Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 7 (1962)
Heft: 77

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

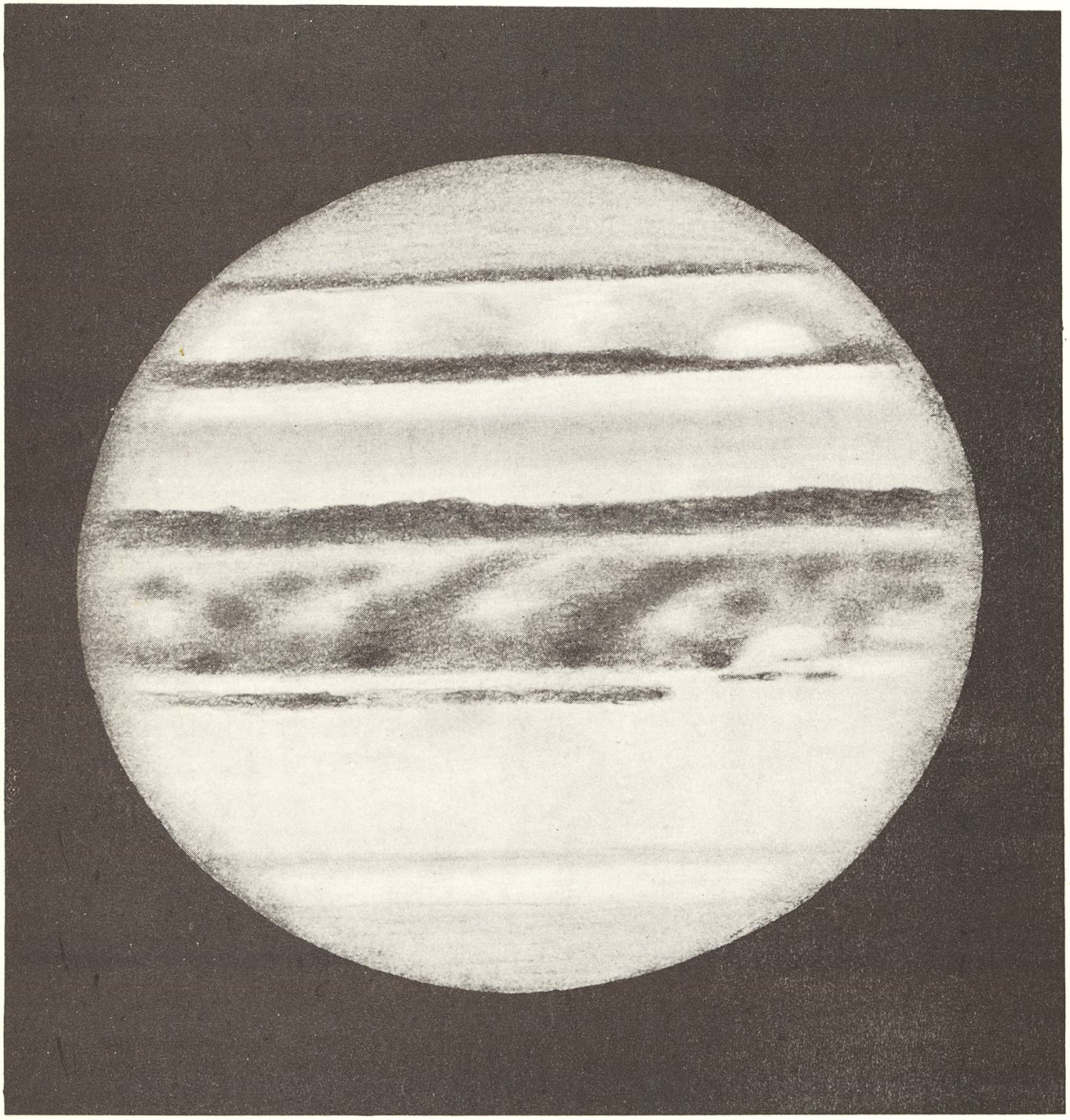
Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans 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

JULI-SEPTEMBER 1962 77

CALINA

FERIEN-STERNWARTE
in CARONA ob Lugano

600 m ü. M. (unter dem Patronat der S. A. G.)

FERIENHAUS

mit Einzel- oder Doppelzimmern

Herrliche Aussichtslage direkt über dem Luganersee, einzigartige Beobachtungsmöglichkeit durch die reine und klare Atmosphäre.
Die ruhige Lage in pittoresker Tessinerlandschaft abseits jeglichen Verkehrs eignet sich ideal zur Durchführung individueller Beobachtungsprogramme mit leistungsfähigen Instrumenten während den Ferien

30 cm Newton-Teleskop
30 cm Schmidt-Kamera *div. kleinere Geräte*

Wir laden die Sternfreunde speziell zur Teilnahme folgender Veranstaltungen ein:

29./30.Sept.62 **Wochenend-Kolloquium über Farbenphotographie**
geleitet von Prof. Dr. Max Schürer, Universität Bern

22./27.Okt.62 **Kurs über Beobachtung veränderlicher Sterne**
geleitet von Prof. Dr. E. Leutenegger, Frauenfeld

Anmeldungen für diese beiden Veranstaltungen sind raschmöglichst erbeten an: Herrn Erwin Greuter, Haldenweg 18, Herisau AR

Anmeldungen für Ferienaufenthalte auf Calina sind an die Leitung der Ferien-Sternwarte CALINA, in CARONA TI / Schweiz zu richten, welche auch jede gewünschte Auskunft erteilt.

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

JULI – SEPTEMBER 1962 **No 77**
3. Heft von Band VII – 3e fascicule du Tome VII

DIE DREIFARBENPHOTOMETRIE

I. TEIL

Von G. A. TAMMANN, Basel

I. AUFGABE

Der Astronom kann das von den Sternen empfangene Licht auf drei grundsätzliche Eigenschaften hin prüfen, auf die Herkunfts-Richtung (Astrometrie), auf die Quantität (Photometrie) und auf die Qualität (Spektroskopie u. a.). Es wurde lange übersehen, dass es unfruchtbar ist, die Quantitätsbestimmung, d. h. die Photometrie, als Selbstzweck zu betreiben, dass sie vielmehr nach physikalischen Gesichtspunkten programmiert werden muss und dann einen äusserst wertvollen Beitrag auch zur spektralen Eigenschaft des Lichtes leisten kann.

Bei jeder Helligkeitsbestimmung gehen in die Messung zwei wesentliche Parameter ein, die isophote Wellenlänge und die Halbwertsbreite. Die isophote Wellenlänge gibt die Lage des Energieschwerpunktes der wirksamen Strahlung an, und die Halbwertsbreite ist der Wellenlängenbereich, in dem die Empfindlichkeit über 50% der maximalen beträgt. Vollständige Auskunft über den Strahlungscharakter eines Sternes erteilt eine Helligkeitsbestimmung mit möglichst enger Halbwertsbreite bei jeder beliebigen isophoten Wellenlänge; man erhält solche Lichtintensitätskurven in Funktion der Wellenlänge durch Registrierung von Sternspektren. Sie stellen eine sehr zeitraubende Untersuchungsmethode dar und setzen eine grosse Gesamtintensität voraus; der Spektro-

skopie ist ohne grösseren Aufwand bei der photographischen Helligkeit von etwa $m_{pg} = 13^{m}.5$ eine Grenze gesetzt. Es gilt daher, durch geeignete Wahl der Parameter eine optimale Photometrie zu finden, die sich einerseits in möglichst einfacher Weise auch auf schwache und sehr schwache Sterne anwenden lässt, andererseits aber ein Maximum an Information über die spektralen Eigenschaften eines Sterns liefert. Durch diese Bedingungen wird das Schwergewicht der Methode automatisch von Einzelsternen zu grösseren Anzahlen von Sternen hin verschoben, und der im Einzelnen beschränkte Wert der Messungen tritt erst bei statistischer Anwendung voll zu Tage.

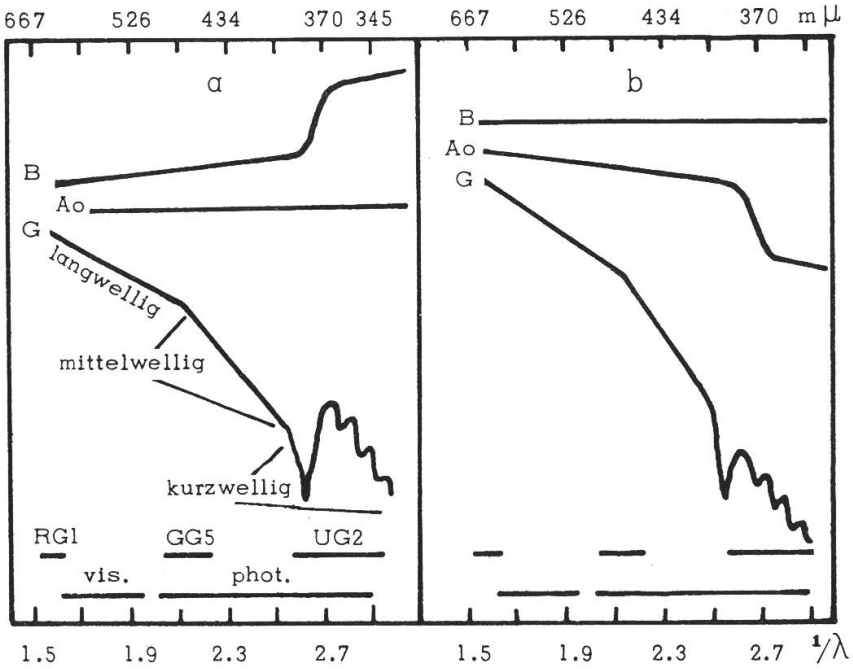
Aus dem Gesagten folgt direkt, dass die in Frage kommenden Helligkeiten normalerweise photographisch durch Ausmessung der Plattenschwärzung an einem Irisblendenphotometer, an dem etwa 300 Sterne pro Stunde gemessen werden können, gewonnen werden. Besonders eignen sich Schmidt-Spiegel-Platten, da sie bei einer Belichtungszeit von nur etwa 10 bis 30 min. grosse Felder mit einigen tausend Sternen so abbilden, dass nach einer Mittelbildung der Messwerte über mehrere Platten und der Berücksichtigung verschiedener Korrektionen (wegen Extinktion in der Erdatmosphäre, Feldfehlern der Platte u.a.) die Helligkeiten mit mittleren Fehlern von nur ungefähr $0^{m}.03$ vorliegen. Allerdings müssen auf jeder Platte sogenannte Anhaltssterne bekannt sein, die Helligkeits-Skala und -Nullpunkt zu liefern haben. Die Helligkeiten dieser Sterne werden normalerweise photoelektrisch gemessen, d. h. mit Hilfe eines am Fernrohr angebrachten Photomultipliers, auf den man das Licht des ausgeblendeten Sterns fallen lässt. Diese Methode führt zu sehr genauen Helligkeiten mit mittleren Fehlern von nur etwa $0^{m}.01$; ihr zeitlicher Aufwand und die notwendigen sehr guten Sichtverhältnisse beschränken die Anwendung jedoch auf eine zahlenmässig kleine Menge von Sternen.

Wegen des sehr umfangreichen Beobachtungsmaterials, das laufend auf Schmidt-Spiegel-Platten anfällt, ist man teilweise dazu übergegangen, die gemessenen Schwärzungen auf Lochkarten zu übertragen, die dann von elektronischen Rechenmaschinen bis zu den fertig gemittelten und korrigierten Helligkeiten ausgewertet werden.

Das Endziel der Photometrie nach physikalischen Gesichtspunkten ist die Erforschung des bisher noch höchst lückenhaft bekannten Aufbaus unserer Milchstrasse, – genauer: die Verteilung der Fixsterne nach Entfernungen, Leuchtkraft, Alter, chemischer Zusammensetzung usw. und der interstellaren Materie.

II. ENTWICKLUNG DER METHODE

Zuerst wurde 1938 und 1946 von Wilhelm Becker darauf hingewiesen, dass man für die Helligkeitsmessung bei Verwendung der herkömmlichen, der sogenannten visuellen und photographischen Spektralbereiche, die ausschliesslich nach technischen Gesichtspunkten definiert worden sind, einen erheblichen Informationsverlust in Kauf nehmen muss, dass dieser sich aber vermeiden lässt, wenn man die Spektralbereiche zu Wellenlängen hin verlegt, bei denen in den Lichtintensitäts-Verteilungskurven besondere Charakteristika auftreten. Die Abbildungen 1 a und 1 b zeigen die schematische Intensitätsverteilung verschiedener Spektraltypen relativ zu Ao – bzw. Bo – Typen.



Abbildungen 1 a und 1 b – Schematische Strahlungsintensitäten verschiedener Spektraltypen relativ a) zu Ao-Sternen, b) zu Bo-Sternen. Ueber der Abszisse die Halbwertsbreiten verschiedener Spektralbereiche. (Nach W. Becker.)

Durch die Wahl von nur drei zu messenden Helligkeiten, also durch eine Dreifarbenphotometrie (DFP), können die beiden typischsten Merkmale des Spektrums, der Gradient des Kontinuums und die Grösse des durch die kontinuierliche Wasserstoffabsorption hervorgerufenen Balmersprungs, festgehalten werden. Zu diesem Zweck definierte W. Becker das RGU-System, in dem die wirksamen Spektralbereiche R(ot), G(elb) und U(ltraviolett) folgenden Bedingungen unterliegen:

Bezeichnung	*isophote Wellenlänge* $m\mu$	*Halbwerts-breite* $m\mu$	*Platte*	*Schott-Filter*
R	638	40	Agfa Isopan oder Kodak 103 aE	RG1
G	481	50	Agfa Astro oder Kodak 103 aO	GG5
U	373	60	Agfa Astro oder Kodak 103 aO	UG2

Tabelle 1

Die isophoten Wellenlängen der zweiten Kolonne in Tabelle 1 sind vom Spektraltyp des betrachteten Sterns abhängig, sie gelten hier für Ao-Sterne, jedoch ist bei den engen Halbwertsbreiten der dritten Kolonne die Abweichung auch bei anderen Spektraltypen gering. Die letzten beiden Kolonnen nennen für jeden Farbbereich je zwei Platten-Filter-Kombinationen, die der Definition genügen.

Der Nullpunkt der RGU-Helligkeiten ist so festgelegt, dass für Ao-Sterne $m_G = m_{pg}$ und für Bo-Sterne $m_R = m_G = m_U$ gilt. Mit drei gemessenen Helligkeiten lassen sich zwei unabhängige Farbenindices (FI) bilden, nämlich der kurzwellige Farbenindex (U-G) (FIk) und der langwellige Farbenindex (G-R)(FIl), die als Helligkeitsdifferenzen entfernungsunabhängig sind. Wie aus dem Herzsprung-Russel-Diagramm (HRD) bereits bekannt ist, können die Sterne nur in einem mindestens zweidimensionalen Diagramm nach Spektraltyp und Leuchtkraftklasse getrennt dargestellt werden. Die beiden Farbenindices reichen also gerade, nach Eliminierung der im allgemeinen unbekannten Sternentfernung, ein zweidimensionales Diagramm zu erstellen.

Neben dem RGU-System wurden auch andere Dreifarbensysteme entwickelt. Besondere Verbreitung fand das 1953 definierte U(ltraviolet) B(lue) V(isual)-System von H.L. Johnson und W.W. Morgan. Dieses System hat den Vorteil, dass es seit langem Photozellen gibt, die si-

multan für alle drei Farben genügend empfindlich sind, so dass in ihm bereits ein umfangreiches Material an sehr genauen, photoelektrisch gemessenen Helligkeiten vorliegt. Die neu entwickelten Photozellen, die auch im energiearmen Gebiet der R-Helligkeit befriedigend arbeiten und gleichzeitig für die G- und U-Helligkeiten verwendet werden können, wurden bisher noch nicht praktisch erprobt. Ferner sind in dem UBV-System die Halbwertsbreiten so viel grösser, dass in gleichen Zeiten mehr Lichtenergie empfangen werden kann als im RGU-System. Den technischen Vorteilen des UBV-Systems stehen die theoretischen Nachteile gegenüber, dass sich bei den grossen Halbwertsbreiten die Spektralbereiche überlappen, und dass die V-Helligkeit nicht genügend im Roten liegt, um das Kontinuum voll zu erfassen. Das bewirkt, dass bei einer DFP im UBV-System keine Hoffnung besteht, Riesen- von Zwergsternen zu unterscheiden.

Es wurden auch Photometrien mit mehr als drei Farbbereichen vorgeschlagen, so 1945 von J. Stebbins und E. Whitford eine Sechsfarbenphotometrie. Bei ihnen steht jedoch der Messaufwand zu dem Informationsgewinn in einem ungünstigeren Verhältnis.

Wir werden uns bei der folgenden Besprechung der Dreifarbenphotometrie von Sternhaufen und Feldsternen hauptsächlich auf das Beckersche RGU-System stützen, die Erfahrungen aus dem UBV-System daneben aber nicht ausser acht lassen.

III. ANWENDUNG AUF STERNHAUFEN

a) Farbenhelligkeitsdiagramme

Trägt man die absoluten Helligkeiten M_G verschiedener Sterne gegen ihre FIk bzw. FIl auf, so erhält man das kurz- bzw. langwellige Farbenhelligkeitsdiagramm (FHD). Das FHD ist also ein umnormiertes HRD, in dessen Abszisse statt des Spektraltyps ein FI aufgetragen wird. Die Verwendung der absoluten Helligkeiten in der Ordinate setzt die bekannte Entfernung der betreffenden Sterne voraus; es gibt nur zwei grössere Sterngruppen für die bereits zuverlässige Entfernungen vorliegen, die parallaktisch gemessenen Nachbarsterne der Sonne und die Mitglieder des Hyaden-Sternhaufens, dessen Sternstromparallaxe sehr akkurat bestimmt wurde. Abbildung 2 zeigt das langwellige FHD (im UBV-System) der Sterne in der Sonnenumgebung:

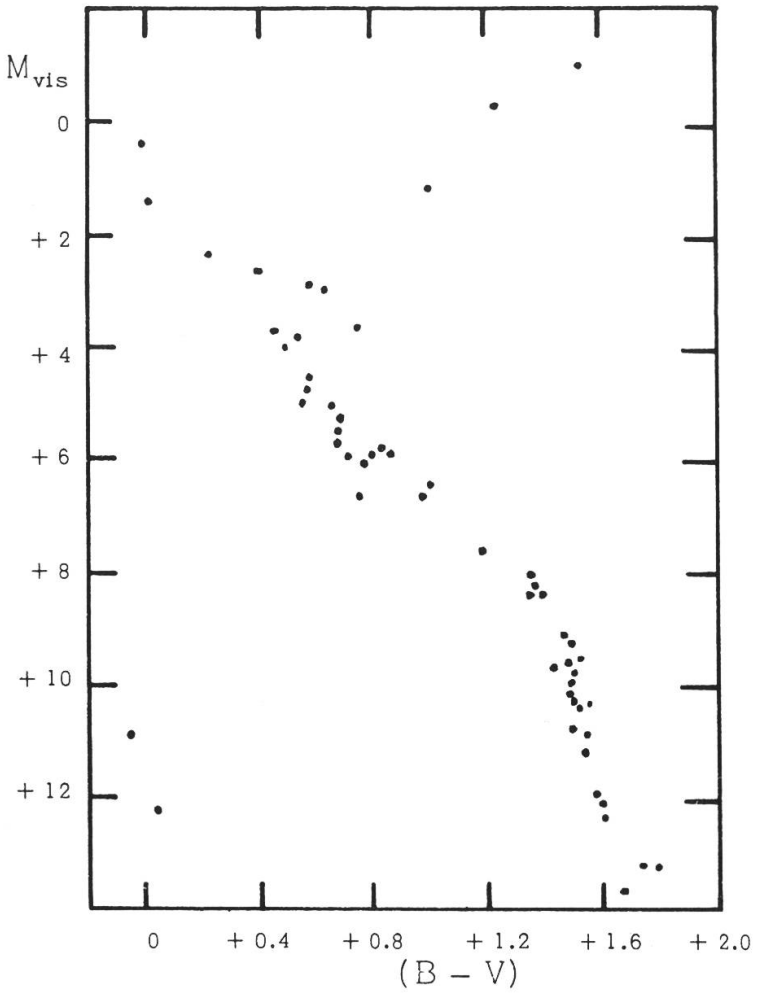


Abbildung 2 – Langwelliges Farbenhelligkeitsdiagramm der Sterne der Sonnenumgebung (UBV-System, nach M. Schwarzschild).

Die drei Sterne in der rechten oberen Ecke sind – ganz entsprechend der Lage im HRD – Riesen; ebenso analog sind die beiden Sterne in der linken unteren Ecke weisse Zwerge. Da die Sterne der Sonnenumgebung verschiedene chemische Zusammensetzung haben und alle Altersklassen vertreten, definieren die Hauptreihensterne im FHD keine scharfe Kurve, wie das später noch erläutert wird. Für die Festlegung eines Standard-FHD müssen daher hauptsächlich die Hyaden herangezogen werden; ihr langwelliges FHD (im UBV-System) zeigt die Abbildung 3, in die nur durch die Raumgeschwindigkeit gesicherte Haufenmitglieder aufgenommen wurden.

Abgesehen von vier Riesen und vier etwas unterhalb der Hauptreihe liegenden Unterzwergen, ist die Hauptreihe über ein Intervall von 6^m gut definiert. Eine RGU-Photometrie für die Hyaden ist noch nicht ab-

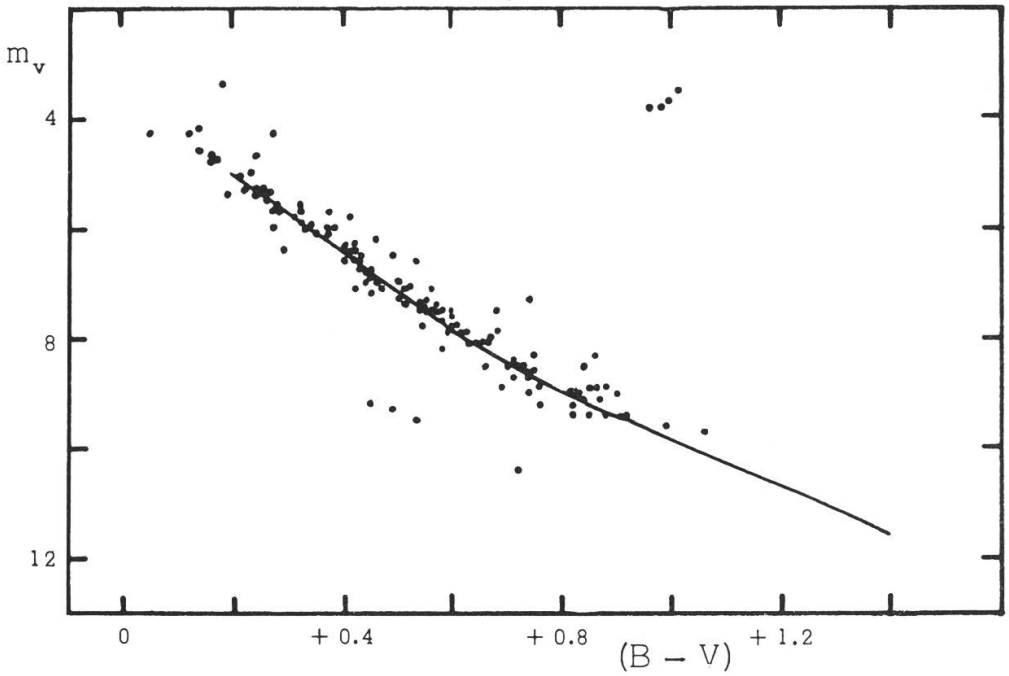
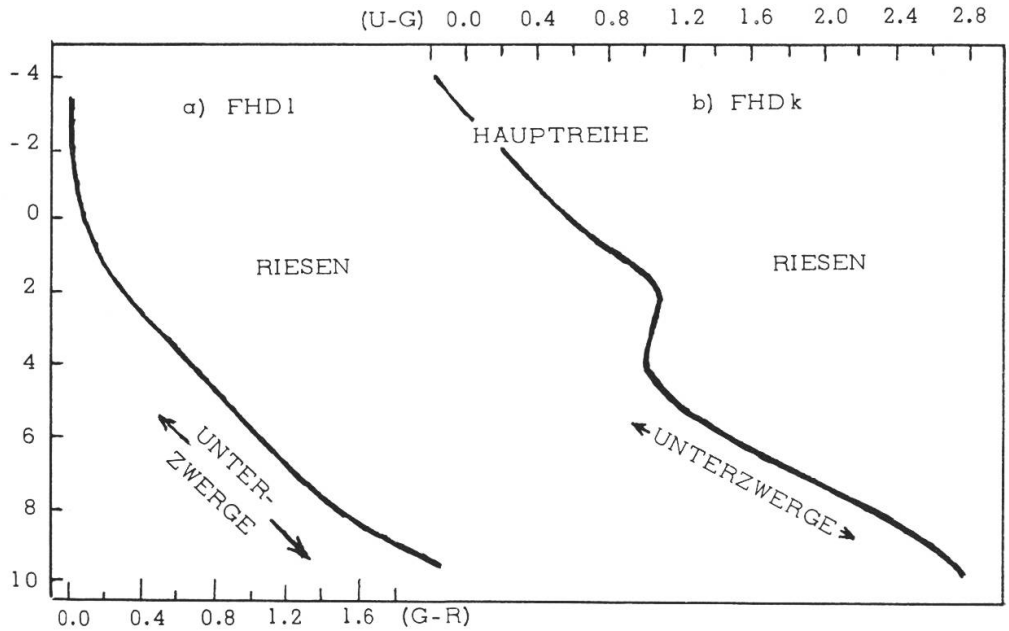


Abbildung 3 – Langwelliges Farbenhelligkeitsdiagramm der Hyaden (UBV-System, nach H. Johnson und C. Knuckles).



Abbildungen 4a und 4b – a) langwelliges, b) kurzwelliges Standard-FHD für das RGU-System (Nach W. Becker).

geschlossen. Die Nullpunkts-Eichung der absoluten Helligkeiten auf der FHD-Ordinate musste daher auf einem Umweg, der letztlich auch auf der parallaktischen Entfernung der Hyaden (und des Coma-Haufens, in dem die Parallaxe von 6 Einzelsternen bekannt ist) basiert, vorgenommen werden. Die Form der Hauptreihenkurve wurde über ein weites Grössenklassenintervall aus der Erfahrung an anderen, im RGU-System gemessenen Sternhaufen (Hyaden, Praesepe, NGC 663, NGC 457 und NGC 6823) gewonnen, deren Hauptreihenäste sich schrittweise überlappen; so ergaben sich die kurz- und langwelligen Standard-FHD der Abbildungen 4a und 4b.

b) Entfernung

Sternhaufen sind Ansammlungen von Sternen, die etwa gleichzeitig aus einer interstellaren Wolke von einheitlicher chemischer Zusammensetzung gebildet wurden und demzufolge verhältnismässig eng beieinander stehen. Ihre mittlere Entfernung von der Erde bezeichnet man als die Entfernung des Haufens.

Misst man die Sterne eines offenen Sternhaufens dreifarbenphotometrisch und trägt die FI zunächst gegen die scheinbaren Helligkeiten m_G auf, so zeichnet sich in der Regel in beiden FHD die Hauptreihe der Haufenmitglieder recht deutlich ab. Man findet, dass diese Hauptreihe jeweils unterhalb der Hauptreihe im Standard-FHD liegt; durch Verschiebung in der Ordinate können die beiden Hauptreihen zur Deckung gebracht werden. Der Betrag der Verschiebung in Grössenklassen $(m_G - M_G)$, der sogenannte Entfernungsmodul μ, ist ein direktes Mass für die Entfernung des Haufens, denn lägen alle Sternhaufen gleich weit entfernt, so fielen (mit noch zu besprechenden Einschränkungen) ihre Hauptreihen auch bei Verwendung scheinbarer Helligkeiten aufeinander. Der Entfernungsmodul lässt sich durch die einfache Formel

$$r\,(\mathrm{pc}) = 10^{\left(\frac{\mu}{5}+1\right)}$$

in die in Parsec ausgedrückte Entfernung umrechnen.

Bisher wurden etwa 140 Haufendistanzen auf diesem Wege bestimmt: die gemessenen Distanzen schwanken zwischen 40 pc (Hyaden) und 3150 pc (NGC 7790).

Von besonderem Interesse ist die räumliche Verteilung der offenen Sternhaufen in der Milchstrasse; diese wird in Abbildung 5 dargestellt.

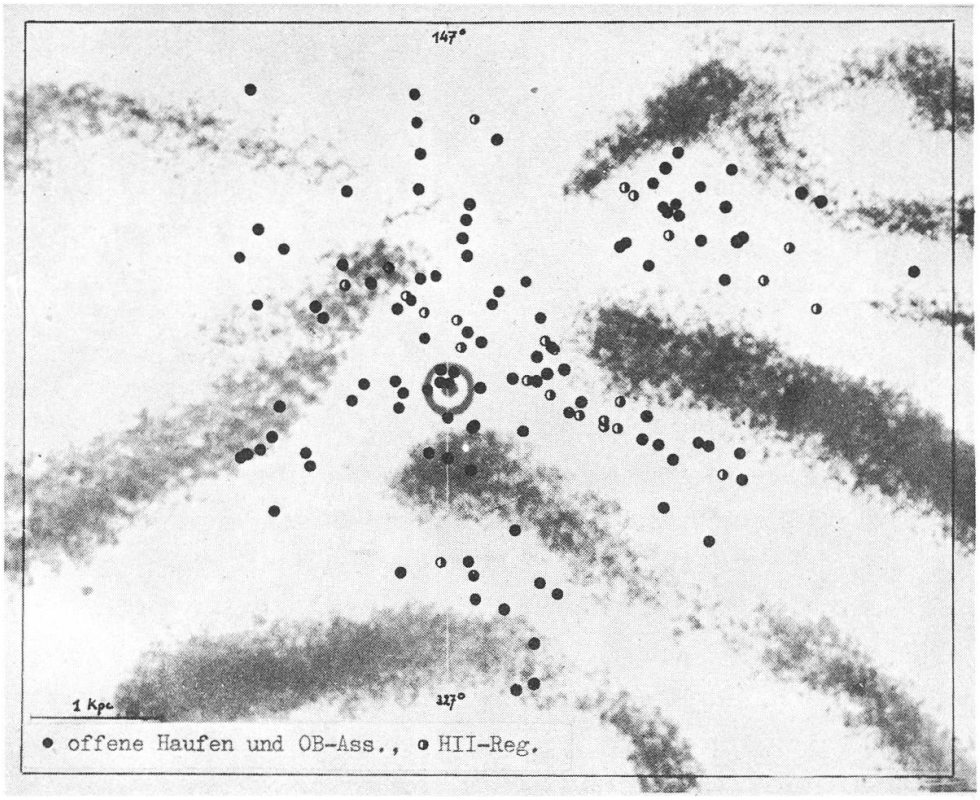


Abbildung 5 – Verteilung der offenen Sternhaufen, OB-Assoziationen und der HII-Regionen in der galaktischen Ebene. Schraffierte Gebiete sind radioastronomisch von G. Westerhout bestimmte HI-Gebiete. Sonne in der Bildmitte; nach unten (327°) zum Milchstrassenzentrum. (Nach W. Becker.)

Eine genauere Analyse lässt mindestens in der rechten Hälfte des Bildes drei von oben links nach unten rechts verlaufende Haufenkonzentrationen erkennen, die als Spiralarme unserer Milchstrasse angesehen werden. Die Spiralstruktur tritt noch wesentlich deutlicher zutage, wenn man sich auf sehr junge Haufen beschränkt. Das Undeutlicherwerden dieser Struktur bei den älteren Haufen lässt interessante Schlüsse auf das Alter der Spiralarme zu.

Grössere Schwierigkeiten als die offenen Sternhaufen bereiten der Dreifarbenphotometrie die Kugelhaufen. Ihre Mitglieder stehen im Zentrum so dicht, dass sie sich nicht einzeln messen lassen. Nur die äussersten Sterne bilden auf photographischen Platten keine «blends», d. h. Ueberlappungen; weiter ins Zentrum kommt man nur mit photoelektrischen Helligkeitsmessungen. In Kugelhaufen werden fast nur Riesen beobachtet, die Hauptreihe ist schlecht besetzt und wenig gut festgelegt. Bei der Bestimmung des Entfernungsmoduls besteht daher meist

eine Unsicherheit, wie weit in der Ordinate verschoben werden muss; deswegen wurde schon versucht, statt der Hauptreihe die bereits aus dem HRD bekannte Veränderlichenlücke im horizontalen Riesenast mit dem Standard-FHD zur Koinzidenz zu bringen. Die Diskrepanz zwischen beiden Methoden lässt vermuten, dass Hauptreihe und Riesenast nicht scharf definierte Kurven sind, sondern von Sternhaufen zu Sternhaufen etwas variieren können.

c) Mitglieder

Bei der blossen Betrachtung eines Sternhaufens ist nicht ersichtlich, welche Sterne physisch zum Haufen gehören und welches Feldsterne sind, die zufällig in Richtung des Haufens stehen. Da Sternhaufen auch dynamisch eine Einheit bilden, ist das zuverlässigste Kriterium für die Haufenmitgliedschaft die Kenntnis der Raumgeschwindigkeiten aller in Frage kommenden Sterne. Selbst wenn man statt der Raumgeschwindigkeiten die leichter zu bestimmenden (zur Blickrichtung tangentialen) Eigenbewegungen der Sterne benützt, ist die Anwendung dieses Kriteriums höchst mühsam und bei weit entfernten Haufen überhaupt nicht möglich. Besonders über den Radius von Sternhaufen sind wir sehr mangelhaft unterrichtet, denn die einzelnen, zentrumfernsten Mitglieder tauchen in der Menge der Feldsterne unter. Jede weitere Möglichkeit, die Haufenmitglieder zu erkennen, ist daher wertvoll.

Wählt man die Sterne aus, die beim ersten Blick zum Haufen zu gehören scheinen, so legt mindestens ein Teil von ihnen in der Regel in beiden FHD je ein schmales Band längs der Hauptreihe fest. Bei den übrigen Sternen der Haufenumgebung, die in beiden Diagrammen gleichzeitig in die Streubänder fallen, handelt es sich zur Hauptsache um physische Haufenmitglieder.

Allerdings fallen auch Hauptreihen-Feldsterne, die zufällig in derselben Entfernung wie der Haufen stehen, zwangsweise in die gleichen Streubänder; auch Sterne, die tatsächlich nicht zur Hauptreihe gehören, können bei gewissen Entfernungen eine Mitgliedschaft vortäuschen. Umgekehrt ist es kaum möglich, Unterzwerge und Riesen, die physisch zum Haufen gehören, als Mitglieder zu erkennen, da man sie für gewöhnliche Feldsterne verschiedener Distanz hält, – es sei denn, man kenne die Riesen bereits als solche und sie fielen im FHD in das der Haufenhauptreihe entsprechende Riesengebiet.

d) Doppelsterne

Etwa jeder vierte Stern im Milchstrassensystem dürfte ein Doppel- oder Mehrfachsystem sein. Vor allem bei den frühen Typen scheinen Einzelsterne durchaus die Ausnahme zu bilden. In welcher Weise lassen sich nun Haufendoppelsterne im FHD erkennen ?

Bestimmt man die Farbhelligkeiten eines Haufensterns, der tatsächlich ein Doppelstern ist, – von dem zunächst angenommen werden soll, er setze sich aus zwei gleichartigen Komponenten zusammen, – so sind die Farbhelligkeiten bei der verdoppelten Leuchtkraft je $0^{m}.75$ heller als bei einem Einzelstern, die FI werden als Differenzen jedoch davon nicht betroffen. Demzufolge liegen diese Doppelsterne in den FHD längs einer Kammlinie, die $0^{m}.75$ nach oben verschoben, parallel zur Haufenhauptreihe verläuft. Zwischen der Hauptreihe und der Kammlinie ordnen sich Doppelsterne ein, deren Komponenten verschiedenen Spektraltypen angehören.

Abbildung 6 zeigt das langwellige FHD der Praesepe, die besonders reich an Doppelsternen ist.

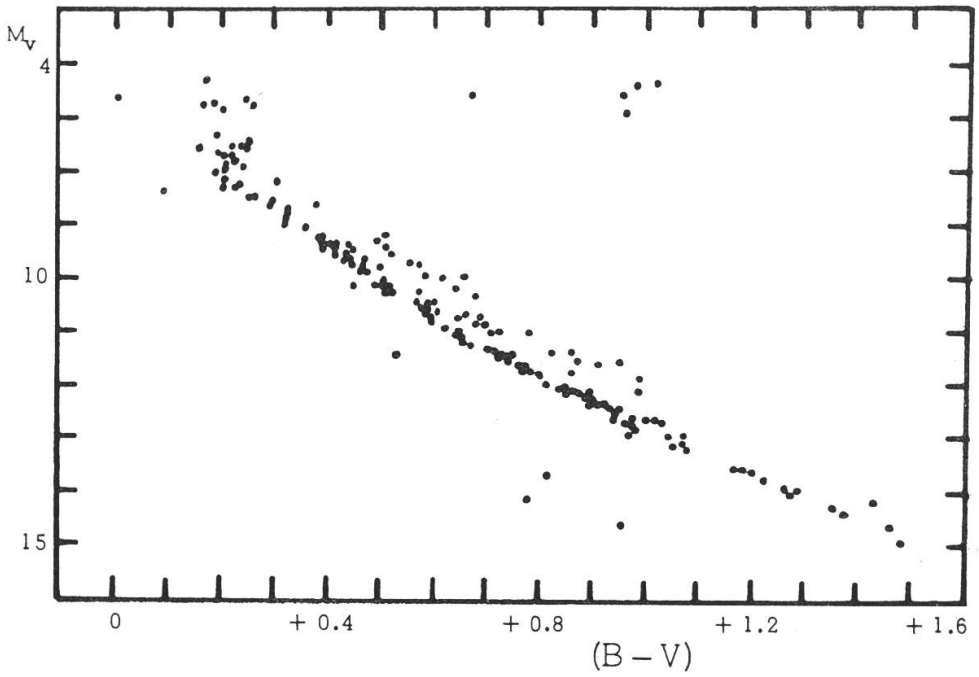


Abbildung 6 – Langwelliges Farbenhelligkeitsdiagramm der Praesepe (UBV-System, nach H. Johnson.)

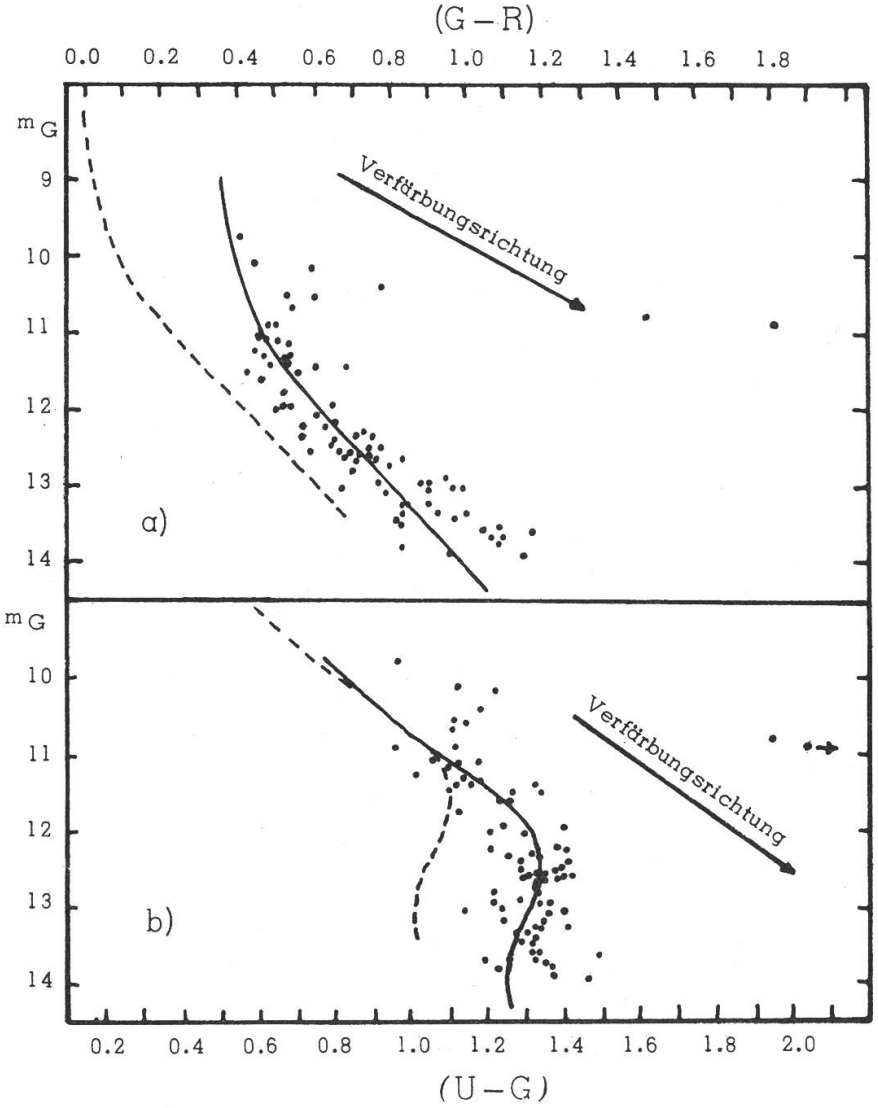
e) Verfärbung

Der Raum zwischen den Fixsternen ist mit interstellarer Materie erfüllt; diese ist für den Astronomen von grösstem Interesse, da sie in ständiger Wechselwirkung mit den Sternen steht; neue Sterne werden aus ihr geboren, und sterbende Sterne stossen in sie einen erheblichen Teil ihrer Masse aus. Man schätzt, dass wohl mehr als 1,5% der Gesamtmasse unserer Milchstrasse als interstellare Materie vorliegt. Deren Verteilung ist nicht homogen, sondern sie zeigt eine starke Konzentration gegen die Milchstrassenebene zu und ist sehr häufig in Wolken zusammengeballt, in denen die Dichte etwa 100mal grösser als im einbettenden Medium ist. Obwohl diese Dichte der Wolken mit etwa 12 - 15 Atomen im cm^3 äusserst gering ist, bewirkt ihre Ausdehnung von einigen pc, dass das durch sie dringende Sternlicht abgeschwächt und verändert wird. Die interstellare Materie setzt sich aus zwei meist gleichzeitig vorhandenen Komponenten zusammen: zu 99 % aus interstellarem Gas (hauptsächlich bestehend aus neutralem Wasserstoff, ferner aus Molekülen, Atomen, Ionen und Elektronen) und zu 1 % aus Staub (d. h. aus festen Partikeln).

Nur selten lässt sich die interstellare Materie direkt beobachten; nur dann nämlich, wenn benachbarte, heisse Sterne das Gas zum Leuchten anregen, wenn der Staub das Licht nahe stehender Sterne reflektiert oder wenn die Materie vor einem hellen Hintergrund als Dunkelwolke erscheint. Ohne auf die die Polarisation u. a. Veränderungen des Lichtes durch interstellare Materie betreffenden Messungen eingehen zu wollen, ist für die Beobachtung die wichtigste Eigenschaft der interstellaren Materie ihre Absorptions- bzw. Emissions-Wirkung. Das interstellare *Gas* absorbiert nur gewisse Linien aus dem Spektrum hinter ihm stehender Sterne, es emittiert ferner bei der Wellenlänge 21.1 cm die für die Radioastronomie so wertvolle Linie des neutralen Wasserstoffs. Die kontinuierliche, aber selektive Absorptionswirkung des interstellaren *Staubs* lässt sich nur teilweise durch Stern- oder Galaxienauszählungen oder durch Vergleich geometrischer Parallaxen mit photometrisch abgeleiteten Entfernungen bestimmen; hier ist der DFP eine dankbare, wenn im einzeln oft auch schwierige Aufgabe gestellt. – Eine neutrale, d. h. wellenlängenunabhängige Schwächung des Lichts durch interstellare Materie kann bisher höchstens vermutet werden.

Die Grössenangaben der über den ganzen Himmel gemittelten Absorption schwanken für photographische Helligkeiten zwischen $0\overset{m}{.}25$ und $1\overset{m}{.}0$ pro Kiloparsec (kpc), der wahrscheinlichste Wert liegt in der

Gegend von $0^{m}.4$; in begrenzten Gebieten der Milchstrasse kann die Absorptionswirkung aber den zehnfachen Betrag erreichen. Die Schwächung durch den interstellaren Staub ist bei rotem Licht weniger stark als bei blauem, d. h. die R-Helligkeiten werden am wenigsten, die U-Helligkeiten am stärksten betroffen. Für die FHD bewirkt eine solche Verfärbung eine Verschiebung nach rechts unten; die Verschiebungsrichtung kann, da die Abhängigkeit der Absorption von der Wellenlänge bekannt ist, berechnet werden.



Abbildungen 7 a und b — a) langwelliges, b) kurzwelliges Farbenhelligkeitsdiagramm des verfärbten Sternhaufens NGC 1528. Deutlich ist die Verschiebung der Hauptreihe gegen die gestrichelte Standard-Kurve; die Farbenexzesse betragen: FEl = $0^{m}.35$; FEk = $0^{m}.24$. (Nach W. Becker und J. Stock.)

Tatsächlich beobachtet man sehr häufig, dass die Hauptreihen von Sternhaufen im FHD nicht nur wegen der verschiedenen Distanzen nach unten, sondern zusätzlich wegen der Verfärbung durch den Staubanteil davorstehender Materiewolken auch nach rechts unten vom Standard-FHD weg verschoben sind. Ein Beispiel für das FHD eines verfärbten Haufens zeigt Abbildung 7.

Um aus dem Betrag der Verschiebung auf die Schwächung einer Farbhelligkeit schliessen zu können, definiert man den kurz- bzw. langwelligen Farbenexzess (FEk bzw. FEl):

$$FEk = FIk_{verfärbt} - FIk_{unverfärbt}$$

$$FEl = FIl_{verfärbt} - FIl_{unverfärbt}$$

Die auf der rechten Seite der Gleichungen stehenden Grössen lassen sich direkt dem FHD entnehmen, die verfärbten Grössen an einer beliebigen Stelle der verfärbten Hauptreihenkurve, die unverfärbten Grössen an der entsprechenden Stelle auf der Standard-Kurve. Im RGU-System ist der FE im Gegensatz zum UBV-System kaum abhängig vom Spektraltyp eines Sterns; das bedeutet nichts anderes, als dass die Standard-Kurve im RGU-System durch die Verfärbung starr verschoben wird, es sei denn, die verfärbende Materiewolke befinde sich inmitten des Haufens. Nach einer kleinen Rechnung ergibt sich aus dem FE die Absorption A (beispielsweise der G-Helligkeit) zu:

$$A\,(G) = 1.58\ (FEk + FEl).$$

(Fortsetzung folgt.)

RADIOASTRONOMIE SUR FREQUENCE DE 20,2 MHZ

ESSAIS PRELIMINAIRES DU RADIOTELESCOPE DE LA STATION-OBSERVATOIRE DE MONTFLEURY – GENEVE

Par M. et J. J. Keller, Genève

I. INTRODUCTION

L'Astronomie est aussi vieille que le Monde. Parmi les documents manuscrits les plus anciens que nous possédons se trouvent des textes qui nous révèlent les connaissances parfois étendues dont pouvaient s'enorgueillir certaines civilisations. Ainsi, les astronomes (ou prêtres) babyloniens divisaient l'année en 12 mois, et savaient reconnaître les constellations touchées par la trajectoire solaire.

Mille ans avant J.C., Grecs, Chinois ou Babyloniens étaient à même de prévoir les éclipses de la Lune ou du Soleil, grâce aux observations régulières qu'ils avaient faites.

Des penseurs grecs de génie, ainsi Thalès, Pythagore ou Ptolémée essayèrent d'interpréter les résultats des observations et travaux auxquels ils s'adonnaient; bien des aspects des problèmes posés demeurèrent toutefois mystérieux, et beaucoup de questions sans réponse. Ils gardèrent la conception erronée – mais qui devait demeurer valable durant 1500 ans – que les planètes du système solaire tournaient autour de la Terre.

Puis, au cours d'une période relativement brève de 200 ans, les contributions scientifiques de quelques savants de génie permettent à l'Homme de faire des progrès immenses dans la connaissance de «notre» système solaire. En effet, Copernic montre que les planètes se meuvent autour du Soleil, et non autour de la Terre, comme on le croyait jusqu'alors; Képler démontre que les orbites planétaires sont des ellipses, et non des cercles; Newton enfin révèle que les mouvements planétaires sont fonction de l'attraction solaire.

Galilée introduit l'usage du télescope en astronomie, élargissant ainsi de manière sensible les possibilités d'investigation du ciel étoilé, jusqu'alors réduites. Il étudie le Soleil et ses taches, Jupiter et ses satellites, observe Saturne et les anneaux qui entourent la planète, et relate la similitude des phases de Vénus avec celles de la Lune.

Il faut attendre la fin du XVIIIe siècle pour voir apparaître des instruments d'observation permettant l'étude d'objets situés au-delà des limites du système solaire. En Grande-Bretagne, en effet, les Herschel, père et fils, réalisent le premier grand télescope, dont l'ouverture atteint 122 cm, et qui leur permet d'attaquer le problème de la structure du cosmos. Leur conclusion: l'Univers est un gigantesque système d'étoiles se mouvant autour de son centre de masse commun. Lord Ross, en 1846, identifie avec son télescope de 210 cm de diamètre une nébuleuse spirale qu'il estime être une immense agglomération d'étoiles et de matière lumineuse. En 1920, enfin, Hubble s'attaque avec succès au problème de la distance et de l'espacement des nébuleuses, démontre qu'il s'agit de galaxies en expansion, dont beaucoup sont semblables à «notre» propre Voie Lactée, et qui s'éloignent l'une de l'autre à des vitesses très élevées.

Ainsi se trouvent résumées les connaissances de « l'infiniment grand » lorsque prend naissance, 10 ans plus tard, ce qu'on appellera la *Radioastronomie.* De quoi s'agit-il ?

En 1931, l'Américain Jansky, travaillant pour le compte des «Bell Telephone Laboratories», étudie les perturbations atmosphériques et leur influence sur les communications radioélectriques, ceci sur la longueur d'ondes de 14.6 mètres. Il découvre alors que le bruit de fond détecté par son récepteur, et capté grâce à une antenne rotative de grandes dimensions, accuse une variation diurne régulière, non seulement en intensité, mais également en direction. En effet, la réception du bruit de fond est plus intense lorsqu'un certain point du ciel passe devant l'antenne, et le maximum d'intensité se répète toutes les 23 heures et 56 minutes. Jansky en conclut à l'existence d'une source de rayonnement radioélectrique extraterrestre dont l'origine demeure un mystère absolu.

Malheureusement, la portée de cette découverte devait demeurer ignorée, et les conclusions de Jansky n'intéressèrent les astronomes que beaucoup plus tard, soit après la guerre.

Durant les hostilités 1939/45 cependant, quelques observations étonnantes furent faites, d'une manière d'ailleurs fortuite. En 1942, en effet, le Soleil se manifesta pour la première fois comme source intense de rayonnement radioélectrique, en brouillant à diverses reprises la réception des appareils de radar anglais sur ondes métriques. Quelque temps plus tard, on observe un phénomène bizarre: le passage de météorites et leur combustion lors de leur entrée dans l'atmosphère ter-

restre laisse une trace sur les écrans des appareils de détection militaires, trace qu'on attribuait tout d'abord à la présence d'avions ennemis !

Après la guerre, on devait se rappeler ces expériences, lesquelles donnèrent d'ailleurs naissance à une branche de la radioastronomie appelée *Radarastronomie ;* cette méthode consiste non pas à recevoir les émissions produites par les corps célestes eux-mêmes, mais à émettre des ondes très puissantes en direction de ces corps et à capter les échos qu'ils nous renvoient ; c'est ainsi qu'il a été possible de capter des échos après réflexion sur des météores, sur la Lune et sur certaines planètes.

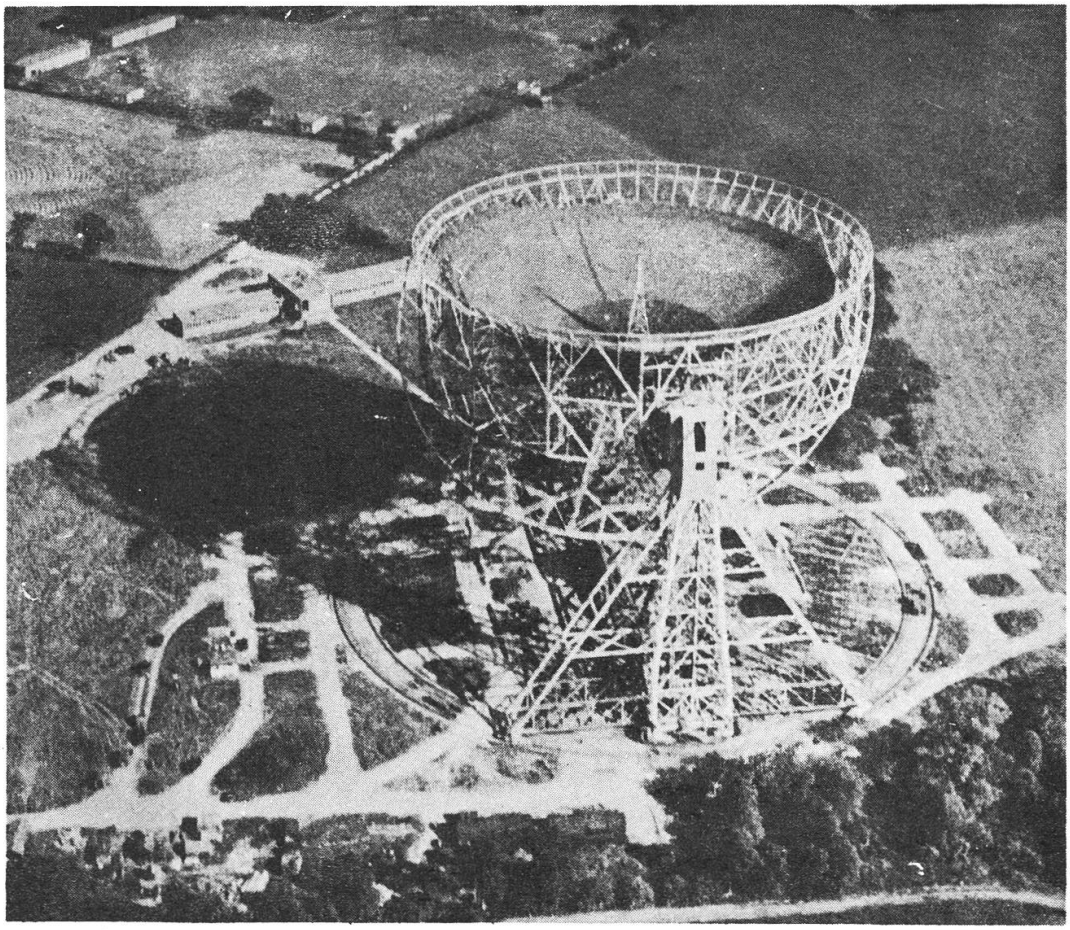


Figure 1 – Vue aérienne de la station radioastronomique de Jodrell Bank, près de Manchester, en Angleterre. Ce radiotélescope parabolique est actuellement le plus grand et le plus puissant du Monde. Ses services ont été appréciés lors d'expériences aussi bien russes qu'américaines, en permettant aux uns de s'assurer de l'impact lunaire de Lunik II, et aux seconds de suivre les émissions de Pioneer V jusqu'à la distance de 36 millions de kilomètres.

Dès 1948, la radioastronomie se développe à pas de géant dans de nombreux pays. Des groupes de recherche fort actifs se forment en Angleterre, en Australie, en Hollande, en France et aux Etats-Unis. Les progrès techniques remarquables réalisés durant la guerre vont favoriser ce développement et lui donner un essor qui jusqu'à aujourd'hui n'a fait que s'accentuer ; il a permis à la radioastronomie d'obtenir des résultats d'une portée exceptionnelle et a doté l'Astronomie d'un moyen d'investigation perfectionné au point de rendre possible la solution de problèmes cosmogoniques jugés insolubles jusqu'à ce jour.

II. LA RADIOASTRONOMIE – DEFINITION – APERCU DES MOYENS TECHNIQUES

Le bref aperçu historique qui précède a déjà permis au lecteur d'esquisser une définition de la radioastronomie : elle est le domaine de l'Astronomie ayant pour objet l'étude des corps célestes par les méthodes radioélectriques. Deux techniques sont employées :

a) l'étude du rayonnement propre des astres ;
b) la réception des échos renvoyés par certains corps célestes, après émission d'impulsions radioélectriques depuis une station terrestre.

Nous rappelons que les ondes radioélectriques composent une fraction du spectre électromagnétique, fraction dont la longueur d'onde varie entre quelques millimètres et quelques kilomètres. Ces ondes sont exactement de même nature que les ondes lumineuses, calorifiques cosmiques ou que les rayons X, dont elles ne diffèrent que par la *longueur,* donc par la fréquence.

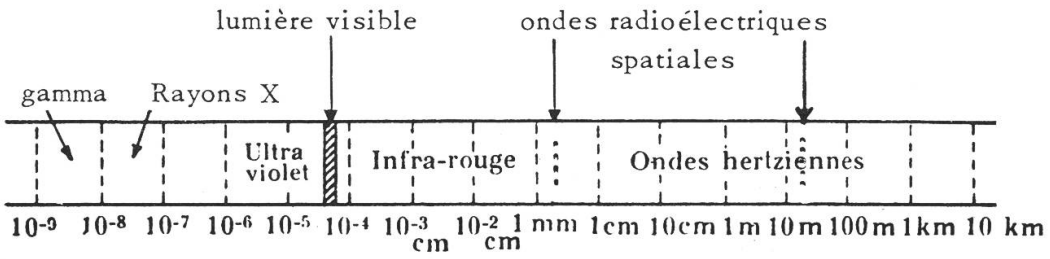


Figure 2 – Spectre électromagnétique.

Ainsi, de l'Antiquité jusqu'à voici une trentaine d'années, l'Homme a dû se limiter à observer et à capter le rayonnement visible des astres, ce rayonnement dont la longueur d'ondes est comprise entre le violet extrême (4×10^{-5} cm) et le rouge profond ($7,2 \times 10^{-5}$ cm). Depuis trois décades, il a découvert une nouvelle « fenêtre », ouverte sur l'espace infini et perméable aux radiations qui en proviennent. Cette zone est limitée à ses deux extrémités. Du côté des ondes courtes, cette limite se situe à une longueur d'ondes de 3 mm environ, à cause de l'absorption atmosphérique ; du côté opposé, la réflexion ionosphérique rend difficile la réception d'ondes dépassant 30 mètres.

Quels sont les moyens techniques utilisés pour capter le rayonnement radioélectrique des astres ?

En principe, ils gardent une certaine ressemblance avec les installations réceptrices de radio utilisées dans nos foyers pour l'écoute des émissions de radiodiffusion. Nous disons en principe seulement, car en réalité l'antenne et le récepteur auxquels nous sommes habitués sont remplacés par des éléments plus compliqués, très spécialisés, au sujet desquels nous allons faire quelques brèves remarques, quitte à y revenir de manière approfondie lors de prochains articles.

1. antennes

L'antenne unifilaire ou verticale qui orne nos toits devient tout-à-fait insuffisante. En effet, le radioastronome désire recevoir les émissions provenant d'un point déterminé du ciel. Il a donc intérêt à ce que le rayonnement capté par son antenne provienne d'une zone aussi réduite que possible, donc que l'angle *d'ouverture du faisceau d'antenne* soit aussi petit que possible. Il désire également observer des points du Ciel situés en diverses positions ; parfois, il utilisera une antenne *fixe*, et attendra que le ciel défile lentement devant celle-ci ; le plus souvent, le mouvement diurne étant par trop lent, il utilisera une antenne *mobile,* rotative ou inclinable, parfois l'une et l'autre. Il manœuvrera son antenne de manière à diriger le faisceau vers le point du ciel à étudier.

D'autres facteurs jouent un rôle important, tels que surface, gain, pouvoir de résolution, lobes secondaires, largeur de bande ; ces différents facteurs seront étudiés en détail plus tard.

2. *récepteurs*

Les radiotélescopes du type le plus simple se composent d'une antenne, d'un récepteur, et d'un instrument enregistreur destiné à inscrire les valeurs successives de la puissance reçue, sur une bande de papier. Ces bandes de papier ont quelque peu l'aspect de celles qui équipent nos baromètres et thermomètres enregistreurs, bien connus de chacun.

On pourrait penser de prime abord qu'il suffit, pour perfectionner un radiotélescope, d'augmenter les dimensions de l'antenne d'une part, et d'accroître la sensibilité du récepteur d'autre part.

En réalité, les difficultés d'ordre mécanique, ainsi que le coût exorbitant de telles constructions, limitent les dimensions qu'il est possible de donner à une antenne.

Par ailleurs, si le pouvoir amplificateur d'un récepteur peut être augmenté à l'infini, le bruit de fond inévitable empêche la mise à profit d'une telle amplification. En effet, le rayonnement extra terrestre n'étant pas différent – après détection dans le récepteur – du bruit de fond créé par le passage d'un courant dans un circuit résistif, il se trouve que la distinction entre l'un et l'autre ne peut s'opérer que selon un critère quantitatif, et non pas qualitatif.

En effet, des variations du bruit de fond égales en grandeur aux variations de l'intensité d'une source céleste radioélectrique empêcheront la détection de cette dernière, non par manque de sensibilité du récepteur, mais parce que le bruit de fond sera amplifié dans la même mesure que l'énergie extra terrestre, ce qui impose une limite aux possibilités de détection de celle-ci.

Quelle est l'origine de ce malencontreux bruit de fond ?

On peut citer :

a) *les perturbations causées par les diverses activités humaines.* Ce sont par exemple celles causées par les étincelles provenant de machines électriques, de moteurs d'automobiles; les lignes aériennes pour chemins de fer, trams, et trolleybus ; les laboratoires de recherche nucléaire; les communications radio terrestres.

b) *les phénomènes naturels,* par exemple les décharges électriques (éclairs); ces perturbations sont beaucoup plus intenses et fréquentes dans les régions tropicales qu'aux latitudes plus « hautes ». L'intensité de ce type de perturbations diminue avec la longueur d'ondes et n'est plus guère gênante au-dessous de 3 mètres.

c) *l'instabilité du gain du récepteur.* Il est de toute importance que le facteur d'amplification d'un radiotélescope demeure rigoureusement constant. En effet, la moindre variation de ce facteur pourrait être interprétée comme étant une variation de l'énergie provenant de l'antenne, rendant ainsi les résultats des observations complètement illusoires. Pour obtenir une stabilité suffisante, il est donc nécessaire d'utiliser des montages extrêmement soignés, et de stabiliser la tension d'alimentation des installations. Ce problème est ardu, et une installation classique nécessite une stabilisation de la tension dans le rapport de 1/10 000, et le maintien d'une température constante à 1° C près. Certaines installations perfectionnées disposent d'une tension d'alimentation stabilisée dans le rapport de 1/250 000.

d) *l'instabilité du facteur de bruit du récepteur.* Ce facteur de bruit doit – lui aussi – demeurer rigoureusement constant, sous peine de provoquer les mêmes erreurs que celles mentionnées sous point c. Il est causé principalement par le passage du courant dans les résistances qui entrent dans la composition des circuits du récepteur, comme aussi par le flux électronique dans les lampes. Ce bruit thermique, causé par l'agitation moléculaire, est l'obstacle principal à l'augmentation de la sensibilité des récepteurs.

Il est évident que les récepteurs spécialisés pour la radioastronomie tiennent compte de tous ces facteurs. C'est ainsi que les techniques des alimentations stabilisées ont atteint une très grande perfection. D'autre part, des tubes à faible bruit de fond ont été employés avec un très grand succès. Enfin, des récepteurs fonctionnant selon des principes entièrement nouveaux ont vu le jour; nous citons les récepteurs à mélangeur refroidi, ceux à amplificateur paramétrique, et enfin les amplificateurs «maser».

On voit que les problèmes à résoudre sont nombreux, et que la radioastronomie reste une branche difficilement accessible à l'amateur tant à cause de la complexité des installations que de leur coût élevé.

III. EXPERIENCES A LA STATION-OBSERVATOIRE DE MONT FLEURY - GENEVE

Malgré les difficultés nombreuses inhérentes à un tel projet, nous avons décidé de procéder à des expériences de radioastronomie à notre

station. L'intérêt d'un tel projet réside particulièrement dans la possibilité de procéder *simultanément* à des observations optiques et radioélectriques, et de comparer immédiatement les divers phénomènes.

Les possibilités financières imposent des limites étroites au programme d'une telle station d'amateurs, qui ne bénéficie pas de l'apport illimité de fonds gouvernementaux! C'est dire qu'un choix judicieux des moyens techniques dut être fait de même qu'il fallut limiter le programme d'expériences et viser la réalisation de travaux valables malgré les moyens réduits. Il s'avéra d'office indispensable de recourir largement à la construction personnelle de l'appareillage.

Notre programme préliminaire s'échelonne sur cinq ans; la première moitié de cette période est réservée à l'étude du ciel radioélectrique sur 20,2 MHZ et à l'établissement d'une carte d'isophotes. La seconde moitié doit voir la construction d'un interféromètre et le travail aux fréquences allant jusqu'à 170 MHZ; la réception du rayonnement sur 21 cm n'est pas encore décidée.

1. Choix du type de radiotélescope

Pour les essais préliminaires dont nous rendons compte aujourd'hui, nous avons utilisé un radiotélescope simple, composé d'une antenne directionnelle mobile en ascension droite et déclinaison, alimentant un récepteur à largeur de bande MF variable; l'énergie totale reçue est mesurée par un instrument indiquant la valeur de la tension de sortie de l'étage basse fréquence. Les lectures faites à l'instrument sont reportées sur un diagramme, et les différents points équiangulaires reliés entre eux. L'étalonnage du récepteur est assuré au moyen d'une diode à bruit, dont nous parlerons en détail dans un prochain article (voir figure 3).

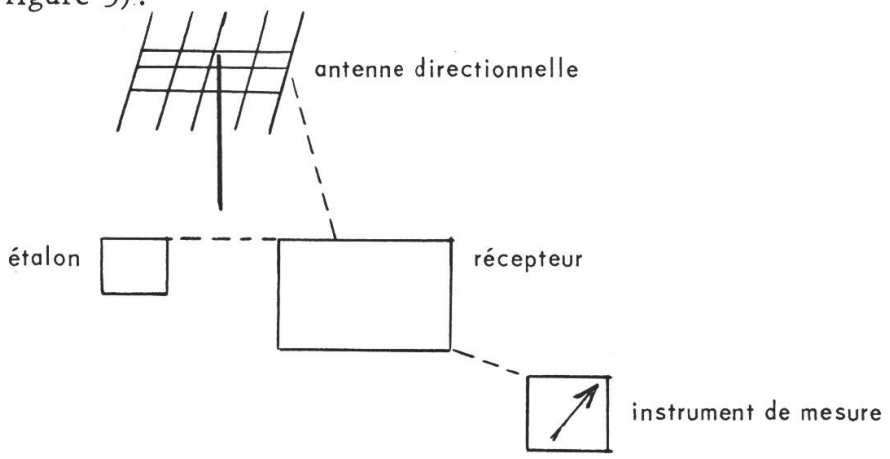


Figure 3 – Schéma du radiotélescope utilisé lors des essais que nous relatons.

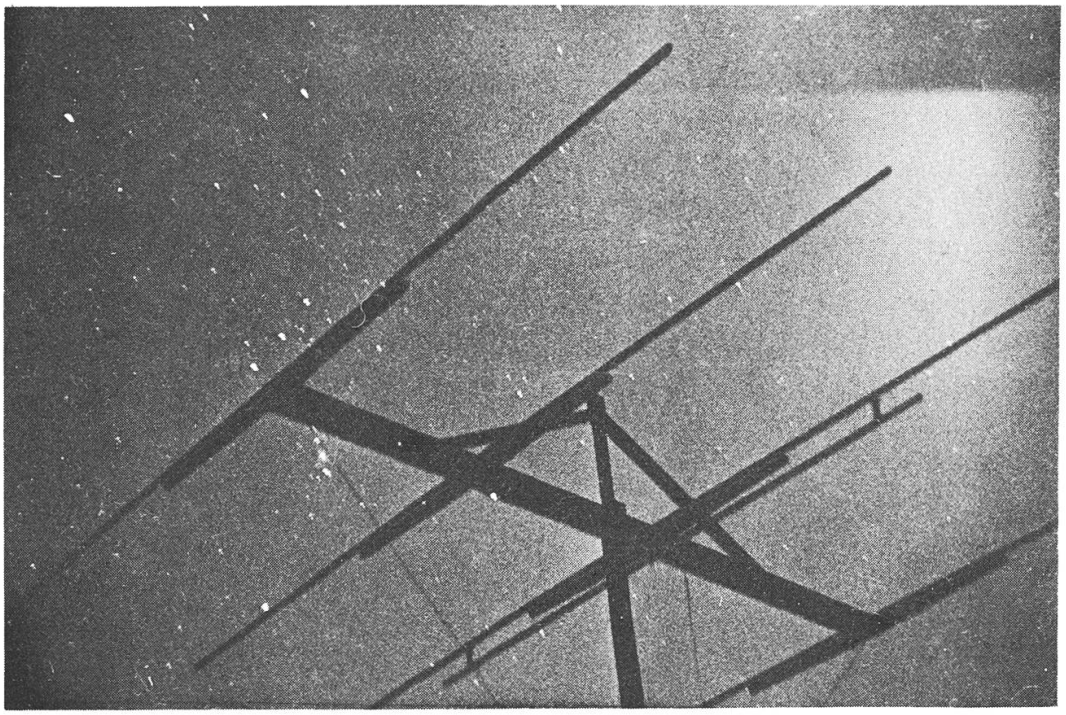


Figure 4 – L'antenne Yagi avec ses éléments parasites. L'adaptation en T est bien visible. (Vue nocturne.)

2. *Choix de l'antenne*

Nous avons construit une antenne de type Yagi, à éléments parasites, et composée d'un élément primaire, d'un réflecteur, et de deux éléments directeurs. La pose d'un troisième élément directeur, destiné à réduire le faisceau directionnel, est actuellement en cours. L'adaptation d'impédance (actuellement 300 ohms) se fait par un dispositif en T; la liaison antenne – récepteur se fait par 20 mètres de ruban méplat, de 300 ohms d'impédance caractéristique.

La hauteur de l'antenne au-dessus du sol est de ½ longueur d'onde, soit de 750 cm; le pylone tournant permet la rotation de l'antenne sur 360°; un dispositif basculant permet en outre de viser n'importe quel point entre l'horizon et un angle de 80° avec celui-ci.

3. *Rapport d'expériences*

Nous présentons trois diagrammes faits lors des essais préliminaires. Les trois trajectoires des faisceaux sont portées sur le fragment de carte céleste, voir figure 7.

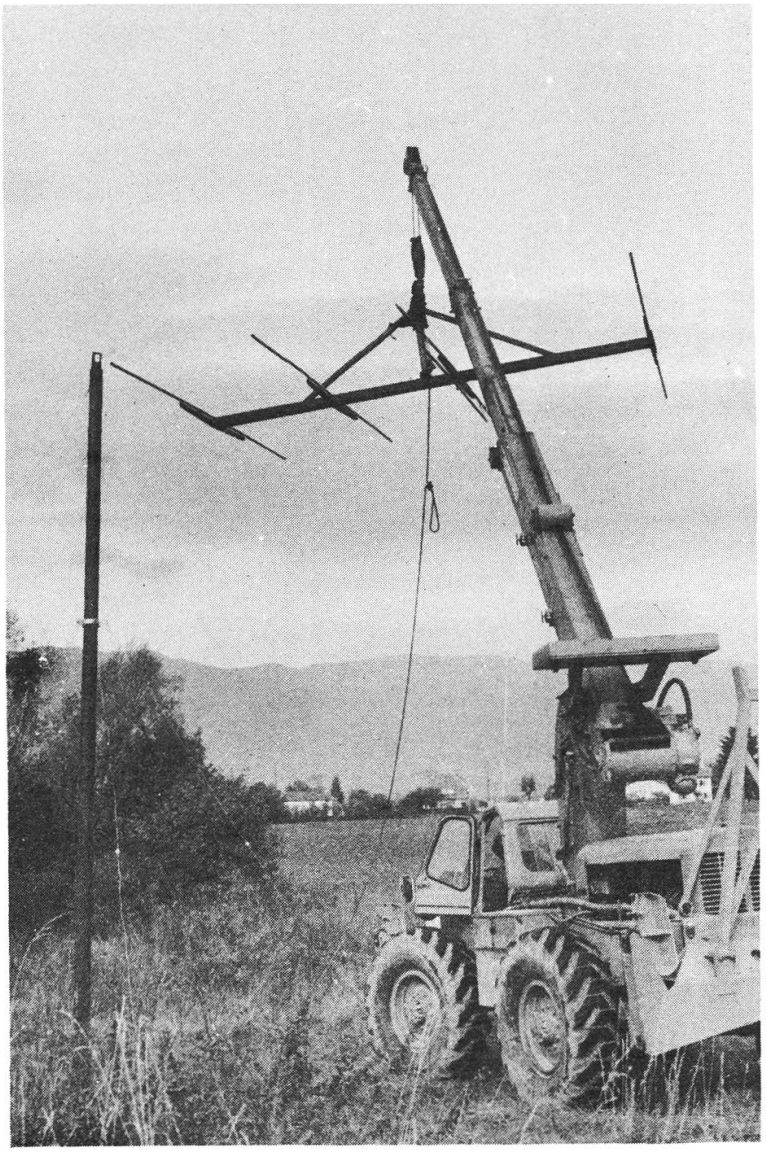


Figure 5 – Phase du montage de l'antenne Yagi.

Le niveau de chaque trajectoire est relatif, puisqu'il est déterminé :

pour la trajectoire N° 2, par alpha de l'Aigle ;
pour la trajectoire N° 1, par epsilon de Pégase ;
pour la trajectoire N° 3, par alpha du Dauphin.

Chacune des trois trajectoires décrit un arc de cercle de 140°, soit + ou – 70° de part et d'autre du point 0. Ces 140° sont reportés sur les diagrammes des figures 8, 9 et 10, permettant ainsi au lecteur de lire la valeur du rayonnement radioélectrique de 5° en 5°, et de

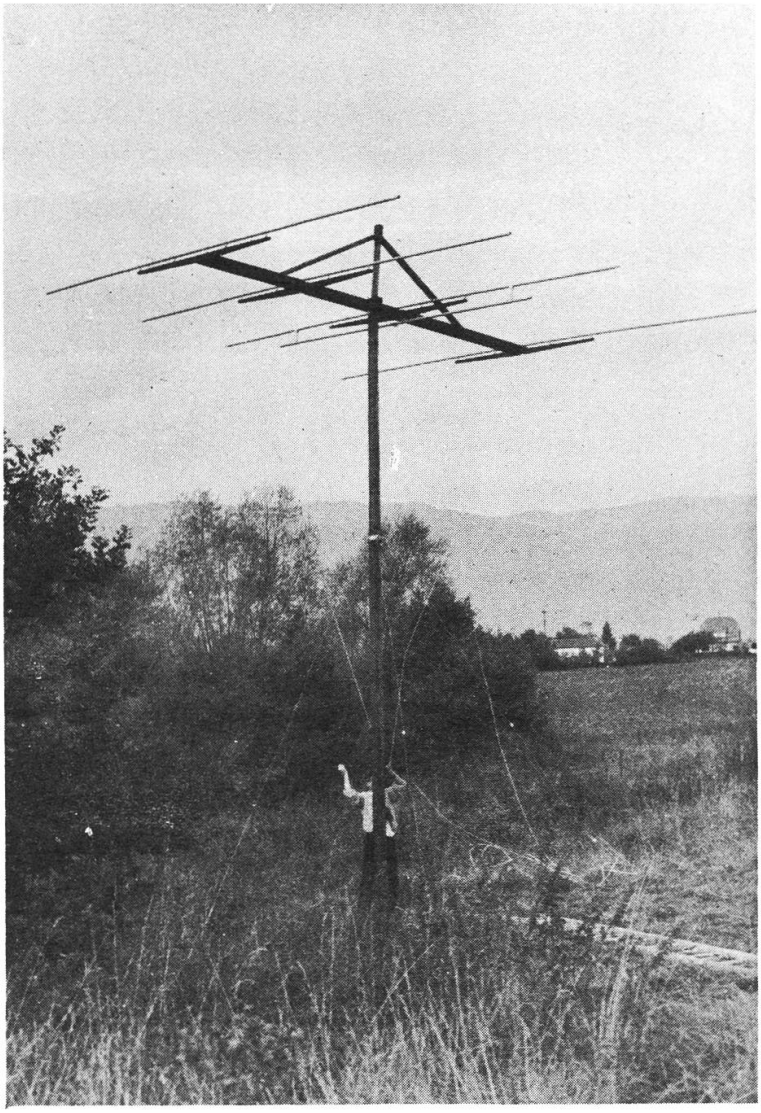


Figure 6 — Autre phase du montage de l'antenne.

voir sur la carte de la figure 7 à quel point du ciel correspond cette lecture.

Le point 0 de chacune des trajectoires est représenté sur la carte par un petit trait double coupant celles-ci.

Par cette méthode, il est possible d'établir une carte du ciel radio-électrique, en portant sur la planisphère les valeurs obtenues lors du balayage systématique du firmament par l'antenne du radiotélescope.

Pour conclure, nous informons ceux qu'intéresse le domaine de la radioastronomie que la possibilité leur est offerte de nous adresser

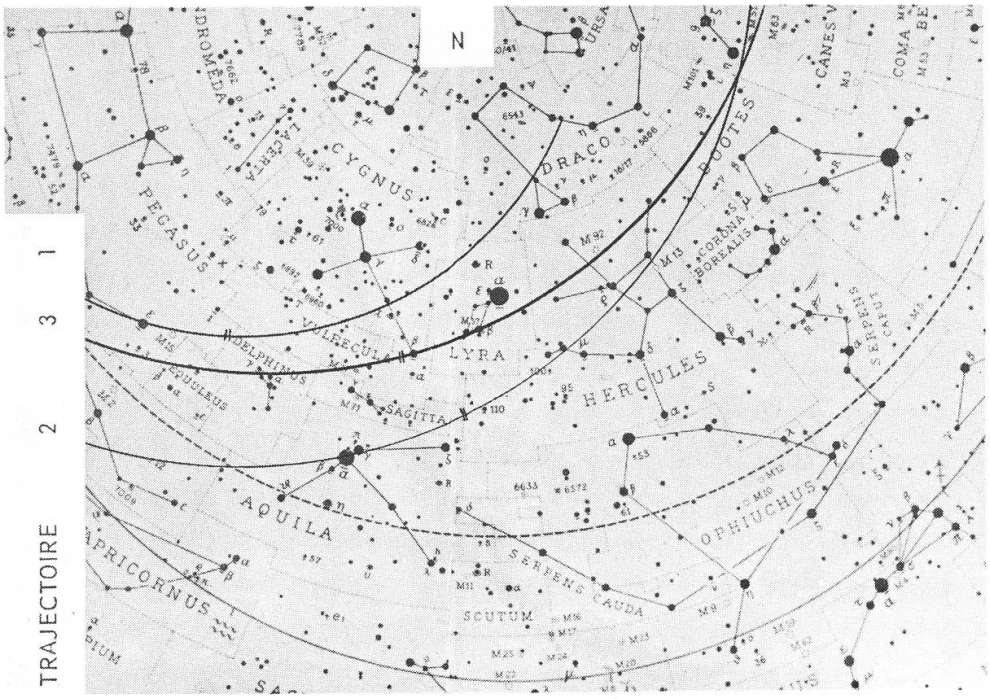


Figure 7 – Fragment de la carte céleste, montrant les trois trajectoires mentionnées dans le texte.

Diagramme de réception de l'émission radioélectrique sur la longueur d'ondes de 20,2 MHZ, en provenance de diverses régions de la voie lactée. – L'échelle verticale est graduée en 1/10 de volts. – L'échelle horizontale est divisée en 140 °.

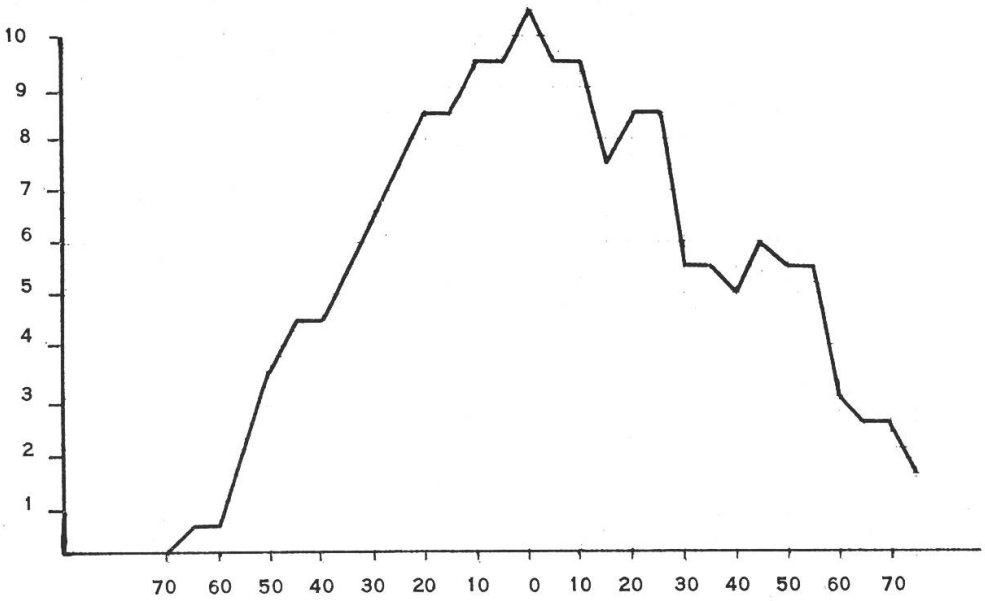


Figure 8 – Trajectoire N° 2. Référence : alpha de l'Aigle.

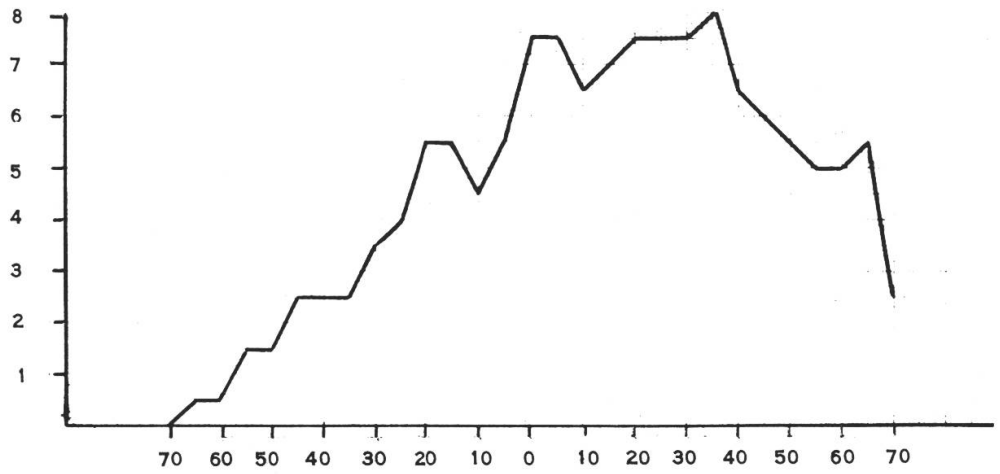


Figure 9 (ci-dessus) — Trajectoire N° 1. Référence : epsilon de Pégase.
Figure 10 (ci-dessous) — Trajectoire N° 3. Référence : alpha du Dauphin.

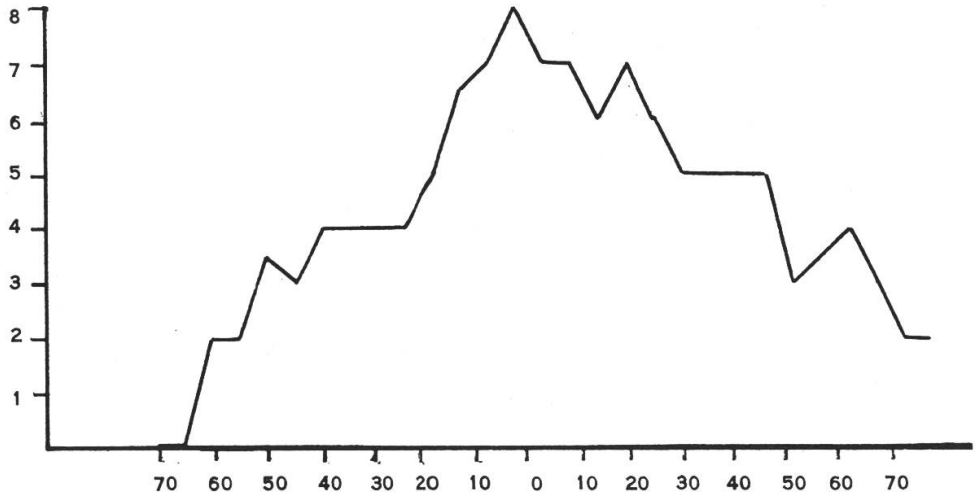
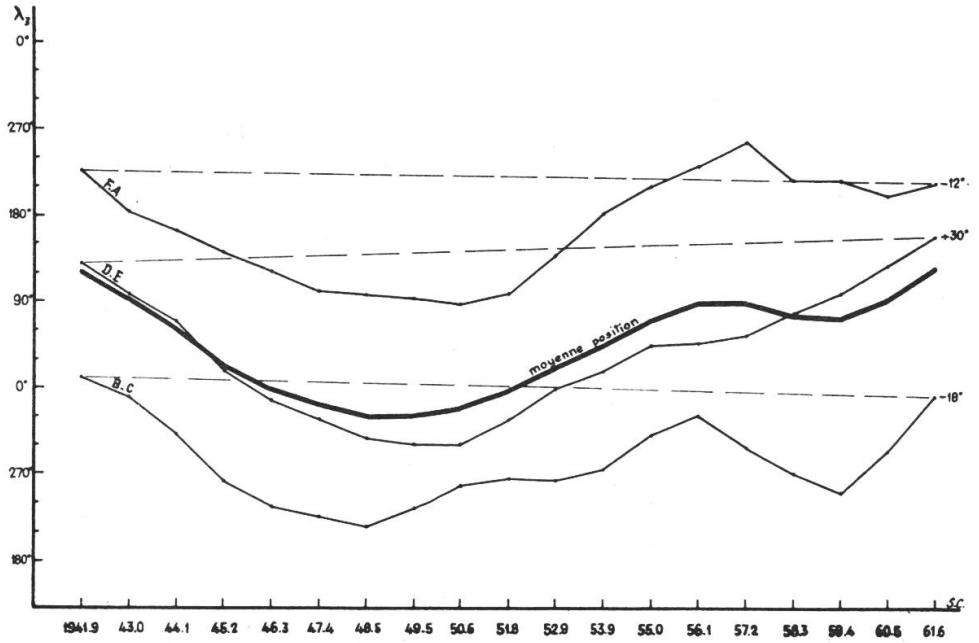


Figure 11 — Photographie montrant la Constellation du Cygne. Elle correspond à un fragment de la région traversée par la trajectoire N° 1.

leurs questions à ce sujet, en écrivant directement à la rédaction française de «Orion», qui transmettra. Si l'intérêt rencontré le justifie, nous formerons un groupe étudiant plus particulièrement certains problèmes touchant à la radioastronomie, et susceptible de participer aux travaux entrepris à notre station-observatoire.

ERRATUM: dans le précédent bulletin (N° 76, avril – juin 1962) une erreur s'est glissée dans l'article de M. S. Cortesi: « Contribution à l'étude de trois nouvelles formations persistantes de Jupiter »: à la page 120, en lieu et place du graphique 6, on a reporté une seconde fois le graphique 4, déjà reproduit à la page 118. Voici le véritable graphique 6 que l'on aurait dû y trouver. Nous nous excusons auprès de l'auteur et de nos lecteurs de cette erreur malencontreuse.



GEGENSEITIGE VERFINSTERUNG DER JUPITER-TRABANTEN

Von E. LEUTENEGGER, Frauenfeld

Die vier grossen, von Galileo Galilei 1610 als eine der ersten Früchte der Erfindung des Fernrohrs entdeckten Jupitermonde kreisen bekanntlich sozusagen in ein und derselben Ebene um den Planeten Jupiter. Diese Ebene stimmt weiter nahezu mit der Aequatorebene des Planeten überein. Diese wiederum ist um einen Winkel von 3.07° gegen die Ebene der Jupiterbahn geneigt. Die Jupiterbahn endlich bildet mit der Ekliptikebene, der Ebene der Erdbahn, einen Winkel von 1.3°.

Zweimal während eines Jupiterumlaufes geht nun die Ebene der Jupitermond-Bahnen durch die Sonne. Dann ist die Möglichkeit gegeben, dass erstens die Jupitermonde – von der Erde aus gesehen – sich gegenseitig bedecken, und dass zweitens einer der Monde in den Schattenkegel eines andern gerät. Im ersten Falle beobachten wir von der Erde aus, dass zwei vor und nach der Bedeckung (englisch: occultation) getrennt sichtbare Monde für eine gewisse Zeit zu einem einzigen fast sternartigen Punkt verschmelzen. Die Dauer einer solchen Bedeckung hängt von verschiedenen Umständen ab: 1) davon, welche Monde sich überdecken; 2) welche Stellung die beiden Monde innehaben und 3) im Zusammenhang damit, mit welchen Geschwindigkeiten die Monde, von der Erde aus gesehen, sich scheinbar vom Planeten Jupiter entfernen oder sich ihm nähern. Bei gleichsinniger Bewegung dauert natürlich die Bedeckung wesentlich länger als bei entgegengesetzter Bewegungsrichtung. 4) hängt die Dauer der Bedeckung auch davon ab, ob die beiden Monde, die immerhin als kleine Scheibchen gesehen werden, sich zentral oder nur exzentrisch aufeinander projizieren. 5) spielt aus beugungstheoretischen Gründen die Brennweite und das Auflösungsvermögen des verwendeten Fernrohres eine wesentliche Rolle.

Interessanter als die Bedeckungen sind die gegenseitigen Verfinsterungen zweier Jupiter-Trabanten. Von zwei in Jupiternähe vorerst getrennt sichtbaren Monden taucht gelegentlich der entferntere in den Schattenkegel des näheren. Es tritt also eine Mondfinsternis ein, analog der Verfinsterung des Erdmondes, wenn dieser in den Schatten der Erde eintaucht (Abbildung 1).

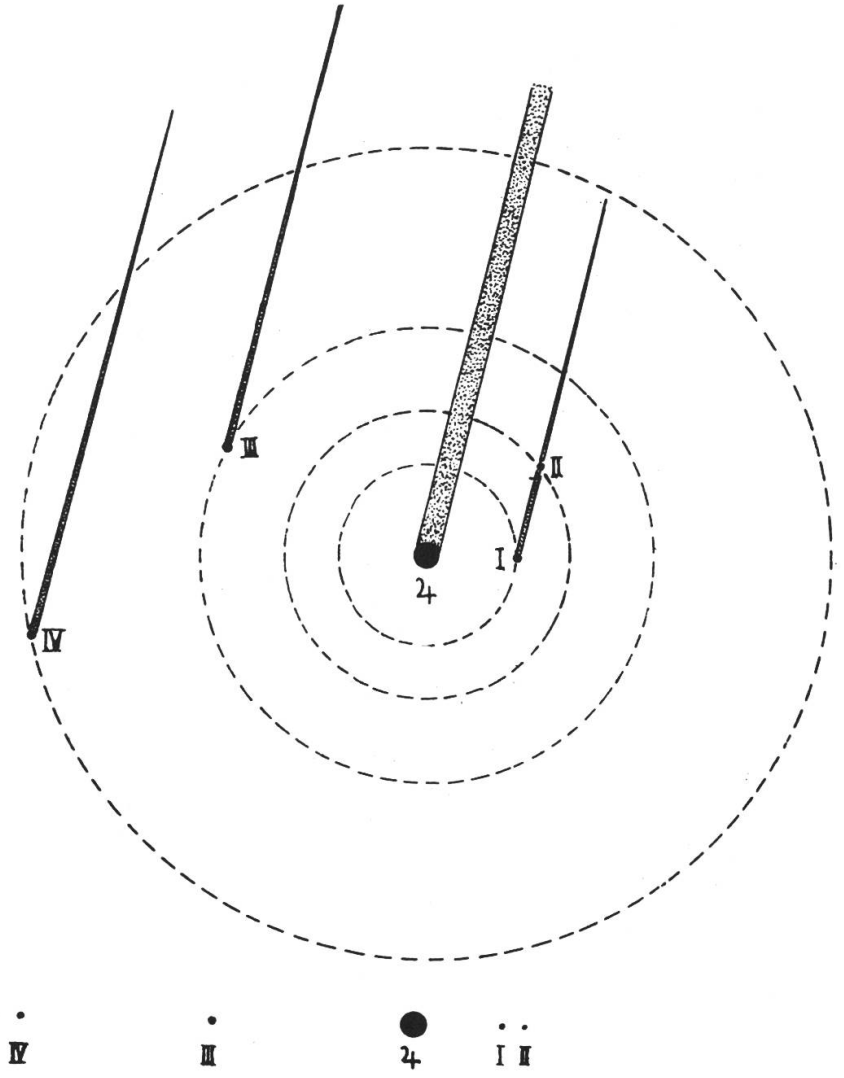


Abbildung 1 – Jupiter und seine Monde am 22. September 1961 um $21^{h.}20$. Oben: Stellung der Monde in der Ebene ihrer Umlaufsbahnen. Unten: Anblick im umkehrenden Fernrohr.

Dass solche gegenseitige Verfinsterungen der Jupitermonde seltene Ereignisse sein müssen, kann man ermessen, wenn man den ganzen Vorgang modellmässig betrachtet. Man stelle sich vor, dass ein etwa 1 ½ mm grosser Stecknadelkopf in den 1 Meter langen Schatten eines anderen, ebenso kleinen Stecknadelkopfes gebracht werden soll. Für den Beobachter am Fernrohr ist es ein eigenartiges Erlebnis, einen der Trabanten des Jupiter – scheinbar ohne sichtbare Ursache – in raschem Wechsel an Helligkeit abnehmen, unter Umständen sogar vollständig verschwinden und dann wieder auftauchen zu sehen. Was diese gegenseitigen Jupitermond-Verfinsterungen von unseren Mondfinster-

nissen unterscheidet, ist in erster Linie der rasche Verlauf der ganzen Erscheinung. Während eine irdische Mondfinsternis vom Eintritt des Mondes in den Halbschatten der Erde bis zu seinem Wiederaustritt aus demselben einige Stunden dauern kann, vollzieht sich der durch die Verfinsterung erzeugte Helligkeitswechsel innert kurzer Zeit, ja gelegentlich innerhalb weniger Minuten. Auch hier hängt die Dauer der ganzen Erscheinung wie der Verlauf einer Bedeckung von den Stellungen der Jupitermonde zu Jupiter, Sonne und Erde, von ihren Geschwindigkeiten, ihren Grössen und ihrem gegenseitigen Abstand ab.

Eine Jupitermond-Verfinsterung gleicht in ihrem Ablauf einer Algol-Verfinsterung, d. h. einer Bedeckung eines Sterns durch einen andern, die aber beide nicht getrennt sichtbar sind wegen ihrer zu grossen Entfernung. Natürlich sind die Ursachen der beiden Erscheinungen ganz verschieden. Auch benötigt eine Algol-Verfinsterung mehr Zeit als eine Jupitermond-Verfinsterung. Die bei einer Jupitermond-Verfinsterung erhaltene Helligkeitskurve stellt gewissermassen eine im Zeitraffertempo aufgenommene Algol-Kurve dar.

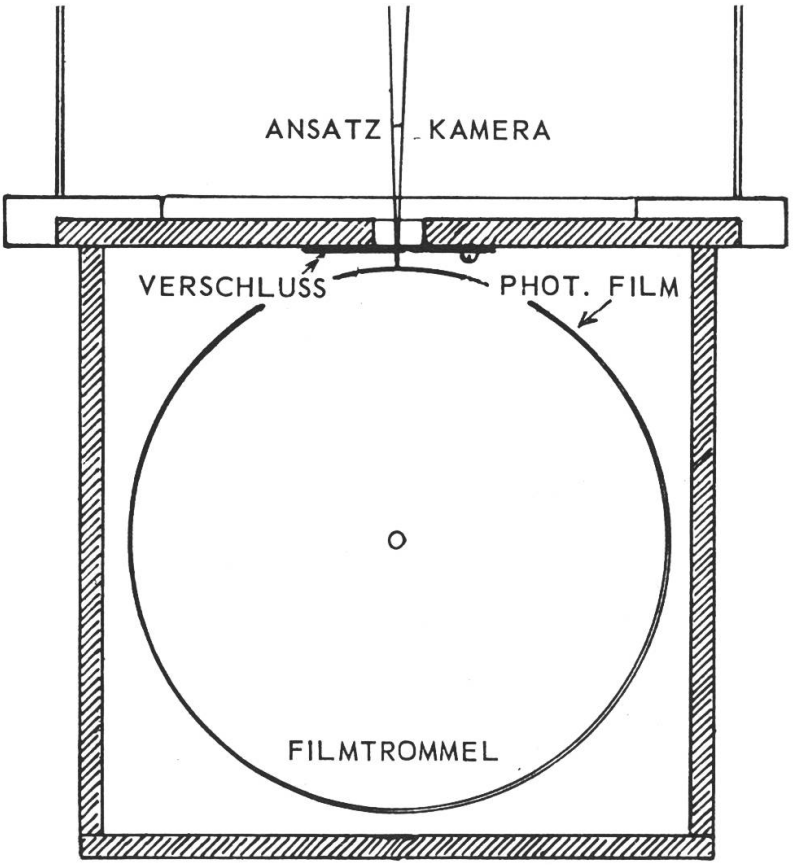


Abbildung 2 – Jupitermond-Kamera.

Es war mir möglich, von den 14 Jupitermond-Verfinsterungen, die sich nach Angabe von R. A. Naefs Sternenhimmel 1961 und 1962 in den Monaten September bis Januar ereigneten, wenigstens deren zwei, nämlich die vom 19. und 22. September 1961 photographisch festzuhalten – alle andern fielen der Ungunst der Witterung zum Opfer –, und zwar mit einer von meinem Kollegen René Schaltenbrand, Physiklehrer an unserer Frauenfelder Kantonsschule, für diesen Zweck gebauten speziellen Kamera. Diese Kamera dient ausschliesslich für Reihenaufnahmen des Planeten Jupiter und seiner Trabanten (siehe Abbildung 2).

Auf einer Trommel, einer alten Konservenbüchse, ist ein Stück hochempfindlicher Schwarz-Weiss-Film (Ilford Panchromatic Hypersensitiv) aufgespannt. Diese Trommel dreht sich in einem lichtdicht verschliessbaren Kästchen, das an Stelle einer Photokassette an der zum Refraktor der Kantonsschule gehörigen Ansatz-Kamera angebracht werden kann. Letztere ist im Positionswinkel drehbar, so dass die Bilder des Planeten und seiner Monde, die ja immer mehr oder weniger längs einer Geraden angeordnet sind, durch einen wenige Millimeter breiten Schlitz auf eine Mantellinie des Filmzylinders gebracht werden können. Der Schlitz kann durch einen Verschluss geöffnet und geschlossen werden. Verschluss und Trommeldrehung werden über einen Zeitschalter elektrisch gesteuert (Abbildung 3).

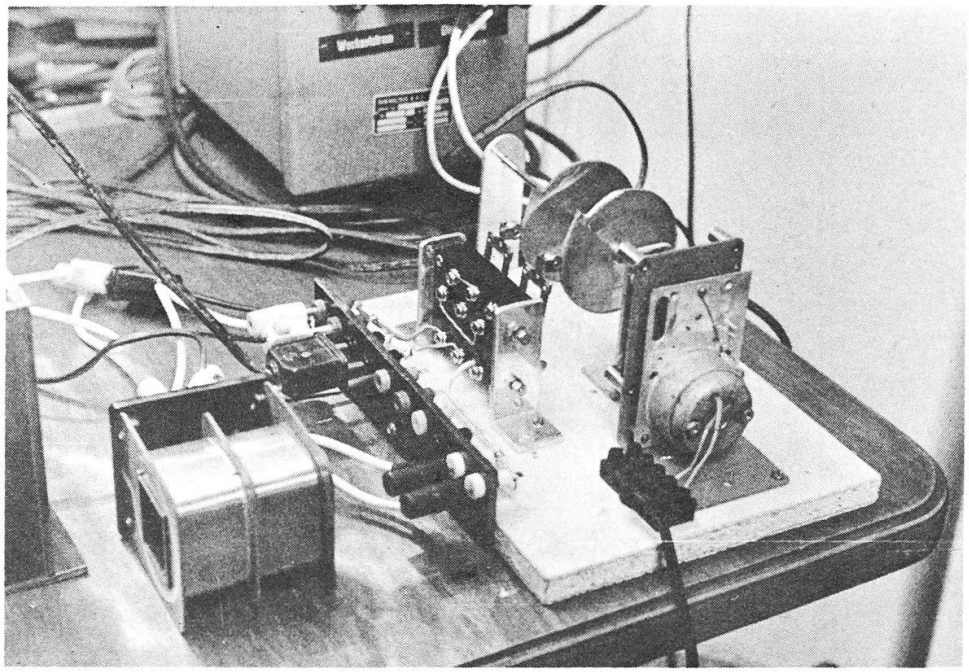


Abbildung 3 – Steuermechanismus zur Jupitermond-Kamera.

Der Betrag der Trommeldrehung und der Durchmesser der Trommel sind so gewählt, dass die einzelnen Aufnahmen auf dem Film einen Abstand von nur 3 mm haben. Die Drehung der Trommel erfolgt alle halben Minuten, so dass die Belichtungszeit pro Einzelbild etwas weniger als eine halbe Minute beträgt. Das genügt denn auch vollauf, um von allen Monden, auch den schwächeren, ein gut geschwär. es Bild zu erhalten. Auf einem etwa 30 cm langen Filmstück finden gegen 100 Einzelaufnahmen Platz, was einer Gesamtaufnahmedauer von 50 Minuten entspricht. Auch die längste Verfinsterung (12. September; 38 Minuten) kann also auf einem einzigen Filmstreifen registriert werden.

Dass die Aufnahmen auf gekrümmten Film erfolgen, bietet weiter keine Schwierigkeiten betreffend Schärfe der Bilder. Bei einem Bilddurchmesser des Jupiterplaneten von nur 1 mm ergibt sich für den Rand des Planetenbildchens eine Fokusdifferenz von 0.0025 mm. Allerdings muss die Kamera im Positionswinkel so eingestellt werden, dass sich auch die Monde des Jupiter durch den Schlitz auf die gleiche Mantellinie des Filmzylinders abbilden wie der Planet selbst, und es muss durch exakte Nachführungskontrolle dafür gesorgt werden, dass auch der Planet nicht zufolge ungenauer Nachführung oder Aufstellung des Instrumentes von der Mantellinie wegwandert.

Abbildung 4 – Ausschnitt aus dem Jupitermond-Film vom 22. September 1961 (etwas vergrössert).*

*) Die hier wiedergegebene Negativ-Vergrösserung verdanke ich Herrn G. Klaus, Grenchen, der den ziemlich zerkratzten Filmstreifen in einen einwandfreien Zustand zu bringen wusste, wofür ihm bestens gedankt sei. Die Helligkeitsänderungen des 4. Jupitermondes (zu äusserst links) sind durch die nachträgliche Behandlung des Films auf unerfindliche Weise entstanden.

Mit dieser Apparatur haben wir die beiden Verfinsterungen vom 19. September 1961 $23^h 43^m - 24^h 06^m$ MEZ (Mond III verfinstert Mond II, grösste Phase 0.93) und 22. September $21^h 13^m - 21^h 25^m$ MEZ (Mond II tritt in den Schatten von Mond I, grösste Phase 0.66) photographisch verfolgt. Da bei der ersten der beiden Finsternisse Jupiter schon nahe seinem Untergange war, wurden die Aufnahmen allerdings beträchtlich gestört durch Extinktionsschwankungen und starke Szintillation, wodurch die Mondbildchen übermässig verbreitert, z. T. bis zur vollkommenen Auslöschung verwischt wurden, was ihre Vermessung unmöglich machte. Hingegen konnten die Aufnahmen vom 22. September zu Helligkeitsmessungen verwendet werden (Abbildung 4).

Herr Prof. Dr. W. Becker, Basel, hatte die Freundlichkeit, die Helligkeiten der Jupitermonde – der unverfinsterten und des verfinsterten mit dem von ihm konstruierten Irisblenden-Platten-Photometer zu bestimmen, wofür ihm herzlich gedankt sei. Mit diesem hervorragenden Photometer können durch Verwendung einer Irisblende auf photoelektrischem Wege sogenannte effektive Durchmesser von Sternbildchen – die Jupitermonde bilden sich ja gleichfalls wie Sterne ab – bestimmt werden. Aus den Durchmessern der Schwärzungsbilder liess sich durch Anschluss an die gleichzeitig gemessenen Durchmesser der unverfinsterten Monde I, III und IV und deren Helligkeiten die Helligkeit des verfinsterten Mondes II berechnen. Für die Helligkeiten der Satelliten des Jupiter wurden die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Werte angenommen, die dem für Jupiterbeobachter höchst lesenswerten Werk: *B. M. Peek,* The Planet Jupiter (Faber und Faber, London, 1958) entnommen sind. Dieses Buch erwähnt in Kapitel 32 interessante Beobachtungen gegenseitiger Bedeckungen und Verfinsterungen aus früherer Zeit. Es scheint, dass der Verfasser dieses Aufsatzes als erster versucht hat, den ganzen Verlauf der gegenseitigen Verfinsterung zweier Jupitermonde mit photographischer Reihenaufnahmen festzuhalten.

Mond III wurde bei der Helligkeitsbestimmung nicht mitbenützt, da seine Bilder aus unbekannten Gründen durchwegs zu hell ausgefallen waren. Die Ergebnisse von Messung und Rechnung sind in der graphischen Darstellung der Abbildung 5 durch die eingetragenen Punkte angedeutet. Eine den Punkten möglichst folgende glatt verlaufende Kurve (ausgezogen) soll Messfehler oder Helligkeitsschwankungen, die bei der Aufnahme entstanden sein könnten, weitgehend ausgleichen. Man erkennt, dass die Helligkeitskurve die typische Form einer Algol-Lichtkurve hat. Aus der Kurve lesen wir ab, dass Mond II im Maximum der Verfinsterung etwa 1.6 Grössenklassen schwächer war.

Mond	*Mittlerer Bahnradius km*	*Durchmesser km*	*Masse Jupiter = 10^5*	*Albedo*	*Helligkeit in mittlerer Opposition*
I Io	422000	3250	4.497	0.57	5.5^m
II Europa	671000	2880	2.336	0.60	6.1
III Ganymed	1071000	5020	7.988	0.34	6.1
IV Callisto	1884000	4460	4.502	0.15	6.2
Erdmond	384000	3478	3.848	0.072	7.6 *

*) Helligkeit, wenn dieser in Jupiter-Entfernung versetzt würde.

Tabelle 1 – Einige Angaben über die Monde des Jupiter (aus B.M. Peek, The Planet Jupiter, London, 1948).

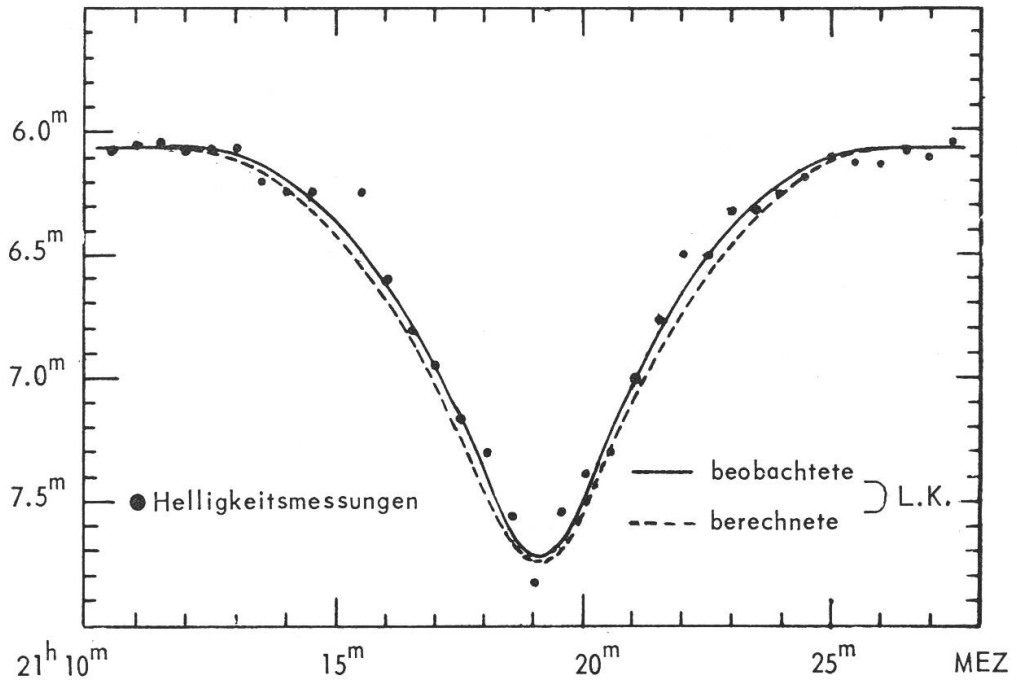


Abbildung 5 – Beobachtete und theoretische Lichtkurve der Jupitermondverfinsterung vom 22. September 1961.

Es interessierte mich nun, eine theoretische Lichtkurve zu errechnen. Dazu waren zu ermitteln: die Entfernung zwischen beschattendem und verfinstertem Mond d = 441 000 km, der Radius des Kernschatten-

kegels r_K = 1225 km und derjenige des Halbschattenkegels r_H = 2070 km am Orte der Verfinsterung. Die Helligkeit im Halbschatten – in Bruchteilen der vollen Beleuchtungsintensität durch die Sonne – in Abhängigkeit vom Abstand r eines Punktes vom Schattenzentrum wurde aus dem für einen Punkt im Abstand r sichtbaren Teil der Sonnenscheibe bestimmt; die erhaltenen Werte sind in Tabelle 2 angegeben und in Abbildung 6 graphisch dargestellt.

Abstand vom Schattenzentrum r	*Intensität der Beleuchtung* $i = I/I_0$
< 1225 km	0.00
1225	0.00
1394	0.14
1563	0.41
1732	0.67
1901	0.88
1986	0.97
2070	1.00
> 2070	1.00

Tabelle 2 – Relative Intensität der Beleuchtung im Halbschattenkegel des 1. Jupitermondes und ausserhalb desselben.

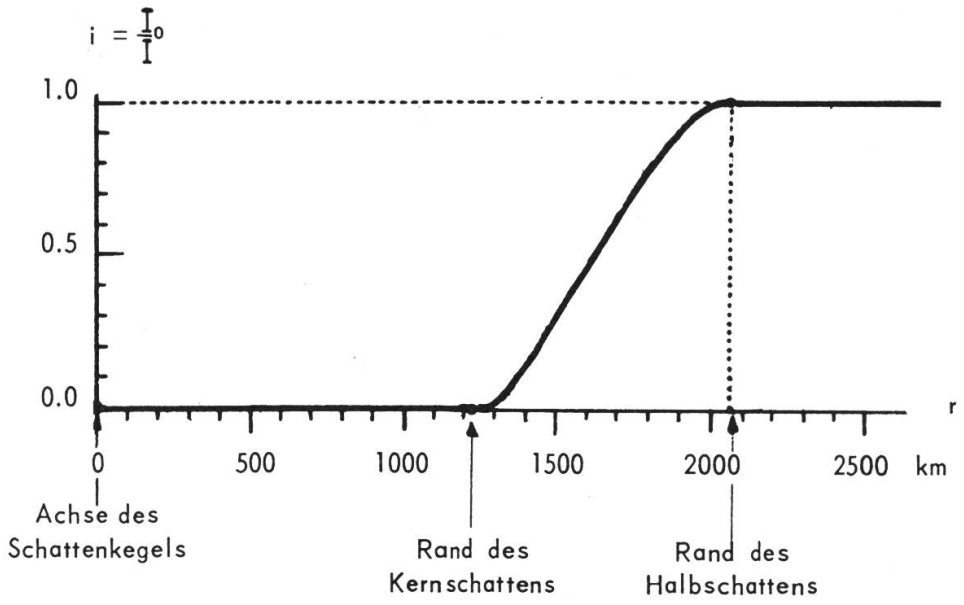


Abbildung 6 – Relative Intensität der Beleuchtung im Schattenkegel des 1. Jupitermondes und ausserhalb desselben.

Indem man nun den Schattenquerschnitt aufteilt in schmale Kreisringsektoren, deren Zentrum im Mittelpunkt des Kernschattens liegt, und mit Hilfe der im Zentrum gemessenen Winkel φ die Länge der Streifen bestimmt, lässt sich mit Benützung der relativen Lichtintensität der Anteil der betreffenden Zone an der Gesamtintensität berechnen. Letztere ergibt sich durch Summation. Der totale Lichtverlust kann aus dem Verhältnis der Intensität des verfinsterten Mondes zu derjenigen des unverfinsterten Mondes errechnet werden. Mathematisch sieht das so aus:

$$\text{Helligkeitsverlust } \Delta m = 2{,}5 \cdot \log (I_0 / I) = 2{,}5 \cdot \log \left[\pi r_m^{\,2} \Big/ \int_{r_{min}}^{r_{max}} i \cdot r \cdot \varphi \cdot dr\right]$$

Diese Summation (Integration) muss graphisch ausgeführt werden.

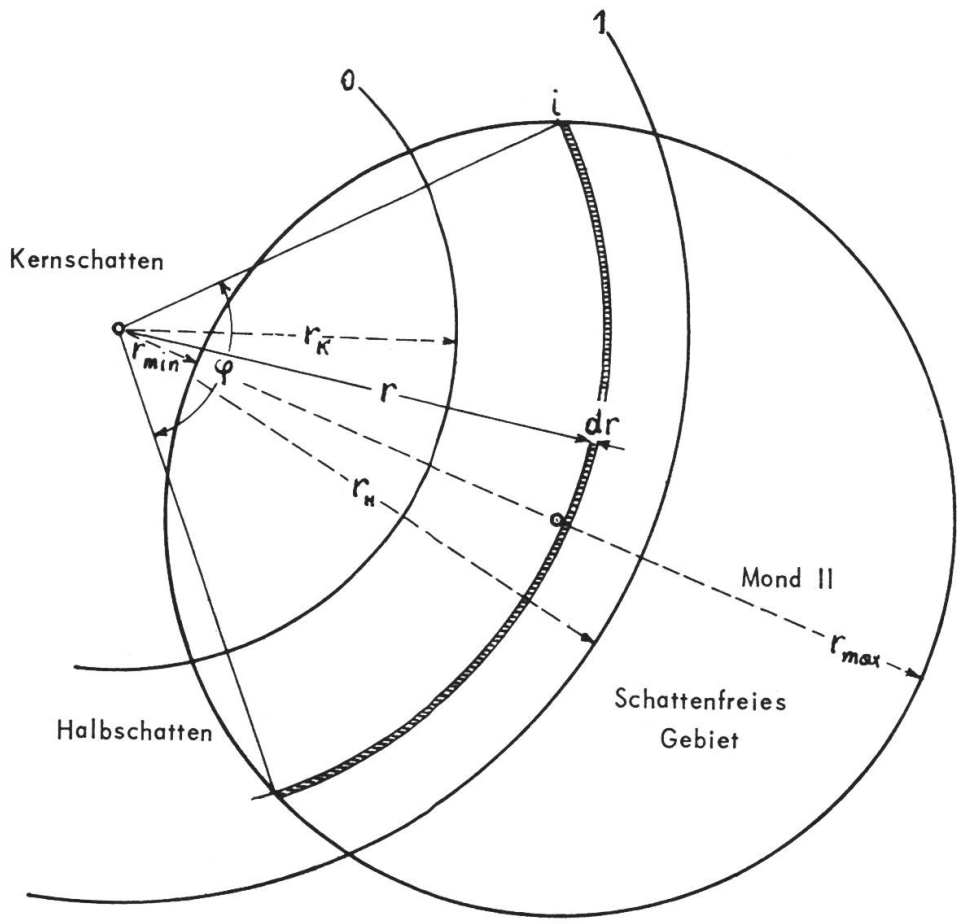


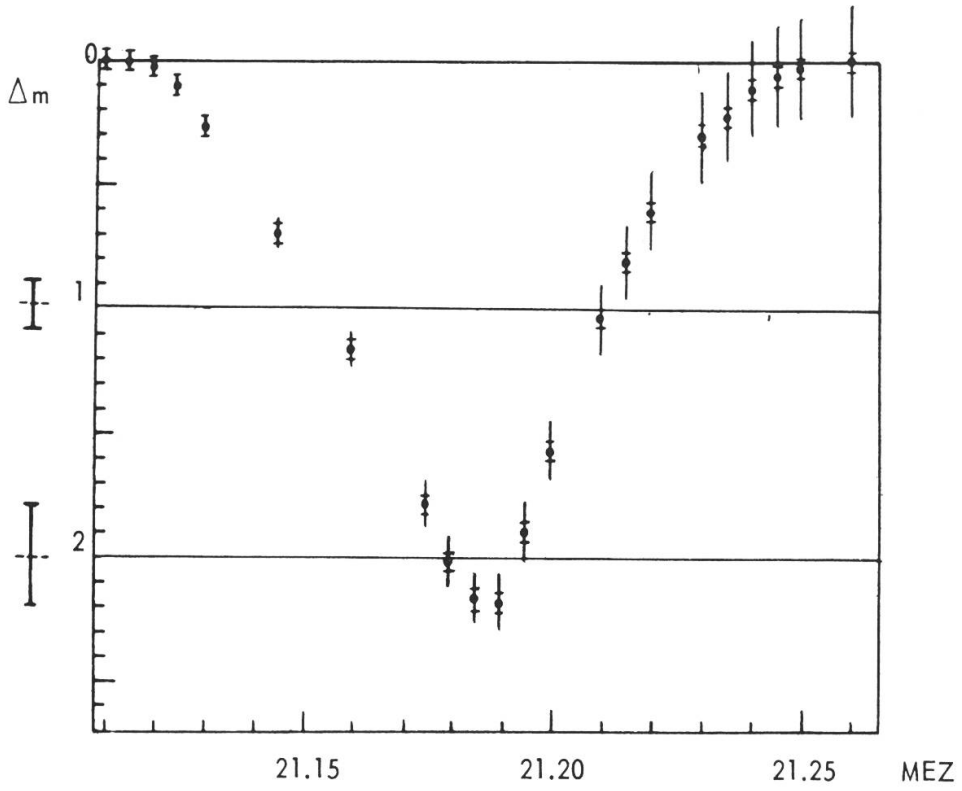
Abbildung 7 – Zur Berechnung der relativen Helligkeit eines ganz oder teilweise verfinsterten Mondes.

Auf diese Weise hat sich eine theoretische Lichtkurve (in Abbildung 5 gestrichelt) des verfinsterten Mondes ergeben, die von der beobachteten Lichtkurve nur wenig abweicht. Die theoretische Lichtkurve ist unter der Annahme berechnet worden, dass die maximale Verfinsterung des Mondes II, d. h. der im Kernschatten liegende Teil des Durchmessers, 0,67 betrage. In R. A. Naefs «Sternenhimmel 1961» ist die Verfinsterungsgrösse 0.66 angegeben. Der nur leicht vergrösserte Wert 0.67 wurde aus dem Grunde gewählt, weil dann die Amplitude der Helligkeitsänderung mit derjenigen, welche tatsächlich beobachtet wurde, am besten übereinstimmt. Die Rechnung ergibt $\Delta m = 1.65^m$. Die kleine Differenz im Wert der Verfinsterungsgrösse ist durchaus annehmbar in Anbetracht der wohl immer noch bestehenden Unsicherheiten einzelner Bahnelemente der vier grossen Jupitermonde und ihrer nicht leicht zu messenden Durchmesser. Und aus der eingangs gemachten Bemerkung über die Seltenheit der gegenseitigen Jupitermond-Verfinsterungen mag auch ersehen werden, welch grosse Anforderungen an die Genauigkeit dieser Zahlenwerte gestellt werden müssen, um solche Ereignisse mit einiger Sicherheit vorausberechnen zu können.

Die schon erwähnt kleine Abweichung der beobachteten Lichtkurve von der theoretischen, die auch durch Variation des Wertes der Verfinsterungsgrösse in ihrer Form nicht wesentlich geändert werden kann, muss jedenfalls so gedeutet werden, dass die äusseren Partien des Halbschattens lichtintensiver sind, als wie für die Berechnung der theoretischen Lichtkurve angenommen wurde. Es wäre denkbar, dass diese Aufhellung der äusseren Partien des Halbschattens einer gewissen Refraktionswirkung durch eine zwar sehr dünne Atmosphäre des die Verfinsterung bewirkenden Mondes zuzuschreiben wäre.

Eingegangen: Februar 1962.
Adresse des Verfassers: Sternwarte der Kantonsschule Frauenfeld.

Die gleiche Verfinsterung, am 22. September 1961, wurde auch von Herrn Ulrich Schwarz mit dem lichtelektrischen Photometer der Sternwarte Zimmerwald gemessen. Abfall und Wiederanstieg der Helligkeit des Trabanten II waren dabei sehr schön direkt auf der Schreibtrommel zu verfolgen. Die registrierte Lichtkurve (Abbildung 8) läuft etwas steiler und tiefer als die photographische von Herrn Dr. Leutenegger. In Frauenfeld wurde mit einer panchromatischen Emulsion photographiert, in Zimmerwald dagegen durch ein Gelbfilter gemessen (visuelle



Helligkeit V aus dem UBV-System von Johnson und Morgan). Ob das alle Unterschiede erklären kann, ist sehr fraglich. Besonders eigenartig ist die Asymmetrie der photoelektrischen Lichtkurve. (Punkte auf dem absteigenden Ast liegen bis zu $0\overset{m}{.}4$ tiefer als die entsprechenden auf dem Wiederanstieg.) Es ist nicht völlig ausgeschlossen, dass die Helligkeit sich tatsächlich unsymmetrisch änderte; die Jupiter-Trabanten sind ja z. B. nicht gleichmässig helle Scheibchen, sondern weisen dunklere und hellere Gebiete auf. Wahrscheinlich ist aber, dass die Asymmetrie erst bei der nachträglichen Korrektur für die Wirkung der Extinktion entstanden ist. Zur Zeit der Verfinsterung stand Jupiter schon sehr tief im Südwesten; die Extinktion seiner Strahlen in der Erdatmosphäre wuchs von Minute zu Minute, sodass der Trabant II nach der Finsternis nicht mehr die gleiche Helligkeit wie vorher erreichte. Diesen Effekt musste man durch immer kräftigere «Hebung» der registrierten Kurve wettmachen; dabei wurde vorausgesetzt, die Extinktion habe linear mit der Zeit zugenommen. Die Unsicherheit dieser Korrektur ist in der Zeichnung mit langen vertikalen Strichen durch jeden Messpunkt angedeutet. (Mit kurzen Horizontalstrichen ist darauf der Bereich der «statistischen» Fehler, verursacht durch Szintillation und durch « Rauschen » des Photozellenstroms, markiert).

Zweifellos war das Vorgehen von Herrn Dr. Leutenegger das bessere: nämlich die Extinktion dadurch zu eliminieren, dass er die Helligkeit des verfinsterten Trabanten an die Helligkeiten der anderen, unverfinsterten anschloss. Herr Schwarz bestimmte die Helligkeit des Trabanten II ausserhalb der Finsternis, durch Vergleich mit einigen Standardsternen, zu $m_V = 6.6 \pm 0.2$. Dieser Wert ist natürlich auch wieder mit der grossen Unsicherheit der Extinktion behaftet. Die Helligkeitsskala der Lichtkurve ist daher hier nur relativ zum unverfinsterten Zustand angeschrieben. Selbst diese Skala ist nicht sehr sicher, weil so tief gegen den Horizont und so nahe an der hellen Jupiterscheibe das zu subtrahierende Licht des Himmelshintergrundes nur mit Mühe einigermassen korrekt zu messen und schwerlich überhaupt konstant ist. Ehrlicherweise müssen wir schliesslich noch davor warnen, sich etwa für irgendwelche Berechnungen auf die angeschriebene Zeit allzusehr zu verlassen. Es liess sich nachträglich nicht mehr feststellen, ob die Zeitmarken auf dem Registrierstreifen genau nach MEZ oder nur nach der etwas abweichenden Angabe einer Armbanduhr angebracht wurden. Die ganze Beobachtung wurde hauptsächlich als ein Probestück für das neue Photometer aufgefasst. Alle Anwesenden freuten sich über das gute Gelingen und waren beeindruckt von der Tatsache, dass ein Schatten auf dem fernen Jupitermond Europa so spielend im irdischen Europa einen Hebel in Bewegung zu setzen vermochte.

(Eingegangen am 14. Mai 1962)

Astronomisches Institut der Universität Bern

L'HORLOGE CELESTE

par K. EISEMANN, traduit de l'anglais par E. ANTONINI

Etudiants et amateurs pourront trouver intérêt à cette méthode simple de calcul de l'heure en partant de la date et de la position des étoiles. Aucun instrument ni aucune table ne sont nécessaires. On admet simplement que le lecteur est capable de situer et d'identifier alpha et bêta de la Grande Ourse ainsi que la Polaire.

Les principes utilisés étant connus depuis l'antiquité, aucune formule algébrique, aucune connaissance astronomique (sauf celle des étoiles citées) ni aucune table ou nombre négatif ne sont nécessaires.

Le but de cette note est de donner une formule simple dont le résultat, confirmé par une montre, donnera à tout amateur la satisfaction d'avoir su lire dans le ciel.

Considérons le ciel comme le cadran d'une horloge, avec la Polaire au centre, et orienté de telle sorte qu'une ligne tirée verticalement depuis la Polaire vers le haut, vue par un observateur terrestre, indique 12 heures. Tirez une ligne depuis la Polaire vers Alpha et Bêta de la Grande Ourse, et lisez l'heure h ainsi indiquée sur notre cadran céleste. (Par exemple, un grand cercle partant horizontalement vers la droite indiquera 3 heures.)

Deux constantes, A et B, doivent être données. Leur détermination pour toute position géographique sera décrite plus tard. Pour fixer les idées, nous pouvons prendre $A = 38$ et $B = 28$ comme valeurs moyennes.

Posons d = le jour du mois
m = le mois (exemple : pour août, $m = 8$)
Le simple calcul suivant nous donnera l'heure locale :

Il faut trouver d'abord $\frac{A - d}{15}$
qui nous donnera le nombre entier I avec le reste r (*)
L'heure T est alors :

$$T = B + I - 2m - 2h \text{ heures, et } 4\,r \text{ minutes.}$$

Ajoutez 1 pour l'heure d'été. Si la soustraction donne un résultat négatif, ajoutez d'abord 24.

En estimant h, il faut se souvenir que 3h et 9 heures sont indiquées par un grand cercle coupant le méridien vertical 12h à 6 heures à angle droit. Ce grand cercle ne reste pas parallèle à l'horizon de l'observateur, mais s'incurve d'une façon appréciable vers l'horizon, à droite et à gauche du méridien. D'où il résulte que les estimations de h basées sur une ligne de 3 à 9 heures qui reste parallèle à l'horizon demandent une correction allant jusqu'à ½ heure. Lorsqu'on a tenu compte de cette distorsion de l'horloge et estimé avec soin h dans le plus proche quart-d'heure, la formule donnera l'heure à travers toute l'année à une demi-heure près.

*) Voir la note * * pour un exemple de ce genre de calcul.

Il faut noter qu'elle donne le temps civil moyen d'après le temps sidéral : comme tous les deux varient uniformément au long de l'année, la méthode est entièrement libre des fluctuations saisonnières rencontrées en utilisant le temps solaire vrai.

Il est recommandé d'employer les formules ci-dessus, non dans leur forme algébrique, mais en remplaçant A et B par leur valeur numérique locale. Une fois que l'observateur a mémorisé les formules donnant I, r et T, il peut sans instrument et au prix d'un léger calcul, à toute heure de la nuit et en toute saison, lire pratiquement l'heure directement à l'horloge du ciel.

Détermination de A et B : pour l'Europe, l'Asie et l'Afrique, posez :

L_e = longitude Est du lieu d'observation

G_e = nombre d'heures dont avance le temps local sur le temps moyen de Greenwich

Calculez : $D = 15 + 15\,G_e - L_e$

Pour l'hémisphère Ouest :

L_w = longitude Ouest du lieu d'observation

G_w = nombre d'heures dont retarde le temps local sur le temps moyen de Greenwich

Calculez : $D = 15 + L_w - 15\,G_w$

Pour les deux hémisphères :

Posez : $\frac{D+7}{1,5}$ = nombre entier M, avec reste N (**) $(0 \leqslant N \leqslant 14)$

Alors $A = 31 + N \qquad (31 \leqslant A \leqslant 45)$

$B = 27 + M \qquad (27 \leqslant B \leqslant 30)$

Exemples :

Ville	*Longitude*	*Différence avec Greenwich (heure)*	*A*	*B*
Paris	2 E	$G_e = 1$	36	29
New York	74 W	$G_w = 5$	37	28
Kars	43 E	$G_e = 2$	40	27
Bombay	72 ½ E	$G_e = 5\frac{1}{2}$	33	29
Casablanca	8 W	$G_w = -1$	31	30

**) Exemple pour Paris : $D = 15 + 15.1 - 2 = 28$

$$\frac{28+7}{15} = \frac{35}{15} = 2(=M) \text{ reste } 5(=N);\ A = 31 + 5 = 36;\ B = 27 + 2 = 29.$$

Raffinement facultatif:

Durant l'époque où alpha et bêta de la Grande Ourse sont proches de l'horizon et difficilement observables, on peut utiliser Cassiopée qui se trouve alors haut dans le ciel: on tire une ligne partant de la Polaire vers gamma Cassiopée, on lit l'heure et l'on soustrait 1.

N. B.

Cet article a été inspiré par les tables des pages 112 et 113 du livre «The stars, a new way to see them», par H. A. Rey (publié par Haughton, Mifflin Co, Boston).

CONTRIBUTO ALL'OSSERVAZIONE DI PARTICOLARI LUNARI E DI MERCURIO

Dr. sc. tecn. R. ROGGERO

IL CRATERE GASSENDI (vedi figura uno)

Da alcuni mesi mentre seguivo delle osservazioni su Giove[1] e Mercurio[2] il mio interesse era rivolto anche ad un curioso complesso di crateri lunari conosciuti sotto il nome di *Gassendi* ed attendevo appunto una buona occasione per poterli osservare meglio.

Il 20 settembre 1961 il suddetto oggetto si trovava nella prossimità del cerchio terminatore (Cerchio massimo che segna l'ombra sul globo lunare) e l'illuminazione era quindi alquanto favorevole gettando il cratere delle lunghe ombre di alto contrasto sullo sfondo luminoso e rendendo così possibile l'osservazione di ogni minimo rilievo.

La sera del 20 settembre era molto calma, senza vento e l'atmosfera era priva di foschia. Al momento dell'osservazione erano le ore 22.00 (O.M.E.), la temperature era costante con 21° C.; il punto di osservazione si trovava a Ronco s/Ascona a 409 m sul liv. del mare.

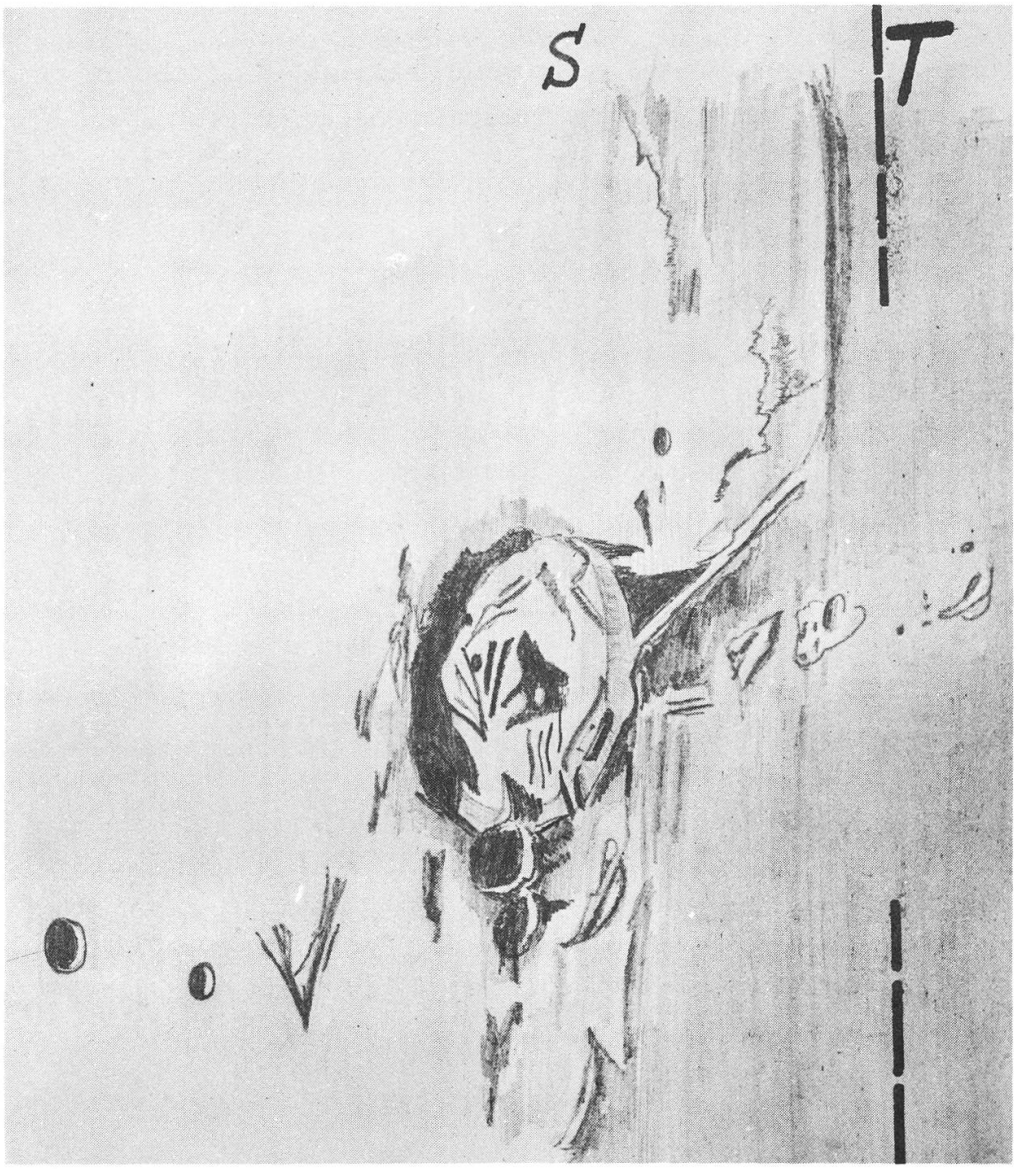


Figura 1

La luna aveva una età di 10 giorni e mancavano esattamente tre giorni, quattordici ore e trentaquattro minuti alla luna piena. Date le favorevoli condizioni spinsi al massimo l'ingrandimento del riflettore di 180 mm usando un oculare di 7,5 mm con lente di Barlow, una focale di 1462 mm, data dallo strumento, raggiungendo così i 390 ingrandimenti.

Usando il sincromotore potei distinguere e disegare tranquillamente il cratere Gassendi nei suoi dettagli. Avvistai dello stesso diverse linee ben definite, lucenti da un lato, oscure dall'altro, simili a nette screpolature della superficie interna del cratere stesso.

Il cratere portava all'interno un doppio picco e dietro la punta posta a nord si notava una terza piccola punta che si ergeva dall'ombra, mentre verso sud-est si notavano due piccoli cratèrini.

Nel disegno é interessante il braccio praticamente rettilineo che si protende verso sud-ovest, mentre degno di rilievo sono i due netti solchi in direzione nord che tagliano profondamente il bordo del cratere.

Interessanti sono pure i due più piccoli crateri contigui in direzione nord, così pure i diversi piccoli crateri che attorniano Gassendi. Tutto il complesso si trova direttamente a Nord del Mare Humorum e si trova circa sulla linea Mare Humorum ed il cratere di Keplero.

IL PIANETA MERCURIO. (vedi figura 2 e 3) Era noto che il pianeta Mercurio nel mese di novembre avrebbe raggiunto il giorno 7 il punto di elongazione ovest maggiore di quel periodo e che si sarebbe visto il mattino nella prossimità di Venere.

Già nello scorso febbraio 1961 ebbi occasione di osservare Mercurio[2], senza però poter distinguere particolari sulla sua superficie, essendo esso visibile solo di sera, molto basso e quindi immerso apparentemente in una atmosfera terrestre carica di foschia. Mi ero quindi da tempo preparato per l'osservazione, malauguratamente però pioveva da giorni.

Finalmente il giorno 16 novembre 1961 era una bellissima giornata calma, priva di vento e con cielo estremamente terso.

Sapevo che Mercurio doveva essere nella prossimità di Venere avendo la sua ascensione retta una differenza di soli 2 minuti, mentre la sua declinazione era solo di mezzo grado (11 di novembre). Il posto di osservazione era Locarno a 212 m s/m, lo strumento di osservazione quello indicato per l'osservazione del cratere di Gassendi.

Alle 6 e 45 minuti apparve sull'orizzonte sensibile Venere fulgente, mentre pochi minuti più tardi, alle 6 e 56 minuti Mercurio appariva un po' più basso relativamente molto luminoso e visibile benissimo anche ad occhio nudo. Lo seguii immediatamente e mi distolsi subito dall'osservare Venere, che non presentava nessun particolare di rilievo. Innestai il sincromotore ed osservai Mercurio con 195 ingrandimenti (oculare 7,5 mm) anche per mezzo di filtri gialli piani.

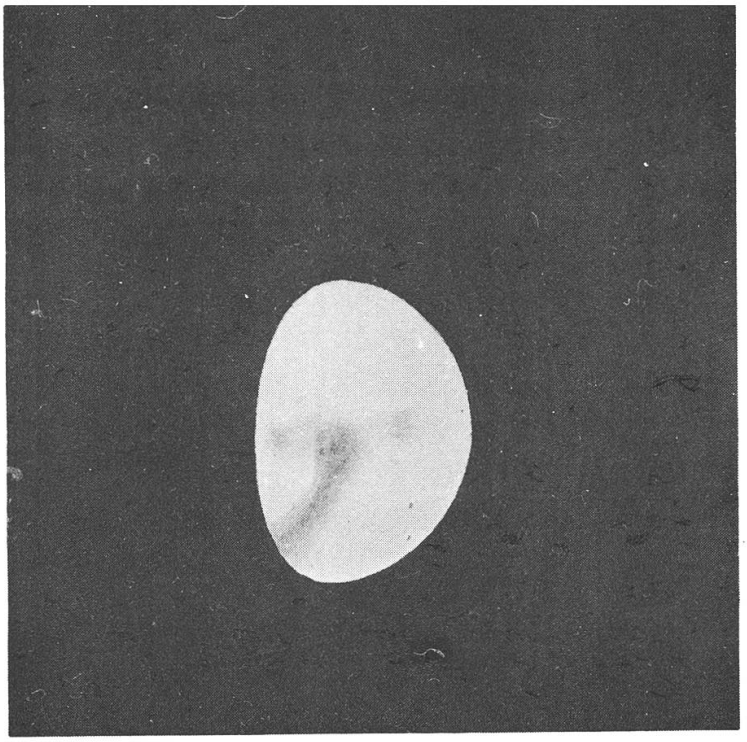


Figura 2

Il giorno nel frattempo si era fatto, il cielo era chiarissimo, il campo visibile nel telescopio molto luminoso, trasparente color azzurro chiaro. Mercurio appariva distintamente, con bordi netti senza alcun tremolio. Di mano in mano che esso si alzava sull'orizzonte sensibile, l'immagine diveniva sempre più nitida e chiara. Erano le ore 8 ed orma già da parecchio tempo la sua immagine osservata ad occhio nudo era scomparsa dal cielo luminoso. Se non avessi avuto il sincromotore sarebbe stato impossibile seguire Mercurio in pieno giorno. Verso le ore 8 e 30 era distinguibile su Mercurio per la prima volta una leggera ombra che dalla zona nord-est si prolungava verso sud compiendo un vasto arco sulla sua superficie. L'ombra divenne sempre più nitida e distintamente visibile verso le 8 e 45 (O.M.E.). Nello stesso istante si levava il sole sull'orizzonte sensibile. Mercurio divenne per qualche minuto ancora più appariscente. Il suo colore era *grigio-rosa-pallido,* su di uno sfondo azzurro-chiaro trasparente. L'ombra ben delimitata era di colore *grigio-seppia.* A poco a poco con l'alzarsi del sole, l'immagine di Mercurio si affievoliva e con essa adagio adagio pure l'ombra.

Alle 10 00 (O.M.E.) terminai l'osservazione, Mercurio era però ancora visibile. Potendo seguire comodamente Mercurio, minuto per minuto,

Figura 3

ebbi così l'occasione di partecipare a tutte le fasi di visibilità del pianeta, compresi naturalmente anche i momenti di massima buona visibilità i quali collimavano con la levata del sole, cioé ca. 2 ore dopo la levata del pianeta stesso. Confrontando l'ombra distintamente visibile con la carta dell'emisfero illuminato compilata dall'ottimo astronomo *Antoniadi* eseguita nel primo ventennio di questo secolo, si riscontra distintamente l'*Horarum vallis* ed il *Sinus Iovis*. Interessante é la *posizione* dell'ombra tuttora osservata, la quale rispetto alla posizione descritta nella carta emisferica di Antoniadi si é *notevolmente abassata* (visione astronomica!) *verso nord* mentre nel medesimo tempo l'ombra incomincia ora, partendo dal bordo del cerchio terminatore, *molto più a ovest* che non nella suddetta carta.

E noto che si riscontrano delle variazioni di posizione della macchie di Mercurio col passare dei decenni, che, come nel nostro caso, potrebbero essere spiegabili, oltre che dalla posizione di declinazione (16 di novembre ca di - 12°!), anche da ampi movimenti di librazione e di nutazione del pianeta stesso, come sembra essere il caso per questa osservazione.

Per avere una conferma di quanto qui esposto, si dovrebbe poter ricostruire una carta completa della faccia illuminata e costretta a rivolgersi sempre verso il sole di Mercurio, in modo speciale per quanto concerne il suo bordo ovest.

Ad ogni modo si conclude che l'osservazione di Mercurio al mattino ed in modo speciale nel periodo preinvernale é molto più consigliabile, per il fatto che l'immagine é più nitida e per di più essa può esser seguita anche in pieno giorno. L'immagine resta più perfetta anche per il fatto che Mercurio nel suo cammino apparente giornaliero si eleva considerevolmente dall'orizzonte sensibile, attraversando cosí i raggi che provengono dalla sua superficie una zona d'atmosfera terrestre meno spessa e molto più pulita.

---

[1]) Confronta: «Orion» N° 75 pag. 32-41. [2]) Confronta: Bollettino della Società astronomica ticinese pag. 18-24, anno I, 1961.

RESUME

L'auteur relate :

1) une observation du cirque *Gassendi* exécutée le 21 septembre 1961 au moyen d'un télescope de 180 mm muni d'un oculaire de 7,5 mm et d'une lentille de Barlow, l'ensemble donnant un grossissement de 390 fois. Le cirque présentait un double pic central, et derrière le pic Nord se trouvait encore une troisième petite pointe émergeant de l'ombre. Deux petits cratères se remarquaient au Sud-Est.

A noter encore sur le dessin (figure 1) le bras pratiquement rectiligne s'étendant vers le Sud-Ouest, et les deux cassures au Nord qui entaillaient profondément le mur extérieur.

2) Une observation de *Mercure* (figures 2 et 3) réalisée au moyen du même instrument muni d'un grossissement de 195 fois, le 16 novembre 1961.

L'auteur a pu reconnaître sur la surface de la planète les configurations dénommées Horarum Vallis et Sinus Iovis par Antoniadi. Elles paraissaient cependant s'être déplacées vers le Nord et l'Ouest, en raison sans doute de la libration et de la nutation de la planète.

En conclusion, l'auteur recommande l'observation de Mercure le matin, en automne.

PD. Dr. RUDOLF VON FELLENBERG

(1874 – 1962)

Am 12. April 1962 verschied in Bern in hohem Alter Dr. med. Rudolf von Fellenberg, Gründer, erster Präsident und Ehrenmitglied der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft. Er war ein treues Mitglied der Astronomischen Gesellschaft Bern, und seine stille, vornehme und doch initiative Persönlichkeit verschaffte unserer Vereinigung grosses Ansehen, zumal Dr. von Fellenberg auch in der Oeffentlichkeit viele Jahre als Mitglied des Stadtrates (den er auch präsidierte) und des Grossen Burgerrates wirkte.

Dr. Rudolf von FELLENBERG

Seine astronomischen Interessen waren weit gespannt, von der Geschichte unserer Wissenschaft bis zum Selbstbau einfacher astronomischer Modelle und Instrumente. Die Berner Astronomische Gesellschaft präsidierte er von 1938 bis 1940; in dieser Zeit verwirklichte er den lange gehegten Wunsch nach Gründung einer Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft. Allerdings geriet diese wegen des Kriegsausbruchs gleich in grosse Schwierigkeiten. Doch von Fellenberg konnte seinen Beruf als Geburtshelfer auch hier nicht verleugnen. Er stand dem neugeborenen Kinde bei, bis er es wohlgemut andern Händen zur Förderung anvertrauen konnte, und er hat sich im stillen über dessen kräftige Weiterentwicklung sehr gefreut. An der vierten Generalversammlung in Lausanne, 1945, wurde R. von Fellenberg zum ersten Ehrenmitglied der SAG gewählt.

Krankheit und die Beschwerden des Alters haben ihn seit mehreren Jahren verhindert, an den Versammlungen unserer Gesellschaft teilzunehmen, sodass nur ein relativ kleiner Teil unserer heutigen Mitglieder ihn noch persönlich gekannt hat. Doch sind wir alle dem Gründer der SAG zu Dank verpflichtet. Heute wird unsere Gesellschaft sehr oft als selbstverständliche Institution hingenommen, und man vergisst allzu leicht, dass an ihrer Wiege Männer standen, die den Idealismus aufbrachten, auch ausserhalb ihres Berufes der Menschheit zu dienen, durch Förderung der Verbreitung kulturellen Gedankengutes im weitesten Sinne und der Astronomie im besonderen. Diese hohe Gesinnung findet man bezeichnenderweise nicht selten bei Aerzten, die damit der geistigen Gesunderhaltung der Menschen dienen wollen. Ein solcher Arzt und Helfer war Rudolf von Fellenberg.

M. Schürer

PD. Dr. phil. MAX DE SAUSSURE

(1901 – 1962)

In einem Solothurner Spital verschied am 20. März 1962 Privatdozent Dr. M. de Saussure, nach längerer, mit grosser Geduld ertragener Krankheit. Noch in den letzten Tagen seines Lebens vermochte indessen sein heimtückisches Leiden nicht seinen stets regen Forschergeist zu brechen, musste ihm doch seine Frau, noch kurz vor seinem Ableben astronomische Artikel vorlesen.

Der Verstorbene war ein direkter Nachkomme des berühmten Genfer Naturforschers Horace-Bénédict de Saussure (1740 - 1799), eines hervorragenden Geologen und Meteorologen und Erfinders des Haarhygrometers, sowie von Nicolas-Théodore de Saussure (1767-1845), dem Mineralogen und Pflanzenphysiologen.

Dr. Max de Saussure wurde am 9. September 1901 in Genf geboren, wo er bis zu seinem 12. Altersjahr blieb. Die Familie übersiedelte alsdann nach Bern, wo er das Gymnasium bis zur Matura besuchte. Hierauf immatrikulierte er sich vorerst in Bern, später in Basel, wo er auch zum Dr. phil. promovierte. (Dissertation: Die Helligkeiten des Erdschattens auf dem verfinsterten Mond). 1939 wurde Dr. M. de Saussure

Dr. Max de SAUSSURE

zum Privatdozenten für Astronomie an der Universität Neuchâtel ernannt. (Inaugural-Vorlesung: Les méthodes de la photométrie photographique stellaire.) In Pierre-à-Bot ob Neuchâtel gründete er eine Station für Astrophysik, wo er mehr als zehn Jahre arbeitete. (Siehe «Orion» N° 40, S. 119 (1953).

Im Jahre 1953 übersiedelte er nach Leubringen ob Biel, wo er besonders gute Beobachtungsbedingungen fand. Mit grosser Hingabe dozierte er an der Volkshochschule in Biel und im Jura, stets darauf bedacht, der Sternkunde neue Freunde zu gewinnen. 1956 wurde er auch von der Universität Genf zum Privatdozenten für Astronomie ernannt.

Eine besondere Freude war es jeweils für ihn, eigene Sonnenfinsternis-Expeditionen durchzuführen. 1927 England, 1936 Griechenland, 1954 Schweden, 1959 Kanarische Inseln und 1961 San Remo, Italien.

Ueber die letzteren beiden erschienen Berichte im «Orion» mit vortrefflichen selbst gewonnenen Korona-Aufnahmen, In den letzten zwei Jahren befasste sich der Verstorbene hauptsächlich mit Problemen der Nutzbarmachung der Sonnenenergie, wozu er, aus einfachsten Mitteln, einen Sonnenboiler konstruierte. – Durch den unerwarteten Hinschied von Dr. M. de Saussure hat die Redaktion unserer Zeitschrift leider allzu früh einen sehr aktiven Mitarbeiter am deutschen und französischen Teil verloren. Mögen sowohl seine zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten als auch seine ausgedehnte volksbildnerische Tätigkeit weitere Früchte tragen.

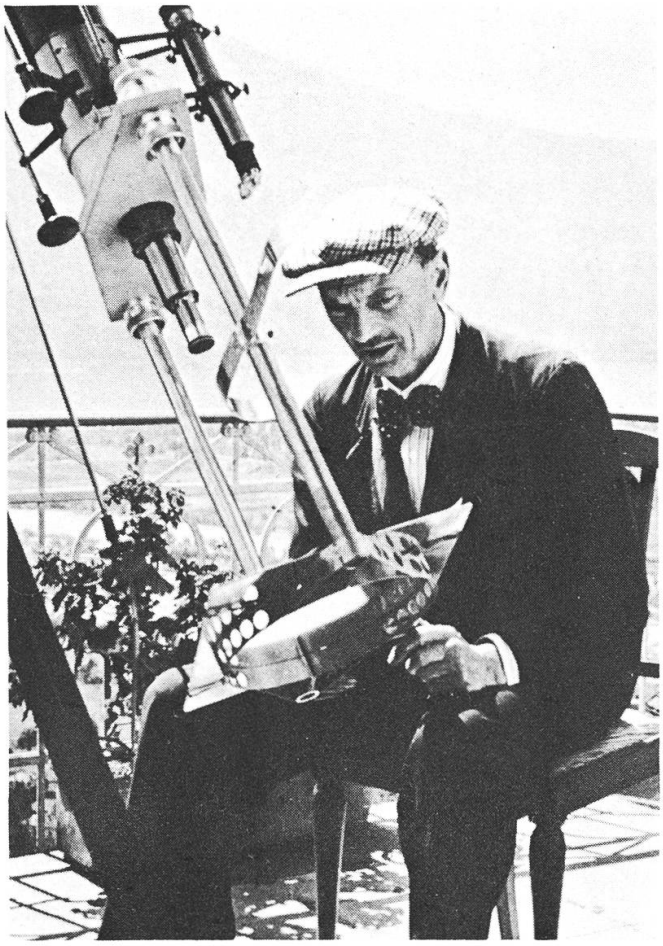
R. A. Naef

KARL RAPP

(1882 – 1962)

Am 27. Mai 1962 starb in Locarno-Monti (Tessin) in seinem 80. Lebensjahr Ingenieur Karl Rapp, langjähriges Mitglied der SAG.

Die Daten seines äusseren Lebenslaufes waren die folgenden: Geboren am 27. September 1882 in Ehingen an der Donau als Sohn eines Zeichenlehrers. Gymnasium im Heimatort. Kurze Mechanikerlehre in Reutlingen, anschliessend Besuch der Maschinenbauschule in Stuttgart. Früher Tod der Eltern. 1905-1910 Ingenieur in den Daimler-Werken, dann 1912 in der Firma Züst in Mailand. Rückkehr nach Deutschland und Gründung der Rapp-Motorenwerke in München, aus denen später die Bayerischen Motorenwerke hervorgingen. Die Rapp-Motoren, mit denen im ersten Weltkriege die österreichischen Flugzeuge ausgerüstet waren, galten als sehr leistungsfähig. 1923 siedelte Karl Rapp endgültig in die Schweiz über. Zwölf Jahre lang war er Chefkonstrukteur der Berna-Werke in Olten. Mit 53 Jahren zog er sich aus dem Erwerbsleben zurück und lebte bis zu seinem Tode in Monti della Trinità ob Locarno.



Karl RAPP

Karl Rapp war nicht nur ein hervorragender Ingenieur. Vielseitig begabt und an allem interessiert hatte er bemerkenswerte Kenntnisse auf fast allen Gebieten der Naturwissenschaft, der Philosophie, der Kunstgeschichte und der Musik. Er musizierte und malte selber. Einer seiner engsten Freunde war der bekannte deutsche Expressionist, Prof. Otto Dill, mit dem er grössere Reisen in den Orient unternahm, von denen er im Alter immer wieder erzählte.

Das Gebiet, das ihn jedoch in den letzten zwei Jahrzehnten seines Lebens am meisten interessierte und in Anspruch nahm, war die Astronomie. Er baute sich selber ein Spiegelteleskop, mit dem er nicht nur mannigfache Beobachtungen anstellte, er zeichnete sie auch mit grosser Gewissenhaftigkeit auf. Prof. Dr. William Brunner, der langjährige Leiter der Eidg. Sternwarte in Zürich, veranlasste ihn dann, als Ergänzung zu der Zürcher Station, im sonnenscheinreichen Tessin systematisch Sonnenflecken zu beobachten. Später erwarb Karl Rapp einen

leistungsfähigen Merz-Refraktor, der mit einem Zusatzgerät ausgerüstet, auch die Beobachtung von Sonnenprotuberanzen ermöglichte. Während vieler Jahre hat er dann mit vorbildlicher Einsatzbereitschaft und Treue für die Eidg. Sternwarte gearbeitet, bis sein immer schlechter werdendes Augenlicht ihm Einhalt gebot. Durch diese langjährige aufopferungsvolle Arbeit wurde jedoch gezeigt, wie günstig die klimatischen und atmosphärischen Verhältnisse für Sonnenbeobachtungen am Alpensüdfuss tatsächlich sind. Der Bau eines Sonnenobservatoriums der Eidg. Technischen Hochschule auf dem Gelände des meteorologischen Institutes in Monti della Trinità im Jahre 1957 war für Karl Rapp wohl die schönste Anerkennung seiner für die schweizerische Sonnenforschung geleisteten Arbeit.

Der Verstorbene war auch während vieler Jahre geschätzter Mitarbeiter an unserer Zeitschrift «Orion».

Karl Rapp, ausgezeichnet durch einen lebendigen Geist, Güte und Humor, wird all denen, die mit ihm in Berührung kamen, in ebenso liebevoller wie lebhafter Erinnerung bleiben.

J. C. Thams

LISTE DE SIGNAUX HORAIRES

(Extrait de l'Annuaire du Bureau des Longitudes 1962)

1) Emissions continues de fréquence étalons et de signaux horaires

HBN Neuchâtel sur 5 MHz. Emission pendant les minutes 5 à 10, 15 à 20, etc.

MSF Rugby sur 2,5, 5 et 10 MHz. Tops sec pendant les minutes: 0 à 10, 20 à 25, 30 à 40 et 45 à 55.

IBF Turin sur 5 MHz. Tops sec pendant les minutes: 0 à 5, 10 à 15 et 20 à 25.

OMA Prague sur 2,5 MHz. Tops sec pendant les minutes: 5 à 15, 25 à 30, 35 à 40 et 50 à 60.

NBA Balboa piloté par Washington. 500 kW (!) sur 18 kHz = 16 667 m, émission continue de la minute 15 à 60.

RWM Moscou sur 5 MHz de 5 h 55 à 9 h 06 et de 17 h 55 à 1 h 06 HEC
sur 10 MHz de 1 h 55 à 5 h 06 et de 13 h 55 à 17 h 06
sur 15 MHz de 9 h 25 à 13 h 06

2) *Emissions à heures fixes (HEC)*

HBB Muenchenbuchsee, piloté par Neuchâtel, 3123,37 m (96,05 kHz)
de 9 h 10 à 9 h 15

FTA_{91} Ste-Assise, 3291 m (91,15 kHz)
8 h 55 à 9 h 06, 9 h 55 à 10 h 06, 10 h 25 à 10 h 36, 13 h 55 à 14 h 06, 20 h 55 à 21 h 06, 21 h 55 à 22 h 06, 23 h 25 à 23 h 36

FTK_{77} Pontoise, 27,84 m (10,775 MHz)
8 h 55 à 9 h 06 et 20 h 55 à 21 h 06

FTH_{42} Pontoise, 40,39 m (7,428 MHz)
9 h 55 à 10 h 00 et 21 h 55 à 22 h 06

FTN_{87} Pontoise, 21,62 m (13,873 MHz)
10 h 25 à 10 h 36, 13 h 55 à 14 h 06 et 23 h 25 à 23 h 36

Piloté par Paris

NSS Annapolis, piloté par Washington, 13.29 m, 17,59 m, 22,10 m, 31,83 m et 51,11 m.
Ondes longues : 2460 m ou 1852 m.
0 h 55 à 1 h 00, idem à 3 h, 7 h, 9 h, 13 h, 15 h, 19 h, 21 h.

RWM Moscou (tops sec suivis de signaux rythmés 61 / 60
Emission sur une ou plusieurs des longueurs d'onde ci-après, suivant l'heure et la saison :
15,0 m, 20,0 m, 30,0 m, et 60,0 m
0 h 55 à 1 h 06, idem à 3 h, 7 h et toutes les heures impaires à partir de 11 h.

DAM Norddeich, piloté par Hambourg. Signaux ONOGO et tops sec. Emission sur une des longueurs d'onde suivant la saison et l'heure :
23,50 m, 34,73 m, 46,33 m et 70,34 m.
0 h 55 à 1 h 06 et idem à 13 h.

DCF_{77} Mainflingen, piloté par P. T. B. Braunschweig. 3870,97 m (77,5 kHz)
8 h 28 à 8 h 35, 11 h 28 à 11 h 35, 20 h 11 à 20 h 29, 20 h 41 à 20 h 59 et les minutes 57 à 59 de chaque heure de 21 h 57 à 2 h 59.

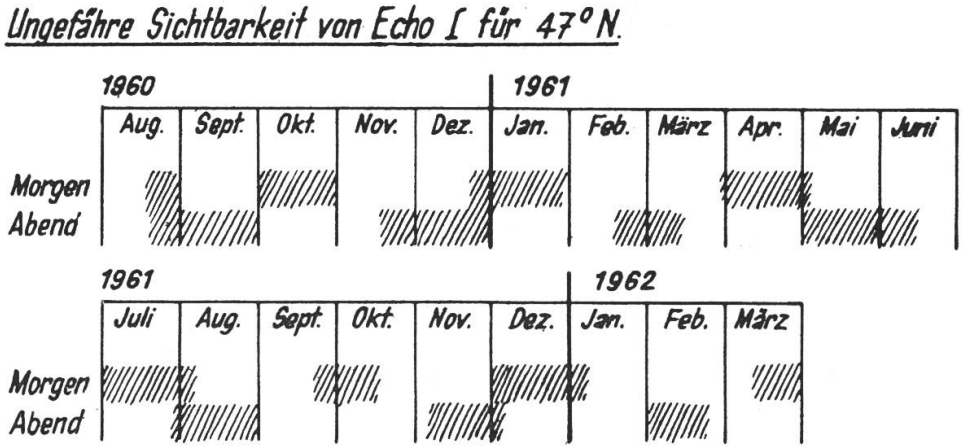
Observatoire de Neuchâtel, mai 1962.

DIE SICHTBARKEIT DES SATELLITEN ECHO I

Von H. B. WACKERNAGEL, Colorado Springs (USA)

Echo I, welcher am 12. August 1960 in seine Bahn gebracht wurde, ist wohl der am häufigsten beobachtete künstliche Erdsatellit. Der Grund dafür ist seine beachtliche Helligkeit: Recht häufig erscheint er als Objekt der ersten Grössenklasse und ist somit von blossem Auge auch unter nicht idealen Umständen zu sehen.

Schon mancher wird sich gewundert haben, wie es denn kommt, dass der Satellit zu gewissen Zeiten sichtbar ist, zu andern jedoch nicht. Von Bedeutung für den Beobachter ist natürlich die Frage, ob und wie die Sichtbarkeitsperioden vorhergesagt werden können. Wenn man eine genaue Antwort erwartet, so muss man umfangreiche Berechnungen auf einer elektronischen Rechenmaschine anstellen, weil die Verhältnisse recht kompliziert und verwickelt sind. Im Prinzip ist es durchaus möglich, die Berechnungen auch mit Hilfe einer Tischrechenmaschine durchzuführen; dieses Verfahren ist jedoch derart zeitraubend, dass man nie rechtzeitig mit der Rechnung fertig sein würde. Der Vorteil der elektronischen Maschinen ist einzig der, dass sie wesentlich schneller arbeiten und das Resultat in wenigen Sekunden oder Minuten (statt in Tagen und Wochen) liefern.



Die Sichtbarkeit von Satelliten ist von der geographischen Breite des Beobachters abhängig. Im folgenden wollen wir die Betrachtungen auf mittlere nördliche Breiten beschränken. Im Falle des Satelliten Echo I, dessen Bahnneigung ungefähr 47° beträgt, bedeutet das, dass wir das Bahnstück in der Umgebung des nördlichen Punktes betrachten.

Mit optischen Mitteln ist ein Satellit dann zu sehen, wenn der Beobachter Nacht (oder wenigstens Dämmerung) hat und der Satellit noch von der Sonne beleuchtet ist. Geometrisch kann man das so formulieren: Wir konstruieren einen Zylinder, dessen Radius gleich dem Erdradius ist und dessen Achse durch die Sonne geht. Dieser Zylinder berührt die Erde an der Grenze zwischen Tag und Nacht. Nun betrachten wir die Bahn des Erdsatelliten. Es können zwei Fälle eintreten: Recht häufig schneidet der Zylinder die Satellitenbahn und es gibt Bahnstücke, die innerhalb und solche die ausserhalb des Zylinders liegen. Mitunter tritt auch die Situation ein, dass die Satellitenbahn den Zylinder meidet und gänzlich ausserhalb liegt. (Für viele Satelliten tritt dieser Fall nie ein. Für ausgesuchte Satelliten, die absichtlich auf eine derartige Bahn gebracht wurden, kann dies während langer Zeit zutreffen.) Die Bahnstücke im Innern des Zylinders sind optisch nicht sichtbar, denn entweder sind Beobachter und Satellit von der Sonne beleuchtet oder sie befinden sich beide gleichzeitig im Erdschatten. Die Bahnstücke ausserhalb des Zylinders jedoch sind optisch beobachtbar. Liegt die Bahn gänzlich ausserhalb des Zylinders, so ist die gesamte Bahn optischen Mitteln zugänglich.

Es dürfte schon aufgefallen sein, dass es Sichtbarkeitsperioden in der Abenddämmerung und in der Morgendämmerung gibt. Mitunter kommt es vor – besonders im Sommer wenn die Nächte kurz sind – dass die beiden Sichtbarkeitsperioden zusammenstossen und Echo I die ganze Nacht überall jedesmal wenn er vorbeikommt zu sehen ist.

Der Satellit ist in der Abenddämmerung sichtbar, wenn die Rektaszension des aufsteigenden Knotens der Bahn ungefähr mit der Sonne übereinstimmt. Im Falle von Sichtbarkeit in der Morgendämmerung sind die beiden Rektaszensionen ungefähr um 180° verschieden. Diese Regel gilt für das Bahnstück in der Umgebung des nördlichsten Punktes; sie trifft also für Beobachter in der Schweiz zu, die nach Echo I Ausschau halten. Für das Bahnstück um den südlichsten Punkt hat man die Regel umzukehren. Am Aequator ist der Satellit am Abend zu beobachten, wenn die Rektaszension des Knotens ungefähr um 90° grösser ist, und am Morgen, wenn die Rektaszension des Knotens ungefähr um 90° kleiner ist als die der Sonne. (Diese Regeln gelten nur dann, wenn man eine Anzahl vereinfachender Annahmen trifft.)

Wir haben also gesehen, dass die Sichtbarkeit von der Differenz der Rektaszensionen der Sonne und des aufsteigenden Knotens abhängig ist. Die Rektaszension der Sonne nimmt pro Tag im Durchschnitt nicht

ganz ein Grad zu (360° in einem Jahr), während die Rektaszension des Knotens von Echo I zur Zeit pro Tag ungefähr um 3,° 2 abnimmt (früher war es etwas weniger). Die Differenz wächst also etwa um 4,° 2 pro Tag oder um 360° in etwa 85 Tagen. Alle 85 Tage wiederholen sich also die Verhältnisse mit je einer Sichtbarkeitsperiode am Abend und einer am Morgen.

In der Figur sind durch Schraffur die ungefähren Sichtbarkeitsperioden von Echo I für mittlere nördliche Breiten angegeben. Die Länge der jeweiligen Sichtbarkeitsperiode hängt von einer Anzahl Umstände ab, die wir bisher nicht in Betracht gezogen haben, wie z. B. die Jahreszeit, die jeweilige Bahnexzentrizität, etc. Anhand der Figur kann man sich vergewissern, dass sich die Verhältnisse nicht ganz alle drei Monate ungefähr wiederholen.

(Eingegangen Juni 1962.)

ZUR PHOTOGRAPHIE DER HALO-ERSCHEINUNGEN

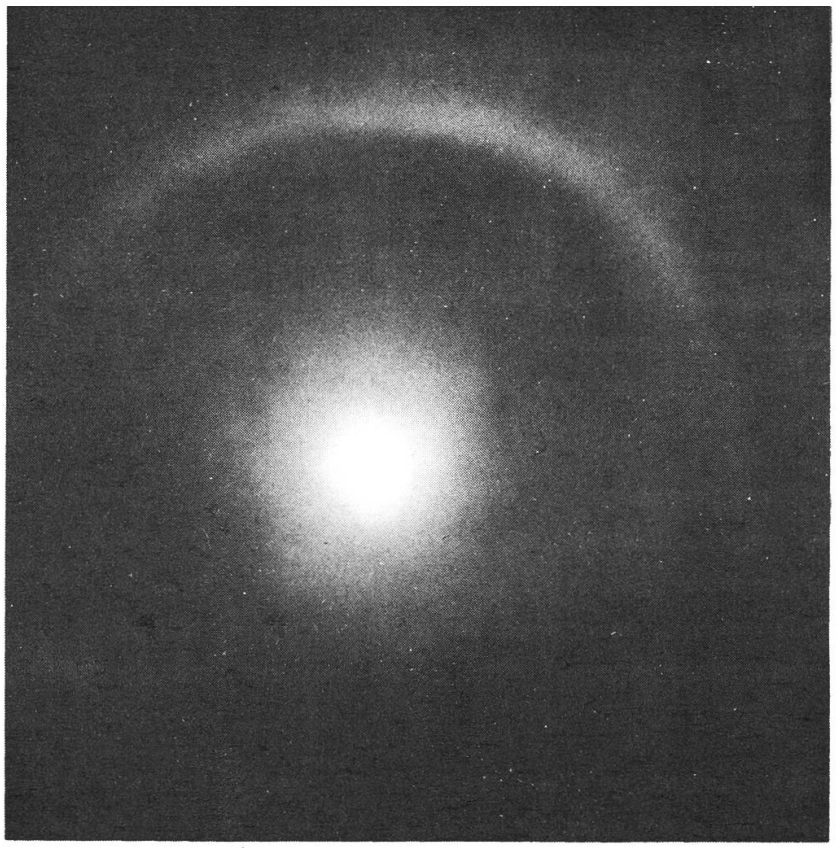
Von F. FREY, Linthal

Die Halos, obwohl sie am Himmel zu sehen sind, gehören nicht ins Gebiet der Astronomie, aber es sind neben Meteorologen vor allem Astronomen und Astro-Amateure, die sich mit ihnen befassen.

Aus diesem Grunde dürften einige Angaben über diese Erscheinungen und Winke zum Photographieren derselben von Interesse sein.

Es berührt uns sonderbar: Viele Liebhaber-Astronomen sehen nachts den Himmel an, tagsüber aber nie. Die Halos sind indessen eine Zierde des Tag-Himmels und bei Mondschein auch des Nacht-Himmels und werden auch heute noch vielfach falsch gedeutet.

Vor rund 40 Jahren führte mich unser verehrter Astro-Senior, der Zodiakallichtforscher Dr. Friedrich Schmid in dieses Gebiet ein. Wir wanderten durch St. Gallen und plötzlich sagte Dr. Schmid: « Sehen Sie diese schöne Nebensonne? » Mir war das Bild neu, aber seit jenem Tag befasste ich mich mit den Halos und seit einigen Jahren stelle ich Farb-Aufnahmen her.



Die Halos, die schönen und oft sehr imposanten Ringe um die Sonne oder den Mond, entstehen in den oberen atmosphärischen Schichten. Sie bilden sich beim Vorhandensein von Eiskristallen gewisser Grössen und Formen, durch Lichtbrechung an diesen Kristallen des Zirro-Stratus-gewölkes oder -Schleiers.

Am häufigsten – einige Male im Jahr – vor allem im Frühling, sind die Sonnenringe von 22° Radius zu sehen. Sie zeigen nach innen einen rötlichbraunen Saum und sind auffallend und beachtenswert. Dieselben Ringe, aber weisslich, können auch den Mond umgeben.

Sehr häufig sind am Ring, auf gleicher Höhe wie die Sonne, die Nebensonnen zu sehen. Sie sind auffallend hell und häufig auch farbig (Spektralfarben). Oft zeigen sie einen Schweif nach aussen. Nebst den 22°-Ringen kennen wir die grossen Ringe von 46° Radius. Während wir die 22°-Ringe häufig als vollständige Kreise sehen, erscheinen die grossen Ringe nur teilweise, sind aber in den Farben augenfällig.

Ausserdem gibt es verschiedene Arten von Berührungsbogen. Besonders intensiv gefärbt sind die Berührungsbogen der grossen Halos an ihrem Oberrand mit dem darüberliegenden Berührungsbogen.

Sie zeigen die schönsten Spektralfarben und wirken überraschend. Als ich vor einigen Jahren eine solche Berührung photographierte und einige Knaben, die an mir vorbeizogen, darauf aufmerksam machte, riefen sie erstaunt: « Lueg emal da, de reinste Rägeboge! »

Die schöneren Halos sollten photographisch, vor allem farbphotographisch festgehalten werden.

Aber wie? Es taugt jedes Photo-Objektiv dazu. Für die Aufnahme des 22° - Ringes sind weitwinklige Objektive von ca. 75° besonders wertvoll, da sie den ganzen Ring aufnehmen. Für kleinere Halos und Nebensonnen, sind Tele-Objektive zu empfehlen. Wie sind die Halos zu belichten? Möglichst kurz! Bei meinen Farbaufnahmen mit Film 18° DIN (Ektachrom - Professional oder je nach Apparat Agfacolor) blende ich auf F 22 ab und stelle den Verschluss auf 1/300 Sek. oder 1/500 Sek. ein. Diese Belichtung genügt und zeigt die Farben am deutlichsten.

Hoffentlich nimmt auch in der Schweiz die Zahl der Halo-Beobachter zu.

Es sei noch auf die Halo-Literatur hingewiesen:

1. PERNTNER-EXNER: Meteorologische Optik.
2. R. MEYER: Die Halo-Erscheinungen.
3. K. RAPP: Die Farben der Himmelserscheinungen und ihr innerer Zusammenhang. «Orion», N° 32, S. 274 (1951).

LA XXe ASSEMBLEE GENERALE DE LA S.A.S. A GENEVE, LES 26 ET 27 MAI 1962

Malgré sa position excentrique, il est avéré que Genève attire les astronomes amateurs de Suisse, puisque plus de 100 personnes étaient présentes le samedi à l'Assemblée, et près de 150 le dimanche pour la visite du CERN.

Le travail commença samedi à 15 h 30 par une réunion du Comité et des délégués dans les nouveaux locaux de l'Institut National genevois

à la Promenade du Pin, locaux qui n'ont pas encore été inaugurés, et que la S. A. S. avait ainsi l'honneur d'utiliser pour la première fois. Cette réunion fut suivie à 16 h 45 par l'Assemblée Générale, dirigée par notre Président, Monsieur F. Egger.

Les rapports du Président, du Secrétaire général et du Trésorier furent acceptés sans opposition, et avec des remerciements bien mérités. Nous y avons appris que notre société s'agrandit sans cesse, le nombre de ses membres approchant aujourd'hui de 1600. Trois nouveaux groupements se sont inscrits durant l'année: ceux de La Chaux-de-Fonds et de Glaris, et une deuxième société à Zurich: «l'Astronomische Vereinigung Zürich».

La situation des finances est saine, mais le numéro spécial, dont la sortie est prévue pour cet automne, va évidemment réduire fortement la petite réserve que la SAS avait réussi à amasser. On espère que le développement des annonces dans le bulletin, et une éventuelle subvention, suffiront à boucher le trou.

La société a eu le malheur de perdre durant l'année plusieurs membres éminents, notamment Monsieur le Dr de Fellenberg, son fondateur et président d'honneur, et Monsieur de Saussure, qui collabora fréquemment à «Orion».

On passa ensuite à l'examen des nouveaux statuts, qui furent admis assez rapidement; nous n'aurons donc plus désormais qu'une assemblée administrative tous les deux ans, l'assemblée des délégués étant d'autre part supprimée et remplacée par un comité agrandi, dans lequel entreront des représentants de la plupart des sociétés locales. Dans ce comité, un Bureau, composé du Président, des vice-présidents, du Secrétaire général, du Trésorier et des rédacteurs, s'occupera des affaires courantes. Nous pourrons ainsi, au moins une année sur deux, nous occuper davantage d'astronomie, ce qui était bien le vœu de chacun.

Pour terminer, le Président propose à l'Assemblée la nomination de Monsieur le Dr Schmid au titre de membre d'honneur, proposition acceptée par acclamations.

Nous eûmes ensuite le plaisir d'écouter la conférence que nous présenta Monsieur le Professeur Delhaye, de Besençon, sur «La cinématique stellaire et l'étude de la structure et de l'évolution de la Galaxie». Nous ne la résumerons point ici, puisque nous aurons le plaisir de la publier dans le prochain numéro d'«Orion», mais nous

tenons à remercier Monsieur le Professeur Delhaye d'avoir bien voulu traiter devant nous un sujet aussi passionnant avec une telle simplicité et une telle clarté.

Un bus transporta alors tous les participants au restaurant de l'Arquebuse, où, dans une «Salle des rois» quelque peu anachronique se déroula un dîner dont les hôtes d'honneur étaient Monsieur le Conseiller d'Etat Chavannes, Président du Département de l'instruction publique, Monsieur Thévoz, secrétaire municipal, Messieurs les Professeurs Golay, Delhaye et Jentzer, ce dernier Président de l'Institut National, et Monsieur le Dr Olivier.

Au dessert, après que le président Egger eût salué nos invités Monsieur le Président Chavannes, dans un discours fort spirituel, lut et commenta quelques pages de la préface d'un livre d'astronomie de Lalande, puis Monsieur le Professeur Jentzer et le Dr Olivier nous dirent toute leur admiration pour l'astronomie et les astronomes amateurs.

La soirée se termina par des communications fort appréciées, et agrémentées de belles projections, mais interrompues malheureusement par l'heure tardive, due à une organisation «gastronomique», si l'on ose dire, quelque peu défectueuse et au sujet de laquelle nous préférons ne pas nous étendre...

Le lendemain dimanche, les congressistes, renforcés par de nombreux nouveaux arrivants, se retrouvaient au CERN, dont la visite, fort intéressante, fut précédée d'un exposé sur l'organisation de ce centre et sur le travail qui s'y effectue, ainsi que d'un film.

L'après-midi, le service à l'Arquebuse ayant été heureusement un peu plus rapide que la veille, nous pûmes monter à l'heure dans les cars qui nous menèrent au Salève, où un rayon de soleil voulut bien nous accueillir, et nous dévoiler une vue somme toute assez découverte, sauf, hélas, en direction de la chaîne du Mont Blanc.

Et c'est sur cette excursion que se terminèrent ces deux belles journées, dont chaque participant gardera le meilleur souvenir.

E. A.

COMPOSITION ACTUELLE DU COMITE SAS

élu par l'Assemblée Générale du 26 mai 1962:
Président: F. EGGER, Neuchâtel

Vice-présidents: E. Antonini, Genève; Dr. R. Stettler, Berne
Secrétaire général: H. Rohr, Schaffhouse
Trésorier: M. Bührer, Neuhausen
Rédacteurs: R. A. Naef, Meilen et E. Antonini, Genève
Membres: E. Bazzi, Guarda; G. Bickel, Arbon; W. Bohnenblust, Baden; S. Cortesi, Locarno; G. Goy, Genève; Prof. M. Golay*, Genève; E. Greuter, Herisau; G. Klaus, Grenchen; Dr. E. Leutenegger*, Frauenfeld; M. Marguerat, Lausanne; Dr. E. Roth; Lucerne; Prof. M. Schürer*, Berne; Dr. U. Steinlin, Bâle.
* anciens Présidents.

STEIGERUNG DER EMPFINDLICHKEIT PHOTOGRAPHISCHER PLATTEN DURCH TIEFKUEHLUNG

In jeder Platten- oder Filmpackung finden wir den Ratschlag «Kühl aufbewahren», der von jedem Photographen, also erst recht auch von Amateur-Astrophotographen beherzigt werden sollte. Versuche auf der Flagstaff-Sternwarte (U.S. Naval Observatory) ergaben wesentliche Vorteile bei der Verwendung gekühlter Platten, nämlich:

1. Erhöhung der Grenzhelligkeiten bei der Verwendung von Feinkornplatten oder -filmen, also der Empfindlichkeit des Photomaterials oder – was auf dasselbe hinausläuft – Kürzung der Belichtungszeit auf ein Drittel der mit ungekühlten Platten nötigen Expositionszeit,

2. Reduktion des Rauschspiegels bei elektronischen Photometern bei Verwendung von Feinkornmaterial,

3. Vermeidung von Fehlern, die sich bei der Messung von Schwärzungen aus Abweichungen vom sogenannten Reziprozitätsgesetz ergeben könnten.

Auch der Amateur-Astronom, dem ja meist beschränkte instrumentelle Mittel zur Verfügung stehen, wird eine Erhöhung der Empfindlichkeit des Aufnahmematerials nur begrüssen.

E. L.

Definitive Sonnenflecken-Relativzahlen 1961

(Eidg. Sternwarte, Zürich)

Januar	57.9	April	61.4	Juli	70.2	Oktober	37.7
Februar	46.1	Mai	51.0	August	55.8	November	32.6
März	53.0	Juni	77.4	September	63.6	Dezember	39.9

Jahresmittel: 53.9

Provisorische Sonnenflecken-Relativzahlen Januar - April 1962

(Eidg. Sternwarte, Zürich)

Tag	Januar	Februar	März	April
1.	27	73	74	37
2.	23	59	66	31
3.	17	57	58	30
4.	10	43	37	24
5.	17	39	15	27
6.	9	36	26	21
7.	10	30	28	23
8.	8	23	18	22
9.	8	15	15	15
10.	13	12	7	10
11.	7	10	0	21
12.	7	7	8	35
13.	12	7	12	55
14.	28	16	13	75
15.	20	18	22	84
16.	19	12	20	90
17.	16	28	28	86
18.	22	26	36	66
19.	29	28	61	71
20.	34	53	75	72
21.	42	65	86	75
22.	63	72	94	78
23.	82	108	84	75
24.	83	124	79	46
25.	88	103	74	36
26.	86	95	71	32
27.	92	108	48	32
28.	85	95	38	41
29.	66		37	44
30.	71		44	34
31.	70		38	

Monatsmittel: Jan. = 37.5; Febr. = 48.4; März 42.3; April = 46.3

M. Waldmeier

Automation in der Astronomie

Es ist bekannt, in wie grossem Masse die modernen elektronischen Rechenautomaten in der Wissenschaft fördernd wirken. Ein zweitägiges Symposium, das unter der Leitung von Prof. H. Siedentopf am 27. und 28. April 1962 in Tübingen stattfand, zeigte, wie gross der Anwendungsbereich der Automation und Digitalisation in der Astronomie bereits ist.

Die Nachführung grosser Fernrohre erfolgt schon seit längerer Zeit photoelektrisch und vollautomatisch. Bei der Photometrie werden die am Fernrohr gemessenen Intensitäten elektronisch so umgewandelt, dass sie auf Lochstreifen, Lochkarten oder Magnetbändern direkt den Rechenmaschinen zugeführt werden können. Das Ablesen und Aufschreiben von Ziffern, Auswerten von Diagrammen und das Uebertragen numerischer Resultate bleiben damit dem Astronomen erspart, womit manche Fehlerquellen vermieden werden.

Auch in der klassischen Astronomie finden automatische Messmethoden ihren Platz. So sind an verschiedenen Sternwarten vollautomatische Durchgangsinstrumente (z. B. Zenitteleskop und Astrolab in Neuchâtel, siehe «Orion» N° 73, 1961; photoelektrisches Mikrometer in Hamburg-Bergedorf) entwickelt worden und in Gebrauch. Das Ausmessen von Photoplatten (Astrometrie, Sternzählungen, Photometrie, etc.) mit ganz oder halb automatischen Auswertegeräten wird angesichts des Umfanges des Beobachtungsmaterials eine dringende Notwendigkeit.

Die Radioastronomie schliesslich ist ganz auf automatisierte Beobachtungsgeräte angewiesen, die in vielen Fällen die Messresultate direkt zahlenmässig (digital) liefern, in der Form, die von den Rechenautomaten verdaut werden kann.

Am Tübinger Symposium nahmen Astronomen aus den europäischen Ländern – auch aus der Schweiz – und den USA teil, und in den Vorträgen und Diskussionen wurde reger Gedankenaustausch gepflegt über einen Aspekt der astronomischen Forschung, dem immer grössere Bedeutung zukommen wird.

F. E.

Neuer 62" Reflektor

Das U. S. Naval Observatory Washington baut für seine Station in Flagstaff (Arizona) ein 150 cm-Teleskop, das u. a. für astrometrische

Arbeiten vorgesehen ist. Es wird die bisher unmögliche Bestimmung von Eigenbewegungen und Parallaxen von Sternen schwächer als 13.5^m erlauben, für welche die Refraktoren langer Brennweite zu wenig lichtstark und die Montierungen der grossen Reflektoren zu wenig präzis waren.

Der Hauptspiegel (Durchmesser 150 cm, Brennweite 15 m, Dicke 26 cm – aus vier Quarzplatten zusammengeschmolzen –, Gewicht 1,5 Tonnen) ist aus Quarzglas. Er ist zur Vermeidung von Verformungen in einer Zelle mit Druckluftausgleich gelagert. Der Sekundärspiegel (ebenfalls aus Quarz, Durchmesser 90 cm) ist plan und wirft das Licht zum durchbohrten Hauptspiegel zurück (abgewandelter Cassegrain).

Die Montierung ist vom Gabeltyp ähnlich dem 120" Lick-Reflektor. Das Instrument ist selbstverständlich, entsprechend den geforderten höchsten Ansprüchen, nach den modernsten Gesichtspunkten ausgelegt: automatische Einstellung und Nachführung, direkte Registrierung der Beobachtungsdaten, Wechselkassette etc. Es ist auch eine automatische Auswertemaschine für die Photoplatten vorgesehen.

(Referat von K. A. Strand in Tübingen, 27. April 1962.) F. E.

Internationales Jahr der ruhigen Sonne

Der «International Council of Scientific Unions» hat beschlossen, vom 1. April 1964 bis 31. Dezember 1965 ein internationales Jahr der ruhigen Sonne (International Year of the Quiet Sun, IQSY) zu organisieren. Das Internationale Geophysikalische Jahr (IGY, 1957/58) wurde bewusst während des Sonnenflecken-Maximums durchgeführt, während das IQSY in die Zeit des Sonnenflecken-Minimums (1964/65) gelegt wird. Während der IQSY werden Untersuchungen wiederholt, die schon im IGY durchgeführt wurden. Es sind bereits Programme vorgesehen für Forschungen auf folgenden Gebieten: Erdmagnetismus, Polarlichter und Nachthimmelsleuchten, Ionosphäre, Sonnentätigkeit, Kosmische Strahlung, Raumforschung und Meteorologie. Die Arbeiten, auf internationaler Basis, werden sich auf die Erfahrungen während der IGY stützen und von den inzwischen erfolgten Fortschritten in den Beobachtungsmethoden und Hilfsmitteln profitieren können.

(Chronique de l'Union Géodés. et Géophys. Intern. Feb. 1962.) F. E.

Die Zwerg-Galaxis im Sternbild des Drachen

In der lokalen Spiralnebelgruppe, zu der auch unser Milchstrassensystem und der bekannte grosse Andromedanebel M 31 gehören, befinden sich einige Zwergsysteme von denen NGC 205, der elliptische Begleiter von M 31, das hellste und meist bekannte System ist, neben andern Objekten im Löwen und Kleinen Bären. Baade hatte kurz vor seinem Tode, im Jahre 1960, noch einige dieser Systeme mit dem Palomar-5-Meter-Teleskop photographiert. Seine Mitarbeiterin, Henrietta H. Swope hat nun eine Analyse der Zwerg-Galaxis im Drachen, in welcher 260 Veränderliche gefunden wurden, veröffentlicht. Miss Swope hat an Hand von 116 photographischen Platten die Perioden von 138 Veränderlichen im zentralen Teil der Zwerg-Galaxis bestimmt, von denen 133 dem RR Lyrae-Typus mit Perioden um 0.6 Tage angehören. Unter der Voraussetzung, dass diese Sterne eine absolute Grösse von 0.5^m aufweisen, wäre die Entfernung dieser Galaxis auf 325 000 Lichtjahre (etwa ein Sechstel der Entfernung des Andromedanebels M 31) und deren Durchmesser auf etwa 4 500 Lichtjahre zu beziffern. Zwerg-Galaxien ähneln in mancher Beziehung den Kugelsternhaufen. Miss Swope glaubt, dass wegen der geringeren Dichte gegenüber den Kugelhaufen, die genannte Zwerg-Galaxis im Drachen eine langsamere Entwicklung der Sternbildung durchmacht.

(Sky and Telescope, Jan. 1962, Astronomical Journal, Sept. 1961)

R. A. N.

BEOBACHTER-ECKE

LA PAGE DE L'OBSERVATEUR

Besondere Himmelserscheinungen im Oktober-Dezember 1962

Der eilige, selten sichtbare *Planet Merkur* gelangt am 22. Oktober in eine grösste westliche Ausweichung von der Sonne von 18° und kann ab etwa 16. Oktober bis anfangs November am Morgen, ¾ Stunden vor Aufgang des Tagesgestirns während 2-3 Wochen aufgesucht werden.

Am 8. Oktober erreicht *Venus* am Abendhimmel ihren «grössten Glanz» von -4.3^m (ihre grösste östliche Elongation fällt auf anfangs September). Hernach verkürzt sich ihre Sichtbarkeitsdauer sehr rasch. Nach der unteren Konjunktion vom 12. November tritt der Planet bald als Morgenstern in Erscheinung und erreicht bereits am 19. Dezember wiederum seine grösste Helligkeit von -4.4^m.

Mars erscheint vorerst um Mitternacht; sein Aufgang verfrüht sich im Laufe des Herbstes allmählich. Vom 1. Oktober bis 31. Dezember 1962 verdoppelt sich sein scheinbarer Durchmesser nahezu; er wächst von 6.3" auf 11.9", sodass Fernrohrbeobachtungen lohnender werden. Die Helligkeit des Planeten nimmt von $+1.1^m$ auf -0.4^m zu.

Jupiter und *Saturn* stehen beide günstig am Abendhimmel. Im November und Dezember treten einige aussergewöhnliche Jupitertrabanten-Erscheinungen ein. Am 4. November ereignet sich die zweite Bedeckung von Saturn durch den Mond. Im Dezember halte man Ausschau nach den Geminiden-Sternschnuppen. – Einige hellere Veränderliche stehen in den Herbstmonaten günstig. – Einzelheiten über alle Erscheinungen im «Sternenhimmel 1962».

Helles Meteor

Herr Kurt Amrein, St. Gallen, teilt uns mit: Am Montag, 24. April 1962 hatte ich die Gelegenheit über der Stadt St. Gallen in nordöstlicher Richtung um 19 h 18 m ein sehr heller Meteor zu beobachten. Blaugrüner Schweif, Sichtbarkeitsdauer etwa 3 Sekunden.

Observations lunaires

Monsieur R. Estoppey, de Lausanne, nous écrit à propos des trois objets lunaires étudiés par M. Courvoisier (voir «Orion» N° 75): « Je ne les ai pas observés sur la Lune, mon instrument (Ø 20 cm) est actuellement hors service, mais j'ai regardé avec soin l'atlas du Professeur Kuiper qui nous montre, sous différents éclairages, des images telles qu'on peut en voir avec un instrument de 27 cm, dans d'excellentes conditions.

Cratère Beaumont: on ne peut pas dire qu'il y ait un pic central comme dans Tycho, Alphonse ou Copernic. Cependant, le fond de ce cratère montre une surface très accidentée. Il y a plusieurs petits sommets, peut-être sept, dont un près du centre, mais très petit par rapport aux remparts du cratère.

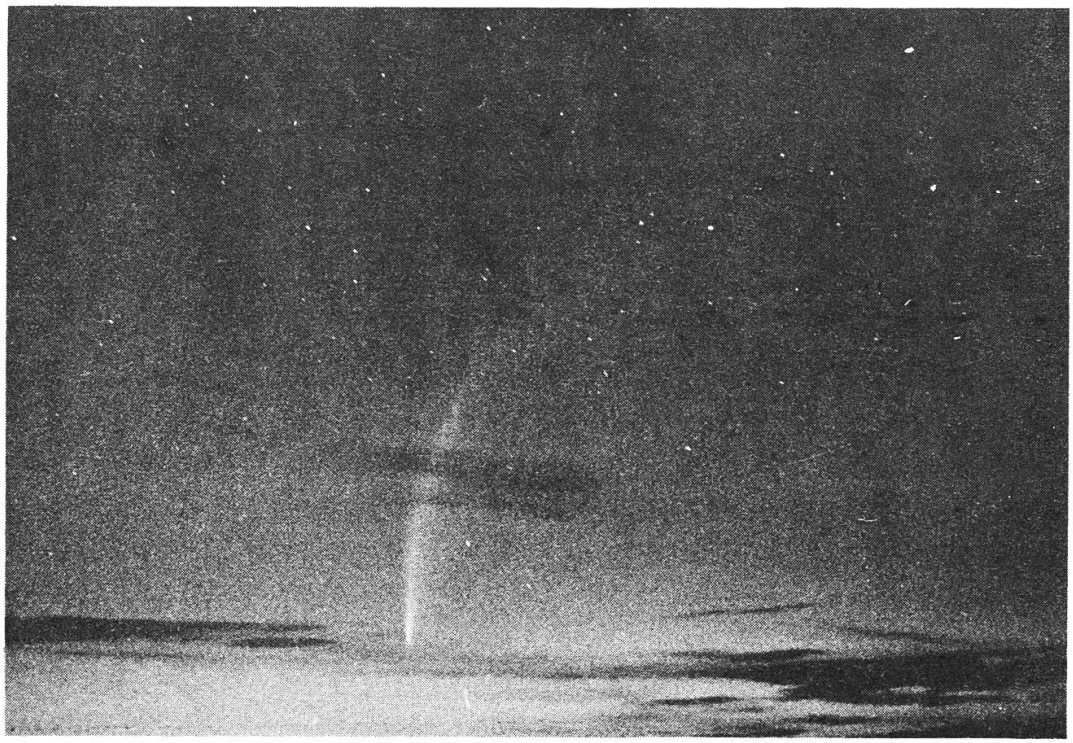
Cratère Bohnenberg: en effet, il y a un petit cratère sur l'arête ouest de Bohnenberg A; assez bien visible avec le soleil levant, alors qu'avec un soleil couchant il semblerait plutôt que l'arête considérée a été démolie sur environ 5,5 km.

Cratère Fracastor: l'objet en question, dénomé D par Wilkins, vu sous deux éclairages opposés, est sans aucun doute une belle vallée, d'environ 10 km de large et 20 km de long. Il y a bien un étranglement dans la moitié Sud, mais il est faible.»

Nous remercions M. Estoppey de sa communication, et attendons les opinions d'autres amateurs. Si, par ailleurs, on a d'autres énigmes lunaires à nous proposer, nous en serons enchanté.

Comète Seki - Lines :

M. Keller, de Genève, nous a transmis la belle photographie ci-jointe de cette comète, qui fut peu visible dans nos contrées, en raison du mauvais temps et de sa faible hauteur au-dessus de l'horizon.



Comète Seki - Lines. 7 avril 1962, 20 h 20. Photo de M. Keller, Genève.
Objectif: 2,8 - 50 mm. Film: Agfa-Record.

BUCHBESPRECHUNGEN – BIBLIOGRAPHIE

Stars and Stellar Systems *von Gerald P. Kuiper, Barbara M. Middlehurst The University of Chicago-Press.*

Vor kurzem sind Band I und VI dieser neun Bände umfassenden Serie erschienen. Das Werk, als «Kompendium der Astronomie», hat zum Ziel, die Astronomie und Astrophysik als Erfahrungswissenschaft, durchdrungen und beleuchtet von der Theorie, darzustellen. Die Beiträge in den verschiedenen Bänden sind von namhaften Fachleuten verfasst und behandeln sämtliche Gebiete der astronomischen Forschung: Beobachtungsinstrumente (Band I), Beobachtungsmethoden (Band II), Astronomische Tabellen (Band III), Sternhaufen und Doppelsterne (Band IV), Struktur der Milchstrasse (Band V), Sternatmosphären (Band VI), Interstellare Materie (Band VII), Sternaufbau (Band VIII) und Galaxien (Band IX).

Telescopes *von Gerald P. Kuiper, Barbara M. Middlehurst.* Vol. I. (1960 255 Seiten; Preis: $ 8.50).

Der erste Band der Serie behandelt in aller Ausführlichkeit die Beobachtungsinstrumente des Astronomen, und zwar in erster Linie von der praktischen Seite her. Die 12 Kapitel enthalten auch für den Amateur eine Unsumme von Informationen über die modernen Teleskope (Hale-Teleskop von I. S. Bowen, Lick 120" von W. W. Baustian), über Reflektoren im allgemeinen (A. B. Meinel) und Schmidt-Kameras (I. S. Bowen). Den Radio-Teleskopen (J. G. Bolton, F. D. Drake) ist viel Platz eingeräumt. Auch Spezialinstrumente werden beschrieben, wie z. B. Durchgangsinstrumente (C. B. Watts), Photographisches Zenit-Teleskop «PZT» (W. Markowitz) und das unpersönliche Astrolab (A. Danjon). Zwei sehr interessante Kapitel sind der Wahl von Beobachtungsorten und den atmosphärischen Sichtbedingungen gewidmet (J. Stock, G. Keller, A. B. Meinel) und in einem kurzen Abschnitt werden auch die Teleskop-Nachführungen behandelt (R. McMath, O. C. Mohler). Es versteht sich von selbst, dass das Buch mit ausgezeichneten Bildern ausgestattet ist.

«Telescopes» gibt dem Leser, auch wenn er nur bescheidene Englisch-Kenntnisse hat, ein faszinierendes Bild von der rastlosen Tätigkeit derjenigen, die den Astronomen ihre Werkzeuge herstellen und zeigt, wo Grenzen sind und wo noch Fortschritte erzielt werden können.

Astronomie. Einführung in ihre Grundlagen *von Prof. Otto Struve, unter Mitwirkung von Beverly Lynds und Helen Pillans. Deutsche Uebersetzung von Dr. Hans Klauder, der englischen Originalausgabe «Elementary Astronomy», 468 Seiten mit 296 Abbildungen, 1 Farbtafel und 4 Sternkarten. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin W 30, Ganzleinen DM 28.–.*

Der Autor, Professor der Astronomie an der University of California, heute Direktor des U. S. National Radio Observatory in Green Bank, West Virginia, hat ein Werk von besonderer Bedeutung geschaffen, das in der Literatur eine schon lange empfundene Lücke füllt.

Die «Astronomie» von Struve steht weit über dem Niveau einer allgemeinen, populären Sternkunde. Das neue Buch umfasst in 33 Hauptabschnitten alle Gebiete der Astronomie, wobei es dem Verfasser, einem der hervorragendsten Astronomen unserer Zeit, daran gelegen war, besonders auch die physikalischen Tatsachen, die in den verschiedenen Zweigen der modernen Forschung eine bedeutende Rolle spielen, in vermehrtem Masse, als dies sonst in ähnlichen Büchern geschieht, darzulegen und zu erläutern. Auf einen geschichtlichen Teil wurde bewusst verzichtet. Es dürfte vielleicht wünschenswert erscheinen – eine kleine Anregung für spätere Auflagen – den Abschnitt über Finsternisse etwas zu erweitern und auch Tafeln mit Angaben über Sonnen- und Mondfinsternisse der Zukunft beizulegen.

Das wertvolle, schön illustrierte Buch, das stellenweise etwelche mathematische Kenntnisse voraussetzt, gehört ins Bücherregal des Studierenden und darf auch in der Bibliothek der Mittelschulen nicht fehlen, denn es vermittelt dem Lehrer naturwissenschaftlicher Richtung Hinweise für den Unterricht.

Möge hier gleichzeitig der Wunsch ausgesprochen werden, das an den meisten Sekundar- und Mittelschulen leider oft sehr stiefmütterlich behandelte Fach Astronomie möge beim Erstellen neuer Lehrpläne vermehrt berücksichtigt werden, gilt es doch den heranwachsenden, jungen Generationen für die grossartigen Zusammenhänge im Kosmos die Augen zu öffnen!

Auch Vortragende an Volkshochschulen und ernsthafte, fortgeschrittene Sternfreunde können aus dem Werk reichen Nutzen ziehen.

R. A. N.

Kern & Co. AG Aarau
Werke für Präzisionsmechanik
und Optik

Kern SWISS

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

SPIEGELTELESKOPE

komplett oder teilweise wie folgt :

OPTISCHER TEIL
alle Typen, auch Spezialanfertigungen mit 75 - 313 mm Hauptspiegel - Durchmesser,
Spezialität : Maksutow-Type 150 mm und 300 mm Durchmesser, (Spiegel / Linsen - Kombination, d. h. sechsfache Verkürzung der Tubuslänge.

STATIVE
einfache Bauart bis ferngesteuerte Ausführung,
20 / 30 / 40 / 60 mm Achsen - Durchmesser

PARABOL - SPIEGEL und **MENISKUSLINSEN**
Spiegel : 75 - 313 mm Ø ; Linsen : 150 und 300 mm Ø

Kurze Lieferfrist und günstige Preise, da direkt vom Hersteller :
E. POPP, TELE-OPTIK, Luchswiesenstrasse 220 (Hochhaus)
Zürich 51 Telephon (051) 417506

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich !

MANUFACTURE
DES MONTRES ET
CHRONOMÈTRES

ULYSSE NARDIN

Fondée en 1846
8 Grands Prix
4056 Prix d'Observatoires

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

SPIEGELTELESKOPE

neue Ausführung auf hohen Holz-Stativen mit Equatorialkopf

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

REFRAKTOREN

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

Alle Modelle sofort greifbar, bis auf LN-6.

ANFRAGEN BITTE AN « ORION », POSTFACH 229, GENEVE

Demnächst erscheint: « **DER STERNENHIMMEL 1963** »

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

1963 ist wieder reich an aussergewöhnlichen Erscheinungen!

Ausführliche Angaben mit bildlichen Darstellungen über die Finsternisse des Jahres, darunter eine totale Sonnenfinsternis in den USA und Kanada und je eine in der Schweiz sichtbare partielle Mondfinsternis und Mond-Halbschattenfinsternis, es stellte sich erst nachträglich heraus, dass bei uns keine Bedeckung stattfindet, Sternbedeckungen, ferner zahlreiche Jupiter-Trabantenerscheinungen. Hinweise auf Kometen, Meteorströme u.a.m.
Astro-Kalender für jeden Tag des Jahres.
Wertvolle Angaben für Planetenbeobachter, Tafeln, Sonnen- und Mond-Auf- und Untergänge, Objekte-Verzeichnis.

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

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

Das unentbehrliche Hilfsmittel für den Sternfreund:

Die drehbare Sternkarte „SIRIUS“

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

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

Grosses Modell: (∅ 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. 38.50

Auf Wunsch Spezialdeckblätter für jede geographische Breite.
Die Beilagen sind auch einzeln zu folgenden Preisen erhältlich:
Erläuterungstext Fr. 3.—; Mondkarte Fr. 1.50; Sternkartenblätter Fr. —.15/2 Stück! Planetentafel Fr. —.50.

Zu beziehen direkt beim

VERLAG DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT BERN
(Vorauszahlungen auf Postcheckkonto Nr. III 1345)
oder durch die Buchhandlungen.

Vous serez secrètement fier de ce chronomètre automatique étanche

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

Garantie mondiale *Les montres Omega sont accompagnées d'une garantie intégrale valable une année et honorée par l'Omega World Service Organization dans 129 pays.*

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

Omega a la confiance du monde

J. A.
Genève

Monsieur Otto BARTH
Hans Hässigstrasse, 16
35 AARAU

ORION

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

Band / Tome **VII** Heft / Fascicule **3** **1962** Nummer / Numéro **77**

INHALT / *SOMMAIRE*

	Seite / *page*
Tammann G. A. : Die Dreifarbenphotometrie (1. Teil)	153
Keller M. et J.J. : Radioastronomie sur la fréquence de 20,2 Mhz	167
Leutenegger E. : Gegenseitige Verfinsterung der Jupiter-Trabanten	181
Eisemann K. : L'horloge céleste	192
Roggero R. : Contributo all'osservazione di particolari lunari e di Mercurio	195
Schürer M. : PD. Dr. R. von Fellenberg (1874-1962)	200
Naef R. A. : PD. Dr. M. de Saussure (1901-1962)	202
Thams J. C. : Karl Rapp (1882-1962)	204
Observatoire de Neuchâtel : Liste de signaux horaires	206
Wackernagel H.B. : Die Sichtbarkeit des Satelliten Echo I	208
Frey F. : Zur Photographie der Halo-Erscheinungen	210
La XXe Assemblée Générale de la S.A.S. à Genève	212
Steigerung der Empfindlichkeit photographischer Platten durch Tiefkühlung	215
Aus der Forschung	216
Beobachter-Ecke / La page de l'observateur	219
Buchbesprechungen / Bibliographie	222
Mitteilungen / Communications	224
Titelblatt / Couverture : siehe / voir	225

REDAKTION / *REDACTION*
E. Antonini, 11 chemin de Conches, Genève (texte français).
R. A. Naef, «Orion», Auf der Platte, Meilen (Zch) (deutscher Text).

DRUCK UND INSERATE / *IMPRESSION ET PUBLICITE*
Médecine et Hygiène, 22 rue Micheli-du-Crest, Case postale 229, Genève 4

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

MITGLIEDERBEITRÄGE / *COTISATIONS :*
Einzelmitglieder / *Membres individuels :* Fr. 14.– pro Jahr / *par an*
Mitglieder im Ausland / *Membres à l'étranger :* Fr. 16.– pro Jahr / *par an*

Postscheckkonto / *Compte de chèques postaux :* Bern III 4604