

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: - (1960)
Heft: 70

Heft

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

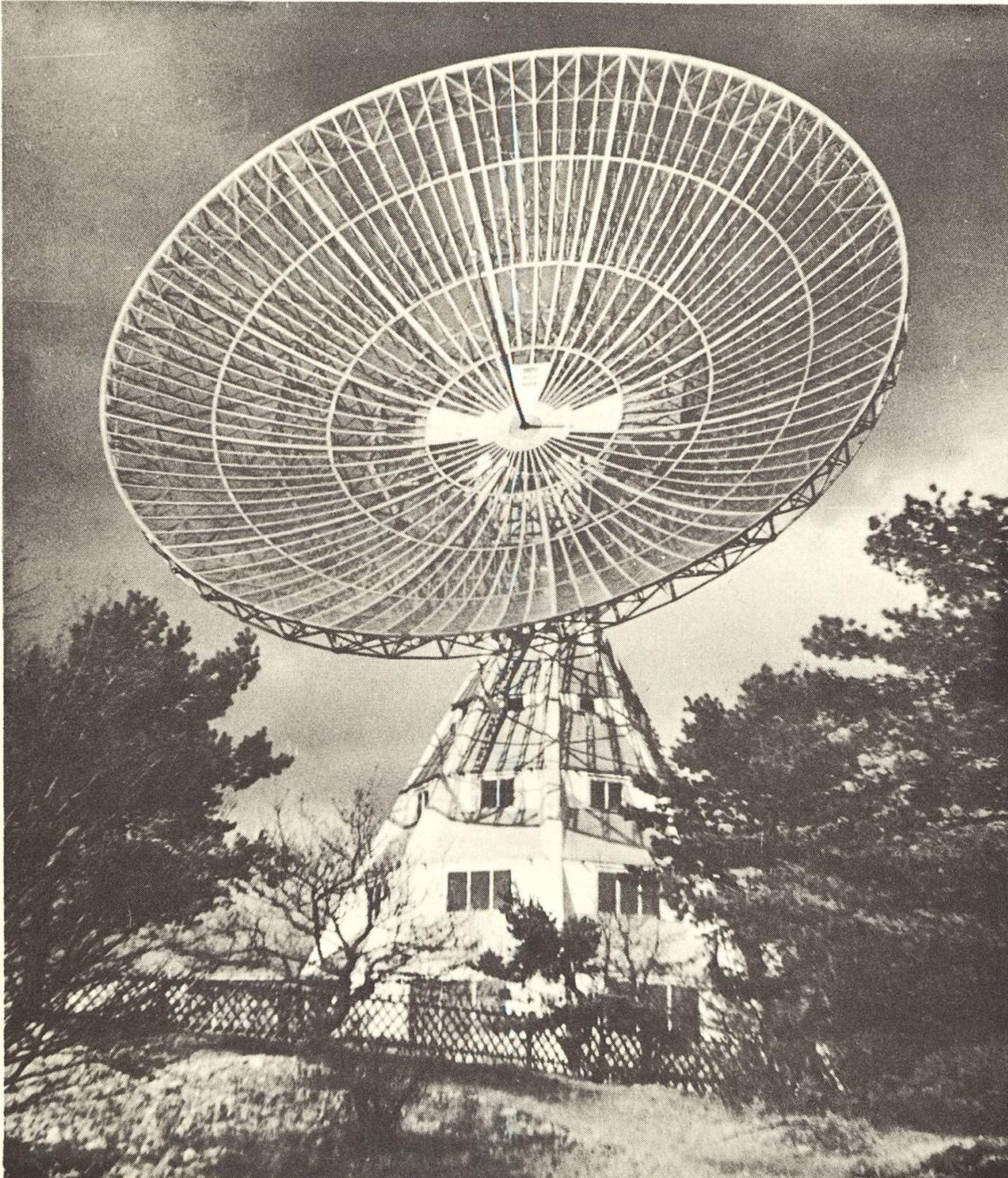
Terms of use

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

Download PDF: 20.08.2025

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

ORION



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

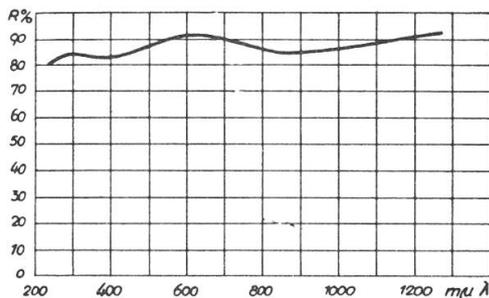
OKTOBER-DEZEMBER 1960

70

BALZERS

DÜNNE SCHICHTEN

Für Ihre Teleskopspiegel eignet sich besonders



ALFLEX (Astroqualität)

Oberflächenspiegel mit Schutzschicht – 90 bis 94% Reflexion im Sichtbaren – hohe Reflexion im UV- und IR-Gebiet – hervorragende Haftfestigkeit und Beständigkeit.

Ø bis 1050 mm können belegt werden.

Aus unserem Fabrikationsprogramm:

CALFLEX

Wärmereflexionsfilter – mittlere Durchlässigkeit im Sichtbaren über 80% – hohe Reflexion des nahen Infraroten.

KALTLICHTSPIEGEL

mittlere Reflexion im Sichtbaren über 95% – Transmission im Infraroten über 85% – aussergewöhnliche Haftfestigkeit und Beständigkeit.

TRANSFLEX

Achrom. Lichtteiler – ohne oder mit nur geringer Absorption – Teilungsverhältnisse (R/T) 25/75, 30/70, 40/53, 55/45, 65/35 u. a. m.

TRANSMAX

Doppelschichtvergütung – Reflexionsverminderung mit hoher Wirksamkeit – integrale Restreflexion unter 0.5

FILTRAFLEX B

Monochrom. Interferenzfilter – Maximum zwischen 334 mμ und dem nahen Infraroten – etwa 20% oder 40% Durchlässigkeit – durchschnittlich 12 mμ Halbwertsbreite – Lagergrößen 50 × 50, 25 × 25, 50 und 32 mm Durchmesser.

FILTRAFLEX K

Eine Serie von Breitbandfiltern – 7 Filter mit Maximum bei 400, 450, 500, 550, 600, 650 und 700 mμ – etwa 75% max. Durchlässigkeit – durchschnittlich etwa 50 mμ Halbwertsbreite.

FILTRAFLEX DT

Breitbandfilter – Blau-, Grün- und Rotfilter für trichromatische Lichtteilung.

FILTRAFLEX DC

Breitbandfilter – Minusfilter trennen Bereiche aus dem sichtbaren Gebiet durch Reflexion ab.

Sie werden sorgfältig und fachgemäss bedient

BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT

für Hochvakuumtechnik und Dünne Schichten

Balzers Fürstentum Liechtenstein

ORION

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

OKTOBER — DEZEMBER 1960

No 70

20. Heft von Band V — 20ème fascicule du Tome V

MÉTHODES ASTROPHYSIQUES D'ANALYSE CHIMIQUE¹

par P. JAVET, directeur de l'Observatoire universitaire, Lausanne

Auguste Comte affirme, dans son cours *Philosophie positive* (1839-1842) que certains domaines de la connaissance sont à jamais inaccessibles, ainsi celui de la composition chimique des astres de l'univers. Le démenti ne devait pas tarder. En 1859 déjà, Kirchoff, dans une communication à l'Académie de Berlin sur les spectres des éléments, annonçait la présence du sodium dans l'atmosphère du soleil. En 1871, J. Draper obtenait la première photographie de spectre stellaire. Ces travaux, avec d'autres, ouvraient la voie aux recherches qui devaient conduire à l'astrophysique et à l'astrochimie contemporaines.

La détermination de la composition chimique des astres commença par être qualitative seulement; elle devint peu à peu quantitative grâce aux progrès de la physique atomique, et quelques faits essentiels sont maintenant établis, entre autres celui de l'abondance cosmique de l'hydrogène.

Cet exposé a pour but de présenter les méthodes employées actuellement pour déterminer la composition chimique de la matière répandue dans l'univers.

Chacun sait que la matière de l'univers est soit condensée en étoiles, soit diffuse dans les espaces interstellaires et intergalactiques. Mais, pour notre objet, il est plus utile d'introduire la classification suivante :

¹) Conférence présentée à la Société vaudoise des sciences naturelles et à la Société Vaudoise d'Astronomie, le 24 février 1960.

1. *matière dont nous ne recevons aucun rayonnement.*

C'est celle de l'intérieur des étoiles; elle représente une fraction importante – peut-être les quatre cinquièmes – de la masse totale de notre galaxie.

2. *matière dont nous recevons du rayonnement.*

Il s'agit ici des atmosphères des étoiles et des nébuleuses gazeuses brillantes ou obscures.

Les méthodes d'analyse diffèrent d'un cas à l'autre.

INTERIEUR DES ETOILES

Puisque nous ne recevons aucun rayonnement de ces régions, leur composition chimique ne peut être déterminée que par des méthodes indirectes qui trouvent leur fondement dans les travaux d'Eddington sur la structure interne des étoiles (1926). L'un des résultats essentiels d'Eddington est la relation Masse-Luminosité qui peut s'écrire

$$(1) \quad L \sim M^{\frac{22}{5}} \mu^{\frac{34}{5}} \beta^6 T^{\frac{4}{5}}$$

dans laquelle L = luminosité de l'étoile; M = masse; μ = poids atomique moyen, qui dépend de la composition chimique; T = température effective et β un coefficient que l'on sait calculer et qui dépend de μ et de M .

L'observation fournissant les valeurs de L , M et T , la relation (1) permet de déterminer celle de μ . La question est alors la suivante: que peut-on apprendre sur la composition chimique quand on connaît la valeur du poids atomique moyen? La réponse tient en quelques lignes.

Considérons un atome de poids atomique A et de nombre atomique Z . S'il est complètement ionisé, il donne $Z + 1$ particules indépendantes et par conséquent $\mu = \frac{A}{Z + 1}$. Mais, pour tous les atomes sauf H et He, on a approximativement $Z \cong A/2$ d'où $\mu \cong \frac{A}{\frac{A}{2} + 1} \cong 2$.

Ainsi, pour un gaz fortement ionisé, μ est indépendant de la composition chimique à condition que ce gaz contienne peu d'hydrogène et d'hélium. Considérons maintenant une masse unité de gaz contenant la masse X d'hydrogène et $1 - X$ d'autres éléments (sans He). La masse X d'hydrogène donne $\frac{X}{\frac{1}{2}} = 2X$ particules indépendantes et la masse

1 - X donne $\frac{1-X}{2}$ particules indépendantes. Dans ces conditions

$$\mu = \frac{1}{2X + \frac{1-X}{2}} = \frac{2}{1 + 3X}$$

Cette dernière relation donne la réponse à la question posée plus haut : la connaissance de μ entraîne celle de X, c'est-à-dire détermine l'abondance de l'hydrogène (dans l'hypothèse où il n'y a pas de He).

Il est alors facile de calculer β et L pour une série de valeurs arbitraires de X. La valeur de X pour laquelle $L_{\text{calc.}} = L_{\text{obs.}}$ est la valeur réelle. Un tel calcul peut évidemment être fait pour toute étoile dont on connaît M, L, T.

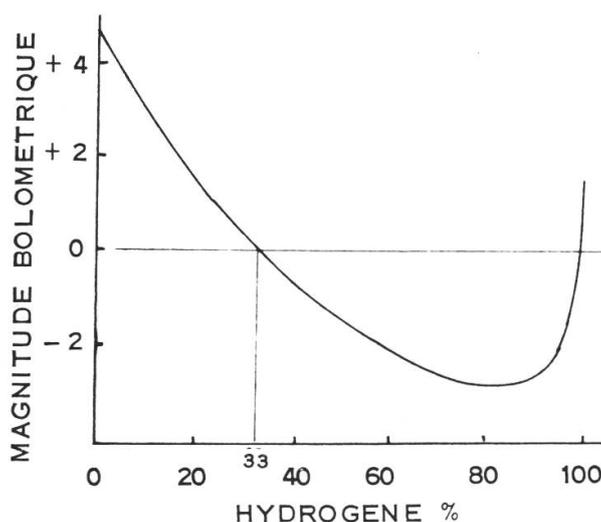
Voici, d'après Eddington, ce que donne cette méthode appliquée au soleil, pour lequel $\log L_{\text{obs.}} = 33,5775$.

X en %	μ	$\log L_{\text{calc.}}$	résidu ($L_{\text{calc.}} - L_{\text{obs.}}$)
0	2,24	35,3998	4,56 m
25	1,21	33,8721	0,74 m
33 $\frac{1}{3}$	1,063	33,5579	- 0,05 m
50	0,836	33,0000	- 1,44 m
75	0,631	32,5086	- 2,67 m
90	0,546	32,5020	- 2,69 m
99	0,500	33,2540	- 0,81 m

Ces résultats permettent d'établir la courbe des résidus de la figure 1. Les deux points où l'horizontale Résidu = 0 coupe la courbe donnent les deux abondances d'hydrogène pour lesquelles $L_{\text{calc.}} = L_{\text{obs.}}$. Ce sont X = 33% et X = 99,53%.

Figure 1 - Courbe des résidus, pour le soleil. Les différences $L_{\text{calc.}} - L_{\text{obs.}}$ sont exprimées en magnitude bolométrique.

Il est intéressant de remarquer que si X variait arbitrairement de 0 à 80%, les étoiles de même masse et de même température que le soleil



auraient des magnitudes absolues qui pourraient différer de 7 m. Or, la dispersion dans la relation masse - luminosité est petite, d'où l'on peut conclure que X varie probablement peu d'une étoile à l'autre (fait confirmé par ailleurs).

Des calculs analogues à ceux d'Eddington ont été faits aussi par Strömngren sur d'assez nombreuses étoiles. Ses déterminations de X confirmèrent entièrement celles d'Eddington et établirent ce fait d'importance cosmique : l'hydrogène est l'élément chimique le plus abondant dans les étoiles.

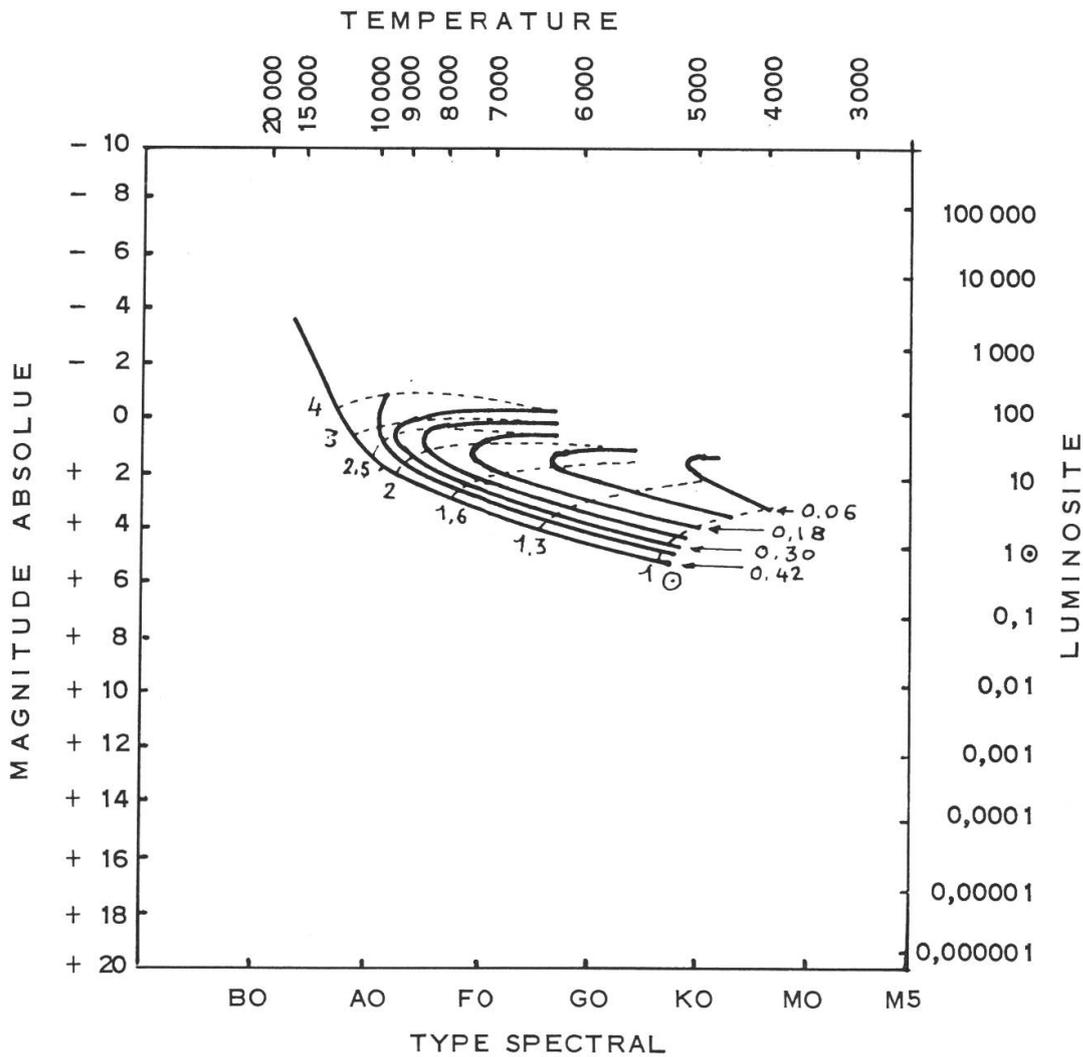


Figure 2 - Les courbes en trait continu sont les courbes $X = \text{const.}$ (la valeur de la constante est indiquée à l'extrémité droite des courbes). Les courbes en trait interrompu sont les courbes Rayon = const. (la valeur du rayon, en unités solaires, est indiquée à gauche).

Une deuxième conséquence de ces travaux vaut d'être citée : X varie systématiquement avec la position de l'étoile dans le diagramme Hertzsprung-Russel (diagramme H-R), comme on le voit sur la figure 2, due à Strömgen.

Il est très intéressant de comparer les courbes X = constant de la figure 2 avec le diagramme H-R de certains amas galactiques. La figure 3 donne le diagramme H-R de l'amas des Pléiades. L'analogie frappante entre ce diagramme et la courbe X = 0,42 de la figure 2 permet de penser que toutes les étoiles des Pléiades contiennent vraisemblablement 42 % d'hydrogène.

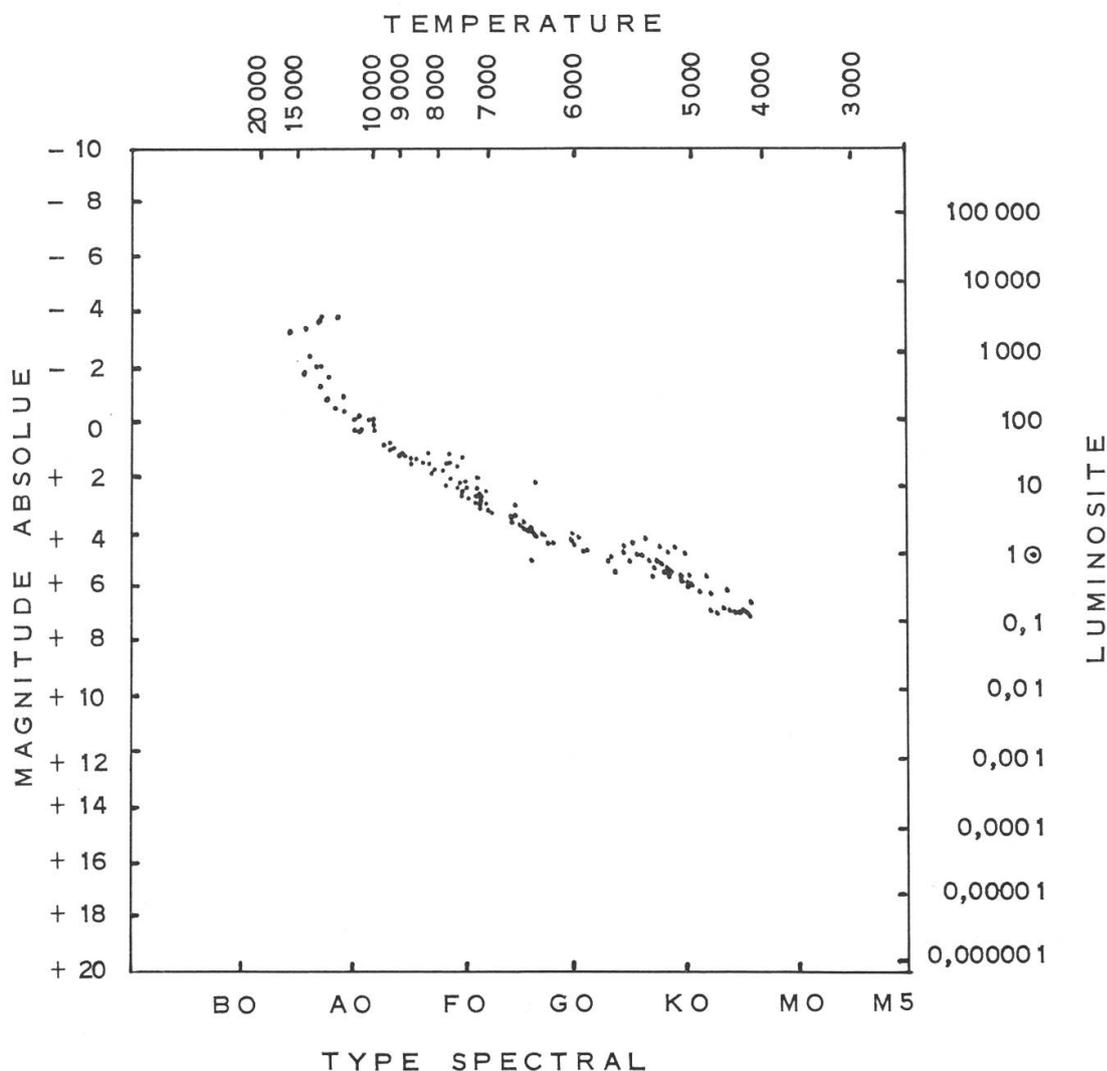


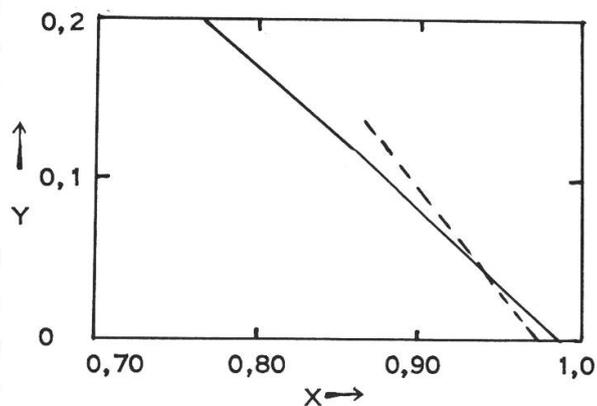
Figure 3 - Diagramme H-R pour l'amas des Pléiades (d'après O. Struve).

Quel que soit l'intérêt de ces résultats, il ne faut pas perdre de vue le fait qu'ils sont provisoires, ayant été obtenus (aux environs de 1930) par une théorie qui ignorait certains phénomènes essentiels, dont en particulier les processus thermonucléaires générateurs de l'énergie rayonnée par les étoiles. Nous ne pouvons, dans ce bref exposé, entrer dans le détail de ces phénomènes nouveaux ; cependant nous tenterons de donner une idée d'une méthode, due à Schwarzschild, permettant de déterminer simultanément la teneur en hydrogène et celle en hélium, grâce aux connaissances acquises sur les réactions nucléaires.

Si une masse unité de gaz contient X d'hydrogène, Y d'hélium et $1 - X - Y$ d'autres éléments on établit facilement – par un raisonnement identique à celui fait plus haut – que le poids atomique moyen est donné par $\mu = \frac{4}{2 + 6X + Y}$. Dans ces conditions, la relation masse-luminosité (1) contient les deux inconnues X et Y et elle ne suffit plus, à elle seule, à les déterminer. Une deuxième relation est nécessaire.

C'est ici qu'interviennent les réactions thermonucléaires. On se rend compte a priori que la luminosité L d'une étoile est déterminée par le débit énergétique des réactions nucléaires qui s'y effectuent. Ces réactions (il ne peut s'agir que de la réaction proton-proton ou du cycle du carbone, du moins pour la plupart des étoiles) ont à leur tour un débit qui dépend du modèle de l'étoile : répartition de la masse et de la température au sein de l'étoile, importance relative du noyau convectif et de l'enveloppe radiative, composition chimique, etc. On comprend que la mise en jeu de ces nombreux facteurs, bien que compliquée du point de vue mathématique, puisse fournir la deuxième relation désirée entre les grandeurs M, L, X et Y.

Figure 4 - Détermination de l'abondance de l'hydrogène et de l'hélium dans Sirius (d'après L.H. Aller).



La figure 4 indique, d'après L.H. Aller, la détermination par cette méthode de l'abondance de H et He à l'intérieur de Sirius. Les deux courbes de la figure sont l'image géométrique des deux relations entre X et Y. Leur point d'intersection indique $X = 0,941$ $Y = 0,046$.

Bien que de telles valeurs soient très incertaines car elles dépendent fortement du modèle stellaire admis (entre autres choses) il est cependant possible d'affirmer que l'hydrogène et l'hélium sont les deux éléments chimiques les plus abondants dans les étoiles.

MATIERE DONT NOUS RECEVONS DU RAYONNEMENT

Il s'agit, rappelons-le, des atmosphères stellaires et des nébuleuses gazeuses brillantes ou obscures. Dans ce cas, la méthode d'étude est directe : elle consiste à interpréter les spectres de ces objets. Depuis Kirchoff on connaît – du moins dans ses grandes lignes – le mécanisme de formation des raies, ce qui permet une analyse *qualitative* facile.

Les choses deviennent beaucoup plus compliquées quand on désire une analyse *quantitative*. La première idée qui vient à l'esprit est de penser que les raies intenses sont celles des éléments abondants, tandis que les raies faibles sont produites par les éléments peu abondants. Cette idée simple n'est pas complètement fausse, mais elle est tout à fait insuffisante et beaucoup trop vague. Pour serrer les choses de plus près, il faut d'abord définir l'intensité, ou largeur équivalente W , d'une raie, ce qui est fait dans la figure 5. L'énergie absorbée dans la raie est $\int (I_0 - I_\lambda) d\lambda$ et la largeur équivalente :

$$W = \frac{1}{I_0} \int (I_0 - I_\lambda) d\lambda, \text{ l'intégrale étant étendue à toute la raie.}$$

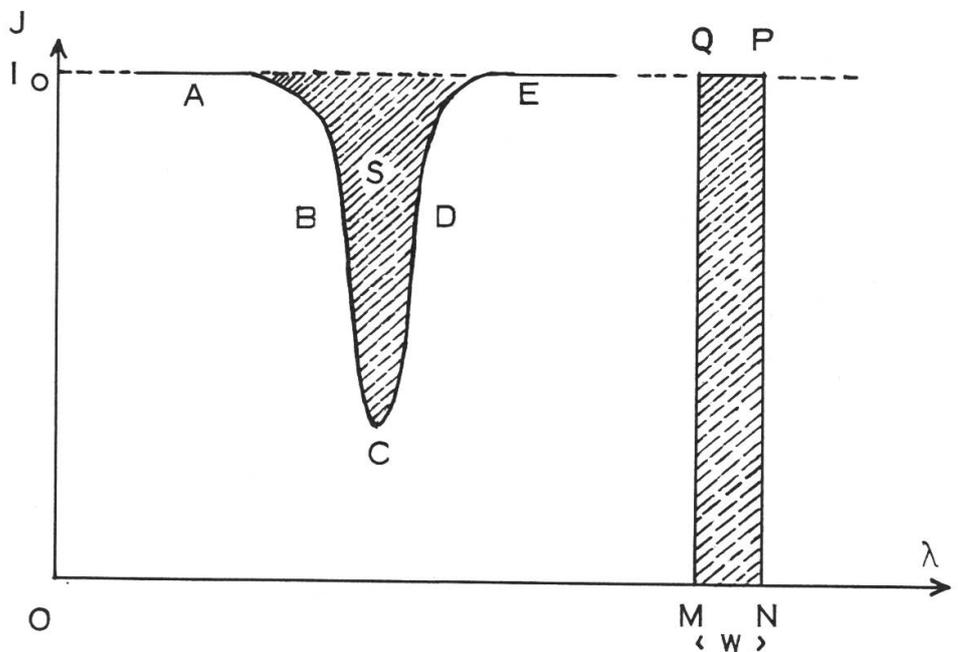


Figure 5 - La largeur équivalente de la raie représentée à gauche est la largeur W du rectangle $MNPQ$ dont l'aire est égale à l'aire S de la raie. Le contenu $ABCDE$ est le profil de la raie.

Il faut ensuite connaître le mécanisme de formation des raies, ce qui permettra de déterminer W en fonction du nombre N des atomes responsables de la raie. Les lois de la physique du rayonnement nous apprennent que chaque raie possède une largeur dite « naturelle », la même pour toutes les raies, dépendant uniquement des constantes fondamentales telles que masse et charge de l'électron, vitesse de la lumière, etc. Cette largeur naturelle est égale à $\frac{4 \pi e^2}{3 m c^2} = 1,18 \cdot 10^{-4} \text{ \AA}$.

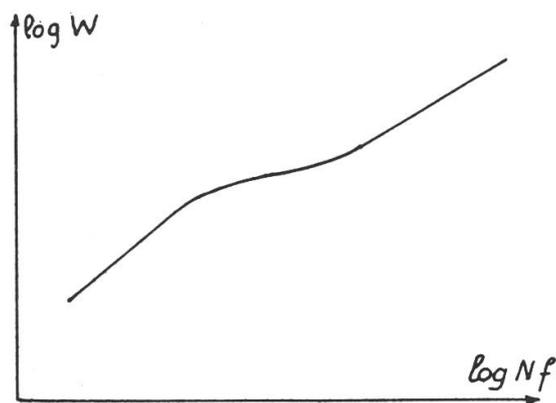
En réalité, la largeur d'une raie est toujours supérieure à cette valeur car des phénomènes tels que l'amortissement par choc, les effets Doppler, Zeemann et Stark, la rotation des étoiles ont pour effet de l'augmenter souvent considérablement. Ainsi, le théoricien doit-il commencer par déterminer l'effet de ces différents phénomènes sur l'intensité des raies. Cela étant fait (cela nous entrainerait trop loin de dire comment) il peut ensuite aborder le problème essentiel pour notre objet: déterminer la largeur équivalente W en fonction du nombre N des atomes actifs. Cette fonction $W = W(N)$, qui a reçu le nom de courbe de croissance, s'obtiendra en évaluant l'intégrale $W = \frac{1}{I_0} \int (I_0 - I_\lambda) d\lambda$. Le calcul est compliqué, car l'intensité I_λ en un point de la raie dépend de la manière dont le rayonnement est transmis par l'atmosphère de l'étoile, c'est-à-dire dépend à la fois du modèle physique de l'atmosphère et de sa constitution chimique. Grâce à des hypothèses simplificatrices que nous n'indiquerons pas, on obtient les résultats suivants:

- 1° Quand N est petit, W est proportionnel à Nf ; c'est le cas des raies faibles. La constante f est une grandeur quantique, dite force d'oscillateur, proportionnelle à la probabilité de la transition correspondant à la raie considérée.
- 2° Quand N augmente, il vient un moment où le centre de la raie est complètement opaque; l'intensité centrale ne peut plus diminuer, il y a saturation. W est alors presque constant.
- 3° Enfin, quand N augmente encore, les ailes de la raie augmentent et W est proportionnel à \sqrt{Nf} ; c'est le cas des raies fortes.

La courbe de croissance $W = W(N)$ possède donc trois parties et a l'allure indiquée sur la figure 6.

Une fois en possession des courbes de croissance théoriques, on les compare aux courbes de croissance empiriques qui s'obtiennent à partir de l'observation de la manière suivante:

Figure 6 - Courbe de croissance théorique. De gauche à droite : raies faibles, raies moyennes et raies fortes. La hauteur du « palier » intermédiaire dépend de la vitesse des atomes.



Le dépouillement d'un spectre donne les largeurs W de différentes raies. Supposons, pour simplifier, que la force d'oscillateur f de chacune de ces raies soit connue. On peut alors dessiner la courbe provisoire $W = W(f)$, dans le système d'axes $\log W, \log f$. Si on a obtenu les courbes de croissance pour deux atomes différents, le glissement horizontal nécessaire pour amener l'une des courbes sur l'autre détermine le rapport des nombres d'atomes *actifs* des deux éléments considérés. On obtiendra le rapport du nombre *total* des atomes en appliquant les relations Boltzmann-Saha qui déterminent les proportions d'atomes sur les différents niveaux d'excitation ou d'ionisation.

Nous ne donnons pas de table des abondances des différents éléments, car les résultats numériques sont souvent discordants. Deux remarques générales sont préférables.

Tout d'abord, l'hydrogène est l'élément le plus abondant des atmosphères stellaires, comme il l'est aussi à l'intérieur des étoiles. Ce fait n'était pas évident car rien ne s'opposait, à priori, à une discontinuité de la composition chimique entre l'intérieur et l'atmosphère (les courants de convection produisent-ils un brassage efficace des gaz stellaires ?).

Deuxième conclusion d'intérêt général : la composition chimique varie peu d'une étoile à l'autre, certains cas particuliers étant réservés.

La méthode des courbes de croissance est évidemment applicable aussi à l'étude des nébuleuses gazeuses brillantes et même à celle de la matière interstellaire. La composition chimique de ces objets paraît analogue à celle des atmosphères stellaires.

En parlant jusqu'ici de matière dont nous recevons du « rayonnement » il s'agissait de rayonnement dans le domaine *visible* du spectre. Terminons par quelques indications sur le rayonnement radio.

En rayonnement radioélectrique on observe un spectre continu et une seule raie de longueur d'onde $\lambda = 21$ cm, ce rayonnement provenant soit de radiosources quasi ponctuelles (objets que l'on identifie parfois à des objets visuels tels que étoiles ou galaxies), soit du gaz interstellaire.

L'identification de la raie de 21 cm est certaine : elle provient des atomes d'hydrogène au niveau fondamental. Ce niveau est un doublet hyperfin dont les deux composantes correspondent aux deux cas dans lesquels les spins du proton et de l'électron sont parallèles ou anti-parallèles. La présence de cette raie dans l'émission radio des nuages galactiques (brillants ou obscurs) permet donc d'affirmer la présence de l'hydrogène neutre dans ces nuées (peut-être 10^3 atomes par cm^3 dans les nuages denses, comme les nuages sombres d'Orion, du Taureau, de Persée).

Dans ce bref exposé, j'ai dû simplifier — à l'extrême parfois — certaines des questions que j'ai choisi de présenter. D'autre part, beaucoup d'autres problèmes se posent que j'ai volontairement laissés de côté ; ainsi l'interprétation du fond continu de spectres ou celle du profil des raies qui fournissent des renseignements sur la structure physique des atmosphères stellaires ou des nébuleuses gazeuses. De même, les courbes de croissance peuvent aussi apporter des renseignements d'ordre physique sur ces objets, mais toutes ces questions sont en dehors du sujet choisi.

RADIOASTRONOMIE

EIN UEBERBLICK UEBER IHRE PROBLEME

Bericht über den Vortrag vor der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft anlässlich der Generalversammlung 1960 in Winterthur

Von Privatdozent Dr. W. PRIESTER, Universitätssternwarte, Bonn

In allen Teilen der Welt sind in den letzten Jahren grosse Radioteleskope gebaut worden. Sie dokumentieren sichtbar die erhebliche Bedeutung, die die radioastronomische Forschung in der kurzen Zeit ihrer bisherigen Existenz gewonnen hat.

Das grösste schwenkbare Teleskop steht in Jodrell Bank in der Nähe von Manchester. Seine Antennenfläche besteht aus einem Parabolspiegel von 76 m Durchmesser. Durch seinen gelegentlichen Einsatz bei der Funkbeobachtung der Mondraketen und durch die Radarbeobachtungen künstlicher Erdsatelliten ist es in letzter Zeit häufig in der Tagespresse erwähnt worden. Fertige Pläne für den Bau eines ähnlich grossen Spiegels (64 m Durchmesser) auf der Südhalbkugel der Erde existieren beim Radiophysics Laboratory in Sydney (Australien), während in den USA ein 42 m Spiegel geplant ist. Der zur Zeit zweitgrösste bewegliche Parabolspiegel der Welt steht in Ostberlin, beim Heinrich-Hertz-Institut in Adlershof. Er hat einen Durchmesser von 36 m. Eine Zwillingsanordnung von zwei Spiegelteleskopen mit je 27 m Durchmesser wurde kürzlich für das California Institute of Technology im Owens Valley (Calif.) fertiggestellt. Mit dieser Anordnung wird das bekannte Prinzip des Sterninterferometers aus der optischen in die Radio-Astronomie übertragen. Spiegel von 25 m Durchmesser arbeiten in Dwingeloo (Niederlande), in der Eifel als Aussenstation der Bonner Sternwarte (vergl. Abbildung 1) und beim Naval Research Laboratory in den USA. Die Gesamtzahl der radioastronomischen Observatorien in der Welt ist bereits auf über 60 angewachsen. Sie sind zumeist mit kleineren Spiegelteleskopen oder aber mit zum Teil sehr grossen Spezialantennen (Mehrelement-Interferometer, Mills-Kreuz-Antennen oder Chris-Kreuz-Antennen) ausgerüstet.

Die Anfänge der Radioastronomie reichen in das Jahr 1931 zurück, als der Hochfrequenzingenieur Karl G. Jansky bei der Bell Telephone

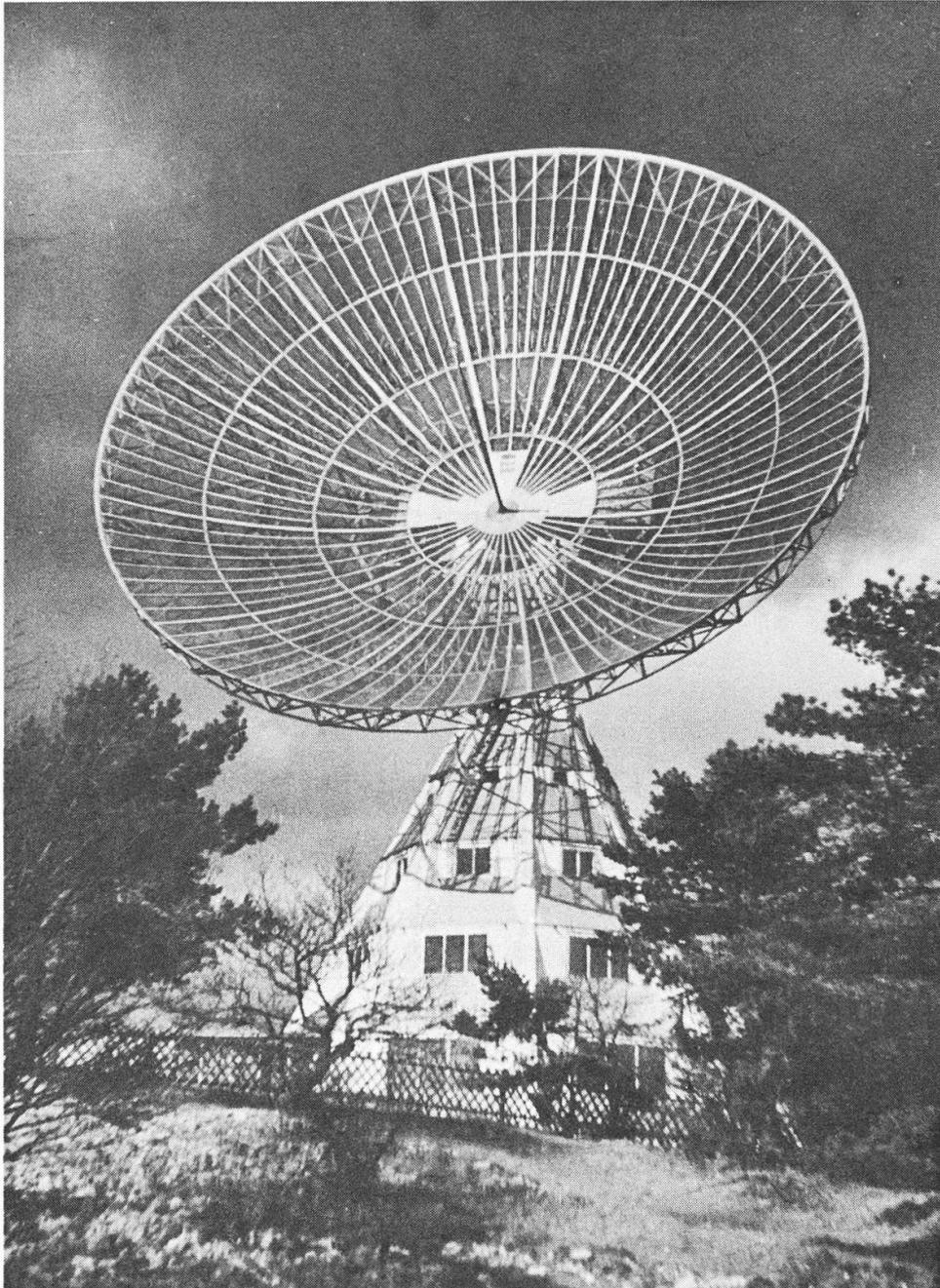


Abbildung 1 - Das Radioteleskop der Universitäts-Sternwarte Bonn auf dem Stockert bei Münstereifel (Photo: Dr. W. Priester).

Company systematische Versuche über das atmosphärische Störrauschen anstellte. Er beobachtete auf einer Station in der Nähe von Holmdel im Staate New Jersey mit einer Richtantenne auf 14,6 m Wellenlänge. Hierbei entdeckte er ein tageszeitliches Ansteigen des Störpegels, wobei das Maximum an jedem folgenden Tage jedoch um jeweils 4 Minuten früher eintrat. Das Störrauschen war also offenbar mit der scheinbaren

Rotation des Sternhimmels (Rotationszeit 23h 56m) korreliert. Es gelang Jansky bereits den Bereich des Sternhimmels anzugeben, aus dem der Hauptbeitrag dieser kosmischen Meterwellenstrahlung kommt: das Sternbild Sagittarius (Schütze). In dieser Richtung liegt das Kerngebiet unseres Milchstrassensystems (vgl. Abbildung 2).

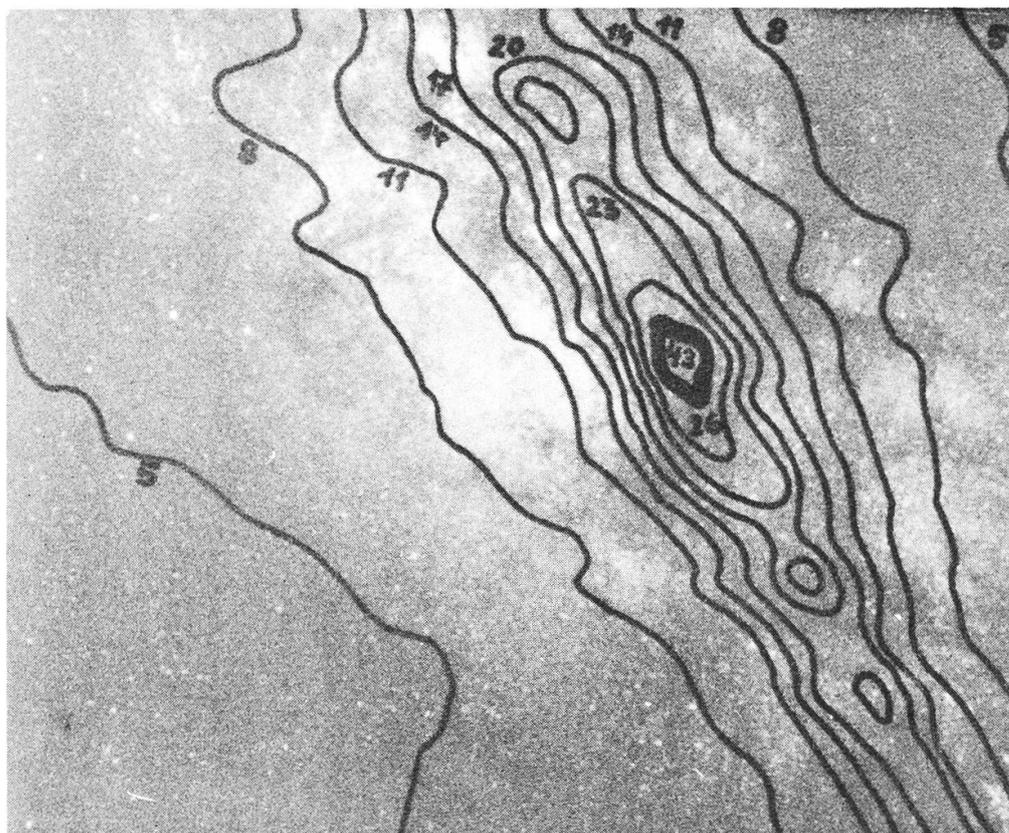


Abbildung 2 - Ausschnitt aus der Milchstrasse im Bereich der Sternbilder Sagittarius und Scorpius nach einer photographischen Aufnahme der Mt. Wilson und Mt. Palomar Observatorien. Eingezeichnet wurden die Kurven gleicher Strahlungsintensität der Radiowellen von 0,75 m Länge (400 MHz) nach den Messungen von McGee und Bolton in Sydney. Die Zahlen geben die Intensität der Strahlung in Strahlungstemperaturen an (Einheit: 10 Grad Kelvin). Die Radiowellen stammen zumeist aus grösseren Raumtiefen als die leuchtenden Gaswolken auf der photographischen Aufnahme, da die Radiowellen das Gas-Staub-Gemisch in der Milchstrasse ungehindert durchdringen.

Heute liegen etwa zwei Dutzend Teildurchmusterungen der Sphäre im Wellenlängenbereich von 10 cm bis 33 m vor. Ihre Isophotekarten zeigen deutlich die überwiegend galaktische Herkunft der Radiostrahlung.

Die erste Gesamtkarte des Himmels ist bei 1,5 m Wellenlänge aus den Messungen von C.W. Allen und C.S. Gum in Australien und F. Dröge und W. Priester in Kiel gewonnen worden (vgl. Abbildung 3). Die rapide Entwicklung der Hochfrequenztechnik im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte führte auch für die Radioastronomie zu einer sprunghaften Entwicklung ihrer Forschungsbereiche. Im Jahre 1942 gelang es englischen Radarbeobachtern unter Führung von John S. Hey, die bei einer starken Eruption auf unserer Sonne entstehende Meterwellenstrahlung nachzuweisen. Im gleichen Jahre konnte J. Southworth in den USA bei 3 cm Wellenlänge die normale thermische Radiostrahlung der Sonne beobachten. Im Jahre 1946 war es wiederum J.S. Hey, der zusammen mit S.J. Parsons und J.W. Phillips den ersten punktförmigen Radiostrahler am Himmel im Sternbild Schwan (Cygnus) zwischen den Sternen Gamma und Delta Cygni entdeckte. Nach ihrem Ort am Himmel erhielt diese Radioquelle die Bezeichnung Cygnus A.

Einen weiteren entscheidenden Fortschritt bildete dann die Entdeckung der Linienstrahlung des interstellaren Wasserstoffgases bei 21,1 cm Wellenlänge (1420 MHz) im Jahre 1951 nahezu gleichzeitig in den USA, den Niederlanden und in Australien. Bereits im Jahre 1944 hatte der damalige Astronomiestudent H. C. van de Hulst (heute Professor für Theoretische Astronomie an der Universität Leiden und derzeitiger Präsident von COSPAR) auf Grund theoretischer Überlegungen vorausgesagt, dass bei 1420 MHz eine Spektrallinie beobachtbar sein müsse, die von den neutralen Wasserstoffatomen aus den Spiralarmen unseres Milchstrassensystems ausgesendet wird.

Die Durchlässigkeit der Erdatmosphäre für Radiowellen erlaubt Beobachtungen der kosmischen Radiostrahlung im Bereich von etwa 1 cm Wellenlänge (30 000 MHz) bis etwa 30 m (10 MHz). Die untere Grenze entsteht durch die Molekülabsorption in der Erdatmosphäre, die Wellen unterhalb 1 cm nicht mehr durchlässt. Erst im Bereich der optischen Wellenlängen wird die Atmosphäre wieder durchsichtig. Die obere Wellenlängengrenze des Radiofensters der Erdatmosphäre wird durch die Reflektion der Ionosphäre bewirkt. Durch sie werden die von aussen her einfallenden Strahlen in das Weltall zurückgebrochen.

DIE RADIOQUELLEN

Seit der Entdeckung der Radioquelle Cygnus A sind vor allem durch die Beobachtungen von M. Ryle und Mitarbeitern in Cambridge (Eng-

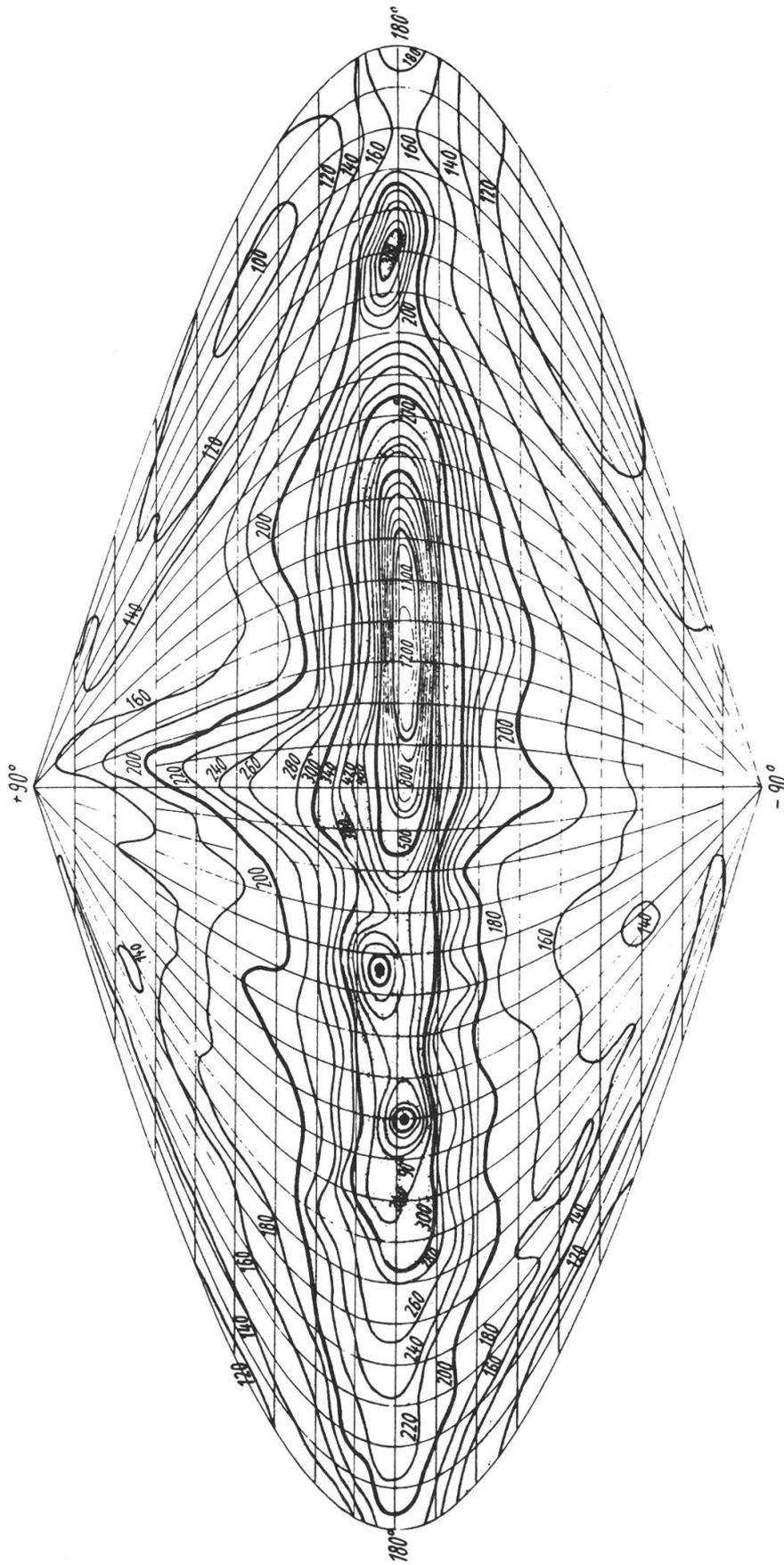


Abbildung 3 - Karte der Strahlungstemperaturen der 200 MHz-Strahlung aus den Messungen von C. W. Allen und C. S. Gum am Südhimmel und F. Dröge und W. Priester am Nordhimmel. (Galaktische Koordinaten).

land) und B. Y. Mills in Sydney (Australien) über 2000 Punkte an der Sphäre festgestellt, die eine intensive Radiostrahlung aussenden. Die meisten dieser Radioquellen besitzen Ausdehnungen von weniger als eine Bogenminute Winkeldurchmesser; es gibt aber auch einige, deren Flächenausdehnung an der Sphäre etwa der Vollmondfläche entspricht. Aus der Verteilung der Radioquellen an der Sphäre folgt, dass ein direkter physischer Zusammenhang zwischen den isolierten Radioquellen und der von Jansky entdeckten allgemeinen Radiostrahlung der Milchstrasse nicht besteht. Allerdings konnte bisher nur ein kleiner Teil der über 2000 Radioquellen mit optisch bekannten Himmelsobjekten identifiziert werden.

Durch die Untersuchungen von W. Baade und R. Minkowski mit dem optischen 5-m-Spiegel des Mt. Palomar Observatoriums wissen wir z. B. dass die starke Radioquelle im Sternbild Schwan durch die Kollision zweier grosser Sternsysteme entstanden ist. Sie befinden sich in einer Entfernung von 200 Millionen Lichtjahren. Die Sternsysteme durchdringen einander mit einer Relativgeschwindigkeit von rund 500 km/sec. Durch den Zusammenprall wird die zwischen den Sternen schwebende gasförmige Materie zur Emission einer Radiostrahlung mit kontinuierlichem Spektrum angeregt. Der hierbei wirksame physikalische Prozess ist zur Zeit noch Gegenstand der Forschung. Aus statistischen Untersuchungen über die Häufigkeit der Kollisionen zwischen den Sternsystemen können wir schliessen, dass der grösste Teil der beobachteten Radioquellen auf derartige «Verkehrsunfälle» im Weltall zurückzuführen ist. Da sich diese zumeist in Entfernungen abspielen, die ausserhalb der Reichweiten unserer optischen Fernrohre liegen, wird es zugleich auch verständlich, weshalb nur wenige Radioquellen mit optisch bekannten Objekten identifiziert werden konnten. Neben diesen Kollisionsquellen empfangen wir aber auch Radiostrahlung von Sternsystemen, die unserer Milchstrasse näher benachbart sind (z. B. Andromeda-Nebel). Hierbei handelt es sich nach Art und Intensität um die gleiche Radiostrahlung wie die allgemeine Strahlung unserer Milchstrasse.

Aber auch in unserem Sternsystem gibt es Objekte mit starker Radioemission. Es handelt sich hier um Gasnebel mit hohen inneren Turbulenzgeschwindigkeiten und um die Ueberreste von Fixstern-Explosionen (Supernovae). Der markanteste Vertreter dieser Art ist der Krebs-Nebel im Sternbild Stier. Wie wir aus chinesischen Annalen wissen, ist an dieser Stelle am 4. Juli des Jahres 1054 n. Chr. ein extrem heller Stern aufgeflammt, der mehrere Monate lang sogar bei Tage zu erkennen war.

Heute sehen wir im Fernrohr an dieser Stelle eine Gaswolke von etwa krebsförmiger Gestalt, die mit einer Geschwindigkeit von 1100 km/sec expandiert.



Abbildung 4 - Spiralnebel M 101 im Sternbild Grosser Bär. (Aufnahme Mt. Wilson und Mt. Palomar Observatorien). Wie durch die radioastronomische Beobachtung bei 21,1 cm Wellenlänge gezeigt wurde, besitzt unser Milchstrassensystem einen ähnlichen Aufbau wie der abgebildete Spiralnebel.

Seit der Entdeckung dieser Strahlung im Jahre 1951 sind vor allem an der radioastronomischen Abteilung der Sternwarte Leiden die spektralen Intensitätsverteilungen im 21-cm-Band an zahlreichen Stellen der Milchstrasse untersucht worden. Es handelt sich bei dieser Emission um einen Sprung zwischen zwei Hyperfeinstruktur-Zuständen der Wasserstoffatome, die den grössten Anteil an der chemischen Zusammensetzung des interstellaren Gases haben. Da die natürliche Bandbreite dieser Spektrallinie sehr schmal ist, lassen sich aus den beobachteten Frequenzverschiebungen direkt die Geschwindigkeiten der interstellaren Gaswolken ermitteln (Doppler-Effekt). Diese Relativgeschwindigkeiten gegenüber unserem Beobachtungsort sind weitgehend durch die differentielle Rotation der Milchstrasse bedingt. Aus Beobachtungsrichtung und gemessener Geschwindigkeit lassen sich die Entfernungen der Gaswolken ermitteln, da das Rotationsgesetz der Milchstrasse aus optischen Beobachtungen hinreichend bekannt ist. Aus den vorliegenden Messungen ergab sich eine spiralförmige Anordnung der Gaswolken. Unser Milchstrassensystem ist also offensichtlich ein Spiralnebel ganz ähnlich den zahlreichen weit entfernten Spiralnebeln, die von photographischen Aufnahmen allgemein bekannt sind (vgl. Abbildung 4).

Die wohl bedeutsamste Entdeckung gelang in letzter Zeit bei der Untersuchung der Verteilung des neutralen Wasserstoffgases im Kerngebiet der Milchstrasse mit dem 25-m-Teleskop in Dwingeloo. Das Spektrum der 21-cm-Linie in Richtung der Radioquelle Sagittarius A, der wahrscheinlichen Kernquelle unserer Galaxis, zeigt eine starke Absorption mit einer Doppler-Verschiebung, die einer Bewegung einer Wasserstoffwolke von -53 km/sec (d. h. auf uns zu) entspricht. Auf Grund des allgemeinen Rotationsgesetzes der Milchstrasse dürfte diese Geschwindigkeit in dieser Beobachtungsrichtung nicht auftreten. Man spricht daher von einer «verbotenen» Geschwindigkeit. Die Absorptionslinie konnte inzwischen auch mit dem Bonner 25-m-Spiegel bestätigt werden. Eine Untersuchung der gesamten Kernregion durch W. Rougoor zeigt, dass es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Spiralarm handelt, der neben seiner normalen Rotationsbewegung zugleich eine Fluchtbewegung vom galaktischen Zentrum mit rund 50 km/sec ausführt. Die Herkunft der hierfür erforderlichen Energie ist zur Zeit noch ungeklärt.

DIE RADIOSTRAHLUNG DER SONNE

Die Sonne emittiert sehr verschiedene Arten von Radiostrahlung. Da Vorgänge auf der Sonne wegen ihrer geringen Entfernung direkt beobachtet werden können, hat die gleichzeitige Ueberwachung der Sonne mit Radio- und Lichtteleskopen interessante Aufschlüsse über die Radiostrahlung erzeugenden physikalischen Prozesse geliefert und zahlreiche Zusammenhänge zwischen Eruptionen auf der Sonne und Vorgängen in der Ionosphäre und im Magnetfeld der Erde aufgedeckt.

Die solare Radiostrahlung enthält eine ständig vorhandene ruhige Komponente, die im wesentlichen aus der thermischen Strahlung der Sonnenkorona besteht. Die Korona ist eine Gashülle mit einer Temperatur von rund 10^6 Grad Kelvin. Zu Zeiten hoher Sonnenaktivität überlagert sich der ruhigen Strahlung eine Komponente mit starken Intensitätsschwankungen, die sogenannte gestörte Strahlung. Hierbei kann die Spitzenintensität das Mehrtausendfache der ruhigen Komponente erreichen. Die Erscheinungsformen der gestörten Strahlung sind sehr mannigfaltig. Sie reichen von einzelnen Strahlungsstößen, deren Dauer nur einen Bruchteil einer Sekunde beträgt, bis zu Strahlungstürmen, die sich gelegentlich über mehrere Tage erstrecken und häufig mit starker Nordlichttätigkeit auf der Erde korreliert sind.

Im Dezimeterwellenbereich (speziell zwischen 10 und 40 cm) wird eine langsam variable Komponente der solaren Radiostrahlung beobachtet, deren Herkunft auf thermische Emission aus Koronakondensationen zurückgeführt wird. Unter diesen versteht man Gebiete der Sonnenkorona, in denen Temperaturen bis zu 10^7 Grad Kelvin auftreten. Diese Kondensationen dürften nach den Untersuchungen von G. Elwert auch der Entstehungsherd der zusätzlichen solaren Röntgenstrahlungsemission sein. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang, dass zwischen den Schwankungen der solaren 20-cm-Strahlung und den Schwankungen in der Umlaufzeit-Abnahme der künstlichen Erdsatelliten auffällige Parallelen bestehen, wie der Verfasser kürzlich nachweisen konnte und inzwischen von L.G. Jacchia an weiterem Material bestätigt werden konnte. Es würde jedoch zu weit führen, hier auf die zum grossen Teil noch offenen Probleme der solar-terrestrischen Beziehungen einzugehen.

(Dieser Aufsatz entstand unter auszugsweiser Benutzung des Kapitels «Radioastronomie» von W. Priester in «Kleines Radar-Handbuch», Verkehrs- und Wirtschafts-Verlag GmbH, Dortmund 1958.)

LES ÉTOILES VARIABLES (suite¹)

par G. FREIBURGHaus, assistant à l'Observatoire de Genève

6. — VARIABLES DU TYPE W VIRGINIS

6.1. Généralités

Parmi les céphéides de la Galaxie, certaines se distinguent par des particularités qui les différencient des céphéides dites classiques. Par exemple, les courbes de lumière n'ont pas la forme qu'elles devraient avoir pour une amplitude donnée. La situation de ces céphéides dans la Galaxie est également particulière par le fait qu'elles s'écartent du plan galactique alors que les céphéides classiques sont proches du plan comme nous l'avons vu (« Orion » N° 69). Enfin, le spectre de ces céphéides « dissidentes » se singularise par le fait de l'apparition des raies d'émission de l'hydrogène lors de la montée vers le maximum. Il se produit encore le dédoublement périodique de certaines raies.

Ces phénomènes étranges ont attiré l'attention des astronomes qui ont étudié plus attentivement les céphéides les présentant, et plus particulièrement W Virginis qui devint l'étoile type de cette classe. On montra alors que ces céphéides particulières étaient de population II, tout comme les étoiles du type RR Lyrae, qui sont des objets se trouvant dans les nébuleuses elliptiques et le noyau des spirales ainsi que dans les amas globulaires (figure 18). Il convient donc de les différencier nettement des céphéides classiques, c'est pour cette raison que l'on a créé la classe des céphéides du type W Virginis, ou céphéides de population II.

6.2. Forme de la courbe de lumière

Si l'on compare les courbes de lumière de deux céphéides, une de population I et l'autre de population II, ayant la même période, on constate immédiatement une très nette différence : l'apparition d'une bosse lors de la descente chez les variables du type W Virginis. Cette différence existe pour toutes les périodes, indiquant par là que ce n'est pas une caractéristique de la période mais bien d'une classe. La figure 19 montrant trois courbes de lumière de variables du type W

¹) Voir « Orion » N° 65, 66, 67, 68, 69.

Virginis comparées à celle de δ Céphéi fait ressortir très clairement ce phénomène. La ressemblance des trois courbes de lumière des variables de population II est frappante, bien que les périodes s'étagent entre 13,77 jours et 28,58 jours. On peut donc considérer cette bosse comme un critère de séparation des céphéides en population I et population II.

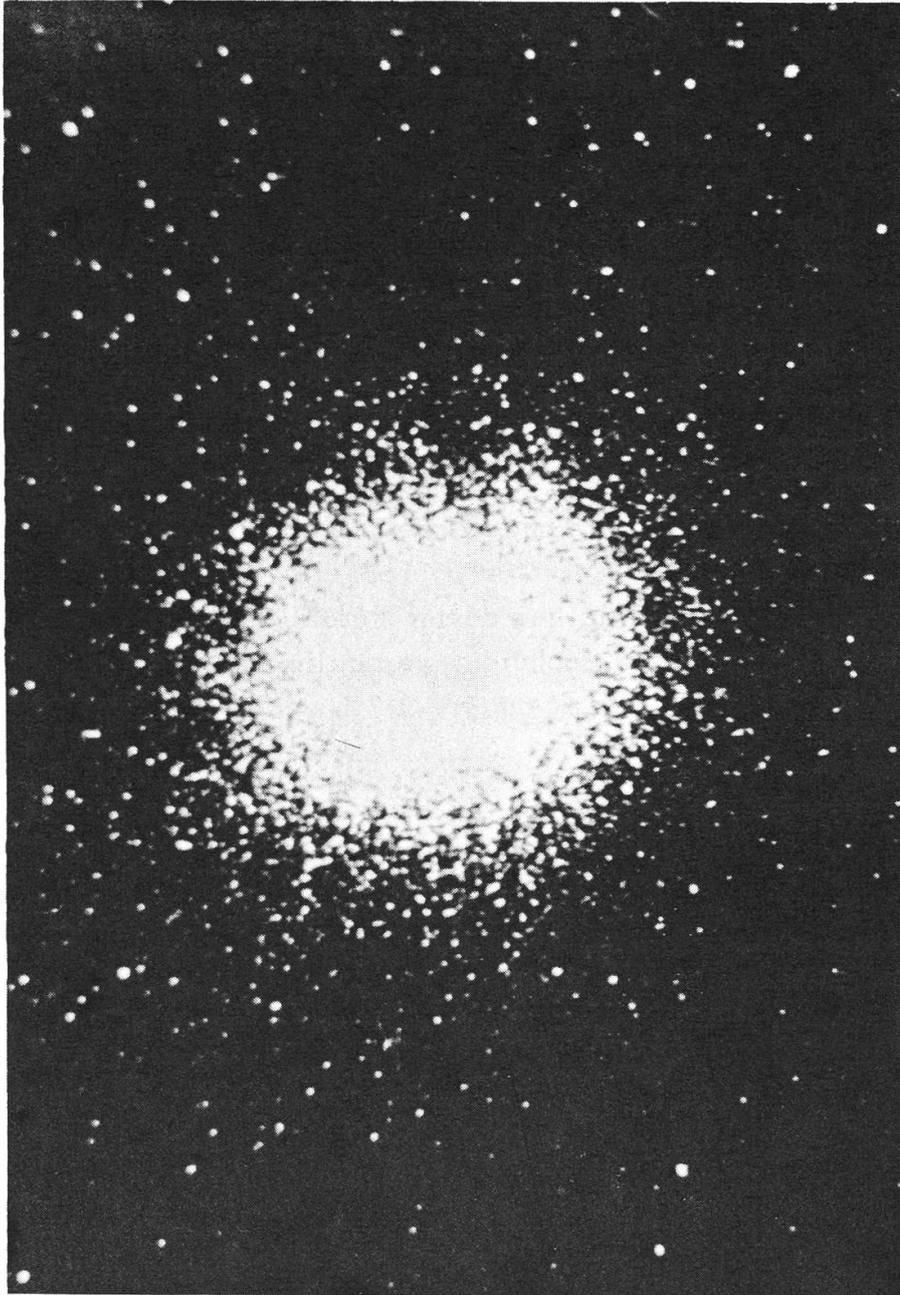


Figure 18 - L'amas globulaire M 13 dans la constellation d'Hercule. Les quelques céphéides visibles dans de tels amas sont toutes du type W Virginis (population II).

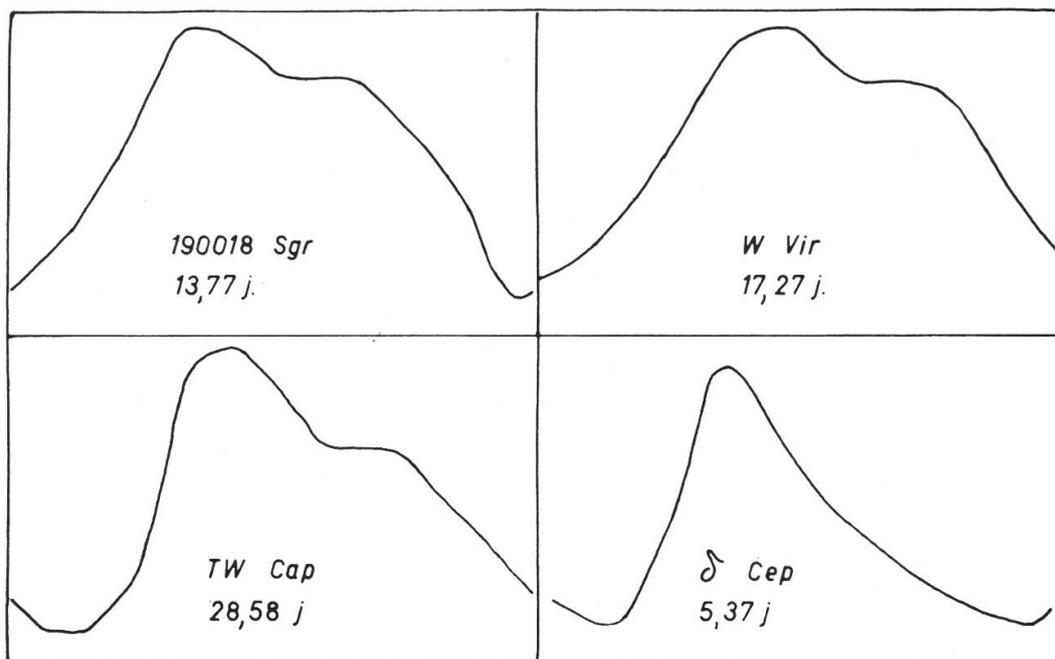


Figure 19 - Courbes de lumière de céphéides de population II et de δ Céphéi (population I). Les périodes ont été ramenées à la même amplitude mais sont marquées en jours sur les différentes courbes. 190018 Sgr, W Vir et TW Cap sont des céphéides de population II alors que δ Cep est de population I.

6.3. Spectre des variables du type W Virginis

C'est surtout dans le spectre que l'on remarque des particularités étonnantes de ces variables. Lors de la croissance de l'éclat, les raies de l'hydrogène apparaissent en émission intense. Mais ce n'est pas encore là le phénomène le plus marquant. Celui-ci est constitué par le dédoublement de certaines raies par l'effet Doppler-Fizeau qui présentent des vitesses radiales très différentes, -20 km/sec et -130 km/sec *au même instant*. (Une différence de vitesse de près de 400 000 km à l'heure !!) Ceci s'explique de la manière suivante. Le dédoublement se produit au moment du changement de croissance de la vitesse radiale, au moment où la couche supérieure qui s'approchait de nous va s'en éloigner. L'onde qui passait dans cette couche est encore visible que déjà l'onde suivante apparaît dans les couches profondes de l'atmosphère. De cette manière on peut observer la même onde pendant plus d'une phase de la variable, pendant environ 1,45 période, car les raies sont décalées l'une par rapport à l'autre du fait de l'effet Doppler-Fizeau qui décale les raies proportionnellement à la vitesse radiale. Les deux vitesses étant par moment très différentes, les raies n'occupent donc pas la même place dans le spectre. C'est ce que montre la figure 20, où la vitesse radiale est exprimée en fonction

de la période. Ce phénomène est créé par le passage dans les régions extérieures de l'étoile d'une *onde progressive*.

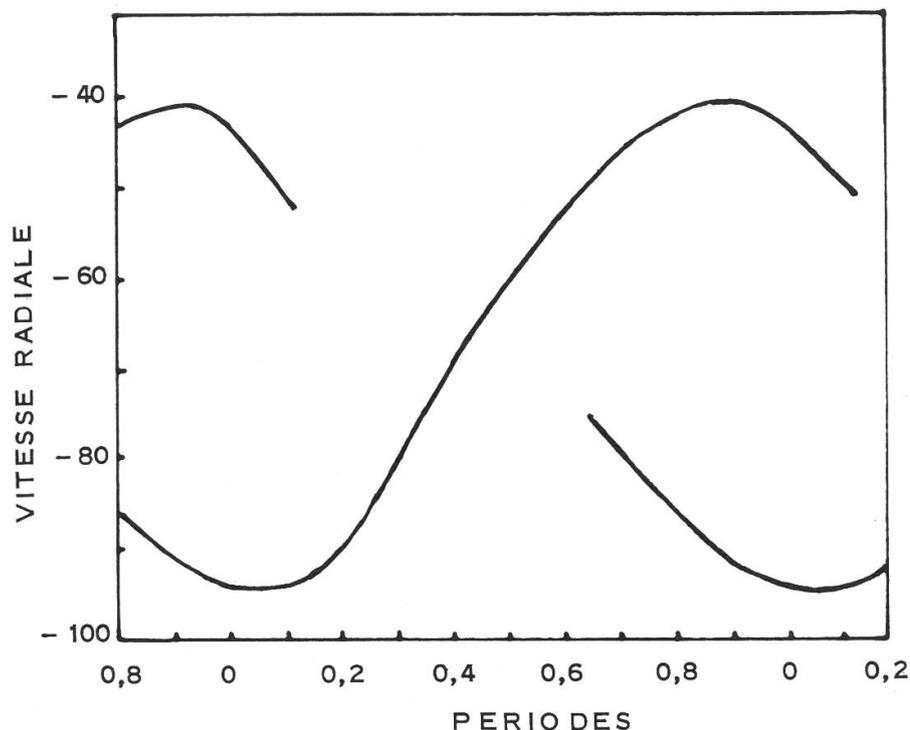


Figure 20 - Vitesses radiales de W Virginis (d'après ABT). Les vitesses radiales sont exprimées en km/sec, en abscisses sont portés les dixièmes de période.

6. 4. Distribution galactique des variables W Virginis

Ces variables se distinguent également des céphéides normales par leur position à l'intérieur de la Galaxie. Alors que les céphéides sont près du plan galactique, les variables du type W Virginis se situent toutes dans une sphère centrée sur le centre de la Galaxie et peuvent donc se trouver à grande distance du plan de celle-ci. W Virginis, par exemple, se trouve à 61° de latitude galactique et environ à 1000 parsecs au nord du plan.

La figure 21 montre très clairement la position des céphéides de population II. Les étoiles ont été projetées sur le plan galactique, vu par-dessus. Le point S représente le soleil et C le centre de la Galaxie. On remarque très nettement que les variables se trouvent entre le centre de la Galaxie et le soleil et qu'aucune n'est en dehors d'un cercle centré sur C. Elles sont donc aux environs du noyau de la Galaxie. C'est ce qu'indique la figure 22.

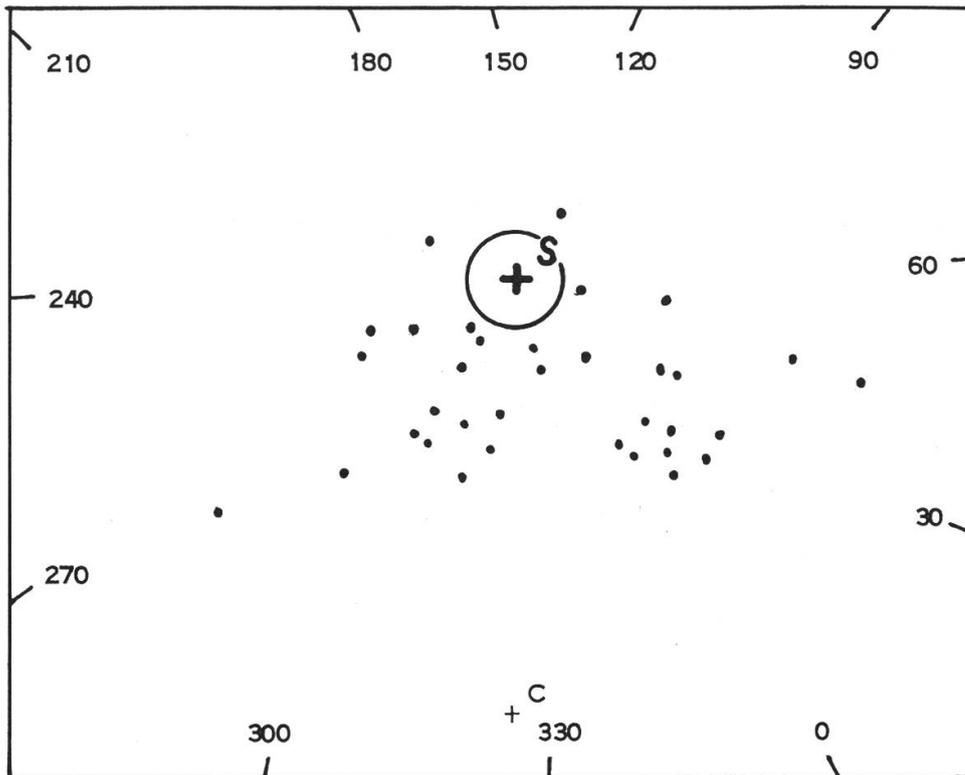


Figure 21 - Projection des céphéides de population II sur le plan galactique. C indique le centre galactique et S la position du Soleil. Le cercle autour du Soleil a un diamètre de 1000 parsecs (d'après C. Payne-Gaposchkin).

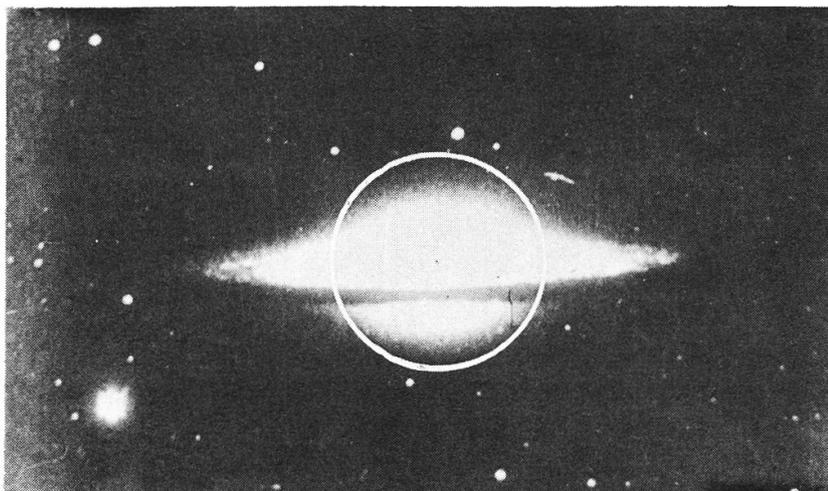


Figure 22 - Le cercle blanc indique la sphère à l'intérieur de laquelle se trouvent les variables du type W Virginis dans une galaxie.

Un autre fait confirme cette idée. Du fait de leurs grandes vitesses radiales, les céphéides montrent qu'elles se déplacent elles-mêmes à grande vitesse. Elles font donc partie du groupe d'étoiles dites à « grandes vitesses » qui justement se situent dans les régions de la Galaxie indiquées plus haut.

7. — VARIABLES A LONGUES PERIODES

7.1. Généralités

Les étoiles variables à longues périodes forment une classe bien définie. Ce sont toutes des étoiles dont les périodes se rangent de 50 jours à 709 jours (AH Scorpii) et d'amplitudes (écarts des magnitudes) très différentes. Leurs variations ne sont pas rigoureusement régulières comme celles des étoiles étudiées précédemment. Dans certains cas, même, la période et l'amplitude peuvent varier fortement d'un cycle à l'autre, cependant elles se différencient nettement des variables semi-régulières par leurs grandes amplitudes et leurs types spectraux bien définis. Ce sont des étoiles « froides » de types spectraux voisins de M, donc toujours très avancés. Ces étoiles sont presque toutes de couleur rouge.

7.2. Périodes et amplitudes

Les périodes varient, ainsi que nous l'avons dit, de 50 à 700 jours environ, cependant on remarque un net maximum de fréquence pour 300 jours. Les périodes ne sont pas rigoureusement semblables et on note parfois des écarts importants. Pour Mira Ceti, la célèbre variable qui fut la première à être découverte, la période moyenne est de 330 jours, mais il lui est arrivé de descendre à 320 jours et de monter jusqu'à 370 jours. Il en est de même pour l'amplitude de la variation qui n'est pas toujours la même d'une phase à l'autre. La figure 24 montre bien cette irrégularité des courbes. Les amplitudes varient beaucoup d'une étoile à l'autre, allant de 1 magnitude à près de 12 magnitudes ! C'est le cas pour χ Cygni qui détient le record avec un maximum à la magnitude 2,2 et un minimum à la magnitude 14,3. C'est la plus grande amplitude connue à ce jour. Mais la plupart des variables de cette classe ont leur amplitude comprise entre 4 et 6 magnitudes, comme le montre la figure 23. Elle représente la courbe de fréquence des variables en fonction de l'amplitude. La répartition est très nette de même que le maximum de fréquence. La partie en pointillé concerne les variables semi-périodiques.

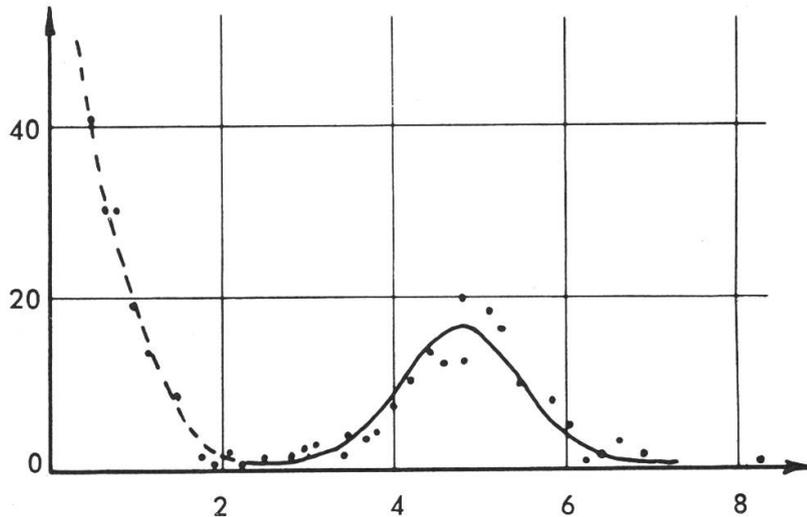


Figure 23 - Courbe de fréquence des amplitudes moyennes. (Hynek, Astrophysics.) En abscisses sont portées les amplitudes, en magnitudes. Le nombre d'étoiles est en ordonnées.

En général, on remarque que l'amplitude varie avec la période. Plus celle-ci est grande, plus l'écart entre le maximum et le minimum est grand, en moyenne il est de 3,5 magnitudes pour 150 jours et de 7 magnitudes pour 700 jours.

7.3. *Forme de la courbe de lumière*

Les courbes de lumière ne sont donc pas très régulières et l'on pourrait dire des variables à longues périodes qu'elles sont plus cycliques que périodiques. La figure 24 montre que l'on peut trouver des formes de courbes de lumière très différentes d'une étoile à l'autre. C'est pourquoi on a essayé une classification interne des variables à longues périodes au moyen de la courbe de lumière. LUDDENDORFF avait créé une classification empirique. GAPOSCHKIN utilise, lui, des paramètres permettant de fixer quantitativement la dissymétrie.

Pour les variables à longues périodes on utilise la numérotation julienne des jours. C'est-à-dire que chaque jour est numéroté en suivant, sans tenir compte de la date, ce qui est beaucoup plus pratique en astronomie.

7.4. *Caractéristiques des spectres*

Les variables à longues périodes sont d'un type spectral avancé : M, R, N ou même S. Ce sont donc des étoiles rouges et « froides ».

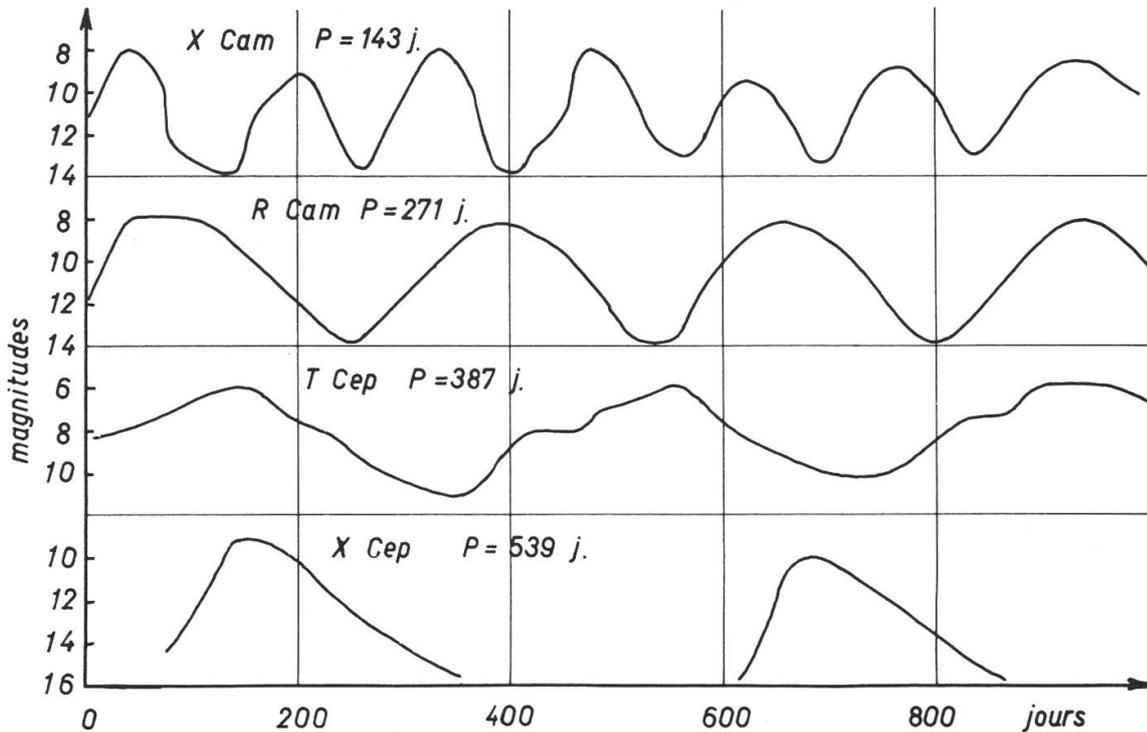


Figure 24 - Courbes de lumière de quelques variables à longues périodes.

Leur type spectral varie assez peu, mais en suivant toujours la loi générale: le type spectral le plus avancé étant émis au minimum d'éclat et le type le moins avancé au maximum.

Ces étoiles étant froides, les spectres comportent également des bandes. (Les atomes excités produisent des raies alors que les molécules formées de plusieurs atomes donnent des bandes.) C'est-à-dire que des molécules composées résistent à la chaleur qui n'est plus suffisante pour les dissocier. C'est le cas pour les spectres du type M, à oxyde de titane, du type R et N qui sont ceux des étoiles carbonées qui contiennent des composés du carbone: hydro-carbures (CH), cyano-gène (CN) et la molécule du carbone (C_2), et enfin les spectres du type S, à oxyde de zirconium.

A côté de ces raies d'absorption, les spectres présentent des raies d'émission très intenses, surtout de l'hydrogène, mais aussi quelques raies métalliques. Chose étrange, la raie $H \delta$ de l'hydrogène est intense, ce qui est très rare dans les spectres d'émission. La figure 25 montre l'intensité de quelques raies d'émission. On constate que le maximum d'intensité est proche du maximum d'éclat.

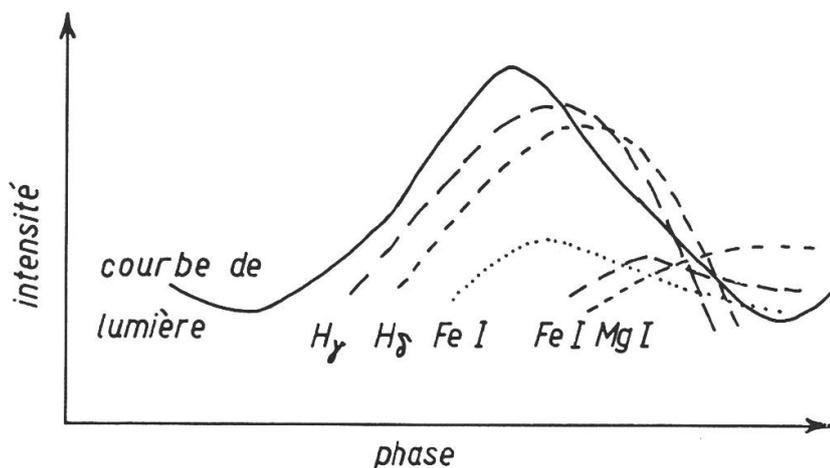


Figure 25 - Courbe de lumière et intensité des raies d'émission dans une variable à longue période.

Les spectres des variables à longues périodes sont encore très mystérieux et les explications théoriques n'en sont qu'à leurs débuts. D'autant plus que le phénomène se complique encore d'un phénomène de fluorescence dû aux couches extérieures de l'atmosphère de l'étoile qui se comporte comme une nébuleuse à émission.

La mieux étudiée des variables à longues périodes est Mira Ceti. Nous allons résumer les résultats des observations.

7.5. Etude de Mira Ceti

Son type spectral varie de M6 au maximum à M9 au minimum. PETTIT et NICHOLSON ont mesuré la température de surface : 1900° Kelvin au minimum et 2600° Kelvin au maximum. C'est ce que l'on peut voir sur la figure 26. L'énergie a été exprimée en fonction de la longueur d'onde. La bande comprise entre les deux traits en pointillé est le domaine visible. Il saute aux yeux que l'étoile rayonne le plus d'énergie dans l'infra-rouge.

Le spectre de Mira est très compliqué. Dans la région rouge les bandes d'oxyde de titane prédominent. L'hydrogène apparaît en émission.

Mira Ceti est une supergéante rouge dont le diamètre vaut environ 100 fois celui du soleil. Sa densité moyenne, par contre, est cent millions de fois moindre que celle du soleil. A.H. JOY, en étudiant Mira, découvrit que le centre de toutes les fortes raies d'absorption était lié avec un spectre continu dont l'intensité croissait vers le violet,

comme dans une étoile bleue. Il en conclut que le spectre de Mira était composite : la superposition de celui d'une supergéante rouge et de celui d'une étoile du type B de 10^e magnitude environ. Mira Ceti devait donc être double. C'est AITKEN qui le prouva en découvrant le petit compagnon.

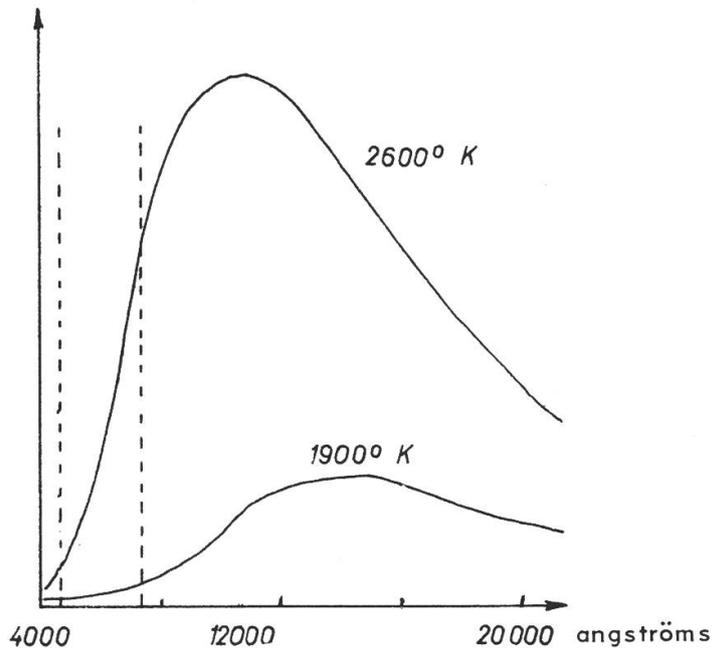


Figure 26 - Distribution de l'énergie dans le spectre de Mira Ceti, au maximum et au minimum (Sky and Telescope).

En résumé, on constate que les variables d'amas présentent le type spectral le moins avancé, donc sont à très hautes températures. Les céphéides ont un type spectral plus avancé et une température moins élevée. Enfin, les variables à longues périodes, qui possèdent le type spectral le plus avancé, ont les plus basses températures.

(à suivre)

BIBLIOGRAPHIE : Voir « Orion » N° 65 à 69.

QUEL EST LE NOMBRE D'ECLIPSES PAR ANNEE ?

Il y a au maximum sept éclipses et au minimum deux éclipses. S'il n'y en a que deux, ce sont deux éclipses de soleil.

Il y a au minimum deux éclipses de soleil par an, mais il peut se trouver des années sans éclipse de lune. En 1935, on a compté sept éclipses, cinq solaires et deux lunaires.

DER JAHRESZEITLICHE RUECKGANG DER POLKAPPEN AUF MARS

Referat im Planeten-Colloquium in Nürnberg, am 12. Juni 1960

Von Dr. W. SANDNER, Grafing bei München

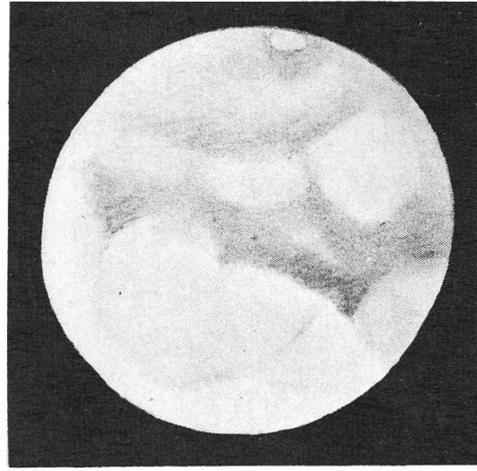
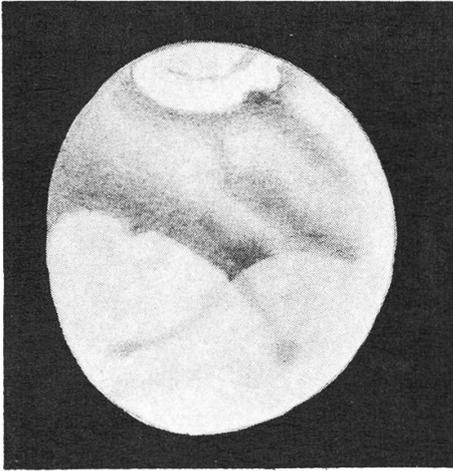
Mars nähert sich wieder einer Opposition und damit tritt an uns die Verpflichtung heran, den roten Planeten erneut zu beobachten. Die diesjährige Opposition gehört zwar zu den sogenannten «ungünstigen», doch möchte ich, wie schon wiederholt, Sie darum bitten, gerade diesen Ihr besonderes Augenmerk zu schenken, sofern Sie über eine genügend starke Optik verfügen. Die Nord-Halbkugel des Mars ist doch viel interessanter als die immer wieder beobachtete Süd-Halbkugel!

Nun hat es sich inzwischen ja wohl herumgesprochen, dass die reine Bildchen-Malerei keinen Wert für sich beanspruchen kann. Ich möchte Sie daher auf eine eigentlich ganz naheliegende Aufgabe hinweisen, die ohne Schwierigkeit zu bearbeiten ist, nämlich das Kleinerwerden (oder sagen wir der Einfachheit halber das «Abschmelzen») der Polkappen zu verfolgen. Je nach der Achsenlage des Mars sind nicht alle Oppositionen gleich geeignet; in den Aphel-Oppositionen ist uns der nördliche Pol zugewandt und es wird sich daher in diesem Jahre darum handeln, den Rückgang der Nord-Polkappe zu beobachten.

1950 hat *Pfannenschmidt* in den «Mitteilungen für Planetenbeobachter» (MfP) (1) auf diese Möglichkeiten hingewiesen, sein Aufruf scheint aber auf wenig Gegenliebe gestossen zu sein. Mir persönlich sind jedenfalls aus der Literatur nach 1950 nur zwei Reihen deutscher Amateure bekannt geworden: Die zeichnerische Darstellung des wechselnden Umfangs der Polkappe 1958 von *Kimberger* in den MfP (2) und meine Kurve des Rückganges des Polflecks 1956 in den «Sternen» (3).

Die Auswertung erfolgte in der Weise, dass man nach Abschluss der Beobachtungsreihe die einzelnen Zeichnungen ausmisst; dazu ist erforderlich, dass man möglichst viele Zeichnungen vom gleichen Beobachter zur Verfügung hat (um Mittelwerte bilden zu können) und dass diese in nicht zu kleine Schablonen eingetragen sind (weil sonst die unvermeidlichen Fehler zu gross werden). Dann werden die gefundenen Werte auf Koordinatenpapier aufgetragen, indem man in der Wagrechten das Datum der Beobachtung, in der Senkrechten entweder den Durchmesser der Polkappe oder die areographische Breite aufträgt, bis zu

welcher dieser reichte. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Polkappe nicht in allen areographischen Längen gleich weit nach niederen Breiten herabreicht, man muss also die Beobachtungen auf einen mittleren Wert reduzieren; auch fällt die Mitte des Polflecks meist nicht genau mit dem areographischen Pol zusammen.



Mars mit grosser und kleiner Süd-Polarkalotte.

8. Juli 1956

$\omega = 215^\circ$ $\varphi = -20^\circ,8$ $220 \times$

22. Oktober 1956

$\omega = 222^\circ,6$ $\varphi = -22^\circ$ $220 \times$

$\omega =$ Länge des Zentralmeridians, $\varphi =$ Areographische Breite der Scheibenmitte

Zeichnungen von E. Antonini, Genf.

Hierfür ein paar Beispiele: Zunächst die Ihnen schon bekannte Darstellung von *Kimberger* aus den MfP für den S-Polfleck 1958 (2). Von Abschmelzkurven wäre vor allem zu nennen die bekannte von *Graff* für den S-Polfleck aus dem Jahre 1924 (4), die in den «Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf» erschienen und von da in die gesamte populäre Literatur übergegangen ist, sodass ich auf eine Wiedergabe verzichten zu können glaube. Dagegen möchte ich auf vier Kurven für den Rückgang der nördlichen Polkappe in den Jahren 1884, 1886, 1901 und 1948 hinweisen, die in einer italienischen Arbeit (5) von *de Mottoni* erschienen sind. Schliesslich habe ich selbst eine etwas abweichende Form der Darstellung gewählt, indem ich nicht den Durchmesser des Polflecks auftrug, sondern die areographische Breite, bis zu der er sich erstreckte (3); die Kurve bezieht sich auf den S-Polfleck des Jahres 1956. Nach areographischen Längen geordnet hat *W.D. Heintz* die entsprechenden Werte des Jahres 1954 aufgezeichnet (6).

Ohne Zweifel schlummert noch ein ungeheures Beobachtungsmaterial ungenutzt in den Archiven der Sternwarten und Amateure und es wäre vielleicht keine ganz nutzlose Aufgabe für einen interessierten Liebhaber, diese Zeichnungen einmal zu vermessen, um möglichst für alle geeigneten Oppositionen entsprechende « Abschmelz »-Kurven aufzustellen.

Die weitere Ausdeutung dieser Kurven ist dann allerdings nicht mehr Sache des Amateurs. Wenn ich trotzdem versuche, hier eine Möglichkeit der Auswertung anzudeuten, so muss ich also bitten, mir diese « Grenzüberschreitung » zu verzeihen !

Bekannt ist die grosse Rückzugsgeschwindigkeit der Mars-Polkappen im Sommer der betreffenden Halbkugel. So zog sich z. B. 1924 nach *Graff* (4) zur Zeit des schnellsten Schwindens der S-Polkappe deren Rand an extremen Tagen bis zu 100 km pro Tag zurück, allerdings mehrmals durch Neubildungen (d. h. vorübergehendes Wiederanwachsen der Polkappe) unterbrochen, sodass die mittlere Rückzugsgeschwindigkeit erheblich unter diesem Wert liegt. Der geringste Durchmesser des Polflecks wird regelmässig etwa 3 bis 4 Monate nach dem höchsten Sonnenstand, also im Spätsommer, erreicht.

Sowohl der Franzose *Antoniadi* wie der Russe *Shajn* wollen gefunden haben (7, 8), dass bei starker Sonnentätigkeit ein schnellerer Rückgang erfolge als in sonnenfleckten-armen Jahren, also eine Abhängigkeit von solaren Vorgängen – ein m. E. wenig wahrscheinliches Ergebnis, das sich aber ohne grosse Mühe an Hand der hier vorgeschlagenen Kurven (wenn solche in genügender Zahl vorliegen) nachprüfen lassen sollte. Der Amerikaner *Slipher* hat übrigens auf Grund seiner photographischen Aufnahmen von 1909 und 1924 der Behauptung der beiden genannten Autoren widersprochen.

Mir standen zu einer ersten *versuchsweisen* Nachprüfung nur neun Reihen zur Verfügung, von denen sich fünf auf die Nord-, vier auf die Süd-Polkappe bezogen, ein an sich viel zu geringes Beobachtungsmaterial. Hier die Liste derselben.

<i>Jahr</i>	<i>Autor</i>	<i>Beobachtungsort</i>	<i>Literatur</i>
<i>Nord-Polkappe</i>			
1884	Schiaparelli	Mailand	5
1886	Schiaparelli	Mailand	5
1901	Comas Sola	Barcelona	5
	Antoniadi	Meudon	5
1948	de Mottoni	Genua	5
1950	ALPO, Gemeinschaftsarbeit,	USA	1

<i>Jahr</i>	<i>Autor</i>	<i>Beobachtungsort</i>	<i>Literatur</i>
<i>Süd-Polkappe</i>			
1924	Graff	Hamburg-Bergedorf	4
1939	de Vaucouleurs		9
1941	de Vaucouleurs		9
1956	Sandner	München	3

Die Betrachtung dieser Kurven zeigt, dass der stärkste Rückgang in die Zeit 80 Tage bis 20 Tage vor dem Sommer-Solstitium der betreffenden Marshalbkugel fällt, während vorher und nachher die Kurve wesentlich flacher verläuft. Die Neigung der Kurve in diesem Zeitraum, oder (anders ausgedrückt) die Anzahl Breitengrade, um welche die Polkappe in dieser Zeitspanne kleiner geworden ist, wurde aus den Kurven entnommen und kann als Mass für die Rückzugsgeschwindigkeit gelten. Es zeigt sich, dass die Werte in den einzelnen Oppositionen sehr unterschiedlich sind, die beiden Extreme liegen bei 12° (1884) und 30° (1948), beide übrigens nahe einem Sonnenflecken-Maximum.

Trägt man diese Werte der Rückzugsgeschwindigkeit gegen die Jahresmittel der Sonnenflecken-Relativzahlen auf, so zeigt sich keine Abhängigkeit. Es ist lediglich zu erkennen, dass die Süd-Polkappe etwas schneller abschmilzt als die Nord-Polkappe, was dem bekannten, sich aus den Bahnverhältnissen ergebenden Umstand entspricht, dass auf Mars der S-Sommer kurz und heiss, der N-Sommer aber lang und gemässigt ist.

Das Manuskript zu meinem heutigen Referat war bereits abgeschlossen, als ich durch das Entgegenkommen unseres Mitarbeiters *Herrn C. Recla* in Verona eine neue Arbeit des italienischen Planetenbeobachters *Guido Ruggieri* erhielt, die in den Publikationen des Osservatorio Astrofisico di Catania erschienen ist (10). Diese enthält auch eine Darstellung der Begrenzung des nördlichen Polflecks von 1958. Es ist Ihnen erinnerlich, dass damals der Nord-Polfleck mit seinen Grenzen über den Scheibenrand nur eben herüberraigte und daher nur zeitweise als schmaler heller Streifen zu erkennen war.

Es ist nicht das Ziel dieses Referates, irgendwelche Neuigkeiten zu verkünden. Vielleicht kann es aber den einen oder anderen Mars-Beobachter zu eigenen Arbeiten in dieser Richtung anregen.

LITERATUR

- 1) «Mitteilungen für Planetenbeobachter», Juli 1950.
- 2) Kimberger: «Veränderungen der Südpolkappe des Mars vom Juli-Oktober 1958», Mitteilungen für Planetenbeobachter, Dezember 1958, S. 60 und Tafel II.
- 3) Sandner: «Der Rückgang der Süd-Polkappe auf Mars 1956». Die Sterne, 33. Jahrg., 1957, Heft 1/2.
- 4) Graff: «Beobachtungen und Zeichnungen des Planeten Mars während der Perihelopposition 1924». Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, Band II, N° 7, Hamburg, 1926.
- 5) Glauco de Mottoni: «Osservazioni del pianeta Marte» in Memorie della Società Astronomica Italiana», Vol. XX-1, 1949.
- 6) Heintz: «Visuelle Beobachtungen des Mars 1954 und 1956». Astron. Nachrichten, Band 285, Heft 1.
- 7) Wattenberg: «Mars, der rote Planet». Leipzig, 1956.
- 8) Henseling: «Mars, seine Rätsel und seine Geschichte». Stuttgart, 1925.
- 9) de Vaucouleurs: «The Planet Mars». London, 1950.
- 10) Ruggieri: «Osservazioni di Marte nell'opposizione 1958». Osservatorio Astrofisico di Catania, Pubblicazioni, nuova serie, N° 23.

ZUM 50. TODESTAG VON G.V. SCHIAPARELLI

Das Osservatorio Astronomico di Brera und Istituto Lombardo Acc. di Scienze e Lettere, Mailand, veranstalteten zu Ehren des grossen italienischen Astronomen und bekannten Marsbeobachters, G.V. Schiaparelli (gestorben 4. Juli 1910) in der Zeit vom 1.-3. Oktober 1960 in Mailand eine Erinnerungsfeier, ferner eine Ausstellung der Werke und Schriften des Gelehrten. Gleichzeitig wurde ein Kolloquium mit Vorträgen über die Doppelsternastronomie durchgeführt.

R. A. Naef

DESCRIPTION DE LA STATION – OBSERVATOIRE DE MONTFLEURY, GENEVE

par M. KELLER

Située en campagne, cette station se trouve éloignée de toutes lumières gênantes.

Son équipement est destiné à s'appliquer aux observations optiques ainsi qu'à la réception sur ondes courtes.





I. EQUIPEMENT OPTIQUE

Caractéristiques du télescope :

Celui-ci roule sur des rails (Decauville), ce qui permet de le sortir en plein champ malgré son poids de 180 kg.

Le diamètre du miroir est de 315 mm. La monture est du type équatorial à fourche.

L'entraînement de l'axe horaire est obtenu par un moteur synchrone alimenté par convertisseur et accumulateurs.

La correction se fait électriquement.

Deux systèmes optiques peuvent être utilisés suivant les objets à observer :

I. *Newtonien* $F = 1860$ mm ; II. *Cassegrain* $F = 7000$ mm

Il est possible aux différents foyers d'adapter, soit des oculaires, soit une chambre photographique réflex.

Sur le tube du télescope sont placés deux chercheurs, soit une lunette de 70 mm de diamètre ($F = 500$ mm), et une autre de 60 mm de diamètre ($F = 1850$ mm) utilisée pour le centrage des images pendant la photographie à longue pose au foyer du télescope. La photographie présentée dans cet article a été prise au foyer Newtonien.

II. RECEPTION DES SIGNAUX RADIO-ELECTRIQUES EMIS PAR LE SATELLITE SPOUTNIK IV

Nous faisons précéder le compte-rendu de l'écoute du satellite d'une brève description de l'équipement radio.

1. Récepteur:

Superhétérodyne comportant deux étages HF, deux étages MF, sortie push-pull, présentant les caractéristiques techniques suivantes:

– sensibilité relative: (à la fréquence d'émission de Spoutnik IV, soit 19,995 Mhz): 3 microvolts, pour une puissance de sortie de 50 mV à 30% de modulation, et pour un rapport signal/bruit de 15 décibels.

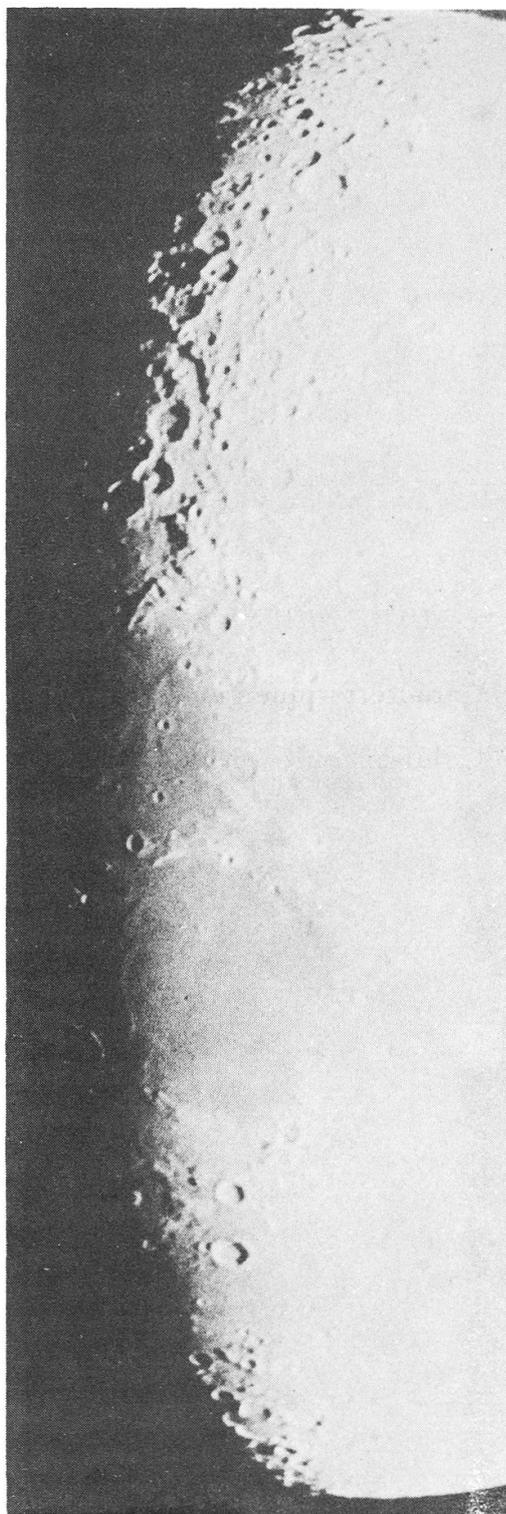
– sensibilité absolue: 0,5 mv.

– sélectivité: réglable par variation mécanique du couplage des transformateurs MF, ainsi que par filtre à crystal, dans des limites comprises entre 600 et 14000 c/s (niveau de référence: 6 db.).

– rejet de la fréquence image: 55 décibels à 19,995 Mhz.

2. Filtre sélectif:

Nous avons employé pour la réception des signaux émis par Spoutnik IV un filtre à réjection / amplificateur sélectif du type Villard / Weaver, de construction personnelle, permettant l'amplification sélective ou au contraire la réjection d'une bande de fréquences extrêmement étroite, et qui s'est révélé très utile pour suivre le



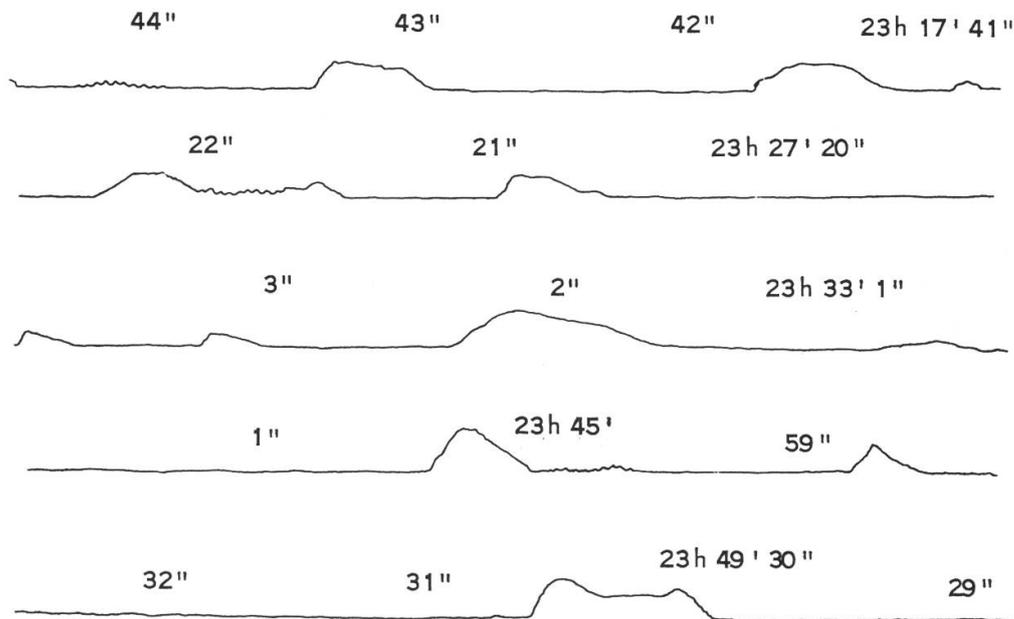
satellite sur une fraction considérable de sa révolution autour du globe terrestre, et ceci par tous les temps. Il nous a ainsi été possible de capter le satellite à volonté et avec une grande régularité, de nuit comme de jour, et par temps violemment orageux.

3. Antenne

Type T2FD (trombone) accordée sur la fréquence d'émission du satellite; impédance accordée à celle du circuit d'entrée du récepteur (haute impédance, 400 ohms).

4. Enregistrement graphique des signaux

Par enregistreur type kymographique à inscription directe. Elément sensible électromagnétique, à déflexion maximum de 50 microampères. Elément inscripteur ultra-léger, à encre.



Le cliché ci-dessus représente l'enregistrement graphique direct d'une émission de Sputnik IV. Cet enregistrement a été réalisé à notre station le 1er juin 1960. Au cours de ce passage, les émissions furent enregistrées durant 44 minutes, soit de 23.09 h. à 23.53 h., à l'aide des appareils décrits plus haut. La durée des trois passages précédents avait été du même ordre de grandeur.

Conditions de réception lors de cet enregistrement:

a) largeur de la bande passante MF: 3400 c/s.; b) oscillateur de battement en circuit; c) CAV hors circuit; d) ALN enclenché.

Niveau relatif de puissance du signal, au point maximum: 35 décibels. Effet Doppler-Fizeau très net; courbe de variation non enregistrée, vu l'absence de dispositif enregistreur adéquat (lacune aujourd'hui comblée).

DIE NAECHTLICHE UND JAEHRLICHE EIGENBEWEGUNG
DES ZODIAKALLICHTES UND SEINE NATUR
NACH NEUEREN FORSCHUNGSERGEBNISSEN

Von F. SCHMID, Oberhelfenswil (St. G.) *

II. TEIL

Berechnungen über die Abplattung unserer Atmosphäre und die Lösung eines Ringes wurden schon von *Herz, Marcuse und Melander-hjelm* durchgeführt. Nach übereinstimmenden Resultaten liegt die Gleichgewichtsgrenze, wo sich Zentrifugalkraft und Anziehungskraft aufheben, in einem Erdabstand von etwa 5 Erdhalbmessern, oder 30 000 Kilometern. *Herz* hatte diese mathematischen Untersuchungen noch weiter entwickelt. In der Annahme, dass die Winkelgeschwindigkeit in der Atmosphäre nach aussen abnimmt, kommt *Herz* sogar auf 16 Erdhalbmesser⁹.

Schon seit Jahrzehnten schliesst man aus dem Zurückbleiben der Meteorwölklein hinter der Erdrotation, dass die Rotation in der Atmosphäre nach aussen abnimmt. *G. Grimminger, Santa Monica*, setzt die Grenze, wo die Rotationsabnahme in der Atmosphäre beginnt, bei 45 Grad Breite auf 300 Kilometer Höhe fest¹⁰. Aus den Resultaten meiner rund hundert Purpurlichtvermessungen zeigt sich bei schiefer Ekliptik eindeutig eine Verschiebung der Purpurlichtmaxima von der Sonnenvertikalen gegen die Ekliptik, von 1 bis 6 Grad. Das Purpurlicht hat in unserem Winterhalbjahr eine nach Süden geneigte Form, die an das Zodiakallicht erinnert. Wir könnten daher den Schluss ziehen, dass in unseren Breiten die Rotationsabnahme unter 300 Kilometer beginnt. Aber wenn wir auch die Grenze von 300 Kilometer annehmen, so ist der Schluss voll berechtigt, dass in der äusseren Atmosphäre von 6 000 bis 10 000 Kilometern Erdabstand, und noch darüber, die Rotation ganz aufhört. In diesem Falle stellt die Attraktion der nächsten Himmelskörper (Sonne, Mond und die nächsten Planeten) den atmosphärischen Aequator in die Gleichgewichtsebene der Ekliptik ein, wo die Hauptebene des Zodiakallichts liegt. Nach einigen Beobachtungen in Afrika könnten in der Zodiakallichtebene doch gewisse Verkrümmungen vorkommen.

*) Der I. Teil dieses Aufsatzes erschien in «Orion» N^o 69, S. 899-906.

Ich suchte die Ursache in der Mondstellung zur Ekliptik, ausserhalb seiner Bahnknoten, ferner auch in der Ueberhöhung des Festlandes zum Meeresniveau, denn das Festland hat auch ein grösseres spezifisches Gewicht. (Ablenkung des Lotes in der Nähe eines Gebirgsmassivs.) Diese Erklärung vertrat ich schon 1914 in meiner preisgekrönten Arbeit¹¹. Ich habe von meinem heimatlichen Standort aus im Westen den Atlantik, im Osten den grossen europäischen und asiatischen Kontinent. Der Gedanke hat mich schon beschäftigt, ob die grösseren Abweichungen des Ostzodiakallichts aus der Ekliptik, gegenüber dem Westzodiakallicht, auf diese Verhältnisse zurückzuführen sind.

Wir kehren zur nächtlichen Eigenbewegung zurück. Was uns die Retardation der Meteorwölklein hinter der Erdrotation verrät, vollzieht sich auch beim Zodiakallicht, das uns den höchsten Dämmerungsbogen unserer abgeplatteten Erdatmosphäre zeigt. *Das Rätsel der nächtlichen Eigenbewegung liegt in der abnehmenden Rotation in unserer abgeplatteten Lufthülle.* Wir drehen uns mit der Erde. In der sonnenbeleuchteten höheren Atmosphäre verlangsamt sich mit zunehmender Höhe die Rotationsgeschwindigkeit bis zum Zodiakallichtscheitel. Daher ist die Eigenbewegung in der Pyramidenbasis am kleinsten und nimmt bis zum Zodiakallichtscheitel zu. Je steiler die Ekliptik ist, umso geringer wird die Eigenbewegung. Sie hört bei senkrechter Ekliptik gänzlich auf, weil sich dann die Rotationsabnahme in der Atmosphäre in unserer Sehrichtung vollzieht. Die nächtliche Eigenbewegung erstreckt sich auch auf den Gegenschein und das Uebergangsstadium des Zodiakallichts zum sommerlichen Nachtschein (Aprilzodiakallicht). Merkmale zeigen sich auch noch bei flacher Ekliptik beim sommerlichen Nachtschein. Die nächtliche Eigenbewegung ist zu einem zwingenden Beweis geworden, dass das Zodiakallicht in unsere Atmosphäre gehört.

Es ist eigentlich naheliegend, dass die nächtliche Eigenbewegung auch im Gegenschein sehr deutlich ist. Doch ist seine Natur entschieden komplizierter, als diejenige des Zodiakallichts, was schon zu Verwirrungen geführt hat. Ich trenne ihn in den selbständigen Gegenschein, den reflektiven Gegenschein und in den Mondgegenschein (Mondzodiakallicht). Die Möglichkeit desselben ist zwar im Hinblick auf die Lichtschwäche des Mondes gegenüber dem Sonnenlicht auch schon bezweifelt worden. Die Erklärung liegt aber in der geringen Monddepression von 1 bis 6 Grad, die erforderlich ist, bis für uns die Monddämmerung fühlbar wird, im Gegensatz zur Sonnendämmerung, deren Grenze zur astronomischen Nacht bei -18 Grad liegt. Es werden daher

viel tiefere Atmosphärenschichten vom Mondlichte tangiert, wenn wir noch den Eindruck der vollen Nachtdunkelheit haben. Wir sehen den Kern dieser mondbeleuchteten Atmosphäre als Mondzodiakallicht. Unter der grossen Zahl meiner Aufnahmen sind auch typische Mondzodiakallichter aus den Tropen vorhanden. Auch *Jones* hat sie auf seinen Reisen gesehen und erklärt noch ausdrücklich, dass kein Zweifel darüber bestehe. Wir erinnern aber auch an die übereinstimmenden Beobachtungen von *K. Rapp* in Locarno-Monti, wie sie in N° 32 des « Orion » enthalten sind.

E. Barnard auf der Yerkes-Sternwarte hat den Gegenschein ebenfalls beobachtet. Er beurteilt seine kosmische Herkunft sehr kritisch, wenn er zum Schlusse kommt, dass der Gegenschein nicht weit von der Erde entfernt sei, und sogar an eine atmosphärische Linse denkt¹³. In neuer Zeit haben auch russische Forscher eingehende Untersuchungen über den Gegenschein gemacht. Sie lehnen einheitlich seine kosmische Natur ab und versetzen ihn in unsere Erdatmosphäre. Es wird darauf hingewiesen, dass der Gegenschein seine Grösse, Form, Helligkeit und Lage in jeder Nacht ändert¹³. Wenn wir die komplizierte Natur des Gegenscheins berücksichtigen, so erklären sich diese Veränderungen in derselben Nacht. Die russischen Untersuchungen erstrecken sich auch auf das Zodiakallicht. Eine bedeutende Annäherung zur terrestrischen Natur desselben ist unverkennbar. Wir nennen hier *Astapovich*, der die kosmische Natur des Zodiakallichts ganz ablehnt. So schreibt er: «Die Annahme von *Seeliger* kann nur als eine mathematische Uebung betrachtet werden, die keinen Zusammenhang hat mit der Wirklichkeit»¹⁴.

Neben der nächtlichen Eigenbewegung hat der Verfasser schon wiederholt auf die engen Beziehungen zu den Dämmerungsvorgängen hingewiesen. Wir erinnern an die Uebergangsformen des Zodiakallichts zum sommerlichen Nachtschein (Aprilzodiakallicht), an die Exzentrizität der ersten Dämmerung, und an die schon berührten Asymmetrien des Purpurlichts. Es würde zu weit führen, hier auf Einzelheiten einzugehen. Dazu kommt der zeitliche und geographische Effekt des Zodiakallichts. Dasselbe ändert auf demselben Standort seine Lage, die jahreszeitlich durch die Veränderung der Ekliptikneigung bedingt wird, und sich alle Jahre wiederholt. Dasselbe gilt natürlich auch für die südliche Halbkugel. Ich nenne hier ein Zitat von *Rev. Bousfield*, Mitglied der Zodiakallichtgruppe der Britischen Astronomischen Gesell-

schaft. Er hatte in den Jahren 1931 bis 1934 in Queensland, Australien (29 Grad Süd) und einer Höhe von rund tausend Meter über Meer visuelle und photometrische Zodiakallichtbeobachtungen gemacht. Er schreibt: «Die Spitze des Ostzodiakallichtes wanderte sowohl 1932 als auch 1933 im Oktober und November weit südlich von der Ekliptik, lag aber zur Zeit des südlichen Sommersolstitiums wieder normal in der Ekliptik»¹⁵. Ähnliches könnte ich auch vom Westzodiakallicht sagen. Dasselbe kommt in unseren Breiten mit dem Orion nie in Berührung. Das ist aber auf der südlichen Halbkugel möglich. Bestätigende Beobachtungen machte ich 1932 in Südafrika und dann namentlich wieder im folgenden Jahre auf meiner Reise um die Erde. Auf dem Stillen Ozean, der Südsee, auf dem Mount Stromlo Südaustraliens bis zur Bassstrasse (39 Grad Süd) zeigte der Scheitel des Westzodiakallichts wie ein Uhrzeiger immer mehr auf den Oriongürtel und hatte auf der Bassstrasse eine Entfernung von 26 Grad südlich der Ekliptik erreicht, wobei er die Mitte des Oriongürtels überschritten hatte. Das Zodiakallicht wanderte mit uns. Der Scheitel des Westzodiakallichts kann bei uns im November vorübergehend auf das Pegasusviereck zeigen mit einer Nordabweichung von der Ekliptik von 25 Grad. Es ergibt sich daher für den Scheitel des Westzodiakallichts eine Pendulation nach Süden und nach Norden von rund 50 Grad. *Bousfield* gibt die Südverlagerung des Ostzodiakallichts nicht zahlenmässig an. Auf meinem heimatlichen Standort kann der Scheitel des Ostzodiakallichts im Februar 30 Grad nördlich der Ekliptik erreichen. Wir erkennen die grosse Unstabilität der Scheitellagen, wie das bei einem kosmischen Zodiakallicht ganz ausgeschlossen ist. In den Beiträgen zur Geophysik sind diese Gegensätze zeichnerisch dargestellt¹⁶. Ganz übereinstimmend mit diesem allgemeinen Gesetz schreibt *R. Ruedy* in Toronto, dass die amerikanischen Beobachter das Zodiakallicht nicht ganz so sehen, wie der Verfasser¹⁷. Das wird zutreffen, wenn sie in anderen Breiten beobachtet haben.

Diese auffallenden Abweichungen der Zodiakallichtachse aus der Ebene der Ekliptik sind auf die grosse Höhe der Atmosphäre zurückzuführen. Sie bedingt eine verstärkte Extinktion, deren Werte wir noch nicht kennen. In diesem Zusammenhang wird auch die Bestimmung der Zodiakallichtparallaxe unmöglich sein. Auf Grund meiner heimatlichen Beobachtungen kam ich schon 1914 zum Schluss, dass eine Parallaxenbestimmung wegen der Störung der atmosphärischen Extinktion unmöglich ist. Es war aber doch sehr interessant, diese Voraussetzungen auf

meinen Tropenreisen zu verfolgen. Die gewaltigen Verlagerungen der Zodiakallichtachse bestätigten auch dort, dass eine Parallaxenbestimmung ganz ausgeschlossen ist. Das hatte auch Barnard erkannt, der die Zodiakallichtparallaxe mit der Parallaxe eines Regenbogens verglich.

Seit Cassinis Zeiten hat in der Wissenschaft die Deutung einer Himmelserscheinung kaum so viele Wandlungen durchgemacht, wie die Frage nach der Natur des Zodiakallichts. Man dachte an eine meteoritische Wolke um die Sonne und gab ihr nachher in verschiedenen Variationen linsen- oder scheibenförmige Gestalt. Das Einring- und Zweiringsystem wurde verfochten. Man schätzte die Ausdehnung bis zur Erde, etwas darüber hinaus, bis an die Mars- oder Jupiterbahn und sogar bis in die Unendlichkeit. Die Zodiakallichtebene wurde in die Ebene der Ekliptik oder in die Ebene des Sonnenaequators verlegt. Die Grösse der Massenteilchen wurde staubartig, bis zur Meteoritengrösse und darüber hinaus bis zum planetoiden Charakter mit 50 bis 100 km Durchmesser angenommen. Man glaubte auch an die verlängerte Sonnenatmosphäre. Es wurde der Versuch gemacht, das Zodiakallicht als eine korpuskulare Strahlung zu erklären, welche die Sonne als eine gewaltige Zirkularscheibe umgebe. Der Ursprung wurde auch in elektrischen Beziehungen zwischen Sonne und Erde gesucht. Damit nähern wir uns dem tellurischen Gedanken, der das Zodiakallicht durch einen Weltendunstring zu erklären sucht. Man glaubte auch an Beugungserscheinungen des Sonnenlichts in der Nähe der Erdkugel, an Mondflutwellen in der Atmosphäre, und sogar an einen beständigen Verbrennungsprozess, welcher vom Sonnenlicht angeregt durch Kohlenwasserstoffverbindungen in der Erdatmosphäre stattfindet. Unter allen Hypothesen hatte die solare Auffassung einer meteoritischen Staubwolke am meisten Anhänger gefunden.

Der Verfasser hatte schon von 1891 an die Ansicht ausgesprochen, dass das Zodiakallicht den höchsten und letzten Dämmerungsbogen unserer stark abgeplatteten Erdatmosphäre darstelle. Durch die fortlaufenden Beobachtungen verstärkte sich dieser Eindruck und 1903 schrieb ich in meiner ersten Veröffentlichung am Schlusse von Seite 22: «Das Zodiakallicht ist eine tellurische Erscheinung unserer bedeutend abgeplatteten Erdatmosphäre». «Zodiakallicht, Gegenschein und Lichtbrücke sind also nicht kosmische, sondern tellurische Erscheinungen und gehören nicht mehr in das Gebiet der Astronomie, sondern in den Bereich der Meteorologie».

Es sind nun seit der Niederlegung dieser zwei Schlussätze 57 Jahre verfloßen. Das Beweismaterial hat sich auch durch die beiden Tropenreisen erheblich verstärkt. Leider hat aber die Photographie und die Photometrie bisher wenig Erfolge gebracht. Auch der Verfasser hat mit der lichtstärksten Optik und mit hochempfindlichem Filmmaterial Teile des Zodiakallichts photographiert. Wenn die Resultate nicht befriedigten, so ist es ein dürftiger Trost, dass ich bis jetzt auch von anderer Seite noch nie gute Aufnahmen gesehen habe. So steht es auch mit der Photometrie; denn ein jeder, der sie angewendet hat, ist zu anderen Resultaten gekommen. Wichtige Ergebnisse hat aber die Spektralanalyse gebracht. Der Nachweis wurde geleistet, dass der weit überwiegende Teil des Zodiakallichts aus reflektiertem Sonnenlicht besteht. *Slipher* auf dem Lowell-Observatorium hat neben den Absorptionslinien des Sonnenspektrums im Zodiakallicht auch noch schwache Emissionslinien erkannt¹⁸. Wer das Zodiakallicht genauer kennt, der weiss, dass das Westzodiakallicht im allgemeinen heller leuchtet, als das Ostzodiakallicht. Diese Beobachtungen bestätigen sich auch in den Tropen und auf der südlichen Halbkugel. Die Ursache kann in einem Nachleuchten hoher Atmosphärenschichten nach dem sonnenbedingten Tag gesucht werden. Doch muss in diesem Eigenlicht auch die boreale Einwirkung erwogen werden.

Der Verfasser hat bei seinen Zodiakallichtuntersuchungen vorwiegend die visuelle Methode angewendet. Doch sind geeignete Messinstrumente unerlässlich. Man hüte sich vorsätzlich vor jeder Autosuggestion. Wenn zum Beispiel ein bekannter Gelehrter das Zodiakallicht in einem «körnig-silbrigen Lichte» gesehen hat, so beeinflusste ihn sein Glaube an eine solare Meteoritenwolke. In Wirklichkeit ist das Licht milchig verschwommen, weissgelb, in einzelnen Fällen auch rötlich, namentlich gegen die Lichtachsenbasis. Dort kann die Intensität bis zum Eindruck einer fernen Brandröte steigen. Man hat diese Erscheinung auch schon mit dem letzten Abendglühen verwechselt.

Eine störungsfreie Beobachtungsstation, fern von Stadtdunst und Ortschaftsbeleuchtung ist unerlässlich. Verschiedene hochstehende Gelehrte, hatten als Vertreter der kosmischen Staubwolken Theorie keine Gelegenheit, das Zodiakallicht systematisch auf einer störungsfreien Station zu beobachten. In derselben Lage waren wohl die meisten Vertreter der oben genannten Hypothesen. Sie alle sprechen aber gegen die wahre Natur des Zodiakallichts.

(Schluss)

LITERATURVERZEICHNIS

9. HERZ : Lehrbuch der mathematischen Geographie, 1906, Seite 24.
 10. G. GRIMMINGER : Analysis of Temperatur, Pressure and Density of the Atmosphere extending to extreme altitude. U.S. Air Force Project, The Rand Corporation, Santa Monica, California, 1948.
 11. F. SCHMID : Neue Beobachtungen über die Natur des Zodiakallichtes. Preisschrift der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft, 1914. Mit Doppelpreis gekrönt.
 12. E. BARNARD : The Gegenschein and its possible Origin. Reprinted from Popular Astronomy, Vol. 2, February 1919.
 13. N.G. KARINOV : The Nature of the Counter glow. Astron. Journal of the USSR, 29, 1952.
 14. J.S. ASTAPOVICH : On the Atmospheric Nature of the Zodiacal-Light. Astronomicheskii Circular, USSR, 1952, N° 123, 10-12.
 15. Die Sterne. Heft 1935, 4/5.
 16. F. SCHMID : Das Zodiakallicht vom 47. Breitengrad Nord bis 39. Breitengrad Süd. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. 45, 1935 Seite 5-34.
 17. R. RUEDY : Das Licht des Nachthimmels und die grüne Linie 5577 Å. Naturwissenschaften, Mai 1930.
 18. E. SLIPHER : A preliminary note on the Spectrum of the Zodiacal-Light. Lowell Observatory, Observation Circular. Flagstaff, Arizona, February 1931.
-

DIE PRUEFUNG VON PARABOLSPIEGELN MIT HILFE EINES PLANSPIEGELS

Von K. BLATTNER, Küttigen/Aarau

Mit Interesse habe ich seinerzeit im «Orion» einen Aufsatz über das Prüfen von Hohlspiegeln gelesen¹⁾. Da ich mich schon lange mit der Herstellung optischer asphärischer Flächen befasse, ist mir diese Prüfmethode mit ihren Vor- und Nachteilen nicht unbekannt, und ich möchte mir deshalb die Freiheit nehmen, dem Aufsatz noch einige Ergänzungen hinzuzufügen, welche vielleicht allzu optimistische Schleifer von voreiligen Experimenten abhalten können.

Vor allem: Die Herstellung eines Planspiegels von der Qualität eines sphärischen oder leicht asphärischen Spiegels, wie sie in der Astronomie verwendet werden, ist eine sehr viel schwierigere Arbeit, als z. B. die Herstellung eines einwandfreien Parabolspiegels. Wir dürfen nicht vergessen, dass wir bei der Herstellung z. B. eines Parabolspiegels meist die Veränderung der Brennweite im Verlaufe des Polierprozesses ganz ignorieren. Ich habe es schon erlebt, dass ein sphärischer Spiegel mit $f = 52$ cm am Anfang des Polierens seine Brennweite auf 49 cm geändert hat, bis er als fertig taxiert werden konnte, trotzdem die Politur ein Minimum von Zeit erforderte. Mit andern Worten: Die Spiegelmitte wurde um

$$\Delta R = \frac{r^2}{2R_1} - \frac{r^2}{2R_2} = \frac{75^2}{1960} - \frac{75^2}{2080} = 0,166 \text{ mm}$$

tiefer auspoliert als der Spiegelrand. (Bei diesem Spiegel handelte es sich um einen 15 cm Spiegel.) Falls wir uns diesen Scherz bei der Herstellung eines Planspiegel leisten, würde sich an Stelle eines unendlichen Radius ein solcher von

$$R = \frac{r^2}{2\Delta R} = \frac{75^2}{2 \cdot 0,166} = 16450 \text{ mm} = 16,45 \text{ m}$$

ergeben, vorausgesetzt, dass der Planspiegel einen Durchmesser von 15 cm besitzt. Wenn wir mit einem solchen Testspiegel einen Parabolspiegel prüfen wollten, so wäre das Produkt ein Zwischending von einem paraboloidischen und einem ellipsoidischen Spiegel.

Ebenso heikel ist diese Prüfmethode in Bezug auf die noch vorhandenen Zonenfehler des Planspiegels. Wenn wir uns das Prinzip der Foucaultschen Prüfmethode ganz genau überlegen, so kommen wir zum Schluss, dass, je grösser der Spiegelradius ist, umso deutlicher die vorhandenen Zonenfehler hervortreten, oder mit anderen

¹⁾ E. Giovanoli, Eine rationelle Prüfmethode für kurzbrennweitige Hohlspiegel, «Orion» Nr. 41, 1953,

Worten: Ein Spiegel mit doppelt so langer Brennweite muss doppelt so genau gearbeitet werden, wie ein solcher mit einfacher Brennweite, wenn in beiden Fällen gleich wirksame Zonenfehler zugelassen werden.

Die Empfindlichkeit der Foucaultschen Prüfmethode steigt also offensichtlich linear mit dem Abstand Spiegelfläche—Messerschneide, was auch die Theorie bestätigt.

Betrachten wir nun die Prinzipskizze der Prüfanordnung im «Orion» Nr. 41, so bemerken wir, dass die Distanz Messerschneide—Planspiegel ungefähr doppelt so gross ist, wie die Distanz Messerschneide—Parabolspiegel. Ferner werden Zonenfehler des zu prüfenden Parabolspiegels mit doppelter Empfindlichkeit sichtbar gemacht, weil das Licht des künstlichen Sternes von der zu prüfenden Spiegelfläche zweimal reflektiert wird. Diese beiden Tatsachen ergeben, dass wir die noch vorhandenen Zonen des planen Testspiegels in ihrer ganzen Stärke auf den Parabolspiegel kopieren, falls wir wirklich auf konstante Helligkeit oder Schatten polieren. Der Planspiegel muss also mindestens so gut «in der Fläche» sein, wie wir es vom damit zu prüfenden Parabolspiegel erwarten.

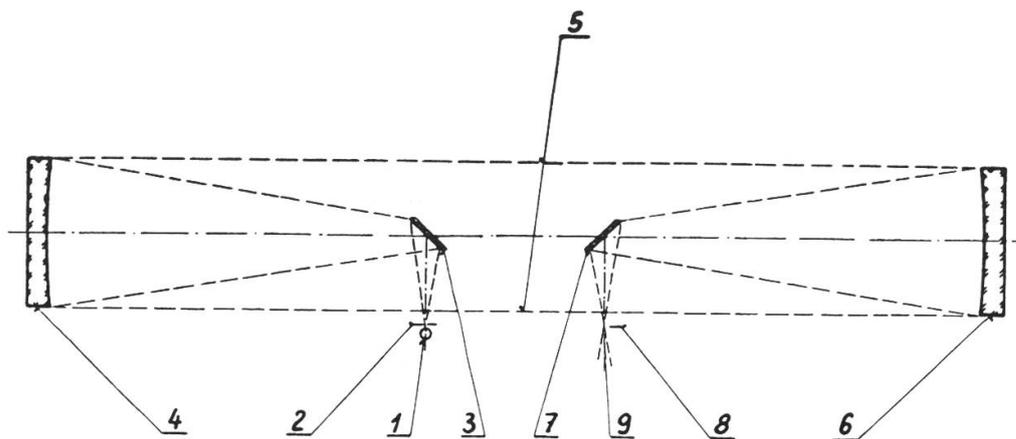


Fig. 1

Die Abweichungen eines Parabolspiegels von der Sollfläche können mit relativ wenig Geduld und Geschick auf 0,0001 bis 0,00005 mm heruntergedrückt werden. Ich weiss nicht, wie mancher geübte Spiegelschleifer es zustandebrächte, einen ebenso genauen Planspiegel herzustellen, vor allem wenn man bedenkt, dass die notwendigen Prüfungen einer solchen Fläche gar nicht so einfach sind.

Dass das Korrigieren (Parabolisieren) die heikelste Phase in der Herstellung eines Parabolspiegels ist, ist wohl allen jenen bekannt, welche sich schon einmal an die Herstellung eines Spiegels gewagt haben. Um dieser Schwierigkeit aus dem Weg zu gehen, gibt es ausser der Methode aus «Orion» Nr. 41 eine andere, welche vor allem keinen genau arbeitenden grossen Planspiegel benötigt, son-

dern nur einen, allerdings ebenfalls präzisen, Parabolspiegel nebst zwei kleinen planen Fangspiegeln, wie sie in den bekannten Newtonschen Teleskopen verwendet werden.

Die Anordnung der Elemente zeigt Figur 1. Die Teile 1, 2, 3 und 4 bilden zusammen den Kollimator, d. h. die Einrichtung, welche uns ein praktisch paralleles Lichtbündel liefert. Ueber den zu prüfenden Parabolspiegel 6 und den zweiten Fangspiegel 7 konvergiert das Bündel im Bild 9 des künstlichen Sternes 2. Dass man die Foucaultsche Messmethode auch im Brennpunkt, des Spiegels ausführen kann, wissen heute wohl die wenigsten Amateurspiegelschleifer, weil ja die meisten ihre Kenntnisse aus den bekannten Werken der Herren Rohr und Neuroth geschöpft haben, welche diese Methode offenbar bewusst nicht aufgeführt haben, weil sie, wie ich im folgenden noch erklären werde, an verschiedenen praktischen Mängeln leidet.

Aber stellen wir uns einmal vor, wir richten den fertig montierten, noch unbelegten Spiegel auf einen möglichst hellen Fixstern, z. B. Deneb, Wega oder Atair etc. Dann erhalten wir im Fokus des Spiegels das Bild des Sternes, welches sich nur in seiner Grösse von demjenigen eines künstlichen Sternes unterscheidet. Jetzt untersuchen wir, in welcher Richtung das Bild des Sterns durch die Drehung der Erde abwandert. Wir ordnen nun im Fokus eine Messerklinge so an, dass die Richtung der Klinge so genau wie möglich parallel zur Laufrichtung des Sternbildes steht. Das Fernrohr drehen wir um die Stundenachse so, dass das Sternbild gegen die optische Achse des Fernrohres (Okularstutzen) zuläuft. Auf diese Weise gewinnen wir genügend Zeit, um eine Foucault-Probe auszuführen, bevor uns der Stern «davongerannt» ist. Zum Anschneiden des Bildes mit der Klinge kann diese selber gegen die optische Achse des Spiegels zu geschoben werden, oder, noch besser, wir verstellen die Deklinationsachse so, dass das Sternbild gegen die Messerklinge zu verschoben wird. Wenn wir nun das Auge dicht an das angeschnittene Sternbild halten, so werden wir bei einem idealen Parabolspiegel dasselbe Bild erhalten, wie es uns mit der klassischen Foucault-Methode ein idealer sphärischer Spiegel bietet. Die Spiegelfläche sieht also «plan» aus.

Wir hätten so eine recht einfache Prüfmethode kennengelernt, bei welcher wir uns nicht mehr mit dem meist noch falsch definierten Begriff Radiusdifferenz herumzuschlagen brauchen. Auch hätte diese Methode zur angenehmen Folge, dass, wenn der Spiegel fertig wäre, wir auch ein fertiges Instrument besäßen, weil wir die «Montage», d. h. den mechanischen Teil des Teleskopes schon vorher herstellen mussten, da wir ja nur den fertig montierten Spiegel hätten prüfen können. Aber die Sache hat einen Haken. Leider ist aber das Wetter der grossen Familie der «Glaswürmer» nicht immer günstig gesinnt und demzufolge müssen wir damit rechnen, dass uns gerade

dann, wenn wir den Spiegel prüfen wollen, eine dichte Wolken-
decke den notwendigen Stern zudeckt. Oder falls der Himmel wol-
kenlos ist, kann uns die eventuell unruhige Luft einen Strich durch
die Rechnung machen, indem sie uns das Bild unruhig und schlierig
machen kann, sodass eine sichere Messung unmöglich wird. Wohl
aus diesen «meteorologischen» Gründen ist diese Methode wieder in
Vergessenheit geraten.

Vergleichen wir die beiden Messmethoden, so erhalten wir fol-
gende Beziehungen:

a) Klassische Foucault-Methode

Hier wird das Bild des künstlichen Sterns mit der Vergrößerung
1 : 1 erzeugt. Betrachten wir die bekannte Linsenformel

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

und setzen darin $b = a$ (Abbildungsmaßstab 1 : 1), so erhalten wir

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{a}, \quad \frac{1}{f} = \frac{2}{b},$$

also

$$a = 2f, \quad b = 2f.$$

Gegenstand und Bild befinden sich somit im Abstand $a = b = 2f$
vom Spiegelscheitel entfernt. Die erzeugenden Strahlen diver-
gieren vor und konvergieren nach der Reflexion.

b) Oben beschriebene Prüfmethode

Wir setzen in die oben angegebene Linsenformel $a \rightarrow \infty$, mit
anderen Worten, wir lassen die Gegenstandsweite wachsen, bis sie
unendlich groß geworden ist. Dann dürfen wir schreiben

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{\infty} = 0.$$

Diesen Wert setzen wir in die Linsenformel ein und erhalten

$$\frac{1}{f} = 0 + \frac{1}{b},$$

also

$$f = b.$$

Das Bild des Sternes befindet sich gerade um die Größe der
Brennweite vom Spiegelscheitel entfernt, mit anderen Worten, das
Bild steht im Brennpunkt des Spiegels.

Wenn aber der Gegenstand im Unendlichen ist, so fallen die
sein Bild *erzeugenden* Strahlen *parallel* auf den Spiegel ein, und kon-
vergieren nach der Reflexion im Brennpunkt.

Dieser kleine theoretische Seitensprung hat uns also gezeigt, dass
im Prinzip die beiden Methoden ohne weiteres ineinander überge-
führt werden können, somit theoretisch identisch sind.

Nun stellte sich die Frage: Wie erzeugen wir ein paralleles Strahlenbündel, wenn es auf natürlichem Wege nicht ohne weiteres erhalten werden kann? Und dazu ist eben unser Kollimator da. Weil der künstliche Stern 2 genau im Brennpunkt des Spiegels 4 angeordnet ist, so wird er vom Spiegel 4 ins Unendliche abgebildet, die reflektierten Strahlen 5 verlassen den Spiegel 4 als praktisch paralleles Bündel (praktisch nur deshalb, weil der künstliche Stern nicht dimensionslos ist, was uns aber gar nicht zu beunruhigen braucht).

Der Strahlengang in unserer Einrichtung ist also nochmals kurz folgender:

Das Licht der Glühlampe 1 beleuchtet von hinten den künstlichen Stern 2. Von hier aus divergieren die Strahlen über den Planspiegel 3 bis zum Testspiegel 4, welcher mindestens so gross oder grösser als der zu prüfende Spiegel sein muss. Vom Spiegel 4 aus geht das Licht als paralleles Bündel 5 auf den zu prüfenden Spiegel 6, um nach der Reflexion über den Planspiegel 7 im Brennpunkt des Spiegels 6 zu konvergieren. Hier ist die altbekannte Messerschneide 8 angebracht.

Beim Taxieren der Fläche des Spiegels ist daran zu denken, dass durch den Planspiegel 7 der Spiegel 6 seitenverkehrt zu sehen ist.

Natürlich ist auch hier, wie auch in der Prüfmethode nach «Orion» Nr. 41, die Spiegelmitte nicht sichtbar. Nach jener Methode wird sie durch die Bohrung im Planspiegel, nach dieser durch die Fangspiegel 3 und 7 abgedeckt. Darum ist es angezeigt, Test- und Prüfspiegel mit ihren zugehörigen Fangspiegeln wenigstens einigermassen zu zentrieren, damit die verdeckte Stelle nicht zu umfangreich wird. Abgesehen davon ist die Zentrierung von Kollimator und zu prüfendem Spiegel nicht so wichtig, wenn der Testspiegel genau genug ausgeführt wurde.

Wenn wir uns die Tatsache, dass die Zonenfehler eines Parabolspiegels mit Hilfe der Prüfanordnung aus «Orion» Nr. 41 mit doppelter Empfindlichkeit sichtbar gemacht werden können, überlegen, so dünkt es uns sicher sehr schade, dass die ganze Anordnung nur mit erheblichen Schwierigkeiten hergestellt werden kann. Aber es steht uns auch in dieser Richtung ein Hintertürchen offen. Wie uns bei der ersten beschriebenen Prüfmethode bei idealen meteorologischen Verhältnissen natürliches paralleles Licht zur Verfügung steht, stehen uns auch, aber unter wesentlich günstigeren Voraussetzungen, natürliche plane Flächen zur Verfügung, nämlich die freien Oberflächen von Flüssigkeiten. Weil wir, auch im verdunkelten Raum, zur Prüfung eines Spiegels immerhin ein gewisses Minimum an Licht zur Verfügung haben müssen, einigen wir uns auf eine Flüssigkeit, welche so stark wie möglich reflektiert und das ist Quecksilber. Falls wir die Anordnung der Elemente nach Figur 2 treffen, das Glas des zu prüfenden Spiegels einen Brechungsindex von $n =$

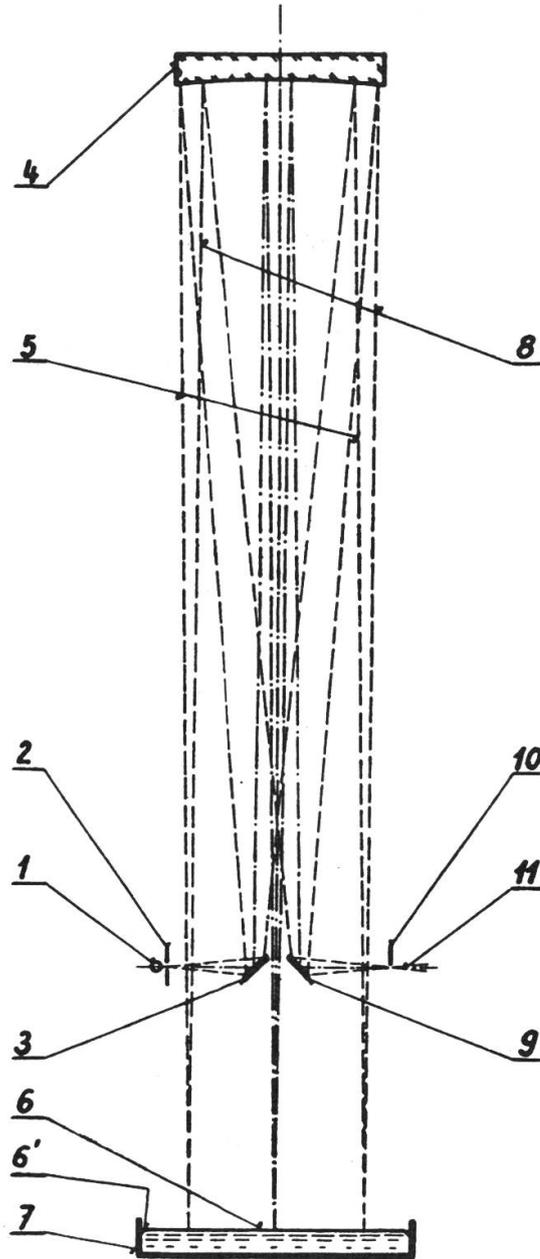


Fig. 2

1,53 hat und die beiden Planspiegel je 90 % Licht reflektieren, so erhalten wir mit einem Reflexionsvermögen des Quecksilbers von 70 % eine Lichtausbeute von

$$L = 70 \cdot \left(\frac{1.53 - 1}{1.53 + 1} \right)^4 \cdot \left(\frac{90}{100} \right)^2 = 0,109 \%$$

was absolut noch genügend ist (allerdings, wie oben schon erwähnt, nur im verdunkelten Raum).

Weil wir wegen der relativ grossen Oberflächenspannung des Quecksilbers mit Randstörungen rechnen müssen, können wir mit den Strahlengängen nicht durch den Planspiegel durchtreten, indem wir etwa ein Rohr in das Spiegelgefäss einbauen. Wir müssen sowohl mit dem gegenstandsseitigen als auch mit dem bildseitigen Strahlenbündel über separate Planspiegel gehen.

Der Strahlengang in Figur 2 ist kurz folgender: Die Glühlampe 1 beleuchtet von hinten den künstlichen Stern 2. Von hier aus divergieren die Strahlen über den Planspiegel 3 bis zum zu prüfenden Spiegel 4. Das reflektierte Licht verlässt diesen, weil ja der künstliche Stern 2 sich im Brennpunkt des Parabolspiegels 4 befindet, als praktisch paralleles Bündel 5, welches an der Flüssigkeitsoberfläche 6 reflektiert wird und, immer noch als praktisch paralleles Bündel 8, auf den Parabolspiegel 4 zurückfällt. Nach der neuerlichen Reflexion konvergiert das Bündel über den Planspiegel 9 im Bild 11 des künstlichen Sternes 2. Die Messerklinge 10 ist im (reflektierten) Brennpunkt des Spiegels 4 angeordnet.

Des oben erwähnten Randeffektes der Quecksilberoberfläche wegen muss das Quecksilbergefäss 7 einen inneren Durchmesser besitzen, welcher 50 bis 70 mm grösser ist als der Durchmesser des zu prüfenden Spiegels, wenn vorausgesetzt wird, dass das Gefäss aus Glas besteht. Ferner muss die Quecksilberoberfläche so rein wie möglich gehalten werden. Am besten wird das Quecksilber bei Nichtgebrauch in einer sehr starken Glas- oder Steingutflasche aufbewahrt. Vor Gebrauch lassen wir die Flüssigkeit durch einen Papiertrichter mit einer Oeffnung von ca. 0,3 mm Durchmesser fliesen, wodurch die Oxydhaut, welche sich stets wieder bildet, zurückgehalten wird. Auch wegen der Gefährlichkeit der Quecksilberdämpfe, welche sich in geringem Masse auch bei Raumtemperatur bilden, ist es angezeigt, die Flüssigkeit bei Nichtgebrauch in einem geschlossenen Gefäss aufzubewahren.

Wegen der sehr grossen Beweglichkeit des Quecksilbers ist das Quecksilbergefäss absolut vibrationssicher aufzustellen. Es wird in verschiedenem Sinne von Vorteil sein, die ganze Prüfanordnung im Erdgeschoss oder, noch besser, im Kellergeschoss aufzubauen.

PLANETEN-COLLOQUIUM IN NÜRNBERG

Von Dr. W. SANDNER, Grafing bei München

Die «Sektion für Mond- und Planetenbeobachtung» innerhalb der «Vereinigung der Sternfreunde» (VdS) hatte durch ihren Vorsitzenden, Dipl. Kfm. G.D. Roth (München) für Samstag/Sonntag, den 11./12. Juni 1960 zu einem «Planeten-Colloquium» nach Nürnberg eingeladen und damit einen Brauch fortgesetzt, der mit dem Münchner Colloquium vom 29. Juni 1957 seinen Anfang genommen hatte. Rund fünfzig Fach- und Amateur-Astronomen aus dem ganzen deutschen Sprachgebiet waren dem Ruf gefolgt; besonders die österreichischen Sternfreunde waren zahlreich vertreten. Neben namhaften Fach-Astronomen war auch der bekannte Bauern-Astronom Kern (der u. a. ein Newton-Teleskop mit 420-mm-Zeiss-Spiegel und einen 300-mm-Brachyten sein eigen nennt!) aus seinem Spessart-Dorf Steinmark nach Nürnberg geeilt.

Die Vorträge fanden im Hörsaal der städtischen Sternwarte auf dem Rechenberg statt. Das am Stadtrand gelegene Observatorium hatte den Bombenkrieg verhältnismässig gut, d. h. ohne grösseren Schaden, überstanden, doch war nach Kriegsende seine gesamte Innen-Einrichtung – Instrumentarium, Bücherei und Mobilar – von unbekanntem Plünderer restlos zerschlagen und verbrannt worden. Es war daher erfreulich, zu sehen, dass die Sternwarte durch die grosszügige Unterstützung der Stadt Nürnberg und dank der selbstlosen und tatkräftigen Mithilfe begeisterter Sternfreunde – insbesondere des Werkmeisters Mühlert, eines alten Amateur-Astronomen – sich wieder in einem erstklassigen Zustand befindet und auch wieder über ein gutes Instrumentarium verfügt. Wie Stadtrat Staudt, der Kulturreferent der Stadt, mitteilte, wird gegenwärtig auch das Nürnberger Zeiss-Planetarium wieder neu errichtet und soll etwa an Ostern kommenden Jahres eröffnet werden; das Instrument desselben war während des Krieges verlagert gewesen und dadurch bis auf eine abhanden gekommene Kiste, deren Inhalt inzwischen neu beschafft wurde, der Vernichtung entgangen.

Der Samstag-Nachmittag war – nach den üblichen Begrüssungsworten – den Vorträgen gewidmet. Der erste Teil derselben befasste sich mit planetographischen Themen. Zunächst sprach der Verfasser über den «Jahreszeitlichen Rückgang der Polkappen des Mars» und gab

dabei Hinweise für die Beobachtung künftiger Oppositionen*. Als zweiter Redner referierte Dipl. Phys. W. Carnuth (München) über «Weisse Flecke auf Saturn», wobei er auf die merkwürdige Tatsache hinwies, dass solche jetzt viermal hintereinander in Abständen von rund dreissig Jahren (gleich einem Umlauf des Saturn um die Sonne!) aufgetreten sind. Darauf führte H. Oberndorfer (Leiter der Volkssternwarte München) seine selbstgebaute Mond- und Planetenkamera vor, die in erster Linie für Filteraufnahmen der Grossen Planeten konstruiert ist. Mit dem Vortrag von Dr. Kimberger (Fürth) über seine mit relativ geringen optischen Mitteln gewonnenen, aber sehr detailreichen Photographien der Mars-Oberfläche (woran sich eine längere Diskussion knüpfte) schloss der erste Teil des Vortragsprogramms.

Nach einer «Zigaretten-Pause» begann der zweite (grössere) Teil der Referate, der unter dem Gesamt-Titel «Photographie und Photometrie» stand und sich nicht ausschliesslich mit Planeten befasste. Den Anfang machte Dr. W. Jahn (Universitäts-Sternwarte München) mit einem ganz ausgezeichneten Vortrag über «Die photometrischen Fähigkeiten des menschlichen Auges». Privat-Dozent Dr. A. Güttler (Universitäts-Sternwarte München) berichtete ausführlich über die Ergebnisse der Bedeckung des Regulus durch Venus am 7. Juli 1959, deren Beobachtung er übernommen hatte, und verlas im Anschluss daran ein von Prof. R.R. de Freitas Mourão (Observatório Nacional, Rio de Janeiro) eingesandtes Manuskript «The occultation of the star BD - 21° 5359 by Saturn». Dir. Dr. W. Strohmeier (Remeis-Sternwarte Bamberg) gab ausführliche Hinweise für die Beobachtung der veränderlichen Sterne, wobei er die heute noch dem Amateur verbliebenen Möglichkeiten umriss und insbesondere auf die Bestimmung der genauen Minimum-Epochen von Bedeckungsveränderlichen hinwies. In Zusammenhang damit stand das nun folgende Referat von Dr. Pohl (Leiter der Sternwarte Nürnberg), der praktische Beispiele hierzu zeigte. Bei der Aussprache hierüber war von besonderem Interesse die Mitteilung von Dr. Kühn (Bayrischer Rundfunk, München), dass es heute möglich ist, schon für DM 200.— eine komplette Einrichtung für lichtelektrische Photometrie zu beschaffen, sodass damit auch dieses Arbeitsgebiet für den Amateur erschlossen ist (dass dies allerdings den Besitz eines grösseren Fernrohres, mit genauer Aufstellung, gut gehendem Uhrwerk, Kuppel u.s.w. zur Voraussetzung hat, wurde nicht weiter erwähnt). Ausschliesslich mit photographischen Aufgaben befasste sich der

*) siehe S. 966/70

Vortrag von Dr. W. Malsch (Wetteramt Karlsruhe) über die Photographie von Kleinen Planeten und genaue Positionsbestimmung derselben durch Ausmessung der photographischen Platten, ein Arbeitsgebiet, dem er sich schon seit mehreren Jahrzehnten auf seiner Privat-Sternwarte mit relativ kleinen Mitteln, aber grossem Erfolg widmet; Dr. Malsch führte auch einen von ihm selbst konstruierten und nach seinen Angaben gebauten Koordinatenmessapparat zur Auswertung der Platten vor. Als Letzter sprach schliesslich Prof. Eisner (Sternwarte Gmunden am Traunsee, Oberösterreich), der über den Stand der Vorarbeiten für die gemeinsam mit den kroatischen Sternfreunden geplante Sonnenfinsternis-Expedition im Februar 1961 nach Dalmatien berichtete. — Der vorgesehene Zeitpunkt war längst überschritten, als die Teilnehmer die Sternwarte verliessen. Dass sich daran an anderem Ort noch ein inoffizieller Teil anschloss, braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden; die Fama berichtet, dass die letzten erst lange nach Mitternacht auseinandergingen.

Am Sonntag-Vormittag folgte die Besichtigung zweier vorbildlich eingerichteter Privat-Sternwarten des Nürnberg-Fürther Raumes. In Fürth-Unterfürberg, im SW des Stadtgebietes, hat sich der Arzt Dr. Kimberger im Garten neben seinem Einfamilienhaus ein Observatorium gebaut, das unter einem drehbaren Tonnen-Dach ein grosses Spiegel-Teleskop (Newton) mit Uhrwerk, Photokameras und Sekundenkontrolle, unter einem abfahrbaren Dach einen kleineren Refraktor, ferner einen Uhren- und Arbeitsraum enthält. Die Sternwarte wurde vom Besitzer fast ausschliesslich im Selbstbau hergestellt; hier widmet er sich der Beobachtung der Grossen Planeten, insbesondere der Photographie derselben. — Darauf wurde die am S-Rand des Stadtgebietes in Nürnberg-Schweinau gelegene Privat-Sternwarte von stud. phys. Ruder besucht. Sie ist ebenfalls im Selbstbau errichtet, und zwar auf einem aus dem Krieg stammenden Luftschutzbunker, der eine ausserordentlich feste und erschütterungsfreie Aufstellung für das Hauptinstrument gewährleistet, ein Spiegelteleskop von 200 mm Oeffnung, das den speziellen Neigungen seines Besitzers entsprechend mit allen physikalischen « Rafinessen » ausgestattet ist; es steht unter einem abfahrbaren Dach, welches freien Ausblick nach allen Himmelsrichtungen gewährt. — Eine dritte Privat-Sternwarte ist derzeit in Nürnberg im Entstehen, befindet sich aber leider noch nicht in besichtigungsreifem Zustand.

Die Tagung hatte einen überaus harmonischen Verlauf genommen. Die Teilnehmer trennten sich mit dem Wunsch, derartige Colloquien in regelmässigem Turnus etwa alle ein bis zwei Jahre zu veranstalten.

Astronomische Gesellschaft Rheintal

Auszug aus dem Jahres-Bericht des Präsidenten für 1959

Wie an der Delegierten-Versammlung der SAG in Locarno besprochen, gebe ich in gekürzter Form unsere Tätigkeit im Jahre 1959 bekannt.

Unsere Mitglieder wohnen innerhalb des Dreiecks BALZERS (Fürstentum Liechtenstein), DORNBIERN (Oesterreich) und RORSCHACH, die meisten natürlich in HEERBRUGG und Umgebung sowie im übrigen Rheintal.

Am 27. Februar begrüßten wir *Herrn Ing. Josef Stemmer*, Präsident der Internationalen Astronautischen Föderation im Optik-Hus der *Wild Heerbrugg AG.*, wo er vor ca. siebenhundert Personen (sein bisher grösstes Auditorium) über das hochaktuelle Thema : *Sinn und Zweck der Weltraumfahrt* sprach. Anhand von Lichtbildern und Modelldemonstrationen erklärte er uns anschaulich die Wirkungsweise von Flüssigkeits- und Pulverraketen und machte Hinweise auf Möglichkeiten der ferneren Zukunft wie z. B. der Photonen-Antrieb mit Kernlampe und Reflektor, welcher Lichtgeschwindigkeit erreichen soll.

Anschliessend behandelte der Referent die grossen medizinischen Probleme, welche bei einem bemannten Raumflug überwunden werden müssen. Auch machte er auf die gutfundierten russischen Erfolge aufmerksam, welche entgegen verschiedenen anderen Ansichten auf eigene Forschungsarbeiten zurückzuführen seien. Man denke an die russischen Professoren *Kibaltschitsch und Ziolkowsky*, welche bereits im Jahre 1880 bedeutende Werke herausgaben.

Am 20. März führten wir für unsere Mitglieder (nicht öffentlich) einen *Sternabend* bei mir zu Hause durch. An Instrumenten standen uns ein 10 cm-Teleskop (1:6) ein 3-Zoll-Refraktor sowie mein 15 cm-Teleskop (1:8) welches mit seiner parallaktischen Montierung auf dem eingemauerten Garten-Stativ erlaubt, mit Hilfe der Teilscheiben teleskopische Objekte rasch einzustellen.

Nach dem grossen Erfolg von Ing. Stemmer bewilligte uns die Direktion der *Wild Heerbrugg AG.*, einen zweiten Vortrag im Optik-Hus abzuhalten. Am 17. April referierte Herr Prof. *P. K. Nik Sauer* aus St. Gallen über : *Die Welt des Mondes.*

Unter Verwendung von vielen ausgezeichneten Diapositiven hat der Referent uns viel Wissenswertes über unseren Erdsatelliten aussagen können, vor allem über seine Oberflächengestaltung (ca. 300 Hörer).

Auf den 24. April luden wir sämtliche, unter der Obhut der Astronomischen Gesellschaft Rheintal arbeitenden Spiegelschleifer, 28 an der Zahl, zwecks Beschlussfassung über die *Mechanik der zu bauenden Instrumente* ins Hotel «Post» ein. Unser Aktuar *Peter Weber* verstand es vortrefflich, den anwesenden Amateuren die verschiedenen Bauarten von «Neuroth» bis zum Hale-Teleskop in bezug auf Optik und Mechanik ausführlich vor Augen zu führen.

Als dritter und letzter Referenten unserer Optik-Hus-Veranstaltungen begrüßten wir am 22. Mai unseren altbekannten und beliebten *Gustav Bickel*, Präsident der Gruppe Arbon, welcher über die Probleme der *Entfernungsmessung im Weltraum* vor ca. 180 Hörern sprach. Ihm war es vorbehalten, wesentlich tiefer in den Raum vorzustossen als seine beiden Vorgänger. Schon den alten Griechen (Erathostenes) gelang es durch Messung der Schattenlänge in Memphis, während die Sonne in Siene im Zenith stand, einen gar nicht schlechten Wert des Erdumfangs zu ermitteln. Bessel gelang es als erstem, eine direkte Distanzmessung durchzuführen, indem er die Bewegung eines Sternes in bezug auf einen viel weiter entfernten Hintergrund beobachtete (Parallaxenbestimmung). Der Vortrag wurde auf Tonband aufgenommen.

Drei Autos mit 15 Mann fuhren am 4. Juni nach St. Gallen um in der Aula der Handelshochschule dem Vortrag: *Marsch ins Weltall* unseres berühmten Landsmannes *Prof. Fritz Zwicky*, vom California Institute of Technology beizuwohnen. In noch verblüffend urchigem Glarner-Dialekt dozierte der weltbekannte Astronom vor überfülltem Saal.

Auf Wunsch unseres Gönners, Herrn *Dr. med. Kolokyta*s, Oberarzt im *Spital Altstätten*, führten wir dort auf der Zinne des Hauses einen *Sternabend* für die Schwestern, Aerzte, Patienten und das Hauspersonal durch. Der Abend war ein voller Erfolg.

7. Juli: Beobachtung der Bedeckung des Regulus, durch die Venus. Auf den ersten Anhieb gelang es mir mit Hilfe der Teilscheiben auf dem eingemauerten Stativ die beiden Gestirne ins Gesichtsfeld zu bringen, worauf das äusserst seltene Ereignis zwischen 15^h 22^m und 15^h 31^m sehr gut beobachtet werden konnte.

Am 17. Juli sprach *Peter Weber* im Vortragssaal der Geräte-Bau AG. Balzers anhand von Lichtbildern und mitgenommenem Material über das *Spiegelschleifen und den Fernrohrbau für Amateure*, und erntete für seine sympathische und überlegte Vortragsweise grossen Beifall. Anschliessend stellten wir im Fabrikhof die Instrumente auf und erlebten einen herrlichen Sternabend.

11. September: Oeffentlicher Sternabend in Rheineck. Bei der Burg-ruine stellten wir bei bereits sehr grossem Publikums-Andrang unsere Instrumente auf; ca. 150 Personen. Die begeisterten Leute, das milde Wetter und die klare Sicht liessen diese Veranstaltung zu einem der schönsten der bisherigen Sternabende werden.

9. Oktober: Vortrag unseres Mitgliedes Herr *Gustav Sieber*, über das Thema: *Ebbe und Flut*. Anhand von selbstgemachten Zeichnungen und Modellen, sowie aufgrund eigener Erlebnisse am Aermelkanal, ist es Herrn Sieber ausgezeichnet gelungen, seinen Hörern die ungeheuren Kräfte der Gezeiten vor Augen zu führen.

Am 2. November versammelten wir wieder alle *Spiegelschleifer* in der «Post», wo Herr *Fey* aus Rorschach sein gut gelungenes Instrument vorführte. Beschafftes Rohmaterial wurde samt Zeichnungen an die Angehörigen der Schleifgruppen zur Anfertigung von Einzelteilen, wie Spiegelzellen, Okular-Schlitten, Spiegel-Briden, Aufhängebolzen usw., verteilt.

Zu Dank verpflichtet sind wir unseren Freunden in den benachbarten Gruppen St. Gallen und Arbon, sowie Herrn *Räber* in Kreuzlingen für die flotte Zusammenarbeit. Dank gebührt auch unserem lieben *Hans Robr* in Schaffhausen, welcher jahrein jahraus für unsere schöne Sache viele Stunden opfert, sowie natürlich auch Herrn *Robert A. Naef*, ohne dessen Jahrbuch «Der Sternenhimmel» wir Amateure ja im Dunkeln herumtappen würden.

Durch die Ueberlassung von 146 Telemeterstativen (Dreifuss, ausziehbar), die wir etwas teurer als zum Ankaufspreis an Amateure weiterverkaufen durften, hat uns die Firma *Wild Heerbrugg AG.* bekundet, dass sie in positivem Sinne unserem schönen Hobby gegenübersteht. Dafür sei der Direktion dieses bedeutenden Unternehmens auch an dieser Stelle der beste Dank abgestattet.

Die Veröffentlichung solcher Jahres-Berichte soll die verschiedenen lokalen Astronomischen Gesellschaften unter sich besser bekanntmachen, näherbringen und zu erneuter Tätigkeit anspornen.

F. Kälin, Balgach

Aus der Forschung

Provisorische Sonnenflecken-Relativzahlen Juni-August 1960

(Eidg. Sternwarte, Zürich)

Tag	Juni	Juli	Aug.	Tag	Juni	Juli	Aug.
1.	100	167	63	17.	105	131	232
2.	90	154	53	18.	91	122	225
3.	109	161	31	19.	81	143	217
4.	113	203	32	20.	60	137	202
5.	99	168	25	21.	56	139	177
6.	109	139	24	22.	50	135	168
7.	123	119	57	23.	58	127	130
8.	113	124	57	24.	68	105	113
9.	118	120	76	25.	80	111	131
10.	147	97	94	26.	99	92	140
11.	142	93	156	27.	116	90	109
12.	155	74	207	28.	140	73	98
13.	131	83	235	29.	147	94	97
14.	131	93	236	30.	165	82	96
15.	144	105	252	31.		83	84
16.	138	138	244				

Monatsmittel: Juni = 109.3; Juli = 119.4; August = 131.0

M. Waldmeier

Englische Mars-Beobachtungen 1958 / 1959

Im Hinblick auf die bevorstehende Mars-Opposition vom 30. Dezember 1960 (grösste Annäherung an die Erde am 25. Dezember) dürfte eine Zusammenfassung des Berichtes von E.H. Collinson, Director of the Mars Section of the British Astronomical Association (46 beobachtende Mitglieder) für unsere Leser von Interesse sein.

Keine ausgedehnten Wolkenformationen, wie sie 1956 vorhanden waren, konnten 1958/59 beobachtet werden; dagegen erschien die Planetenoberfläche zeitweise verschleiert, besonders die Region zwischen Aurorae Sinus und Mare Sirenum. In den dunkeln Gebieten wurden keine Aenderungen von Bedeutung wahrgenommen. Dagegen erschien das Wüstengebiet Aethiopsis etwas dunkler, doch dürfte diese Farbänderung mit dem «Abschmelzen» der beiden Polarkalotten nicht im Zusammenhang stehen.

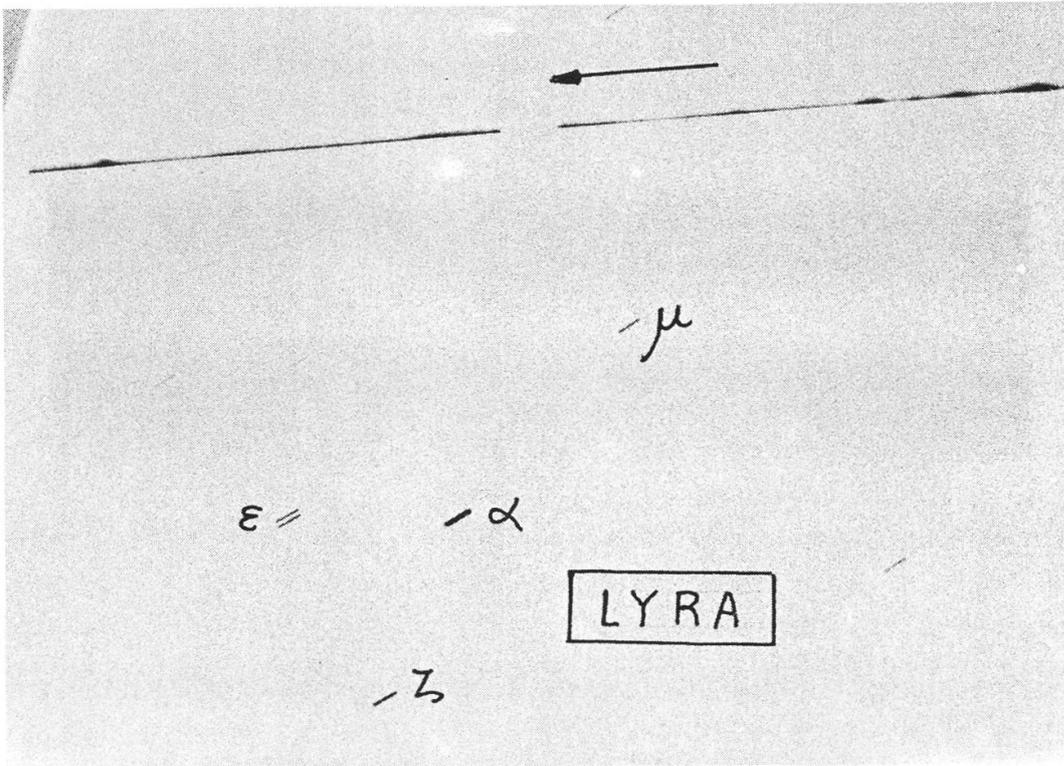
Die Gegend zwischen Syrtis Mayor und Sinus Furcosus war etwas weniger auffällig als 1956, die Gebilde zeigten indessen ihre übliche Form und waren wie verschleiert. Hellas wurde als sehr hell beobachtet. Der erste Ansatz für die Südpolarkalotte wurde am 14. November 1958

als kleiner weisser Fleck beobachtet, der sich bis Februar 1959 zu einem weiten weissen Gebiet ausdehnte. Herbst-Tagundnachtgleiche auf Mars am 22. Januar 1959. (Journal of the BAA, Vol. 70, N° 6, August 1960.)

R. A. Naef

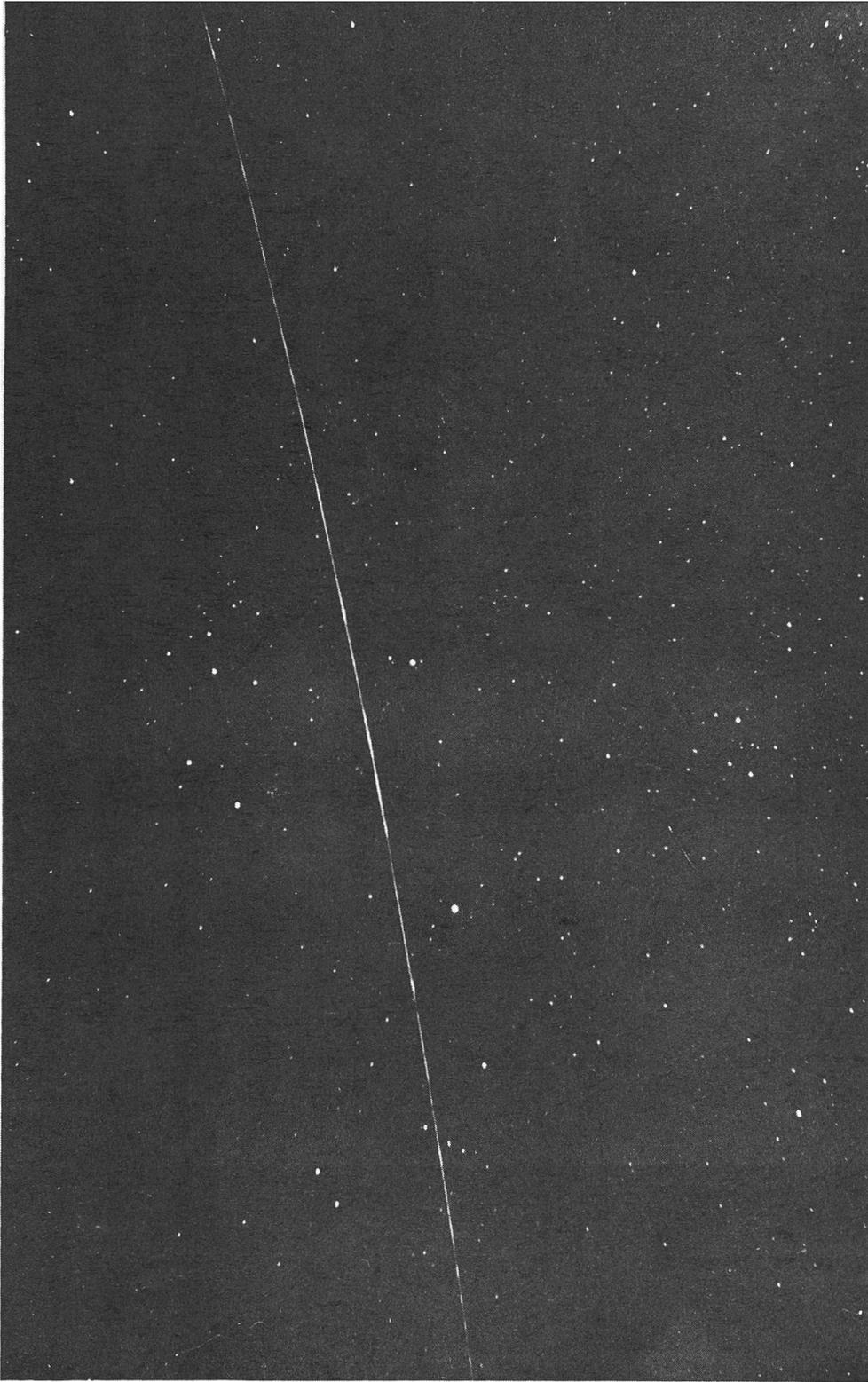
La page de l'observateur

Le Satellite américain «Echo» a éveillé un grand intérêt, non seulement parmi les membres de la SAS, mais même dans le grand public.

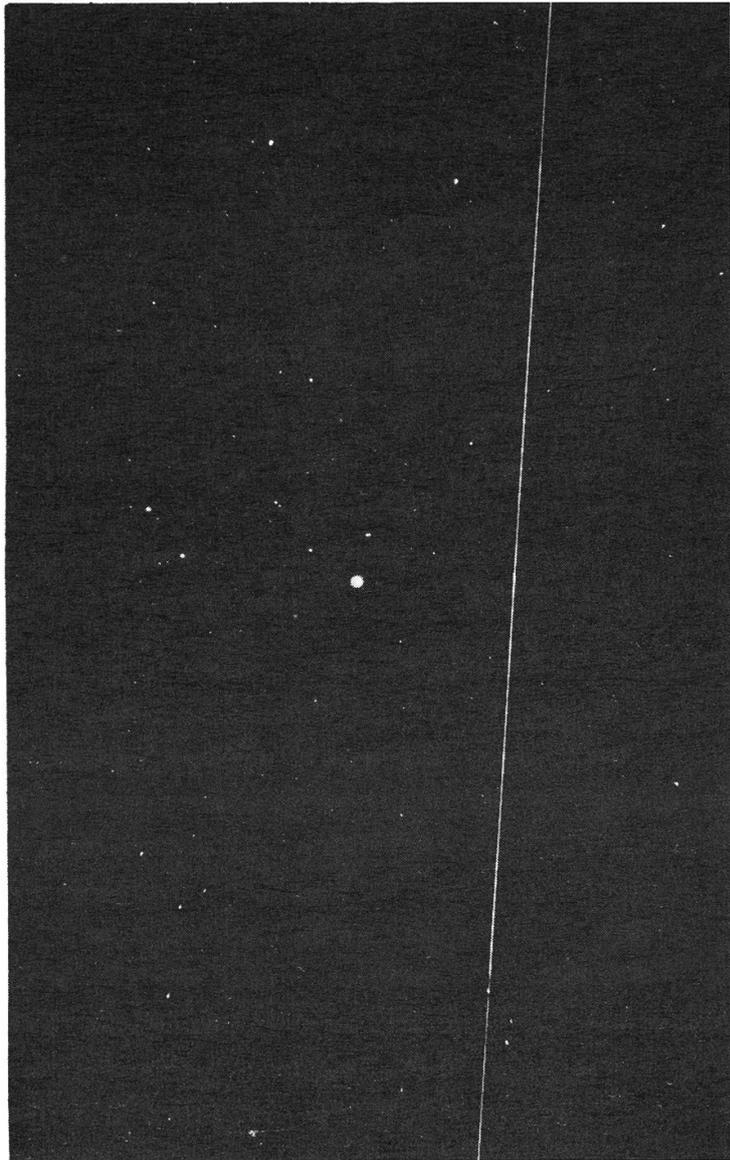


Photographie du satellite Echo I le 22 août 1960.

Cette photo a été prise avec une caméra fixe et la prise de vue a été interrompue pendant trois secondes pour montrer le déplacement du satellite artificiel par rapport aux étoiles de la Lyre dont les principales sont repérées. On remarquera les variations de largeur de la trace correspondant aux variations d'éclat de l'objet. Ces variations de largeur se manifestent d'un seul côté de la trace, du côté extérieur où se trouve la petite aigrette due à la coma. Caméra type Petzval, ouverture 8 cm à $f : 3,5$. Interruption de pose de 3 s à 22h 41m 36s HEC. Image négative contretypée et agrandie deux fois. Observatoire universitaire de Lausanne; MM. R. Estoppey et M. Fluckiger.



Photographie prise le 12 septembre 1960 à 20, 59 h. par Monsieur Burri, Sierre.
Appareil Exacta grand angulaire, $48^{\circ} 20'$, ouverture 3,5, film Ilford 24 DIN,
pose 30 minutes.



Photographie de Monsieur Courvoisier, Genève prise le 24 août 1960 à 21, 55 h.
au télescope 160 mm et appareil réflex 24 × 36 muni de son objectif.

Evidemment, son observation était aisée, et il a passé longtemps dans notre ciel à des heures très favorables. Nous en avons reçu de nombreuses photographies prises par nos membres. Nous nous excusons de ne pas les publier toutes, car elles rempliraient la moitié de ce bulletin. D'autre part, nous nous excusons aussi de ne pas avoir publié la première reçue, celle de M. Flückiger, dans le numéro précédent, comme l'aurait exigé l'actualité : des questions de vacances dans le personnel de l'imprimerie nous avaient malheureusement contraints à préparer tout le texte à l'avance, et nous ne pouvions plus rien modifier en dernière heure.



Photographie prise le 23 août 1960 de 22.20 à 22.25 h. par M. P. Strinati, Genève.

Voici donc quatre photographies de ce nouveau satellite artificiel, prises par MM. Flückiger, à l'Observatoire Universitaire de Lausanne, Burri à Sierre, Courvoisier et Strinati à Genève.

D'autre part, M. Marguerat, à Lausanne, nous écrivait le 21 septembre les intéressantes lignes suivantes : « La visibilité d'Echo tire à sa fin, en tout cas pour les passages du soir. Nous les avons beaucoup observés, entre ville et haute montagne... Je ne pense pas que le croissant ait pu être observé (grossissement et stabilité de l'image étant hélas contradictoires !) Nous avons maintes fois observé l'extinction à la jumelle (durée quelques secondes) et vérifié par le calcul la position de l'entrée dans le cône d'ombre. En revanche, je n'ai pas

observé le rougeoiement de l'image par réfraction atmosphérique pendant la baisse d'éclat précédant l'extinction. Quant aux fluctuations d'éclat, très sensibles mais irrégulières, faut-il leur chercher une autre cause que les variations atmosphériques locales? Changement de forme ou de position du ballon? »

Remercions tous ces aimables correspondants de leurs communications, et répondons à M. Marguerat que les variations atmosphériques sont probablement une des causes des variations d'éclat, à laquelle pourrait s'ajouter une rotation du ballon dont la forme ne serait pas exactement sphérique (pression de radiation ou toute autre cause?) et dont l'albédo ne serait pas le même sur toute la surface.

E. A.

Beobachter - Ecke

Besondere Himmelserscheinungen im Januar-März 1961

Merkur ist ab 28. Januar, während ca. 14 Tagen bald nach Sonnenuntergang im WSW zu beobachten. Der hellglänzende Abendstern *Venus* erreicht am 29. Januar eine grösste östliche Elongation von der Sonne und am 5. März den «grössten Glanz» (-4.3^m). Fernrohrbeobachter verfolgen die rasche Phasenänderung. — *Mars* steht jetzt ausserordentlich günstig für die teleskopische Beobachtung (Opposition zur Sonne am 30. Dezember 1960), wobei er eine grosse Kulminationshöhe erreicht. Sein scheinbarer Durchmesser nimmt allerdings vom 1. Januar zum 31. März von 15.3" auf 7.3" ab. Eine Anregung für Marsbeobachtungen enthält der Aufsatz von Dr. W. Sandner, vorn in dieser Nummer. — Wenn *Jupiter* und *Saturn* am 18. Februar, früh morgens, tief im SO auftauchen, stehen die beiden Gestirne in einer seltenen, nur alle zwanzig Jahre eintretenden Konjunktion, wobei Jupiter nur 14' südlich Saturn weilt. — Betreffend totale Sonnenfinsternis vom 15. Februar 1961 siehe «Mitteilungen».

Kärtchen und Einzelheiten über alle Erscheinungen im «Sternenhimmel 1961».

La Radioastronomie et son apport nouveau à la connaissance de l'Univers

par A. Boischot (Editeur Masson & Cie.). Un volume de 126 pages, 53 figures et 12 planches hors-texte.

Cet ouvrage est publié dans le cadre de la collection « Evolution des Sciences ». Selon l'éditeur les livres de cette collection s'adressent aux milieux scientifiques, en entendant cette acception dans le sens le plus large. Le livre de Monsieur Boischot ne doit donc pas être considéré comme un ouvrage de vulgarisation mettant à la portée de n'importe qui les résultats de la radioastronomie. Une certaine culture d'astronomie et de physique est nécessaire pour que sa lecture soit enrichissante. Je pense que deux ou trois pages de l'introduction consacrée à l'exposé des lois régissant un rayonnement électromagnétique auraient été bienvenues pour de nombreux lecteurs. En dehors de cette réserve, ce livre constitue une excellente mise au point de l'état actuel de la radioastronomie.

Dans une première partie l'auteur décrit les phénomènes physiques pouvant donner naissance à l'émission d'ondes radioélectriques : émissions thermiques des solides et des gaz analogues à celles connues en optique, et émissions non thermiques qui ont une importance considérable en Radioastronomie : effet synchrotron, oscillations de plasma, effet Cerenkov, etc.

La seconde partie, plus développée, montre les différents domaines dans lesquels cette nouvelle branche de l'Astronomie a apporté des résultats intéressants :

- Le premier chapitre est consacré au Soleil. Ce dernier émet un rayonnement thermique permettant d'étudier les couches élevées de la couronne, et les diverses émissions accompagnant les éruptions chromosphériques ont permis d'éclairer de nombreux phénomènes géophysiques.
- L'auteur traite ensuite du rayonnement thermique de la Lune et des planètes, et des problèmes posés par les rayonnements non thermiques de Jupiter.

– Les diverses sources d'émissions de la Galaxie forment l'objet du troisième chapitre : crête galactique, halo de particules relativistes, et Hydrogène neutre localisé dans les bras spiraux.

– Enfin un dernier chapitre traite des mystérieuses radiosources, décrivant les types variés actuellement reconnus : nuages H II, vestiges de supernovae, et lointaines galaxies en collision. A ce propos sont évoqués les grands problèmes de l'origine et de l'évolution de l'Univers, à la résolution desquels la Radioastronomie doit pouvoir prochainement apporter une contribution décisive.

Grandes divisions de l'ouvrage.

I. *Les mécanismes d'émission*: Les émissions d'origine thermique. – Les émissions non thermiques. – Propagation des ondes radio dans les radiosources et l'atmosphère terrestre.

II. *Les ondes radioélectriques dans l'Univers*: Les émissions radioélectriques du Soleil. – Les émissions de la Lune et des planètes. – La découverte de la galaxie. – Les sources localisées d'émission radioélectrique ou radiosources. – Conclusion.

M. Golay

Buchbesprechungen

Beobachtungen des verstärkten Nachhimmelleuchtens in den Jahren 1946 bis 1957

Von C. Hoffmeister, Sternwarte Sonneberg (Thüringen). Akademie Verlag GmbH., Berlin 1959, Band 4, Heft 4.

Mit der vorliegenden Publikation (Beobachtungsbericht 1946-1957) wird eine dreissigjährige, systematische Ueberwachung der nicht polarlichtartigen Leuchtvorgänge der hohen Atmosphäre vollendet. Die Beobachtungen bis Ende 1927 und von 1928 bis 1945 sind in den «Mitteilungen der Sternwarte zu Sonneberg» (N° 11, 19, 26, 32, 35, 37 und 40) enthalten.

R. A. Naef

Mitgliederbeiträge 1961

Die Jahresbeiträge der Kollektiv-Mitglieder, d.h. der Mitglieder der *Lokal*-Gesellschaften, sind nicht an die Schweizerische Gesellschaft, sondern an die betreffende Lokalgesellschaft zu überweisen.

Die *Einzel*-Mitglieder, d.h. Mitglieder, die keiner Lokalgesellschaft angehören, erhalten dieser Tage separat den Einzahlungsschein zur Begleichung des Jahresbeitrages von Fr. 14.–.

Ins Ausland erfolgt die Lieferung des «Orion» nur gegen Vorauszahlung des Jahresbeitrages von Fr. 16.– auf Postscheckkonto Bern III 4604.

Wir danken für prompte Regulierung!

Der Kassier.

Cotisations 1961

Les membres collectifs, c'est-à-dire ceux qui appartiennent à une société locale, paient leurs cotisations à cette société. Cet avis ne les concerne donc pas.

Les membres individuels par contre, recevront ces prochains jours une circulaire accompagnée d'un bulletin de versement au moyen duquel ils voudront bien verser leur cotisation, soit Fr. 14.–.

Pour les personnes habitant à *l'étranger*, la cotisation est de Fr. 16.–, à verser au compte de chèques postaux de la Société suisse d'astronomie, Berne III 4604.

Le Caissier.

Totale Sonnenfinsternis vom 15. Februar 1961

Die über 200 km breite Totalitätszone der Finsternis führt durch Süd-Frankreich – Italien – Jugoslawien – Rumänien – Bulgarien nach Russland. Der Nordrand der Totalitätszone liegt nur 80 km von der Südwestecke der Schweiz entfernt, sodass die Finsternis in unserem Lande eine sehr grosse partielle Phase von 95.9 – 98.9 % erreichen wird. Vor dem 11. August 1999 wird für die Schweiz keine ähnliche Situation mehr eintreten, – es handelt sich somit auf Jahrzehnte hinaus um ein einzigartiges astronomisches Schauspiel für Mittel- und Süd-Europa.

Das Jahrbüchlein «Der Sternenhimmel 1961» wird über die Finsternis einen sehr ausführlichen Bericht bringen, der sowohl für die Schweiz als auch für die Totalitätszone, besonders für Italien, Kärnten enthalten wird, aus welchen alle wichtigen Einzelheiten mit ziemlich grosser Genauigkeit abgeleitet werden können.

Nachstehend nochmals das provisorische Programm für die Gruppenreise der SAG-Mitglieder zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis vom 15. Februar 1961 in Italien:

Sonntag, den 12. Februar: Lugano-Mailand (wo wir unsere Freunde aus der Romandie treffen) - Bergamo - Verona - Ferrara - Ravenna.

Montag, den 13. Februar: Ravenna - San Marino - Ancona.

Dienstag, den 14. Februar: Vorbereitungen für die Finsternisbeobachtung, Abstecher zum Monte Cónero.

Mittwoch, den 15. Februar: Beobachtung der Finsternis auf dem Monte Cónero. Nachmittags Fahrt nach Ancona - Fabriano - Assisi.

Donnerstag, den 16. Februar: Besichtigung von Assisi und Perugia. Uebernachten in Perugia.

Freitag, den 17. Februar: Fahrt nach Florenz und Besichtigung dieser Stadt. Uebernachten in Florenz.

Samstag, den 18. Februar: Florenz - Mailand. Uebernachten in Mailand.

Sonntag, den 19. Februar: Heimfahrt.

Von Lugano bzw. (für die Romands) ab Mailand, findet die ganze Reise in Autocars statt. Alle Mahlzeiten werden gemeinsam eingenommen. Preis pro Person ca. Fr. 340.- (inbegriffen Verpflegung und Unterkunft beginnend mit dem Uebernachten in Lugano bis zurück nach Mailand).

Der Monte Cónero erhebt sich an der Küste der Adria in etwa 10 km Luftlinie südlich von Ancona. Seine Höhe beträgt 572 m.

Bei genügender Teilnehmerzahl wird zusätzlich ein *Sonderflug der Swissair* zur Beobachtung der Sonnenfinsternis aus der Luft organisiert. Die Kosten Kloten bzw. Cointrin-Totalitätszone und zurück dürften ca. Fr. 200.- betragen.

Interessenten belieben sich mit Herrn Dr. E. HERRMANN, Sonnenbergstrasse 6, Neuhausen am Rheinfall (Telephon (053) 5 48 30) in Verbindung zu setzen.

R. A. Naef

Eclipse totale de soleil du 15 février 1961

La zone de totalité, large d'environ 200 km, passe par le Sud de la France, l'Italie, la Yougoslavie, la Roumanie, la Bulgarie, et se dirige vers la Russie.

La limite Nord de cette zone est située à 80 km de l'angle Sud-Ouest de la Suisse, de sorte que dans notre pays l'éclipse partielle atteindra 95,9 à 98,9%. Une phase aussi importante ne se représentera pas avant le 11 août 1999.

On trouvera dans le «Sternenhimmel» pour 1961 des renseignements très complets sur cette éclipse, tant en ce qui concerne la Suisse que la zone de totalité, spécialement l'Italie. Des cartes permettront de trouver avec précision tous les détails importants.

Répetons ici pour tous ceux qui désirent participer au voyage SAS en Italie le programme provisoire de l'expédition.

Dimanche, 12 février: Lugano-Milan (point de rencontre des Suisses allemands avec les Romands)-Bergamo-Verona-Ferrara-Ravenna.

Lundi, 13 février: Ravenna-San Marino-Ancona.

Mardi, 14 février: Préparation à l'observation de l'éclipse, excursion au Monte Cónero.

Mercredi, 15 février: Observation de l'éclipse, du haut du Monte Cónero. L'après-midi, trajet Ancona-Fabriano-Assisi.

Jeudi, 16 février: Visite d'Assise et Perugia. Nuit à Perugia.

Vendredi, 17 février: Départ pour Florence et visite de cette ville. Nuit à Florence.

Samedi, 18 février: Florence-Milan. Nuit à Milan.

Dimanche, 19 février: Retour.

Dès Lugano (pour les Romands dès Milan), tout le voyage s'effectuera en autocars. Tous les repas seront pris en commun. Prix par personne: environ 340 francs, (y compris logement et entretien de Milan à Milan pour les Romands et de Lugano à Milan pour les Suisses allemands).

Le Monte Cónero s'élève au bord de l'Adriatique, à environ 10 km à vol d'oiseau au Sud d'Ancona. Sa hauteur atteint 572 m.

S'il y a assez d'inscriptions, un vol spécial de la Swissair pour l'observation de l'éclipse depuis les airs pourrait être organisé. Le coût Kloten (ou Cointrin)-Zône de totalité et retour serait d'environ 200 francs.

Pour tous renseignements prière de s'adresser à Monsieur le Dr. E. HERRMANN, Sonnenbergstrasse 6, Neuhausen am Rheinfeld, téléphone (053) 5 48 30.

R. A. Naef

Bilderdienst der SAG

Wer sich für die prächtigen Astro-Aufnahmen unseres Bilderdienstes (schwarz-weiss-Vergrösserungen und Dias) sowie Farben-Aufnahmen (Dias), (siehe «Orion», N° 68, S. 867/8), interessiert, wende sich unverzüglich an unseren Generalsekretär, Herrn Hans Rohr, Vordergasse 57, Schaffhausen. Diese Bilder und Dias sind willkommene Geschenke. Wegen Arbeitsüberlastung des Photographen im Dezember muss aber um die Weihnachtszeit mit längeren Lieferfristen gerechnet werden. Kurzfristige Aufträge können leider um diese Zeit nicht ausgeführt werden.

Service d'astrophotographies de la SAS

Les personnes désireuses d'acquérir les magnifiques astrophotographies fournies par notre service de vente (agrandissements en blanc et noir ou dias, ainsi que dias en couleurs) voudront bien s'adresser à notre Secrétaire Général, M. Hans Rohr, Vordergasse 57, Schaffhouse. Ces clichés peuvent constituer des cadeaux de fin d'année très bienvenus des astronomes amateurs. Mais nous devons signaler qu'en raison de la surcharge de travail durant le mois de décembre, il faut compter à l'époque de Noël sur des délais de livraison plus longs que d'habitude.

Inhaltsverzeichnis für Band V des «Orion»

Das Inhaltsverzeichnis für Band V (N° 51 bis 70) wird mit der Nummer 71 unserer Zeitschrift den Lesern zugestellt.

Table des matières du Tome V

Cette table, incluant les matières des N° 51 à 70, paraîtra dans le prochain Bulletin (N° 71).

Umschlagbild / Photo de couverture

Das Radioteleskop der Universitäts-Sternwarte Bonn auf dem Stockert bei Münstereifel. – Le radiotélescope de l'Observatoire universitaire de Bonn.

ZU VERKAUFEN

Aus direktem Import erstklassige

PRISMENFELDSTECHER «GLORY»

mit hohem Auflösungsvermögen. 7×35 bis 16×50 . Sehr preiswert. Für SAG-Mitglieder Rabatt. Unverbindliche Ansichtssendung.

H. MÜLLER, Oberdorfstrasse 21, DIETIKON/ZH. - Tel. 051/91 89 29 abends.-

ZU VERKAUFEN

Spiegelteleskop 220 \emptyset / 1050 mm F. Glas St. Gobin, Al-Belag Balzers, parallaktische Montierung, Federwerkanttrieb, fahrbar. Näheres auf Anfrage bei FISCHER, MuttENZ BL. Hinterzweien 26.

SPIEGELTELESKOPE

neue Ausführung auf hohen Holz-Stativen mit Equatorialkopf

	Spiegel	Focuslänge	Okulare	Vergrosserung	Schwächster Stern	Preis Fr.
Modell LN-3 E	3"	600 mm	3	30-100-150 \times	11.4 m	500.-
Modell LN-4	4"	900 mm	3	35-117-173 \times	12.2 m	650.-
Modell LN-6	6"	1600 mm	4	80-128-178-400 \times	13.0 m	1950.-

REFRAKTOREN

	Objektiv					
Modell 605	60 mm	910 mm	3	45-73-152 \times	10.7 m	650.-
Modell 703	80 mm	910 mm	6	36-51-73- 101-152-227 \times	11.2 m	1275.-

Alle Modelle sofort greifbar, bis auf LN-6.

ANFRAGEN BITTE AN HERRN G. ROULET, CHERNEX s/Montreux.

Demnächst erscheint:

„Der Sternenhimmel 1961“

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!

1961 ist wieder reich an aussergewöhnlichen Erscheinungen!

Ausführliche Angaben über die totale Sonnenfinsternis mit bildlichen Darstellungen, unter besonderer Berücksichtigung der Sichtbarkeitsverhältnisse in Italien, ferner Einzelheiten über die Mondfinsternis, die seltene Konjunktion Jupiter/Saturn (nur alle 20 Jahre), aussergewöhnliche Jupiter-Trabanten-Erscheinungen (u. a. das Verschwinden aller Monde!), sowie Hinweise auf Sternbedeckungen, Kometen, Meteorströme usw.

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 Planetentafel, 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: (Ø 19,7 cm) enthält 681 Sterne, sowie eine kleine Auslese von Doppelsternen, Sternhaufen und Nebeln des nördlichen Sternenhimmels. Kartenschrift in deutscher Sprache. Preis Fr. 7.50.

Grosses Modell: (Ø 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 %) Fr. 33.—.

Auf Wunsch Spezialdeckblätter für jede geographische Breite.

Die Beilagen sind auch einzeln zu folgenden Preisen erhältlich:

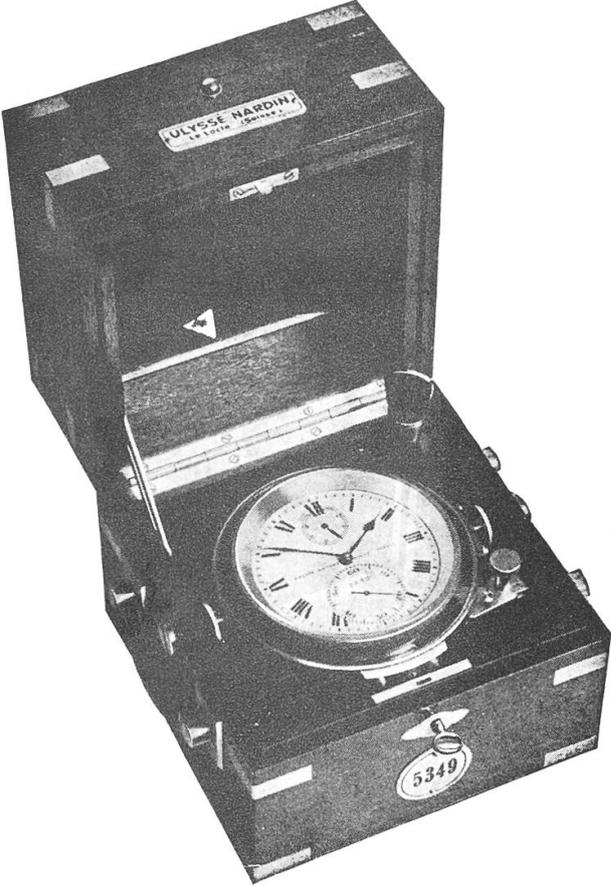
Erläuterungstext Fr. 3.—; Mondkarte Fr. 1.50; Sternkartenblätter Fr. —.15/2 Stück! Planetentafel Fr. —.50.

Zu beziehen direkt beim

VERLAG DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT BERN

(Vorauszahlungen auf Postcheckkonto Nr. III 1345)

oder durch die Buchhandlungen.



**Manufacture
des Montres et
Chronomètres**

**ULYSSE NARDIN
LE LOCLE**

Fondée en 1846
8 Grands Prix
3999 Prix d'Observatoires

La Maison construit tous les types de garde-temps utilisés par les Navigateurs ainsi que par les Instituts et Commissions scientifiques.

SPIEGEL - TELESKOPE

alle Typen, auch Spezialanfertigungen mit 75-313 mm Hauptspiegel- \emptyset

Spezialität:

Maksutow-Type (Spiegel/Linsen-Kombination), d.h. 6-fache Verkürzung der Tubuslänge

STATIVE

einfache Bauart bis ferngesteuerte Ausführung, 20-60 mm Achsen- \emptyset

PARABOL - SPIEGEL und MENISKUSLINSEN

Spiegel: 75-313 mm \emptyset , Linsen: 150 und 300 mm \emptyset

liefert Ihnen zu günstigen Preisen mit kurzen Lieferfristen der Hersteller:

E. Popp, TELE-OPTIK, Luegislandstrasse 239, Zürich 51
Telephon (051) 41 75 06

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

J. A.
Genève

Monsieur Otto BARTH
Hans Hässigstrasse, 16

35 AARAU
ORION

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

REDAKTION: E. Antonini, 11 Chemin de Conches, Genève (texte français).

Rob. A. Naef, «Orion». Auf der Platte, Meilen (Zch) (deutscher Text).

STAENDIGE MITARBEITER / COLLABORATEURS :

E. Bazzi, Ing., Guarda (Engadin). Dr. M. Fluckiger, Lausanne. Dr. E. Leutenegger, Frauenfeld. M. Marguerat, Lausanne. P. K. Nik Sauer, St. Gallen. Dr. P. Wilker, Bern.

REKLAME: Zuständig für alle Fragen betr. Inserate im «Orion». *Pour toutes les questions de publicité dans «Orion»*: M. Gustave Roulet, Chermex sur Montreux (Vaud). Téléphone 6 43 90.

SEKRETARIAT: Hans Rohr, Vordergasse 57, Schaffhausen. Zuständig für alle administrativen Fragen. *Pour toutes les questions administratives*.

KASSIER: Max Bühler, Hegaustrasse 4, Neuhausen am Rhf. Postscheckkonto Bern III 4604. - Der Mitgliederbeitrag für Einzelmitglieder beträgt Fr. 14.-, Ausland Fr. 16.- pro Jahr inklusiv Abonnement der Mitteilungen. *La cotisation pour membres isolés est de frs. 14.-, pour l'étranger fr. 16.- par an, abonnement au bulletin inclus.*

INHALTSVERZEICHNIS / SOMMAIRE :

Seite / page

Aufsätze / Articles :

<i>Javet P.</i> : Méthodes astrophysiques d'analyse chimique	937
<i>Priester W.</i> : Radioastronomie. Ein Ueberblick über ihre Probleme	947
<i>Freiburghaus G.</i> : Les étoiles variables (suite)	956
<i>Sandner W.</i> : Der jahreszeitliche Rückgang der Polkappen auf Mars	966
<i>Naef R.A.</i> : Zum 50. Todestag von G. V. Schiaparelli	970
<i>Keller M.</i> : Description de la station-observatoire de Montfleury, Genève	971
<i>Schmid F.</i> : Die nächtliche und jährliche Eigenbewegung des Zodiakallichtes und seine Natur nach neueren Forschungsergebnissen (Schluss)	975
<i>Blattner K.</i> : Die Prüfung von Parabolspiegeln mit Hilfe eines Planspiegels	982
<i>Sandner W.</i> : Planeten-Colloquium in Nürnberg	989
Gesellschaftsberichte	992
Aus der Forschung	995
La page de l'observateur	996
Beobachter-Ecke	1000
Bibliographie	1001
Buchbesprechungen	1002
Mitteilungen / Communications	1003
Titelblatt / Couverture : siehe / voir:	1007