es muss versucht werden, dieses durch Farbfilter wieder herzustellen. Aus Gründen, die hier nicht angeführt werden können, müssen dazu oft noch sogenannte Masken eingesetzt werden. Näheres darüber ist der einschlägigen Literatur ⁽²⁾ zu entnehmen. Um die Belichtungszeiten während der Aufnahmen nicht zu verlängern, wird die Filterung vorteilhaft erst später in einem Umkopierprozess vorgenommen.

William C. MILLER verwendete für seine bekannten farbigen Himmelsaufnahmen den Super-Anscochrome-Film. Die Aufnahmen sind durch nachträgliche Filterung korrigiert worden. Für die Aufnahme des Krebsnebels im Taurus waren fast 5 Stunden Belichtungszeit notwendig. Dann mussten Zweidrittel des Blaulichtes und ein Fünftel des Grünlichtes ausfiltriert werden.

Im Laufe der Zeit sind Farbfilme verschiedener Marken für Astroaufnahmen eingesetzt worden. Bei Fixsternen fällt allgemein auf, dass die schwächeren Sterne fast ausnahmslos blau erscheinen. Die Markenunterschiede sind teilweise gross, doch kann auf Grund der bisherigen Untersuchungen der bestgeeignete Film noch nicht genannt werden. Die für die Filme angegebenen Empfindlichkeitszahlen sind in der Astrophotographie mit Vorsicht aufzunehmen. So kann ein niedrigempfindlicher Farbfilm unter gleichen Bedingungen mehr Sterne in einem Himmelsfeld registrieren als ein höher empfindlicher.

Der Umkopierprozess erfordert einige Vorarbeiten, da die vom Film her bedingten Farbverschiebungen durch die langen Belichtungszeiten bekannt sein müssen. Eine Farbvorlage wird so beleuchtet, dass sie mit einer Belichtungszeit, die kürzer als eine Sekunde ist, aufgenommen werden kann. Diese Aufnahme wird als farbtönrichtig angenommen. Dieselbe Farbvorlage wird nun bei wesentlich schwächerer Beleuchtung mit verschiedenen Belichtungszeiten, die die Grössenordnung derjenigen von Astroaufnahmen haben sollen, photographiert. Zu beachten ist, dass für die Beleuchtung stets eine Lichtquelle genau derselben Farbtemperatur benützt wird. Durch photometrische Messung der Diapositive können die Farbkoordinaten der verschiedenen Aufnahmen bestimmt werden. Die Farbverschiebung eines lang belichteten Diapositivs kann nun durch Reproduktion weitgehend korrigiert werden, indem

das für die Beleuchtung des Diapositivs verwendete Licht zweckmässig gefiltert wird. Als Filter eignen sich vor allem die für die Herstellung farbiger Papierbilder verwendeten. Für die Ermittlung der optimalen Filterung ist eine Versuchsreihe notwendig. Nachdem die Filterung zur Korrektur für die durch eine festgelegte Langzeitbelichtung auftretende Farbverschiebung ermittelt worden ist, kann sie nun auf die Reproduktion von Astroaufnahmen übertragen werden unter der Voraussetzung dass Emulsionen derselben Nummer verwendet worden sind und dass die Bedingungen bei der Entwicklung dieselben waren. Das Verfahren würde wesentlich komplizierter, wenn mit Masken gearbeitet werden müsste. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn Amateure, die über die notwendigen Mittel und die Zeit verfügen, das vorgeschlagene Verfahren mit Farbfilmen verschiedenster Herkunft auf breiter Basis prüfen würden.

LITERATUR

- (¹) BOUMA, Farbe und Farbwahrnehmung. Philips' Technische Bibliothek (1951).
(²) SCHULTZE, Farbenphotographie und Farbenfilm. Springer-Verlag (1953).

RÉSUMÉ

ASTROPHOTOGRAPHIE EN COULEURS

La photographie en couleurs d'objets célestes (étoiles, nébuleuses, etc.) présente de grandes difficultés dès qu'on veut fixer sur la pellicule les couleurs véritables des astres. Ces difficultés proviennent essentiellement de la brillance apparente extrêmement faible des étoiles et nébuleuses, ce qui nécessite des temps de pose très grands. Or le noircissement des diverses couches sensibles qui constituent l'émulsion des films en couleurs ne dépend pas linéairement du temps de pose (loi de Schwarzschild), d'où un écart appréciable entre la couleur du film développé et celle de la source. Les auteurs proposent aux amateurs intéressés des essais de photographies astronomiques en couleurs pour trouver les émulsions les plus convenables.

Manuskript eingegangen am 19. Dezember 1962.

Adresse des Verfassers :

Erwin GREUTER, Chemiker, Haldenweg 18, Herisau (AR).

FARBENPHOTOGRAPHIE IN DER ASTRONOMIE *

Von M. SCHÜRER, Bern

Wenn wir uns mit dem Problem der Farbenphotographie in der Astronomie auseinandersetzen wollen, stossen wir auf einige grundlegende Fragen. Warum sind die astronomischen Objekte verschieden farbig? Von welchen physikalischen Grössen hängt die Frage eines Gestirns ab? Kann man einem Stern objektiv eine bestimmte Farbe zuordnen? Kann man diese Farbe prinzipiell mit Hilfe der Farbenphotographie reproduzieren? Welche wissenschaftliche Bedeutung kann die Farbenphotographie in der Astronomie erlangen?

Die Erörterung dieser Fragen führt uns bald in schwierige Gebiete der physikalischen und physiologischen Optik, und wir müssen stark schematisieren, um zu den einfachsten Erkenntnissen zu gelangen.

Alle Farben lassen sich als Gemisch der drei Grundfarben Blau, Grün und Rot darstellen. Für diese besitzen wir in unserem Auge Organe, die je nach der spektralen Energieverteilung des Lichts (Verteilung der Lichtintensität auf die verschiedenen Wellenlängen oder Spektralfarben) verschieden stark angeregt werden und zusammen einen einheitlichen Farbeindruck erzeugen. Dieser bleibt erhalten, solange das Auge weder geblendet noch bis zur untern Grenze der Empfindlichkeit beansprucht wird; gegen diese beiden Grenzen hin ändert sich jedoch auch bei gleichbleibender spektraler Energieverteilung der subjektive Farbeindruck wesentlich.

Die Fixsterne strahlen nun bekanntlich Licht aller Wellenlängen aus, und die spektrale Energieverteilung kann in erster Näherung als diejenige eines sogenannten schwarzen Körpers betrachtet werden, die nur von der Temperatur abhängt. Berechnet man die Farben, die sich bei Erregung unserer drei Grundfarbempfindungen durch Sterne verschiedener Temperatur ergeben müssten, so stellt man fest, dass nur zwei Farbtöne vorkommen sollten, die mehr oder weniger gesättigt sind: der gelbe und der blaue. Bei 5000° bis 6000° (ungefähr der Sonnentemperatur) schlägt der gelbe über Weiss in den blauen um. Bei $20\,000^{\circ}$ (B-Sterne) sollten die Sterne so blau scheinen wie der tiefste Hochgebirgshimmel. Wir empfinden die Farben der Sterne jedoch wesentlich anders. Sie verlaufen von Rot über Orange nach Gelb (ob man Sterne

* Referat gehalten am Kolloquium über Farbenphotographie (Carona, 29. – 30. September 1962).

auch blau sieht, darüber wird noch gestritten). Der Unterschied zwischen der berechneten und der tatsächlich empfundenen Farbe kommt daher, dass die Intensität des Sternlichts an der unteren Grenze der normalen Sehfähigkeit liegt. Erhitzt man andererseits ein Stück Metall, so sieht man es schon bei 2000° bis 2500° weissglühend, bei welcher Temperatur die Sterne noch tief rot erscheinen. Diese Farbverschiebung rührt davon her, dass das Metallstück eine sehr viel grössere Fläche unserer Netzhaut bestrahlt als der Stern und wird dadurch geblendet werden. Auch mit einem Feldstecher sehen wir die Farben der helleren Sterne gegen Blau zu verschoben: ein von Auge roter Stern erscheint im Feldstecher orange, ein gelber weiss und ein weisser bläulich. Die Farbempfindung hängt also nicht allein von der spektralen Energieverteilung ab, sondern auch von der gesamten Lichtintensität, die unser Auge trifft.

Ganz ähnlich, wenn auch aus andern Gründen, verhält sich nun im allgemeinen der Farbfilm. Objektiv verschieden farbige Sterne können photographisch die gleichen Farben ergeben, und umgekehrt findet man für gleichfarbige Sterne je nach scheinbarer Helligkeit und Belichtungszeit verschieden farbige Reproduktionen. Insbesondere erscheinen die schwachen Sterne meist alle viel zu blau. Die Veränderung der Farbe durch die scheinbare Helligkeit, durch die Lichtstärke des Instruments und die Belichtungszeit liesse sich eventuell durch Aufnahmen mit verschiedenen Farbfiltern etwas vermindern. Die blauen Farbtöne variieren aber über weite Temperaturbereiche der Sterne auf den Farbaufnahmen überhaupt nicht, so dass sich nicht mehr eindeutig aus der Farbe auf die Temperatur schliessen lässt.

Nun ist gerade die Temperatur oder die spektrale Energieverteilung, neben der scheinbaren Gesamthelligkeit in irgend einem Bereich, jene physikalische Grösse, die den Astronomen interessiert. Um sie zu erhalten, musste er bis anhin mindestens zwei Messungen anstellen, in zwei verschiedenen Farbbereichen. Die Differenz der beiden Helligkeiten war ihm ein erstes angenähertes Mass für die spektrale Energieverteilung. Wenn durch die Farbenphotographie neben den Helligkeiten gleichzeitig eindeutig die Farben der Sterne mitbestimmt werden könnten, wäre dies ein wichtiger Fortschritt. Wenn der Farbfilm als Filter vor eine Projektionslampe gesetzt wird, sollte im Idealfall das durchgehende Licht dieselbe relative spektrale Energieverteilung zeigen wie das abgebildete astronomische Objekt.

Wie weit die Farbenphotographie heute noch von diesem Ziel entfernt ist, erkennt man vielleicht am deutlichsten bei der Farbaufnahme von Spektren. Die Uebergangsfarbtöne gehen in den Spektren meist

ganz verloren, und man erhält ziemlich unvermittelte Wechsel von Rot nach Gelb, nach Grün und nach Blau. Violette Töne sind überhaupt nicht zu sehen; und bei den schwächeren Sternen geht sogar Rot direkt in Grün über. Es ist aber sehr wohl möglich, dass andere Emulsionen als diejenigen, die wir für unsere Experimente benutzten, ein farben-treueres Bild ergeben.

Neben der Temperaturstrahlung, die in mehr oder weniger reiner Form bei den Fixsternen auftritt, gibt es nun noch die Fluoreszenzstrahlung, die einen ganz anderen Charakter hat und bei der auch viel ausgeprägtere Farben auftreten können. Hier sind vor allem die interstellaren Emissionsnebel und die planetarischen Nebel zu erwähnen. Bei ihnen treten als Emissionslinien neben der Balmer-Serie des Wasserstoffs hauptsächlich und intensiv noch sogenannte verbotene Linien des Sauerstoffs und des Stickstoffs auf. Besonders schön lässt sich dies an Objektivprismenspektren planetarischer Nebel erkennen. Da die einzelnen Emissionen verschiedener Wellenlänge nicht alle an den gleichen Stellen eines solchen Nebels auftreten, erscheinen in den Spektren nebeneinander die monochromatischen Bilder des Nebels zum Teil verschieden gross. Das integrale Bild des Nebels erscheint dann, als Zusammensetzung der ungleich grossen monochromatischen Bilder, in den verschiedenen Regenbogenfarben strahlend. Ich erinnere an die bekannte Farbaufnahme des Ringnebels in der Leier vom Palomar Observatory. Farbaufnahmen von Emissionsnebeln können auch für den Astronomen sicher von Nutzen sein, wenn er sich mit einem Blick über die Emissionen in verschiedenen Regionen eines ausgedehnten Nebels orientieren will.

Auch bei einzelnen Sternen, vor allem bei Novae, treten Emissionslinien im Spektrum auf. Diese beherrschen in einer Nova wenige Tage nach dem Maximum das ganze Spektrum, und der Stern erscheint im integralen Licht kräftig rot oder gar purpur. Hier sehe ich eine zweite Möglichkeit der zukünftigen Anwendung der Farbenphotographie in der wissenschaftlichen Beobachtungstechnik. Mit einem Blick könnte auf solchen Aufnahmen eine verdächtige Nova erkannt werden. Dies, neben der rein didaktischen und ästhetischen Bedeutung der astronomischen Farbenphotographie, rechtfertigt sicher eine Fortsetzung der Bemühungen auf diesem Gebiet, und der Amateur könnte hier durch systematische Versuche gute Dienste leisten.

Eingegangen am 11. Dezember 1962.

Adresse des Verfassers:

Prof. Dr. Max Schürer, Astronomisches Institut der Universität Bern.

OCCULTATION DE SATURNE PAR LA LUNE
DU 4 NOVEMBRE 1962

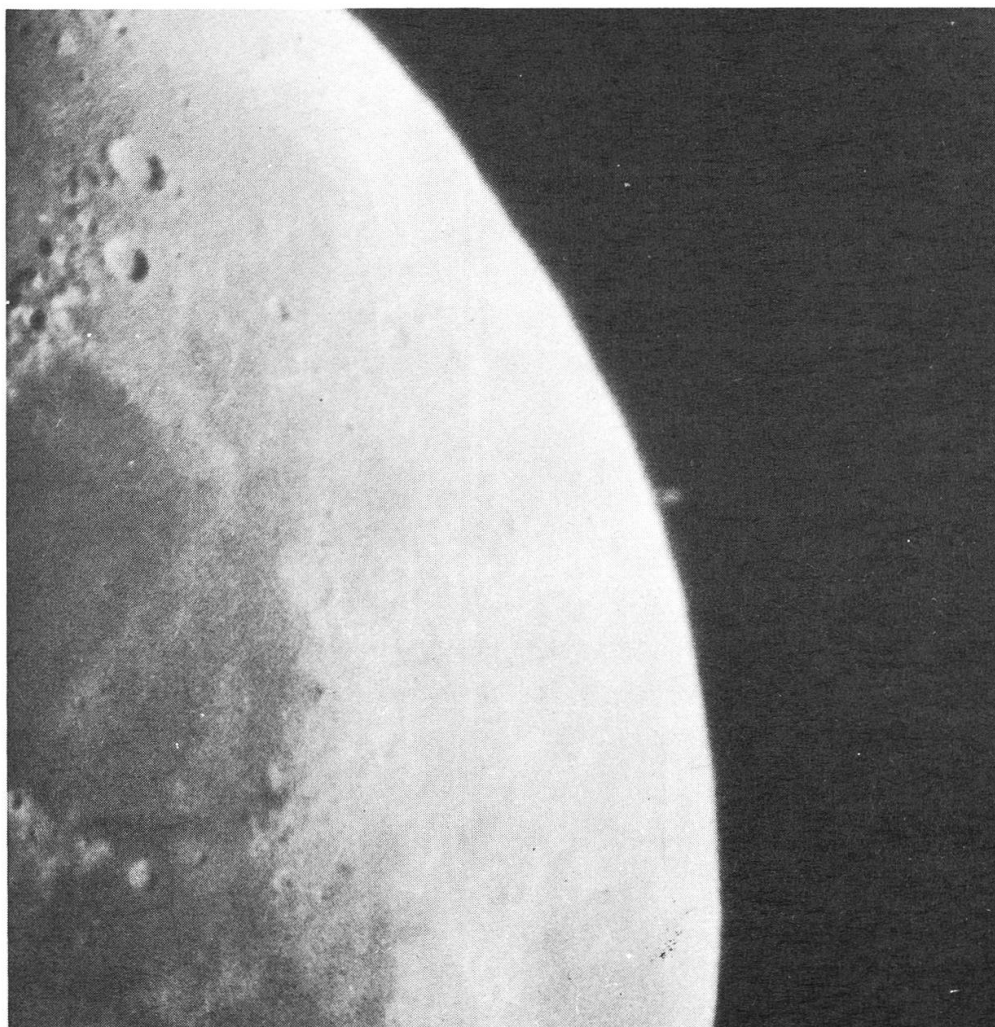


Figure 1 — Photographie prise à l'Observatoire de Neuchâtel le 4 novembre 1962, à 21^h 11^m 02. Agrandissement ca. 7 fois.

Instrument: Refracteur visuel de l'Observatoire de Neuchâtel (D = 300 mm. f = 4500 mm).

Pose: 1 sec.

Film: Kodak Tri-X

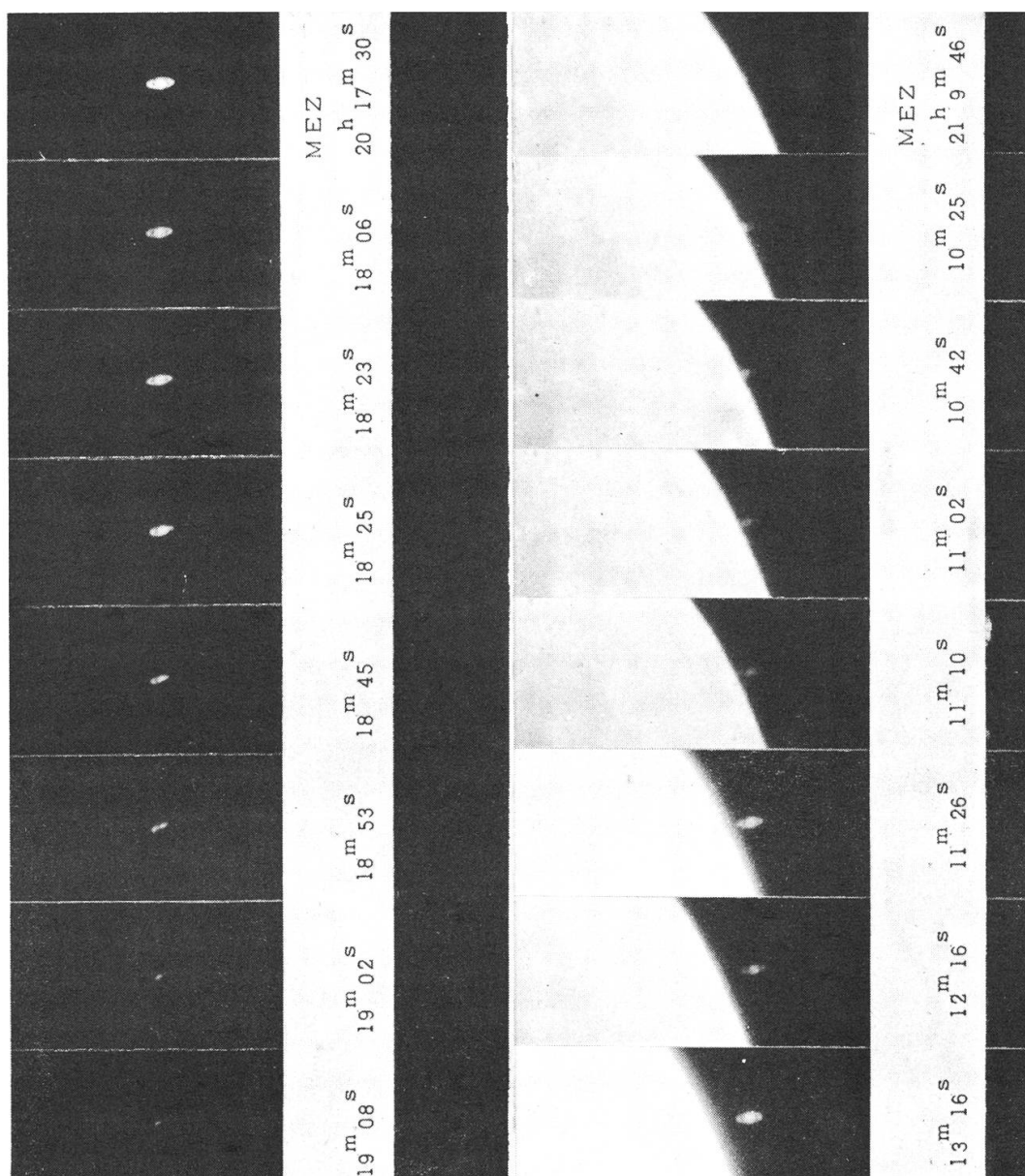


Figure 2 — Disparition de Saturne (à gauche) et réapparition (à droite).
Poses : 1 sec (les poses de 21^h 11^m 26^s et de 21^h 13^m 16^s ont duré 5 sec.) .

Les photographies sont de qualité médiocre, la faible hauteur des astres et le ciel temporairement nuageux en sont les causes principales.

La photographie planétaire pourrait être un champ d'application des instruments à long foyer et dépourvus d'aberrations chromatiques (par exemple les télescopes à faisceaux inclinés).

F. Egger

OCCULTATION DE SATURNE PAR LA LUNE

Par M. FLUCKIGER, Lausanne

Le 4 novembre 1962, vers 20^h 15^m, la Lune devait occulter la planète Saturne, phénomène fort rare. Nous avons alors décidé de tenter la photographie de ce phénomène, malgré des conditions météorologiques très défavorables. Voici les résultats obtenus :

Instruments :

réflecteur de 62 cm d'ouverture de l'observatoire de l'Université de Lausanne, équipé en son foyer Cassegrain d'un boîtier de caméra Exakta Varex IIa muni du dispositif dit d'ampli-visée. La distance focale résultante est de 15 m.

Photos :

nous avons utilisé de la pellicule petit format Kodak Tri X posée pendant un cinquième de seconde et développée au révélateur Kodak D 19 b.

Les images, sur le négatif, de la planète Saturne ont 3 mm de long.

Conditions de travail :

difficiles. Le brouillard au sol vient de se dissiper et la planète se trouve à une dizaine de degrés sur l'horizon.

Résultats :

nous avons pu prendre une photo avant le phénomène et quatre photos pendant l'occultation. Les heures, données en heure de l'Europe Centrale, étaient fournies par le chronographe de l'observatoire relié à la pendule.

Observation visuelle du phénomène.

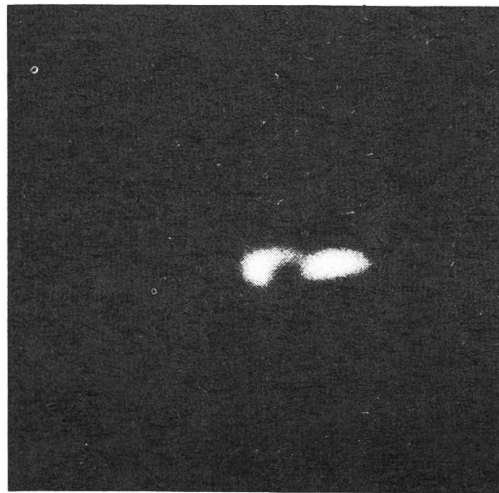
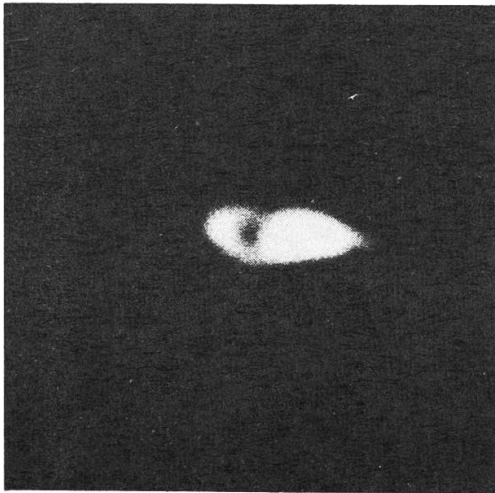
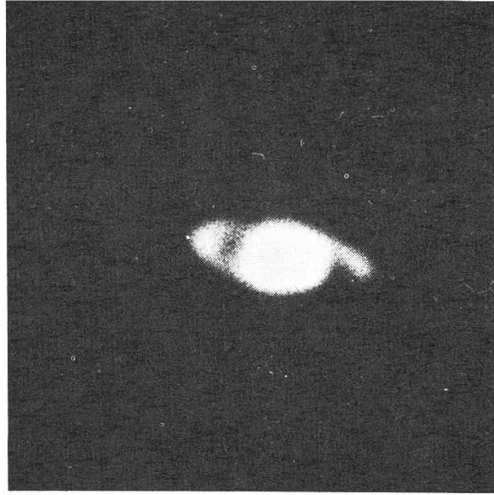
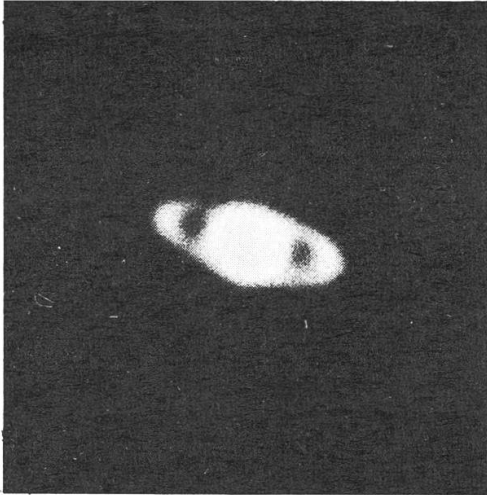
Deux réflecteurs de 15 cm d'ouverture ont permis de suivre le phénomène visuellement et d'obtenir les résultats suivants :

Contact avec la planète : 20^h 17^m 42^s,6 Bel.

Passage du bord lunaire sur l'intersection du bord intérieur de l'anneau et de la planète (au sud)

20^h 18^m 06^s,6 Bel.

Ce contact correspond presque au passage sur le centre du disque de Saturne.



Contact bord intérieur de
l'anneau $20^{\text{h}} 18^{\text{m}} 20^{\text{s}},1$ Bel.

Disparition du disque de la
Planète $20^{\text{h}} 18^{\text{m}} 26^{\text{s}},9$ Bel.
 $20^{\text{h}} 18^{\text{m}} 27^{\text{s}},6$ Sut.

Contact avec le bord exté-
rieur de l'anneau $20^{\text{h}} 18^{\text{m}} 33^{\text{s}},9$ Bel.
 $20^{\text{h}} 18^{\text{m}} 34^{\text{s}},5$ Sut.

Mes collaborateurs, que je remercie vivement, ont été:
au chronographe : Georges Chevallier

aux instruments
visuels : Roger Belrichard
Christian Sutter.

Position de l'observatoire : Longitude : $6^{\circ} 37' 27'',6$ E
Latitude : $46^{\circ} 32' 00'',7$ N
Altitude : 595 m

DAS JULIANISCHE DATUM

Von E. LEUTENEGGER, Frauenfeld

So bezeichnet man eine fortlaufende Tageszählung, die sich zur Berechnung von Zeitintervallen, aber auch zur Bestimmung des Wochentages für ein beliebig gegebenes Kalenderdatum eignet. Diese fortlaufende Tageszählung, die auf Vorschlag von Josephus Justus Scaliger im Jahre 1581 eingeführt worden ist, beginnt am 1. Januar des Jahres 4713 v. Chr. Mittags 12 Uhr, Weltzeit (= 13 Uhr MEZ). Die seit 12 Uhr WZ verflossenen Stunden, Minuten und Sekunden werden als Tagesbruch dem ganzzahligen Julianischen Datum (J.D.) angehängt. Der Zeitmoment 1962 Jan. $1^{\text{d}} 21^{\text{h}}$ MEZ ergibt so beispielsweise das J. D. 2437666,3333 ...

Die Lichtwechselelemente veränderlicher Sterne, z.B. die Minima von Bedeckungsveränderlichen, werden in der Literatur stets vermittels des J. D. angegeben. Z.B. lassen sich die Minima des Algolsterns Z Vulpeculae durch die Formel

$$\text{Min.} = \text{J. D. } 2425456,117 + 2,454926^{\text{d}} \cdot E$$

berechnen. In dieser Formel ist J. D. 2425456,117 ein (gut bestimmtes) Ausgangsminimum, das am 28. August 1928 $16^{\text{h}} 0^{\text{m}}$ W.Z. = $17^{\text{h}} 0^{\text{m}}$ MEZ stattgefunden hat. $2,454926^{\text{d}}$ ist die Periode, d.h. die Zeit von einem Minimum zum folgenden.

Um die Zeit des ersten Minimums des oben genannten Algolsterns Z Vulpeculae im Jahre 1962 zu finden, berechnen wir die Anzahl der Tage, die vom erwähnten Ausgangsminimum bis zum Datum 1962 Jan. 1. Mittags 12^{h} WZ = J. D. 2437666,000 verfloßen sind: $12209,883^{\text{d}}$. Division durch die Periode 2,454926 ergibt 4973,6.. In der Zwischenzeit erfolgte Minima. 4974 Perioden machen $12210,802^{\text{d}}$ aus, so dass das erste Minimum des Jahres 1962 auf J. D. $2425456,117 + 12210,802 = \text{J. D. } 2437666,919 = 1962 \text{ Jan. } 2^{\text{d}} 11,05^{\text{h}}$ MEZ fällt, also nicht beobachtbar ist. Dagegen wird das nächste Minimum, das auf J. D. $2437669,374 = 1962 \text{ Jan } 4^{\text{d}} 21,98^{\text{h}}$ MEZ fällt, günstig liegen.

Ich habe schon erwähnt, dass die Julianische Tageszählung die einfache Bestimmung des Wochentages für ein gegebenes Datum ermöglicht. Da der 1. Jan. 4713 v. Chr. ein Montag war, brauchen wir nur die Tagesdifferenzen durch 7 zu dividieren. Je nachdem dabei als Rest 0, 1, 2, ..., 6 herauskommt, ist das gegebene Datum ein Montag, Dienstag, oder Sonntag. Als Beispiel sei der 1. Jan. 1962 = J. D. 2437666 angeführt. Da die Zahl ohne Rest durch 7 teilbar ist, muss der 1. Jan. 1962 ein Montag sein.

Julianisches Datum für die Jahre 1960 – 1970

Die in der nachstehenden Tabelle enthaltenen Zahlenwerte gelten für den 0-ten eines jedes Monats; für ein anderes Datum ist stets noch die Tageszahl hinzuzufügen. Bruchteile des Tages werden ab 12^{h} WZ = 13^{h} MEZ in Dezimalteilen des Tages gezählt, hinzugefügt.

Beispiel:

$$1962 \text{ Mai } 7^{\text{d}} 19^{\text{h}} 30^{\text{m}} \text{ MEZ} = 18^{\text{h}} 30^{\text{m}} \text{ WZ} = \text{J. D. } 2437427,207$$

Adresse des Verfassers:

Dr. E. Leutenegger, Rüegerholzstrasse 17, Frauenfeld.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1960	2436934	965	994	*025	*055	*086	*116	*147	*178	*208	*239	*269
1961	2437300	331	359	390	420	451	481	512	543	573	604	634
1962	665	696	724	755	785	816	846	877	908	938	969	999
1963	2438030	061	089	120	150	181	211	242	273	303	334	364
1964	395	426	455	486	516	547	577	608	639	669	700	730
1965	761	792	820	851	881	912	942	973	*004	*034	*065	*095
1966	2439126	157	185	216	246	277	307	338	369	399	430	460
1967	491	522	550	581	611	642	672	703	734	764	795	825
1968	856	887	916	947	977	*008	*038	*069	*100	*130	*161	*191
1969	2440222	253	281	312	342	373	403	434	465	495	526	556
1970	587	618	646	677	707	738	768	799	830	860	891	921
* 4-stellige Vorziffer der folgenden Zeile.												

ZUR PRÜFUNG KURZBRENNWEITIGER KUGELSPIEGEL

B. KLAUS, Grenchen

Im Unterschied zu den normalbrennweitigen Teleskopspiegeln stellen kurzbrennweitige Kugelspiegel, wie sie neuerdings in astronomischen Instrumenten immer weitere Verbreitung finden, einige spezielle Anforderungen an die Messmethoden der Prüftechnik. Dies beginnt bereits bei der Bestimmung des Krümmungsradius während des Grobschliffs, für welche die allen Spiegelschleifern geläufige Methode von EVEREST nicht mehr genügt. Bekanntlich stellt man sich dabei mit einer Handlampe gegenüber des tropfnass aufgehängten Spiegels und beobachtet, ob die Reflexion derselben in der gleichen oder entgegengesetzten Richtung wandert, wenn man die Lampe hinauf und hinunter bewegt. Je nachdem befindet man sich dann innerhalb oder ausserhalb des Krümmungsmittelpunktes.

Es liegt nun nahe, zur Bestimmung des Krümmungsradius ein Sphärometer zu verwenden, mit dem direkt die Tiefe der Spiegelkurve gemessen werden kann. Wenn kein solches recht kostspieliges Präzisionsinstrument zur Verfügung steht, kann mit sehr gutem Erfolg die folgende Methode angewandt werden, die wieder mit der Reflexion am nassen Spiegel arbeitet.

Das Prinzip ist sehr einfach.

Eine 250 Watt Schmalfilmlampe aus einem Diaprojektor muss knapp neben den Krümmungsmittelpunkt des Spiegels gestellt werden. Neben der Lampe dient ein auf derselben Unterlage montiertes weisses Kartonschirmchen dazu, das vom nassen Spiegel reflektierte Licht aufzufangen. Bei richtiger Aufstellung, die durch Versuche zu erhalten ist, erscheint auf dem Schirmchen das vom Spiegel erzeugte Bild der Lampenwendel, welches dann in bester Schärfe zu erkennen ist, wenn der Krümmungsmittelpunkt des Spiegels genau in der Mitte zwischen der Lampe und ihrem Bilde liegt. So kann man den Krümmungsradius auf den Millimeter genau bestimmen (siehe Abbildung 1).

Zur Kurvenprüfung am polierten Spiegel können wir ohne weiteres die Messerschneideprobe nach Foucalt anwenden, wenn wir nur dafür sorgen, dass der künstliche Stern und die Messerschneide sehr nahe — ein bis zwei Zentimeter sind noch zulässig — und möglichst genau senkrecht übereinander, statt nebeneinander, zu liegen kommen. Wir machen ja mit der senkrecht stehenden Klinge die Zonenfehler in der Horizontalen sichtbar, während sie in der Vertikalen nicht erscheinen. Darum spielt eine vertikale Differenz zwischen künstlichem Stern und Klinge eine geringe Rolle.

Abbildung 1 – Schmalfilmlampe und weisses Schirmchen.

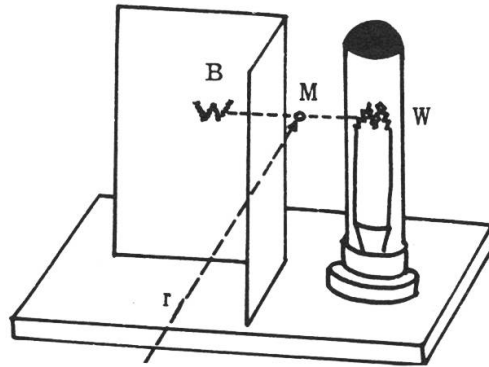
W = Wendel

B = Vom Spiegel erzeugtes Bild der Wendel

M = Krümmungsmittelpunkt

r = Krümmungsradius (Spiegelmitte bis M)

Die Lampenwendel und das Schirmchen müssen in einer Ebene liegen. Der Streifen dazwischen dient der Abschattung des Schirmchens vor direktem Licht.



Als Lichtquelle dient uns zum Beispiel eine gewöhnliche 60 Watt-Glühlampe, die in einer Büchse hängt. Die Büchsenwand erhält eine mit Stanniol überklebte Oeffnung. In das Stanniol wird vorher mit einer Stecknadel ein feines Löchlein – der künstliche Stern – gedrückt. Die Mattierung der Birne ist wegen des grossen Ausleucht winkels wichtig, den der kurzbrennweitige Spiegel erfordert. Damit nun diese etwas unförmige Lichtquelle genügend nahe an die Messerschneide gebracht werden kann, lenken wir das Licht vom künstlichen Stern – K in Abbildung 2 – über ein Prisma P_1 um 90° zum Spiegel. Das von diesem zurückkehrende Licht wird durch ein zweites Prisma P_2 , welches auf dem ersten liegt, zur Messerklinge M geführt. Diese, ein Stück aus einer Rasierklinge, wird direkt auf die augennähere Prismenkathete geklebt. Die ganze Einrichtung muss so justiert werden, dass vom Spiegel aus gesehen der künstliche Stern und die Messerschneide – beide durch je ein Prisma reflektiert – genau übereinander stehen. Man stellt alles am besten auf ein Brettchen, das als ganzes herumgeschoben werden kann. Mit einiger Geschicklichkeit merkt man bald, wie man diesen «Schlitten» bewegen muss, um die Schattenprobe richtig zu sehen. Im Zweifelsfall erwärmt man mit dem trockenen Finger eine Stelle der Spiegelfläche durch kurzes Berühren. Bei richtiger Einstellung muss dabei der bekannte «Berg», hervorgerufen durch die Wärme-dehnung, zu erkennen sein.

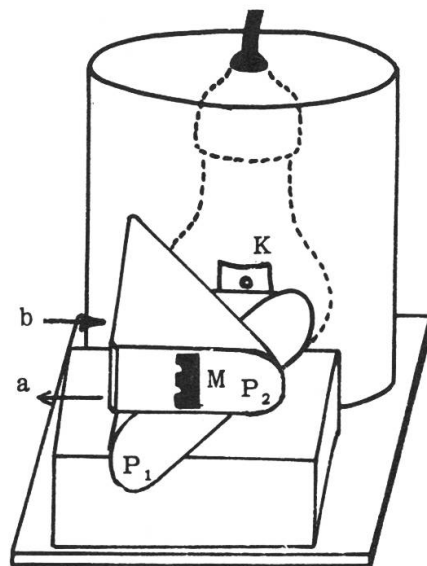
Abbildung 2 – Foucaultprobe mit zwei Prismen.

K = künstlicher Stern

P_1 und P_2 = Prismen

M = Messerschneide

a = zum Spiegel; b = vom Spiegel



Dr. h. c. F. SCHMID, OBERHELFENSWIL †

Am 5. Dezember 1962 wurde im schönen Toggenburgerdorf Oberhelfenswil ein Mann zu Grabe getragen, der allen Sternfreunden ein leuchtendes Beispiel nimmermüden Schaffens, der Ausdauer und des zielbewussten Forschens sein wird: der Zodiakallichtforscher Dr. h. c. Friedrich SCHMID. Er starb im hohen Alter von über 92 Jahren.

Obwohl von Beruf Landwirt – und er übte den Beruf in früheren Jahren auch wirklich aus – hat er sich durch seine Zodiakallicht-Beobachtungen und seine eigene Erklärung des Phänomens in der wissenschaftlichen Welt einen Namen gemacht. Für seine Forschungen ist ihm 1917 von der Eidg. Technischen Hochschule die Würde eines Ehrendoktors der Naturwissenschaften verliehen worden. Unsern Mitgliedern ist Dr. F. Schmid durch seine zahlreichen Beiträge im «Orion» bekannt. Die SAG hat vergangenes Jahr den hochbetagten Forscher zu ihrem Ehrenmitglied ernannt. Eine Würdigung seiner Lebensarbeit wird in der nächsten Nummer des «Orion» folgen. E.L.

Madame GABRIELLE CAMILLE FLAMMARION †

Le 28 octobre dernier est décédée, dans sa 86^e année, Madame Gabrielle Camille FLAMMARION, Secrétaire général de la Société astronomique de France, membre d'honneur de la Société astronomique de Genève.

De son nom de jeune fille Gabrielle Renaudot, elle fut durant de nombreuses années la secrétaire de Camille Flammarion, qui l'épousa en 1919, ayant perdu sa première femme l'année précédente. En 1925, à la mort de Camille Flammarion, elle prit la place de son mari à la S.A.F., et devint secrétaire général, poste qu'elle occupa sans discontinuer et avec un très grand dévouement à la cause de l'astronomie. Parallèlement, elle dirigeait l'Observatoire de Juvisy, et publiait en outre régulièrement l'Annuaire astronomique Camille Flammarion. Entre 1948 et 1960, elle fit presque chaque année un séjour à Genève, où elle se lia d'amitié avec les membres de la SAG, particulièrement MM. Mayor et Du Martheray, avec lesquels elle entretenait une correspondance suivie. C'est en 1960 que nous eûmes pour la dernière fois le plaisir de la voir, à un petit repas qui réunissait autour d'elle une quinzaine de membres de la SAG.

Avec le départ de l'épouse et successeur de son fondateur, une page importante de l'histoire de la Société astronomique de France est définitivement tournée. C'est une grande perte pour cette société, à laquelle nous exprimons toute notre plus vive sympathie. E. A.

AUS DER FORSCHUNG
NOUVELLES SCIENTIFIQUES

Provisorische Sonnenflecken-Relativzahlen September–Dezember 1962.
(Eidg. Sternwarte, Zürich)

Tag	September	Oktober	November	Dezember
1	48	51	16	27
2	57	35	13	29
3	81	22	16	37
4	88	18	12	42
5	90	13	0	43
6	82	25	9	46
7	71	37	12	48
8	59	40	18	28
9	58	42	14	25
10	44	51	14	12
11	51	63	25	10
12	62	63	25	10
13	59	74	45	18
14	53	67	50	24
15	60	62	58	12
16	42	51	84	0
17	33	43	62	14
18	35	33	44	23
19	24	29	40	30
20	24	28	24	45
21	32	35	17	32
22	32	41	8	28
23	41	43	0	23
24	54	41	12	32
25	53	43	21	23
26	55	48	21	14
27	51	42	16	0
28	47	31	13	7
29	36	15	8	0
30	46	20	10	0
31		23		7

Monats-Mittel: September: 52.3; Oktober: 39.6; November: 23.6;
Dezember: 22.2

M. Waldmeier

Ausbrüche auf Jupiter

Von Dr. J.H. FOCAS und C. BONAS, Athen sind photographisch und visuell Störungen im südlichen Aequatorband (SEB) und in der angrenzenden südlichen tropischen Zone (STZ) = Bänder sind dunkle, Zonen helle Streifen – beobachtet worden und zwar :

1962 August 30 erste Anzeichen einer Aktivität zwischen den jovizentrischen Längen 220° und 340° ,

Sept. 8 dasselbe zwischen 140° und 240° jovizentrischer Längen

Oktober 20 helle Flecken und dunkle Knoten im südlichen Teil des SEB zwischen 220° und 320° ,

Nov. 18 Gesamtlänge des gestörten Gebietes ungefähr 200° , 140° bis 350° jovizentrischer Längen, hauptsächlich bei 140° , 260° und 310° . Vorausgehendes und nachfolgendes Ende durch helle Gebiete markiert.

Alle jovizentrischen Längen sind im System II, das für mittlere Breiten gilt, angegeben. Nachstehend seien die jovizentrischen Längen des Zentralmeridians angegeben für :

WZ	Dezember 1962							
	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
18 ^h	82.2°	232.3°	22.4°	172.4°	322.5°	112.6°	262.6°	52.7°
19	118.5	268.6	58.7	208.7	358.8	148.9	298.9	89.0
20	154.7	304.8	94.9	244.9	35.0	185.1	335.1	125.2
21	191.6	341.7	131.2	281.2	71.3	221.4	11.4	161.5
22	227.3	17.4	167.5	317.5	107.6	257.7	47.7	197.8
23	263.5	53.6	204.7	353.7	143.8	293.9	83.2	234.0
24	299.8	89.9	240.0	30.0	180.1	330.2	120.2	270.1

Die stündliche Aenderung der jovizentrischen Länge des Zentralmeridians beträgt 36.3° im System II. (S. a. «Sternenhimmel 1963», S. 31.)

Circ. IAU N° 1809, Dezember 1962.

E.L.

BEOBACHTER – ECKE

LA PAGE DE L'OBSERVATEUR

Besondere Himmelserscheinungen im April – Juni 1963

Der sonnennahe *Merkur* ist in der zweiten Hälfte April und anfangs Mai am frühen Abendhimmel kurze Zeit sichtbar. Trotz einer relativ weiten Elongation von 23^0 kann dagegen die westliche Ausweichung von Mitte Juni nur tagsüber teleskopisch beobachtet werden. – *Venus* bleibt weiterhin Morgenstern, bei abnehmendem Sonnenabstand. – *Mars* entfernt sich rasch von der Erde; sein scheinbarer Durchmesser verringert sich von $9.7''$ auf $5.4''$ bis Ende Juni. Der Planet steht am 5. Juni nahe nördlich *Uranus*. – *Saturn* ist am Morgenhimmel sichtbar. – *Jupiter* erscheint erst Mitte Mai am Morgenhimmel. Es lohnt sich die grossen Veränderungen in seiner Äquatorzone zu überwachen. – *Nep-tun* gelangt im Mai in Opposition zur Sonne und kann mit kleinen optischen Hilfsmitteln in der Waage aufgesucht werden. – Der lichtschwache Planetoid 1580 *Betulia* kommt im Mai der Erde aussergewöhnlich nahe. – Von den vier Meteorströmen, die in der Berichtsperiode erscheinen, dürften die Lyriden um den 22. April, bei allerdings relativ geringer Frequenz, ein Maximum aufweisen.

Einzelheiten über alle Erscheinungen im Jahrbuch «Der Sternenhimmel 1963».

R.A.N.

Helles Meteor am 4. November 1962

Herr W. ZÜRCHER, Südallee 12, Suhr (AG), meldet die Beobachtung eines hellen Meteors (heller als Jupiter), auf Staffelegg (AG), am 4. November 1962, um $21^h 24^m$, das im Kleinen Bären (bei Kochab = Beta Ursae minoris) aufleuchtete und seine Bahn an Wega vorbei zog. Erlöschen ca. 10 Grad westlich dieses Sterns. Leuchtspur. – Da an jenem Abend auch die Saturn-Bedeckung beobachtet werden konnte, vermutet Herr Zürcher, dass das Meteor noch andernorts gesehen worden ist. Er bittet gegebenenfalls um Mitteilungen aus dem Mitgliederkreis.

R.A.N.

BUCHBESPRECHUNGEN – BIBLIOGRAPHIE

«*Der Sternenhimmel 1963*» von R. A. NAEF. Verlag Sauerländer & Co., Aarau

Zum 23. Mal – welche Arbeit steckt hinter dieser nüchternen Zahl! – erschien R. A. NAEF'S Jahrbüchlein «*Der Sternenhimmel*» für 1963. Wiederum staunt man über den reichen Inhalt dieses bewährten, konzentrierten Führers am nächtlichen Himmel und wundert sich zugleich über das Geschick des Verfassers, trotz weiser Beschränkung dennoch jedes Jahr ausführlicher zu sein. Das neue Jahrbuch wartet mit nochmals vermehrten Abbildungen und Kärtchen auf, in engstem Zusammenhang mit dem Geschehen, vor allem auch den besonderen Ereignissen des astronomischen Jahres 1963. Es sei da nur an die neue Darstellung der Jupiter-Zonen und -Bänder und an die Abschnitte über die Meteorströme erinnert, insbesondere den der Leoniden, die in den kommenden Jahren eine erhöhte Tätigkeit zeigen dürften. Wieder sehr ausführlich sind Sonnen- und Mondfinsternisse behandelt, von denen 1963 in Europa leider keine total sein wird. Sehr zu begrüßen ist die Ergänzung der überaus praktischen «Auslese lohnender Objekte», die auf den neusten Stand der Forschung gebracht wurde, und die der Amateur in Stadt und Land nicht mehr missen möchte.

Es ist wiederum eine Freude, R. A. Naef's «*Sternenhimmel 1963*» anzeigen zu dürfen. Wir raten unseren Mitgliedern zu rascher Anschaffung bevor – wie letztes Jahr! – die Auflage vergriffen ist. H.R.

Astronomical Techniques von W. HILTNER; The University of Chicago Press 1962; 635 S., \$ 16.50. Bd. II der Serie «*Stars and Stellar Systems*».

Dieser umfangreiche Band behandelt erschöpfend die modernsten Hilfsmittel der astronomischen Beobachtungstechnik: Photometer, Polarimeter, Bildwandler und Fernseheinrichtungen, die heute in den Sternwarten zur Anwendung kommen. Aber auch den mehr klassischen Methoden ist viel Platz gewidmet: Messungen und Auswertung bei der Bestimmung der Eigen- und Radialbewegung, photographische und photoelektrische Photometrie, visuelle Beobachtungstechnik, Messmaschinen und Bahnbestimmung von Doppelsternen.

Für den ernsthaften Amateur-Astronomen mögen folgende Kapitel von besonderem Interesse sein: *Die astronomischen Lichtquellen* (W. A. BAUM), behandelt ihre Eigenheiten und ihre Registrierung mit verschiedenen Strahlungsempfängern sowie die Grenzen der Beobachtungsmöglichkeiten; *Elektronenvervielfacher* (A. LALLEMAND); *Photoelektrische Photometer und Verstärker* (H. L. JOHNSON) und *Photoelektrische Reduktion* (R. H. HARDIE), ein Gebiet umfassend, das mehr und mehr auch dem Privatmann zugänglich wird; *Photographische Photometrie* (J. STOCK, A. D. WILLIAMS).

Die Darstellung des Stoffes steht durchwegs auf sehr hoher Stufe; alle Kapitel enthalten sehr viele grundlegende Informationen in Form von Tabellen und Literaturhinweisen. Der vorliegende Band füllt eine Lücke, die besonders im deutschen Sprachgebiet fühlbar ist.

F. E.

«*Einführung in die geometrische Optik*» von P. SUTER; Verlag Technische Rundschau, Hallwag, Bern. Blaue TR-Reihe N° 35, 1960; 88 S (A 4), 192 Abbildungen, Fr. 6.80.

Dieses stattliche Heft enthält eine Artikelserie, die in der «Technischen Rundschau» in den Jahren 1958 bis 1960 erschienen ist. Die «Einführung in die geometrische Optik» dürfte vielen der Spiegelschleifer und Amateur-Astronomen zu Hilfe kommen, wenn sie sich über die Gesetze der Optik informieren wollen. Für das Verständnis genügt die normale Schulmathematik; einige Abschnitte setzen bescheidene Kenntnisse der Trigonometrie voraus.

Der Inhalt gliedert sich in: Licht und Materie; Allgemeines über optische Abbildungen; Reflexion; Brechung; Dispersion; Linsen; Elemente der Farbenlehre; optische Instrumente (Auge, Photo- und Projektionsapparat, Episkope, Lupe, Fernrohr, Mikroskop).

F. E.

«*The Planet Saturn*». Herausgeber: Faber and Faber, London, 1962.

Dr. A. F. O'D. ALEXANDER, der frühere Direktor der Abteilung «Saturn» der «British Astronomical Association» ist der Autor dieser wahrhaft umfassenden Geschichte der Erforschung Saturns, von den Beobachtungen babylonischer Priester-Astronomen (ca. 650 v. Chr.)

bis zu den astrophysikalischen und radiometrischen Untersuchungen und Ergebnissen im Jahre 1960. Ein vorbildliches Werk. Auf fast 500 Seiten breitet der Sachverständige das Resultat einer Lebensarbeit in der Quellenforschung aus: wer sich in den vergangenen 2600 Jahren wissenschaftlich mit dem Phänomen Saturn befasste, beginnend mit den Keilschrift-Texten der Königs-Bibliothek in Ninive, über Ptolemäus, die Griechen und Araber, dann Tycho, Huyghens und Cassini, weiter über die beiden Herschel zu Hall, Antoniadi bis zu Kuiper und Dollfus – alle Beobachter und Forscher erscheinen in ihren sorgsam ausgesuchten Originaltexten. Hier ist in chronologischer Folge praktisch alles zusammengetragen, was frühere Jahrhunderte vom einmaligen Ring-Planeten Saturn glaubten, was wir Heutigen wissen – und wir noch nicht wissen.

Es wäre zu wünschen, Alexanders Saturn-Enzyklopädie fände einen sorgfältigen Uebersetzer ins Deutsche und einen Verleger, der dem deutschen Band die gleiche, ausgezeichnete Ausstattung angedeihen liesse, wie Faber and Faber dem englischen Original.

H.R.

«*The Moon, Our Nearest Celestial Neighbour*». Herausgeber: Chapman and Hall, London, 1960.

Prof. Dr. Zdenek KOPAL, der bekannte Astronom an der Universität Manchester schrieb dieses entzückende Buch über unseren Mond. Grundlage der sehr leicht lesbaren, für den Laien bestimmten Darstellung ist und bleibt die Zuverlässigkeit des sachlichen, aktiven Forschers. Aber wie weit entfernt sich Kopal vom trockenen Lehrbuch! Dabei bleibt der Verfasser keineswegs bei der Schilderung unseres heutigen Wissens vom Mond stehen. Es gelingt ihm das Kunststück, in einfacher, klarer Sprache dem Leser einen Begriff zu geben, mit welchen Methoden, sonder Zahl, die Forscher arbeiten, welche Mühen, aber auch welche Freuden sich hinter den wissenschaftlichen Ergebnissen verbergen. Kopal behandelt auch in ebenso gescheiter, wie interessanter Art die Probleme der kommenden Mond-Expeditionen – kurzum: wer leichtgeschriebenes Englisch lesen kann, soll sich diesen Genuss nicht entgehen lassen.

H.R.

« *Atlas de la Lune* ». Vincent de CALLATAY ; Editions Albert de Visscher, Bruxelles, et Gauthier, Paris ; 1962 ; 160 pages, 66 fig., 146 planches ; 60 F.

Ce magnifique volume, des mêmes auteur et éditeur que l'« Atlas du Ciel » (paru en 1955) est dédié à la mémoire du regretté Bernard Lyot.

Dans une première partie, l'auteur donne un aperçu astronomique et expose des notions fondamentales concernant notre satellite : orbite, mouvements, éclipses, structure et origine des formations lunaires.

La deuxième partie est constituée par un atlas lunaire complet, comportant 86 photographies extraites de la collection de Bernard Lyot et réalisées au Pic du Midi. Audouin Dollfus, ancien collaborateur de Bernard Lyot, a dirigé le tirage de ces clichés. Chaque page contient la carte photographique d'une région restreinte, une carte de localisation, une carte d'identification et des photographies des formations intéressantes. Un index général facilite l'utilisation de cet ouvrage remarquable.

La troisième partie est consacrée à l'Astronautique, à l'exploration de la Lune au moyen de fusées et de vaisseaux cosmiques.

La présentation de ce recueil de documents et les illustrations, aussi bien les photographies que les dessins, sont de première qualité.

L'Atlas de la Lune a été édité simultanément en français (Visscher – Gauthier), en allemand (Goldmann-Verlag, München) et en anglais (Mac Millan, London).

F. E.

« *Atlas photographique du ciel boréal* » par H. VEHRNBERG, Düsseldorf, Schillerstrasse 17 (Allemagne). Prix : Edition A (étoiles noires sur fond blanc) DM 65.— ; Edition B (étoiles blanches sur fond noir) DM 145.— (voir aussi « Orion » N° 78, 1962, p. 288).

L'auteur, juriste de son métier, qui s'intitule modestement astronome amateur, présente ici une œuvre étonnante : un recueil de 303 cartes photographiques couvrant tout le ciel visible à la latitude nord de 48° (du pôle à la déclinaison -26°) et contenant toutes les étoiles jusqu'à la 13^{e} magnitude.

Les originaux photographiques ont été obtenus à l'aide de deux caméras astrophotographiques « VEB Jena » de 71 mm d'ouverture et de 250 mm de longueur focale sur des plaques 9×12 cm (champ de

$21^0 \times 28^0$) non sensibilisées. De chaque plaque est extrait un champ de $12,5^0 \times 12,5^0$ qui, agrandi, fournit une carte de 18×18 cm, tirée sur papier format A 4 (210×297 mm). L'échelle est de 15 mm par degré ou $4'$ par mm. Les coordonnées du centre de chaque champ sont indiquées pour l'équinoxe 1950.0. Un jeu de réseaux de coordonnées transparents pour chaque zone de déclinaison facilite l'emploi de l'atlas.

Les reproductions sont d'excellente qualité. Après de nombreux essais l'auteur a choisi pour l'édition A le procédé offset et pour l'édition B l'héliogravure sur papier spécial, choix très heureux.

Une introduction et des explications en allemand, français et anglais sont jointes aux cartes, lesquelles sont présentées dans deux cartonnages très pratiques. Cet atlas, réalisé par un homme seul qui y a consacré toutes ses heures de loisir durant deux ans, constitue un travail énorme, d'autant plus que l'auteur, domicilié à Düsseldorf, a son observatoire à 500 km de là, à Falkau en Forêt-Noire.

Félicitons et remercions Maître VEHRENBURG du magnifique et utile cadeau que constitue ce précieux outil de travail pour tous les astronomes, amateurs et professionnels. On peut se procurer l'Atlas photographique directement auprès de l'auteur.

F. E.

«*Der Sternenhimmel 1963*» par R. A. NAEF, éditions Sauerländer, Aarau

Année après année, fidèle à sa mission, le petit Annuaire astronomique de M. R. NAEF patronné par la Société Astronomique de Suisse, apporte aux amateurs de notre pays leur indispensable instrument de travail. Il répond à un réel besoin, à en juger par le nombre sans cesse croissant des membres de cette Société et la fondation de nouvelles sections.

Il importe de le faire mieux connaître aux lecteurs de langue française, et d'insister une fois de plus sur le fait que la langue ne constitue nullement un obstacle sérieux à son usage; le vocabulaire spécialisé est restreint, la plupart des données sont présentées sous forme de tabelles numériques; cartes, croquis et schémas abondent. Son prix est modique par rapport aux publications similaires de langue française, et son volume restreint pour la masse des données qu'il renferme.

Programme journalier, répertoires mensuels, cartes célestes bimensuelles, trajectoires et situations planétaires mensuelles, croquis d'occultations, données pour l'observation physique des planètes, nouveaux schémas des zones et bandes de Jupiter, et des étoiles variables, etc en forment le cadre déjà traditionnel.

Parmi les phénomènes particuliers de l'année 1963 qui feront l'objet d'une description plus détaillée, signalons : opposition de Mars, déroutement de la comète Oterma par Jupiter, proximité exceptionnelle de l'astéroïde Betulia, opposition périhélique de Jupiter, éclipses (invisibles en Suisse, sauf une éclipse lunaire partielle et une de pénombre), essaim des Léonides probablement plus dense que la normale.

Enfin, ceux qui s'intéressent aux vols interplanétaires actuellement en cours apprécieront les éphémérides de Vénus et de Mars qui leur permettront de calculer grossièrement les orbites de transfert à destination de ces planètes.

M.M.

MITTEILUNGEN – COMMUNICATIONS

Mitteilungen des Vorstandes – Communications du Comité

NEUER KASSIER

Der bisherige Kassier der SAG, Herr Max BÜHRER, Neuhausen am Rheinfall, sah sich leider wegen vermehrter beruflicher Beanspruchung gezwungen, auf Ende 1962 zu demissionieren. Herr Bühler hat sein Amt 1958 angetreten, als die Finanzlage der Gesellschaft schlecht war. Es ist das Verdienst von Herrn Bühler, das Rechnungswesen wieder in Ordnung gebracht zu haben : die ordentliche Rechnung 1962 wird mit einem Vorschlag von rund Fr. 1500.– abschliessen (ohne Berücksichtigung der ausserordentlichen Ausgabe von gegen Fr. 5800.– für die Sondernummer); das Vermögen wird noch rund Fr. 4500.– betragen. Der Vorstand möchte an dieser Stelle Herrn Bühler den herzlichen Dank der ganzen Gesellschaft aussprechen.

Unter Vorbehalt der Bestätigung durch die nächste Generalversammlung hat der Vorstand als neuen Kassier

Herrn Heinrich MOSER, Abendstrasse 25, Schaffhausen gewählt. Wir danken Herrn Moser für die Bereitwilligkeit, der SAG seine Dienste zur Verfügung zu stellen.

JAHRESVERSAMMLUNG 1963

Die Jahresversammlung 1963 wird am

27. / 28. April 1963 in BERN

stattfinden. Sie wird verbunden sein mit einer Fachtagung über *Astrophotographie*. Die zwei Hauptvorträge werden gehalten von den Herren Rud. KÜHN, München, und Paul COUDERC, Paris.

UMSCHLAGDECKEN FÜR « ORION »

Wir laden jene Mitglieder ein, die sich für Einband-Decken für ganze « Orion »-Jahrgänge interessieren, dies dem Generalsekretär bekanntzugeben (Postkarte). Es wurde auch der Vorschlag gemacht, anstelle von jährlichen Einband-Decken einfache Kassetten anzufertigen mit genügend Raum für lose Nummern von *zwei* Jahrgängen. Je nach dem Resultat dieser Umfrage, kann die Möglichkeit der Herstellung solcher Decken oder Kassetten in Subskription geprüft werden.

MITGLIEDER - BEITRÄGE

Wir bitten die Einzelmitglieder, die ihren Jahresbeitrag 1962 noch nicht einbezahlt haben, dies nachzuholen. Die Kollektivmitglieder zahlen ihren Beitrag direkt an ihre lokale Gesellschaft.

NOUVEAU TRÉSORIER

Notre caissier, Monsieur Max BÜHRER, s'est vu malheureusement contraint de démissionner pour fin 1962, en raison de nouvelles obligations professionnelles. M. Bühler avait pris sa fonction en 1958, au moment où les finances de la Société étaient en fort mauvais état; son grand mérite est de les avoir remises parfaitement en ordre: les comptes de 1962 bouclent en effet par un boni de Fr. 1500.— (sans tenir compte bien entendu de la dépense extraordinaire de Fr. 5800.— pour le

numéro hors série). La fortune de la SAS s'élève encore à Fr. 4500.— en chiffres ronds. Aussi le comité exprime-t-il à M. Bühler, au nom de la Société tout entière, ses remerciements les plus chaleureux.

Sous condition de l'acceptation par la prochaine Assemblée générale, le comité a nommé en qualité de nouveau trésorier, Monsieur Henri MOSER, Abendstrasse 25, Schaffhausen. Nous sommes reconnaissants à Monsieur Moser d'avoir bien voulu accepter de reprendre cette lourde charge.

ASSEMBLEE ANNUELLE 1963

Elle se tiendra à BERNE les 27 et 28 avril 1963 et sera jumelée avec une journée consacrée à *l'astrophotographie*. Les conférenciers seront MM. Paul COUDERC, Paris, et Rud. KÜHN, Munich.

RELIURE POUR «ORION»

Les membres SAS qui désireraient relier leurs exemplaires d'« Orion » sont priés de se faire connaître par carte postale au Secrétaire général. Suivant le résultat de cette enquête, on envisagera de faire confectionner de telles reliures, et de les mettre en vente par souscription.

COTISATIONS

Nous prions les membres individuels qui n'auraient pas encore réglé leur cotisation pour 1962 de le faire sans tarder. (Les membres collectifs payent leur cotisation à leur Société locale.)

DER « ASTRO - AMATEUR »

Mitte November 1962 erschien endlich der « Astro-Amateur », die längst erwartete, grosse Sondernummer des « Orion ». Die stattliche Broschüre von 140 Seiten — doppelter Umfang einer regulären « Orion » - Nummer! — enthält in extenso sämtliche Vorträge, die im Oktober 1961 an der denkwürdigen Astro-Amateur- und Spiegelschleifer-Tagung in Baden gehalten worden waren, vermehrt durch weitere Beiträge bekannter Fachastronomen und Sternfreunde.

Die Sondernummer wurde allen unseren Mitgliedern als einmalige Gabe der Gesellschaft überreicht. Es scheint, dass der reich illustrierte Inhalt allgemein Freude auslöste und auf viel Interesse stiess.

Die schöne Sondernummer, die eine Lücke im populären astronomischen Schrifttum ausfüllt, weil sie aus der Praxis des Amateurs herauswuchs, eignet sich sehr zu Werbe-Zwecken. Wir empfehlen daher: Schenken Sie den modernen « Astro-Amateur » angehenden Sternfreunden, älteren Schülern, aber auch Menschen, die sich von der aktiven Berufarbeit zurückziehen und ein interessantes Hobby suchen, das sie beglückt! Der « Astro-Amateur » kann zum Preise von Fr. 7.80 bei jedem Buchhändler (Rascher-Verlag, Zürich) bezogen werden, oder direkt, per Nachnahme oder gegen Voreinzahlung beim Generalsekretär in Schaffhausen (bitte um *direkte Auszahlung*, nicht Einzahlung auf ein Postscheck-Konto).

L' « ASTRO - AMATEUR »

A la mi-novembre 1962 a paru ce numéro spécial tant attendu. Cette brochure de 140 pages — le double d'un numéro ordinaire — contient in-extenso les conférences présentées aux « Journées des tailleurs de miroirs en Octobre 1961 à Baden », auxquelles on a ajouté encore des articles d'astronomes professionnels ou amateurs bien connus.

Ce numéro spécial a été offert à tous nos membres. Il semble bien avoir soulevé parmi eux un vif intérêt: il comble en effet une lacune dans les écrits d'astronomie populaire, car il dépasse la pratique courante de l'amateur, et peut servir au recrutement de nouveaux membres.

Nous vous conseillons donc de l'envoyer à tous ceux qui sont susceptibles de venir à nous ou qui cherchent un « hobby » digne d'intérêt. « Astro-Amateur » (Rascher-Verlag, Zurich, éditeur) se trouve dans toutes les librairies, au prix de Fr. 7.80. On peut l'obtenir aussi directement auprès de notre Secrétaire général. (Prière de ne pas envoyer le montant au compte de chèques postaux, *par contre par mandat postal*).

NEUE PRÄSIDENTEN VON KOLLEKTIVGESELLSCHAFTEN

NOUVEAUX PRÉSIDENTS DES GROUPEMENTS COLLECTIFS

Astronomische Gesellschaft Bern:

Dr. Raymond STETTLER, Schösslistrasse 49, BERN

Société Astronomique de Genève :

Ed. MAYOR, 18 Route de Colovrex, GRAND SACONNEX

Société Vaudoise d'Astronomie :

Jack RÜFENACHT, 15 Avenue Floréal, LAUSANNE

Astronomische Gesellschaft Rheintal :

Ch. DAETWYLER, Lehrer, Rietli, GAIS (AR)

Astronomische Arbeitsgruppe St. Gallen :

Erwin GREUTER, Haldenweg 18, HERISAU

Astronomische Gesellschaft Solothurn-Grenchen :

Dr. E. STRICKER, Aareggstrasse 24, SOLOTHURN

Astronomische Vereinigung Zürich :

Robert HENZI, Ing., Witikonstrasse 64, ZÜRICH 7 / 32

(Die übrigen Adressen finden sich in «Orion» N° 73, Seite 211 f, 1961.)

NORDKAP-REISE

Die von Dr. E. HERRMANN, Neuhausen am Rheinfall, organisierte Reise nach dem Nordkap wird vom 21. Juni bis 14. Juli 1963 stattfinden. Es haben sich bis Jahresende 1962 26 Teilnehmer eingeschrieben.

SONNENFINSTERNIS VOM 20. JULI 1963

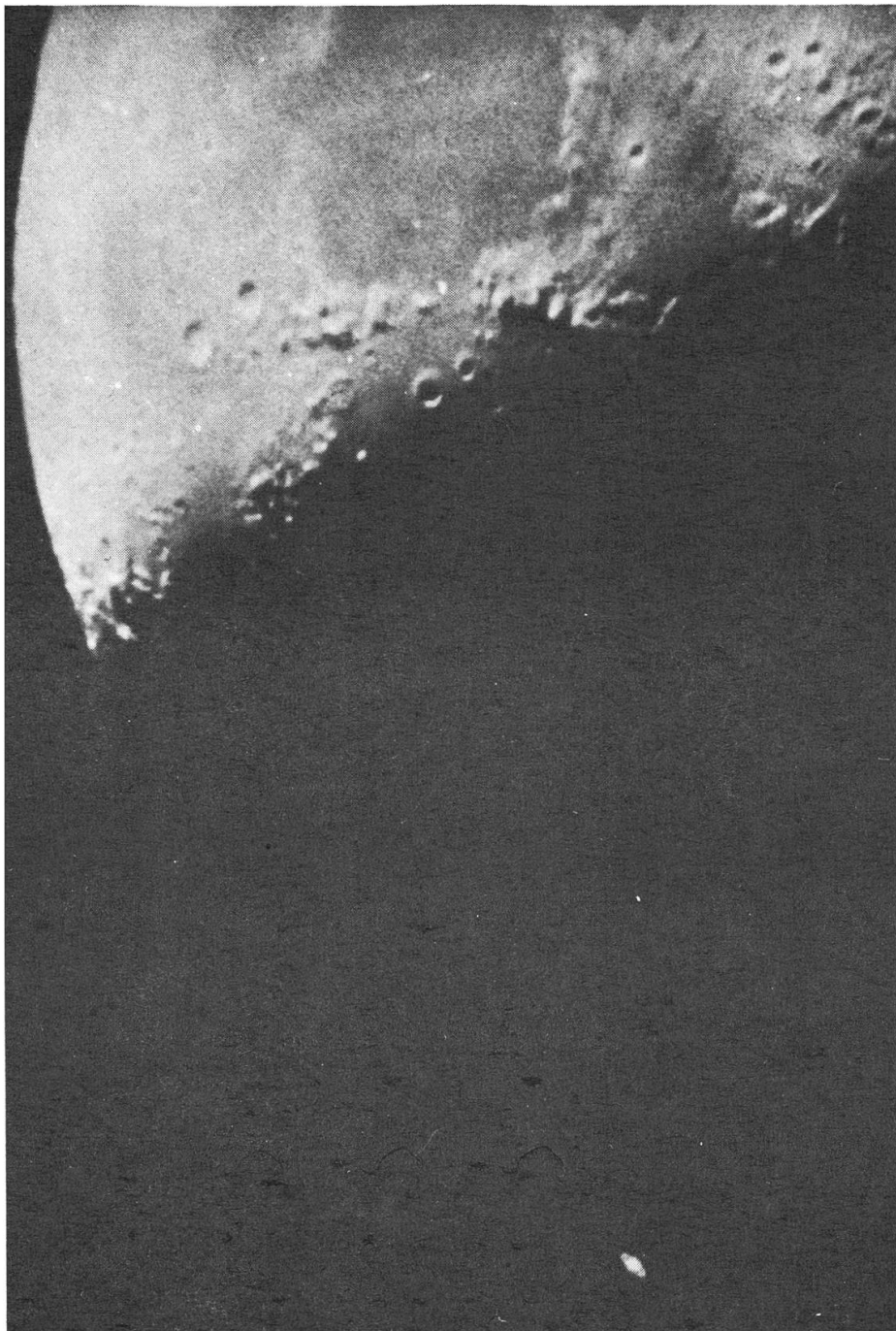
Interessenten für die Teilnahme an einer Reise nach *Kanada* vom 14. Juli bis 5. August 1963 zur Beobachtung der Sonnenfinsternis vom 20. Juli mögen sich mit dem Präsidenten der Société Astronomique de la Côte d'Azur, le Dr méd. Serge SCHMIDL, rue d'Antibes 13, Cannes, in Verbindung setzen (Kosten der Reise ungefähr F 3000.—, alles inbegriffen).

WEITERE REISEMÖGLICHKEITEN: Auskunft bei:

- Sig. A. LOIACONA, Piazza Luigi di Savoia 2, MILANO;
Kosten ca. Lire 400 000.
- TERRA, 89 AUGSBURG (Dtschl.), Postfach 197:
Kosten ca. DM 4 900.—.

Die Redaktion der vorliegenden Nummer wurde durch E. Antonini und F. Egger besorgt.

La rédaction du présent numéro a été assurée par MM. E. Antonini et F. Egger.



La Lune et Saturne une minute environ avant le début de l'occultation. Photo de M. Keller, Genève,
prise au télescope de 315 mm à F : 6. Pose 1 / 10 sec. sur Agfa Record.

TITELBLATT / PAGE DE COUVERTURE

Occultation de Saturne par la Lune photographiée par M. FLUCKIGER.

Lausanne (voir son article, page 55).

Bedeckung von Saturn durch den Mond, fotografiert von Herrn M. FLUCKIGER, Lausanne (siehe Artikel auf Seite 55).

A VENDRE

Lunette Zeiss 110 mm, monture azimutale, avec tous accessoires : oculaires donnant des grossissements de 33 à 275 fois, prismes zénithal, solaire, et terrestre. Caisses en bois pour la lunette et le trépied. S'adresser à la rédaction française d'« Orion ».

ZU VERKAUFEN

Spiegelteleskop 220 Ø / 1050 mm F, Glas St. Gobin, Al-Belag Balzers, parallaktische Montierung, Federwerkanttrieb, fahrbar, dazu Sucherfernrohr und drei Kern-Okulare. PREIS: Fr. 1000.—.

Anfragen an F. SCHMUTZ, Haus Forchwies, Forch ZH,

Telephon (051) 903123

TARIF DE PUBLICITÉ

paraît quatre fois par an

1 / 1 page — Fr. 100.—

1 / 2 page — Fr. 55.—

1 / 4 page — Fr. 30.—

10 % de rabais pour parution dans les quatre numéros d'une année.



FARBDIA-REIHEN ZUR HIMMELSKUNDE!

Unter Mitarbeit von Prof. Dr. A. Bohrmann (Landessternwarte Königstuhl b. Heidelberg), Dr. A. Bruzek (Fraunhofer Institut Freiburg/Brsg.), Dr. W. Petri (Universitäts-Sternwarte München) und dem Observatorium Wendelstein.

Die Sternwarte – Die Sonne – Die Erde im Weltraum –
Der Mond – Weitere Reihen in Vorbereitung

Gesamtkatalog mit Bildverzeichnis kostenlos. Ansichtssendungen an Institute und Schulen möglich.

V-DIA-VERLAG GMBH ABT. O HEIDELBERG

SPIEGELTELESKOPE

*alle gebräuchlichen Typen und Spezialanfertigungen mit
75 – 600 mm Hauptspiegel-Ø*

SPEZIALITÄT

*Maksutow- und Schmidt-Cassegrain-Type (Spiegel-
Linsen-Kombination, d.h. sechsfache Verkürzung der
Tubuslänge)*

*Hauptspiegel, Konvexspiegel, Meniskus- und Planlinsen
auch einzeln erhältlich.*

Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

E. POPP, TELE-OPTIK, Luchswiesenstrasse 220,
Zürich 51 – Telephon (051) 41 75 06

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

Kern & Co. AG Aarau
Werke für Präzisionsmechanik
und Optik



Aussichtsfernrohre	für terrestrische und Himmels- beobachtungen
Feldstecher Focalpin 7 × 50	das ausgesprochene Nachtglas
Okulare	mit verschiedenen Brennweiten für Amateur-Spiegelschleifer

SPIEGELTELESKOPE

NEUE AUSFUEHRUNG AUF HOHEN HOLZ- BZW. GUSSEISENSTATIVEN
MIT EQUATORIALKOPF

	Spiegel	Focuslänge	Okulare	Vergrößerung	Schwächster Stern	Preis Fr.
Modell LN - 3 E	84 mm	760 mm	2	61 und 126 ×	11,4 m	400.—
Modell LN - 4 E	100 mm	1000 mm	4	40 - 80 - 167 - 250 ×	11,8 m	1150.—

Modelle mit höherer Leistung auf Bestellung

REFRAKTOREN

	Objektiv					
Modell 605	60 mm	910 mm	3	45 - 73 - 152 ×	10,7 m	780.—
Modell 703	80 mm	910 mm	6	36 - 51 - 73 - 101 - 152 - 227 ×	11,2 m	1475.—

ANFRAGEN BITTE AN «ORION», POSTFACH 229, GENEVE 4 (PLAINPALAIS)

« DER STERNENHIMMEL 1963 »

Von Robert A. NAEF

Kleines astronomisches Jahrbuch für Sternfreunde, herausgegeben unter dem Patronat der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft. Das illustrierte Jahrbüchlein veranschaulicht in praktischer und bewährter Weise den Ablauf aller Himmelserscheinungen. Der Benützer ist jederzeit ohne langes Blättern zum Beobachten bereit!

1963 ist wieder reich an aussergewöhnlichen Erscheinungen! Ausführliche Angaben mit bildlichen Darstellungen über die Finsternisse des Jahres, darunter eine totale Sonnenfinsternis in den USA und Kanada und je eine in der Schweiz sichtbare partielle Mondfinsternis und Mond-Halbschattenfinsternis, Sternbedeckungen, neue schematische Darstellung der Zonen und Bänder auf Jupiter, Hinweise auf Veränderungen auf diesem Planeten, Jupiter-Trabanten-Erscheinungen, Kometen (darunter ein interessanter Sonderfall). Zusätzliche Angaben über Meteorströme und Hinweise auf erhöhte Leoniden-Aktivität u.a.m.

Astro-Kalender für jeden Tag des Jahres. Wertvolle Angaben für Planetenbeobachter, Tafeln, Sonnen- und Mond- Auf- und Untergänge, Objekte-Verzeichnis.

Besondere Kärtchen und Hinweise für Beobachter veränderlicher Sterne. Grosse graphische Planetentafeln, Sternkarten zur leichten Orientierung am Fixsternhimmel, Planetenkärtchen und vermehrte Illustrationen.

Verlag H.R. Sauerländer & Co., Aarau — Erhältlich in den Buchhandlungen.

Das unentbehrliche Hilfsmittel für den Sternfreund:

Die drehbare Sternkarte „SIRIUS“

(mit Erläuterungstext, zweifarbiger Reliefkarte des Mondes, Planetentafel, stummen Sternkartenblättern)

Kleines Modell: ($\varnothing$ 19,7 cm) enthält 681 Sterne, sowie eine kleine Auslese von Doppelsternen, Sternhaufen und Nebeln des nördlichen Sternenhimmels. Kartenschrift in deutscher Sprache. Preis Fr. 8.25

Grosses Modell: ($\varnothing$ 35 cm) enthält auf der Vorder- und Rückseite den nördlichen und den südlichen Sternenhimmel mit total 2396 Sternen bis zur 5,5. Grösse. Zirka 300 spez. Beobachtungsobjekte (Doppelsterne, Sternhaufen und Nebel). Ferner die international festgelegten Sternbildergrenzen. Kartenschrift in lateinischer Sprache. Preis der Normalausgabe für die Schweiz mit einem Deckblatt (+47^o) Fr. 38.50

Auf Wunsch Spezialdeckblätter für jede geographische Breite.

Die Beilagen sind auch einzeln zu folgenden Preisen erhältlich:

Erläuterungstext Fr. 3.—; Mondkarte Fr. 1.50; Sternkartenblätter Fr. —.15/
2 Stück! Planetentafel Fr. —.50.

Zu beziehen direkt beim

VERLAG DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT BERN

(Vorauszahlungen auf Postcheckkonto Nr. III 1345)

oder durch die Buchhandlungen.

Pour toute une vie...



Ω
OMEGA
Constellation
CALENDAR



Vous serez secrètement fier de ce chronomètre automatique étanche

Chaque Omega Constellation, avec ou sans calendrier, a reçu la mention spéciale «Résultats particulièrement bons», attestant le plus haut degré de précision officiellement reconnu par les bureaux de contrôle suisses. Le chronomètre Constellation est étanche et résiste à la pression de l'eau jusqu'à 60 mètres de fond. Bien entendu, sa haute précision est protégée contre les chocs et les influences magnétiques.

Garantie mondiale Les montres Omega sont

accompagnées d'une garantie intégrale valable une année et honorée par l'Omega World Service Organization dans 129 pays.

Au premier rang de la production suisse de chronomètres Pour mériter le titre officiel de «chronomètre», une montre doit subir avec succès 360 heures de contrôles rigoureux dans des positions et à des températures très différentes. Près de la moitié (49,5%) de tous les certificats de chronomètres actuellement délivrés en Suisse vont à des Constellations, plaçant ainsi Omega au premier rang de la production suisse des chronomètres. L'Observatoire gravé sur le fond du boîtier est le symbole de l'Omega Constellation.

Omega a la confiance du monde

J. A.
Genève

Monsieur Otto BARTH
Hans Hässigstrasse, 16
35 AARAU

ORION

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

Band	VIII	Heft	1	1963	Nummer	79
Tome		Fascicule			Numéro	

INHALT / SOMMAIRE

	Seite / page
25 Jahre SAG; 20 Jahrgänge «Orion» / <i>Les 25 ans de la SAS et la 20^e année d'«Orion»</i>	1
Rigollet R. : Sur une nouvelle méthode d'observation photographique des météores d'origine cosmique	2
Haug U. : Beobachtung und Deutung des Zodiakallichtes	18
Steinlin U. : Sternspektren	30
Dall'Ara L. : Osservazioni selenografiche	38
Greuter E. : Der Farbfilm in der Astronomie	42
Schürer M. : Farbenphotographie in der Astronomie	50
Egger E. : Occultation de Saturne par la Lune	53
Fluckiger M. : Occultation de Saturne par la Lune	55
Leutenegger E. : Das Julianische Datum	57
Klaus B. : Zur Prüfung kurzbrennweitiger Kugelspiegel	60
† Dr. h. c. F. Schmid	62
† Madame Gabrielle Camille Flammarion	62
Aus der Forschung / <i>Nouvelles scientifiques</i>	63
Beobachter- Ecke / <i>La page de l'observateur</i>	65
Buchbesprechungen / <i>Bibliographie</i>	66
Mitteilungen / <i>Communications</i>	71
Titelblatt / <i>Page de couverture</i>	77

REDAKTION / REDACTION

E. Antonini, 11 chemin de Conches, Genève (texte français).
R. A. Naef, «Orion», Auf der Platte, Meilen (Zch) (deutscher Text).
F. Egger, Observatoire, Neuchâtel

DRUCK UND INSERATE / IMPRESSION ET PUBLICITÉ

Médecine et Hygiène, 22 rue Micheli-du-Crest, Case postale 229, Genève 4

GENERALSEKRETARIAT der Gesellschaft, für alle administrativen Fragen :
SECRÉTARIAT GÉNÉRAL, pour toutes les questions administratives :
Hans Rohr, Vordergasse 57, Schaffhausen