

Objektyp: **Issue**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **35 (1977)**

Heft 160

PDF erstellt am: **22.07.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

# ORION

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



35. Jahrgang  
35<sup>e</sup> année

Juni  
juin  
1977

160

# Schweizerische Astronomische Gesellschaft Société Astronomique de Suisse

## SAG

*Adresse des Generalsekretärs:* Generalsekretariat der SAG, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

Anmeldungen, Adressänderungen und Austritte (nur auf Jahresende) sind an diese Adresse zu richten.

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

Jungmitglieder (nur in der Schweiz) sFr. 25. —.

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

Mitgliederbeiträge und Zahlungen sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.

## SAS

*Adresse du secrétaire général:* Secrétariat général de la SAS, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

Les demandes d'admission, changements d'adresse et démissions (seulement pour la fin de l'année) sont à envoyer à cette adresse.

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

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

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

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

## CALINA Ferienhaus und Sternwarte CARONA idealer Ferientreffpunkt aller Amateur-Astronomen



### Programm 1977

3.—8. Oktober

**Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie  
Leitung: Herr Dr. Max Howald, Basel

10.—15. Oktober

**Elementarer Einführungskurs** in die Astronomie  
Leitung: Herr Dr. Max Howald, Basel

#### Auskünfte und Anmeldungen:

Herr Andreas Künzler, Zeughausgasse 22, CH-9000  
St. Gallen  
Telefon 071 / 23 32 52, Telex 77685

#### Technischer und wissenschaftlicher Berater:

Herr Erwin Greuter, Haldenweg 18, CH-9100 Herisau

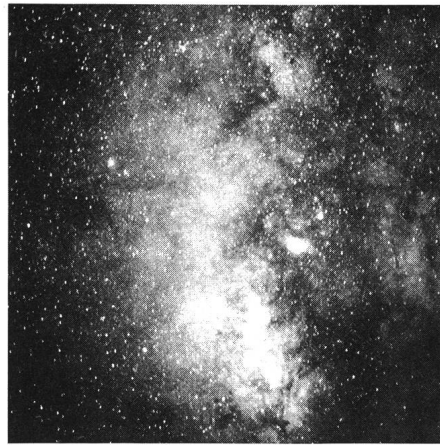
# ORION

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

## Inhaltsverzeichnis / Sommaire

H. SCHILT Über die Zeitgleichung .....	80
A. HAYLI Calendrier et astronomie chez les mayas de l'amerique centrale .....	84
R. GERMANN Vom Grossen Roten Fleck auf Jupiter .....	89
Beobachtungen des GRF auf Jupiter .....	89
Gesucht: Jurist .....	90
Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems? .....	91
«Nachgeführtes Stativ» .....	93
Meteorbeobachtungen in der Schweiz 1976 .....	94
O. WALTHERT Ringsystem beim Planeten Uranus entdeckt .....	95
J. DUBOIS Le problème cosmologique et ses hypothèses IV .....	96
Bibliographie .....	101

## Titelbild / Couverture



### Milchstrasse im SCHÜTZEN

Diese eindruckliche Aufnahme der zentralen Region unserer Milchstrasse hat H. BLIKSDORF, Nussbaumen, anlässlich der SAG-Sonnenfinsternisreise 1976 in Arusha, Tansania, 3½ Grad südlich des Aequators mit einer Kleinbildkamera (f=55mm, 1:1,7) auf Kodak 103a-E mit vorgeschaltetem Rotfilter aufgenommen. Mit einer raffiniert-einfachen Methode wurde während der 10-minütigen Belichtung die Kamera den Sternen nachgeführt. Man vergleiche auch Seite 93 dieser ORION-Ausgabe.

**Auflage:** 2700 Exemplare. Erscheint 6 x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.

**Wissenschaftliche Redaktion:** Peter Gerber, Dr. phil., Juravorstadt 57, CH-2502 Biel.

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

**Technische Redaktion:** Roland A. Holzgang, Unterdorfstrasse 20, CH-3322 Urtenen.

Inserataufträge sind an die technische Redaktion zu richten.

**Ständige Mitarbeiter:** Werner Maeder, Genf.

**Redaktion ORION-Zirkular:** Kurt Locher, Dipl. phys., Rebrain 39, CH-8624 Grüt.

**Bezugspreis ORION** (inklusive ORION-Zirkular und Mitgliederbeitrag SAG): Schweiz: sFr. 47.—, Ausland: sFr. 53.—. Jungmitglieder (nur in der Schweiz): sFr. 25.—.

**Abonnemente und Adressänderungen:** Generalsekretariat der SAG, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

**Copyright:** SAG - SAS. Alle Rechte vorbehalten.

**Druck:** A. Schudel & Co. AG, CH-4125 Riehen.

**Tirage:** 2700 exemplaires. Paraît six fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

**Rédaction scientifique:** Peter Gerber, Dr. phil., Juravorstadt 57, CH-2502 Bienne.

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

**Rédaction technique:** Roland A. Holzgang, Unterdorfstrasse 20, CH-3322 Urtenen.

Les ordres d'annonces sont à adresser à la rédaction technique.

**Avec l'assistance permanente de:** Werner Maeder, Genève.

**Rédaction Circulaire ORION:** Kurt Locher, dipl. phys., Rebrain 39, CH-8624 Grüt.

**L'abonnement à ORION** (y compris Circulaire-ORION et la cotisation annuelle SAS): Suisse: sfrs. 47.—, Etranger: sfrs. 53.—. Membres juniors (seulement en Suisse): sfrs. 25.—.

**Abonnements et changements d'adresse:** Secrétariat général de la SAS, Werner Lüthi, Lorraine 12D/16, CH-3400 Burgdorf.

**Copyright:** SAG - SAS. Tous droits réservés.

**Impression:** A. Schudel & Co. SA, CH-4125 Riehen.

# Über die Zeitgleichung

von H. SCHILT, Biel

Vergleicht man irgend eine Uhr etwa mit dem Zeitzeichen, so wird man meistens eine Abweichung feststellen. Die Differenz  $k = \text{Sollzeit} - \text{Uhrzeit}$  heisst *Uhrkorrektion*. Die Differenz der Uhrkorrekturen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen heisst *täglicher Gang*  $g = k(\text{heute}) - k(\text{gestern})$ . Der Gang ist positiv wenn die Uhr zu langsam geht. Eine gute Uhr soll einen möglichst konstanten Gang aufweisen, dann ist die Korrektur  $k_t$  zur Zeit  $t$  in erster Näherung durch die Beziehung:  $k_t = k_0 + (t - t_0)g$  berechenbar.

Die Zeit von einer Sonnenkulmination bis zur nächsten nennen wir im folgenden Tagesdauer. Diese ist bestimmt durch die Rotation der Erde um ihre Achse und auch durch die Revolution der Erde um die Sonne. Eine volle Umdrehung der Erde geschieht in ei-

nem Sterntag d. h. in  $23^{\text{h}}56^{\text{m}}4.09^{\text{s}}$ . Viele Jahrhunderte konnte die Erdrotation als genaueste Uhr benutzt werden. Erst ein Vergleich mit Atomuhren zeigte, dass diese Rotation kleine Unregelmässigkeiten aufweist. Das veranlasste die Astronomen 1958, die Ephemeridenzeit einzuführen, die unabhängig von der Erdrotation ist.

Die Revolution der Erde um die Sonne bewirkt, dass diese von uns aus gesehen gegenüber den Sternen jeden Tag um ungefähr  $1^\circ$  nach Osten wandert. In einem tropischen Jahr ( $365.2422 \text{ d}$ ) macht der Unterschied genau einen Tag aus; pro Tag im Durchschnitt  $3^{\text{m}}56.56^{\text{s}}$ . Um diesen Betrag ist der Sonnentag im Mittel länger als ein Sterntag. Die Bewegung der Erde ist aber ungleichförmig, in der Nähe des Perihels hat die Erde eine grössere Geschwindigkeit,

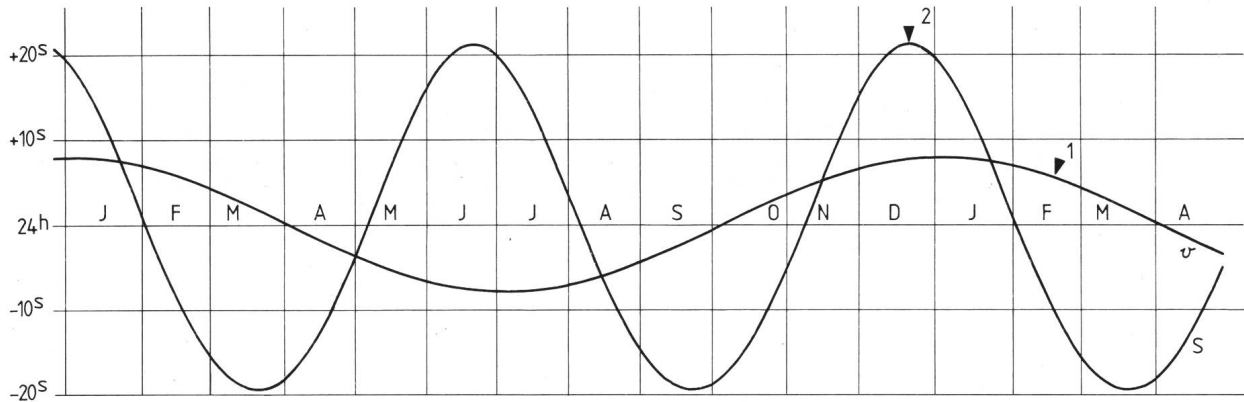


Fig. 1: Dauer des Sonnentages.  
1: Einfluss der Bahnbewegung.  
2: Einfluss der Schiefe der Ekliptik.

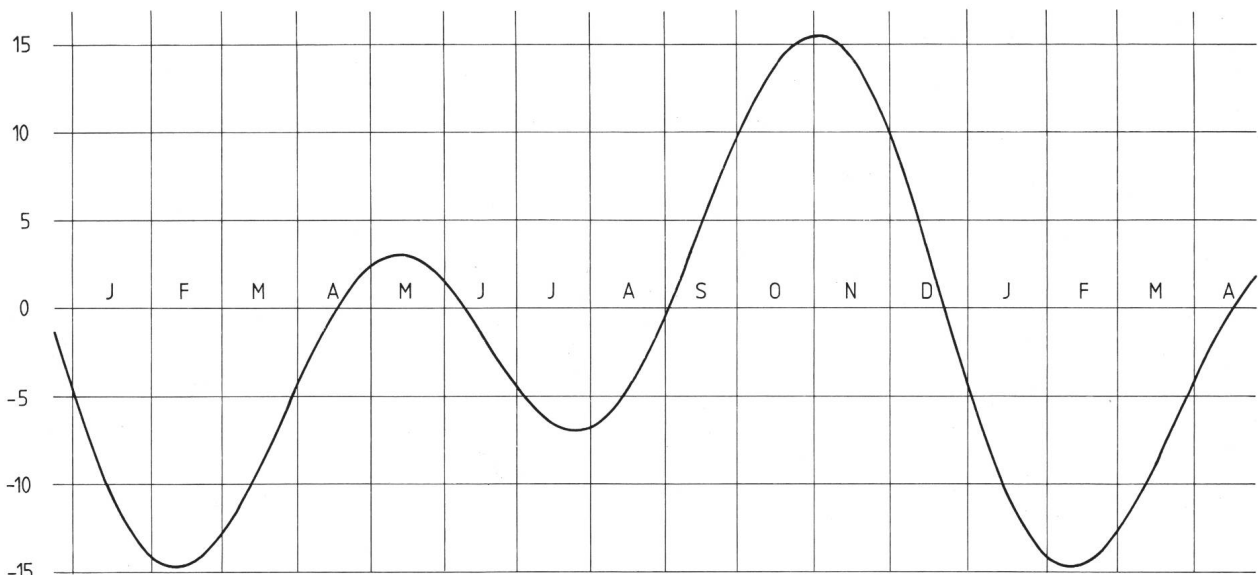


Fig. 2: Zeitgleichung: WOZ-MOZ.  
Horizontal: Monate  
Vertikal: Zeitgleichung in Minuten.

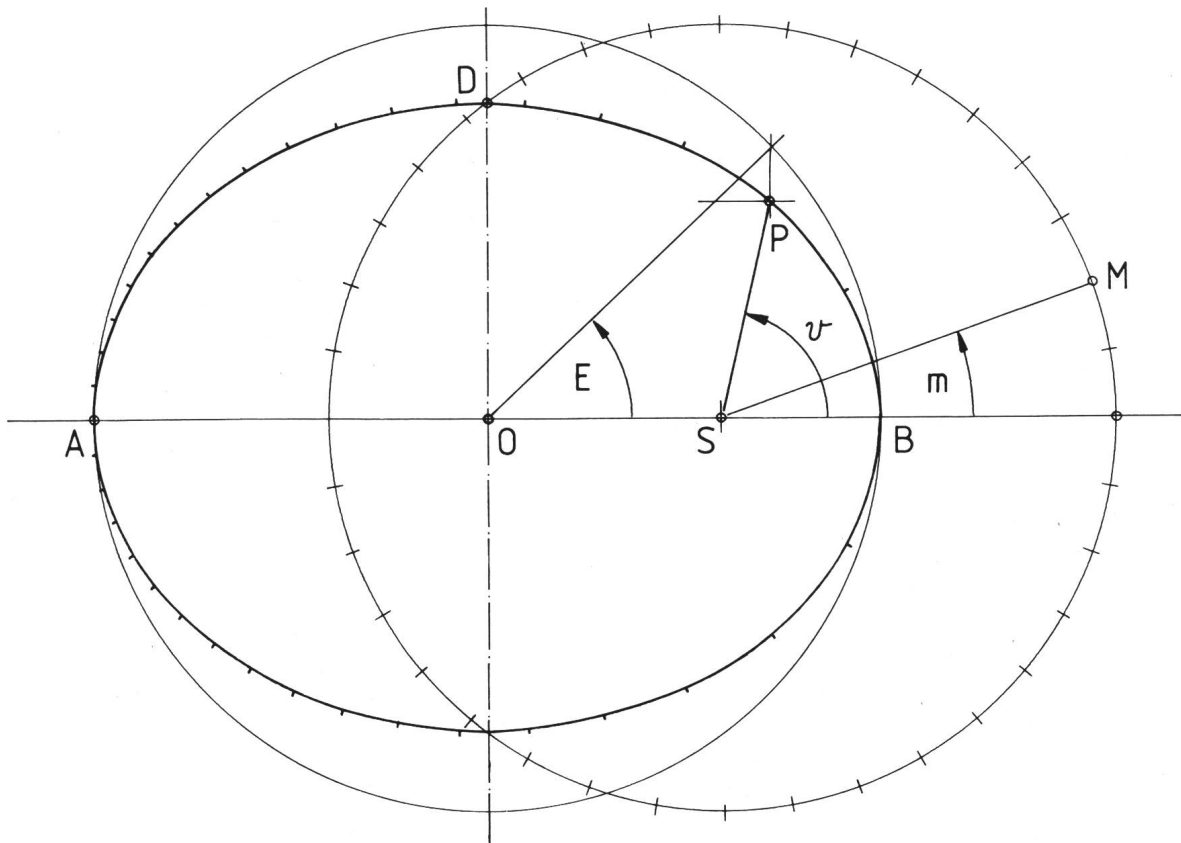


Fig. 3:  $AO = OB = a$ ,  $OS = a \cdot e$ ,  $SP = r$ ,  $OD = b$ .  
P: Planet, M: mittlerer Planetenort.

dadurch allein würde sich die Sonnenkulmination noch um  $7.9^s$  verspäten. Im Aphel würde der Tag um ebensoviel kürzer.

Die Tagesdauer wird ausserdem noch beeinflusst durch die Schiefe der Ekliptik: dieser Einfluss hat eine Periode von einem halben Jahr und würde allein in den Äquinoktien den Tag um  $19.5^s$  kürzen und in den Solstitien um  $21.3^s$  verlängern.

Beide Einflüsse wirken miteinander; im Winter je im gleichen Sinne und im Sommer gegeneinander, weil das Perihel (2. Jan.) gegenwärtig nahe beim Wintersonstium liegt (Fig. 1).

Der Gang einer Sonnenuhr verändert sich also dauernd, nimmt jedoch nach einem tropischen Jahr fast wieder den gleichen Wert an. Auch für eine Sonnenuhr lässt sich die Korrektur für jeden Zeitpunkt berechnen, weil die Bewegungen der Erde mit einem mathematischen Modell gut beschrieben werden können. Dieses Modell erlaubt es dem Astronomen, eine *fiktive Sonne* zu definieren, die ganz gleichmässig den Himmelsäquator durchwandert. Er nennt sie «*mittlere Sonne*».

Der Stundenwinkel der wirklichen Sonne  $+ 12$  h heisst WOZ (wahre Ortszeit) und der Stundenwinkel der mittleren Sonne  $+ 12$  h heisst MOZ (mittlere Ortszeit). Die Differenz  $WOZ - MOZ$  nennt man *Zeitgleichung*; ihr entgegengesetzter Wert gibt in je-

dem Moment die Korrektur für eine gut konstruierte Sonnenuhr an. (Hin und wieder wird diese Korrektur ( $MOZ - WOZ$ ) als Zeitgleichung definiert).

In der Definition der Zeitgleichung ist  $WOZ = t + 12 \text{ h} - AR$  klar festgelegt. ( $t$ : Sternzeit,  $AR$ : Rektaszension der Sonne). Es ist zweckmässig für MOZ ähnlich zu verfahren:  $MOZ = t + 12 \text{ h} - AR_m$ , wo  $AR_m$  die Rektaszension der fiktiven Sonne bedeutet und nach Definition gleichförmig mit  $t$  zunehmen soll.

Es ist dann:  $\text{Zeitgl.} = AR_m - AR$  (Fig. 2).

Im *Almagest* wird die scheinbare Bewegung der Planeten mit exzentrischen Kreisen und gleichförmigen Bewegungen recht gut beschrieben. KEPLER schloss aus den Beobachtungen von TYCHO BRAHE, dass die Bahnen der Planeten Ellipsen sein müssen und es gelang ihm, auch die entsprechende ungleichförmige Bewegung von einer gleichförmigen Kreisbewegung herzuleiten. NEWTON hat dann diese geometrischen Aussagen als Folge von physikalischen Grundsätzen darstellen können. Wir geben hier nur eine Skizze der geometrischen Beziehungen.

Die Sonne befindet sich in einem Brennpunkt der Ellipse; diesen Punkt wählen wir zum Zentrum eines Koordinatensystems; die x-Achse gehe durch das Perihel der Bahn. Wenn der Abstand Sonne-Planet mit  $r$  und der Polarwinkel (wahre Anomalie) mit  $\nu$  be-

zeichnet werden, lautet die Darstellung der Ellipse in Polarkoordinaten:

$$r = b^2/a(1 + e \cos v)$$

$a, b$  Haupt- und Nebenhalbachsen der Ellipse  
 $e$  Exzentrizität der Bahn (Erdbahn:  $e = 0.01672 \approx 1/60$ ) Als Parameter für die Beschreibung der Ellipse kann man auch die exzentrische Anomalie  $E$  verwenden (Fig. 3).  $E$  ist ein Winkel, von dem der eine Schenkel durch die  $x$ -Achse bestimmt ist und dessen Scheitel nicht im Sonnenzentrum, sondern im Mittelpunkt  $0$  der Ellipse liegt. Es gelten die Beziehungen:

$$r \cdot \cos v = a (\cos E - e)$$

$$r \cdot \sin v = b \cdot \sin E$$

daraus folgen

$$r = a (1 - e \cdot \cos E)$$

$$\tan (v/2) = \sqrt{(1 + e) / (1 - e)} \cdot \tan (E/2)$$

$$r \cdot dv = b \cdot dE$$

Es sei  $S$  die vom Fahrstrahl (Sonne-Planet) überstrichene und vom Perihel aus gemessene Fläche und  $T$  die Umlaufzeit des Planeten. Nach dem Flächensatz muss gelten:

$$dS = \pi \cdot ab \cdot dt/T$$

und  $2 dS = r^2 dv = ab (1 - e \cdot \cos E) dE$

Eine Integration liefert direkt die KEPLERSche Gleichung:

$$E - e \cdot \sin E = 2 \pi (t - t_0)/T$$

oder

$$E - e_0 \sin E = 360^\circ (t - t_0)/T = m$$

mit  $e_0 = e/\arcsin 1^\circ$ ,

$m$  heisst mittlere Anomalie und  $t_0$  ist die Zeit des Periheldurchganges.

Falls man  $v$  kennt, kann man  $E$  und daraus  $m$  berechnen; gewöhnlich ist aber  $t$  bekannt, dann muss die KEPLERSche Gleichung durch ein Näherungsverfahren gelöst werden, um  $E$  zu bestimmen. Für die Erdbahn ist  $e \ll 1$ , dann kann man auch mit der folgenden Reihe auskommen:

$$v = m + e_0 [2 \cdot \sin m + 5e/4 \cdot \sin 2m + e^2/12 (13 \cdot \sin 3m - 3 \cdot \sin m) + \dots]$$

Verwendet man nur zwei Glieder:

$$v \approx m + 2e_0 \sin m,$$

so ist die Näherung gleichwertig mit der *Ptolomäischen Exzentertheorie* und diese wiederum ist äquivalent der Epizykeltheorie mit einer Exzentrizität von je  $2e \approx 1/30$ .

In der Ekliptikebene nimmt man meistens die Richtung zum Frühlingspunkt als Bezugsrichtung für Winkel und bezeichnet die im positiven Sinn (von Norden her gesehen) gemessenen Winkel als Längen. Im Perihel habe die Sonne von uns aus gesehen die Länge  $L_0$ , dann ist die wahre Länge der Sonne  $L = L_0 + v$ . Eine erste fiktive Sonne könnte die mittlere Länge  $L_m = L_0 + m$  haben; diese würde zwar in der Ekliptik gleichförmig umlaufen, aber für uns ungleiche Kulminationszeiten aufweisen (Fig. 4).

Mit Hilfe der Transformation

$$\cos \delta \cdot \cos AR = \cos L$$

$$\cos \delta \cdot \sin AR = \sin L \cdot \cos \epsilon$$

$$\sin \delta = \sin L \cdot \sin \epsilon$$

kann man aus  $L$  und der Schiefe der Ekliptik  $\epsilon$  auf die Deklination  $\delta$  und die Rektaszension  $AR$  der Sonne schliessen.

Für die Rektaszension  $AR_m$  einer zweiten fiktiven Sonne setzt man willkürlich  $AR_m = L_m$ . Diese Sonne bewegt sich gleichförmig im Äquator und kann daher als Zeitgeber dienen.

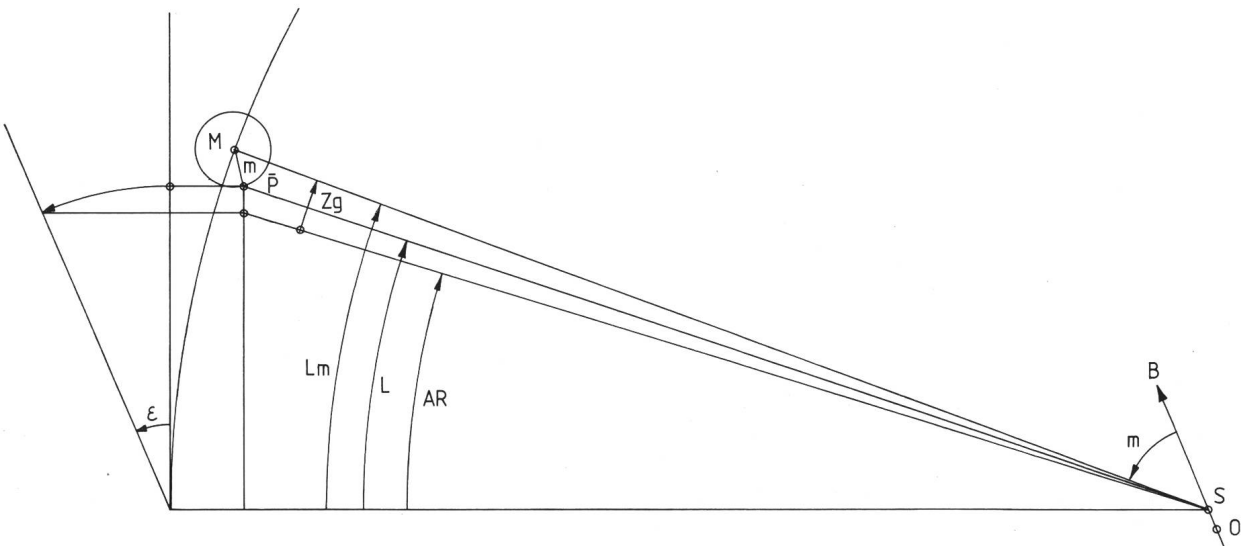


Fig. 4:  $M$ : mittlerer Ort der Erde für Anfang März.  $M$  liegt im 4. Quadranten der Ekliptik, deshalb sind  $Zg, L_m, L$  und  $AR$  alle negativ.  $2 \cdot OS = MP$ : Radius des Epizykels.

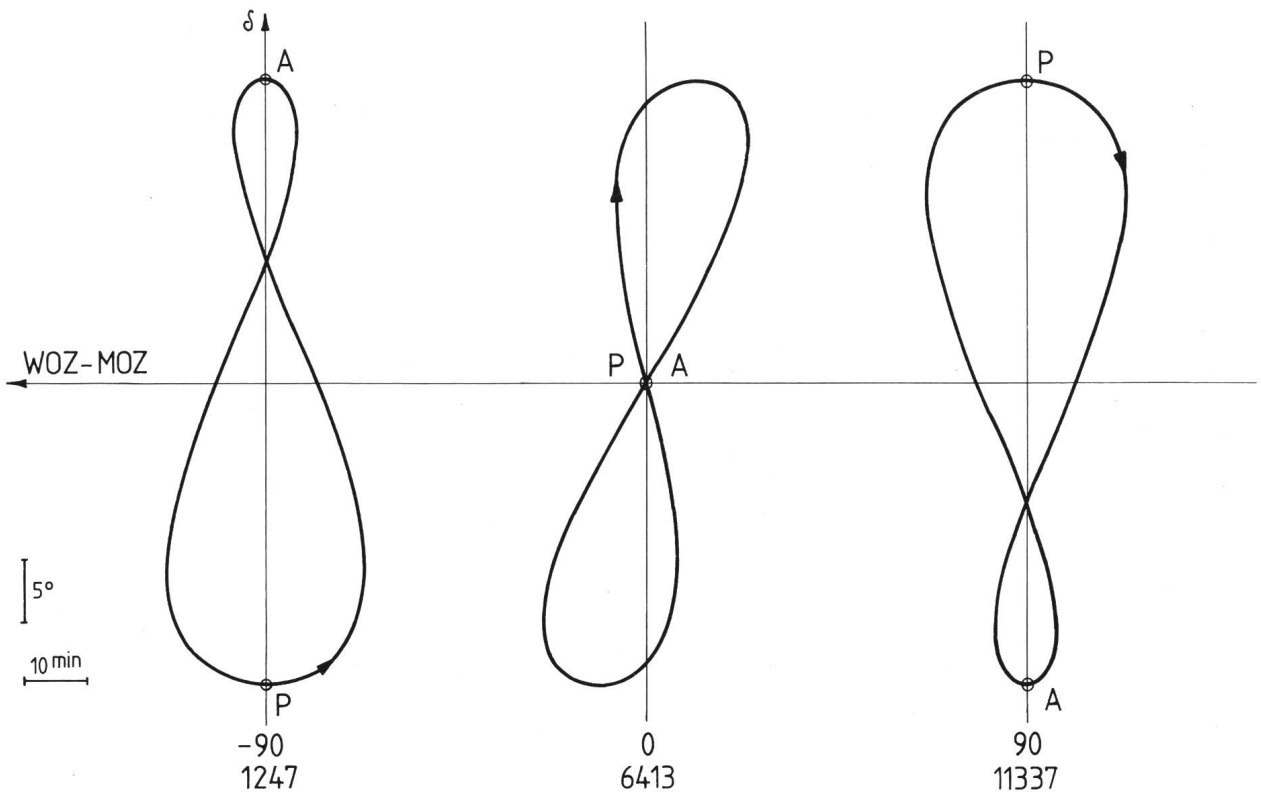


Fig. 5: Zeitgleichungsschleifen für verschiedene Perihellängen mit den entsprechenden Jahreszahlen.

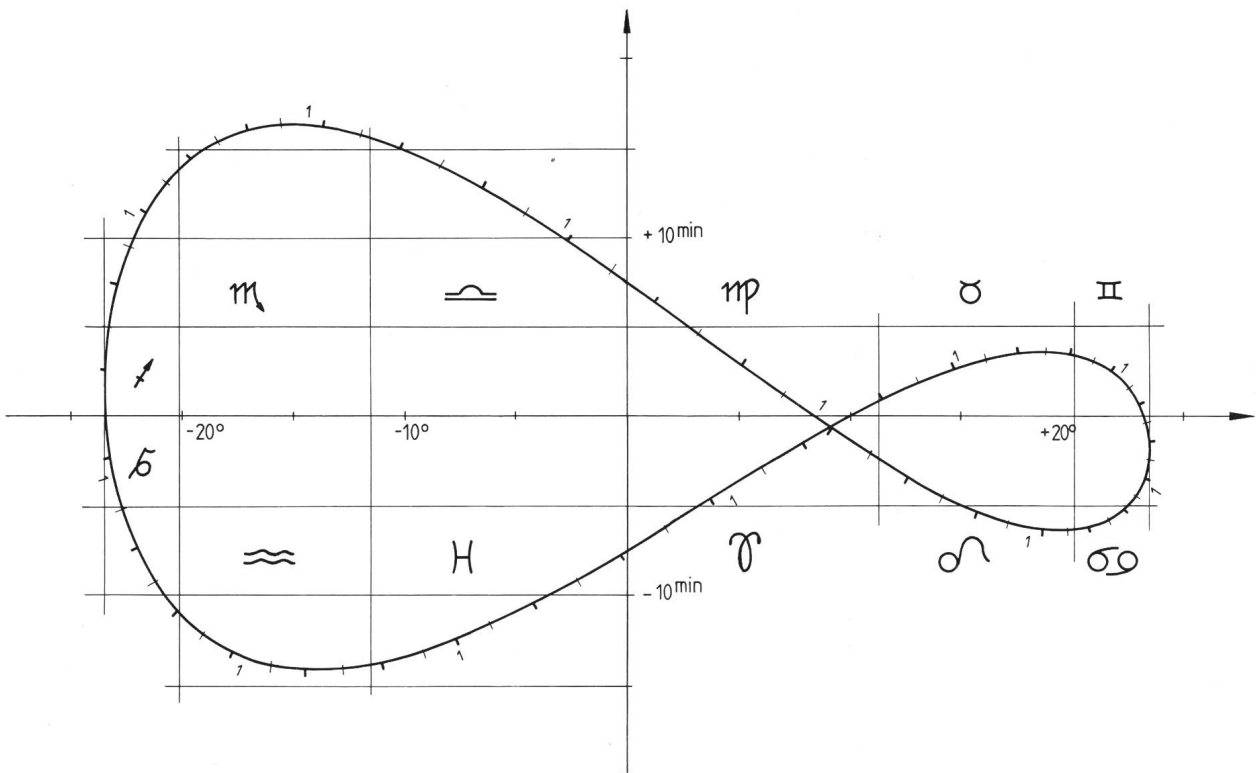


Fig. 6: Zeitgleichungsschleife.  
 x-Achse: Deklination in Grad. y-Achse: Zeitgleichung in Minuten. Der Anfang jedes Monats ist mit «1» bezeichnet.



Für die Zeitgleichung erhält man schliesslich:

$$\text{Zgl.} = L_m - \text{AR}$$

insbesondere gilt für 0<sup>h</sup> Weltzeit:

$$\text{Zgl.}_o = \text{Sternzeit} \pm 12 \text{ h} - \text{AR (Sonne)}.$$

Man beachte: die zwei fiktiven Sonnen gehen immer gleichzeitig durch den Frühlingspunkt aber im allgemeinen nicht zur gleichen Zeit wie die wahre Sonne. Eine Ausnahme gibt es nur, wenn die Absidenlinie (Perihel-Aphel) durch den Frühlingspunkt geht. (etwa in den Jahren -4040, 6413) (Fig. 5).

Leider enthalten sogar Handbücher über Astronomie offensichtliche Fehler in den Definitionen der Zeitgleichung; vgl. etwa:

K. SCHÜTTE in *Handbuch für Sternfreunde*, herausgegeben von G. D. ROTH, S. 96, Springer 1960;

übersetzt ins Englische von A. Beer in *Astronomy, a Handbook* edited by G. D. ROTH, Springer 1975.

*Meyers Handbuch über das Weltall*: S. 126-127.

Eine korrekte Definition findet man in RUDOLF WOLF: *Handbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie*, Zürich 1872 in Nr. 415, S. 258.

Die Zeitgleichung und die Deklination der Sonne können gegeneinander aufgetragen werden. Man erhält dann eine Kurve, welche die Form einer 8 aufweist. Zweckmässig wählt man als Parameter die wahre Länge der Sonne. Aus den *Nautical Almanac* entnimmt man:

$$\begin{aligned} L_o &= 281.22083^\circ + 4.70684^\circ 10^{-5} d + \dots \\ e &= 0.01675104 - 1.1444 10^{-9} d + \dots \\ e_o &= 0.9597639^\circ - 6.555^\circ 10^{-8} d + \dots \\ \varepsilon &= 23.452294^\circ - 3.563^\circ 10^{-7} d + \dots \end{aligned}$$

Worin  $d$  die Anzahl Tage bedeutet, die seit 1900 Jan. 0. 12<sup>h</sup> verfließen sind. Z. B. gilt für 1978 Jan. 0. 0<sup>h</sup>:  $d = 28123.5$ . Diese Formeln genügen für einige Jahrhunderte. Benutzt man noch weitere Glieder, dann findet man für die Länge des Aphels um -150 (Zeit des HIPPARCH)  $66^\circ 8'$  und für +150 (Zeit des PTOLOMAIOS)  $71^\circ 15'$ . Im *Almagest* steht dafür  $\text{II } 5^\circ 30' \triangle L = 65^\circ 30'$ . Danach ist anzunehmen, dass PTOLOMAIOS den Wert von HIPPARCH übernommen hat und keine eigene Messungen benutzte (Fig. 6).

Der erste «Astronomer Royal» Flamsteed hat um 1672 eine Abhandlung über die Zeitgleichung geschrieben. Zum ersten Mal wurde öffentlich die mittlere Zeit um 1780 von MALLETT in Genf eingeführt, vermutlich, weil die Taschenuhren der Genfer Uhrmacher so exakt waren, dass man Abweichungen gegenüber der wahren Zeit feststellen konnte. 1798 haben einige Astronomen vereinbart, zukünftig die mittlere Zeit für die Ephemeriden zu verwenden. Im *Nautical Almanac* sind diese aber erst von 1834 an in mittlerer Zeit tabelliert. Seit Anfang des 19. Jahrhunderts gibt es auch Sonnenuhren mit Korrekturschleifen für mittlere Zeit.

Will man eine Tabelle der Zeitgleichung für bestimmte Kalenderdaten rechnen, muss man noch die mittlere Anomalie als Funktion von  $d$  kennen. Es ist  $m = L_m - L_o = 358.47583^\circ + 0.985600267^\circ d - \dots$ . Auf programmierbaren Taschenrechnern lässt sich damit die Zeitgleichung für jeden Zeitpunkt bestimmen, allerdings ohne Berücksichtigung kleiner Bahnstörungen.

*Adresse des Autors:*

Prof. Dr. HEINZ SCHILT, Höhweg 5, CH-2502 Biel.

## Calendrier et astronomie chez les mayas de l'amerique centrale\*

par AVRAM HAYLI

Il existe de nombreux ouvrages sur les civilisations précolombiennes de l'Amérique Centrale et en particulier sur les Mayas. Je ne dirai donc rien de leur histoire sauf qu'ils ont vécu sur les territoires du Chiapas (dans le sud du Mexique), dans la presqu'île du Yucatan, le Guatemala et le Honduras actuels. Leur civilisation a fleuri entre le début de l'ère chrétienne et notre Moyen-Age. A l'époque de la conquête espagnole les Mayas étaient déjà en totale décadence.

Nous nous intéressons bien sûr aux connaissances astronomiques des Mayas. Mais pour en apprécier l'étendue, la subtilité et l'usage qu'ils en ont fait il faut commencer par se pencher sur leur calendrier et leur comput du temps. Les documents qui sont parvenus jusqu'à nous ne sont pas encore complètement com-

pris et interprétés. Lorsqu'ils auront livré tous leurs secrets, les améicanistes pourront peut-être établir une correspondance précise entre notre chronologie et celle des Mayas. Pour le moment, cette correspondance fait défaut et les dates de l'histoire maya ne peuvent être placées à mieux d'un siècle et demi près dans notre chronologie.

### 1. Le calendrier

Le calendrier des Mayas n'est pas solaire. C'est-à-dire qu'il ne fait aucun effort pour suivre les saisons

\* Note d'un cours organisé les 4 et 5 mars 1977 à Lausanne-Dorigny par l'Institut d'astronomie de l'Université de Lausanne et le Centre suisse pour le perfectionnement professionnel des professeurs de l'enseignement secondaire, Lucerne.

comme nous le faisons en intercalant une année bissextile tous les quatre ans. Il n'est pas lunaire non plus comme le calendrier musulman ou luni-solaire comme le calendrier israélite.

Il est simplement une succession ordonnée mais arbitraire de jours et de mois. Une succession sans fin qui ne se préoccupe pas des phénomènes astronomiques et ne tente pas de s'y relier.

Les Mayas savaient que l'année des saisons a un peu plus de 365 jours et ils connaissaient même sa durée avec une étonnante précision. Mais parler de la précision du calendrier maya n'a aucun sens! Pas plus que de parler de la précision de la semaine de sept jours. C'était simplement une manière comme une autre de compter le temps écoulé.

## 2. Le Tzolkin

Les Mayas ont vingt noms différents pour les jours qui se suivent en une série immuable et ininterrompue. Ce sont :

Ik, Akbal, Kan, Chicchan, Cimi,  
Manik, Lamat, Muluc, Oc, Chuen,  
Eb, Ben, Ix, Men, Cib,  
Caban, Eznab, Cauac, Ahau, Imix.

La succession des jours est d'autre part numérotée de 1 à 13 et elle se poursuit indéfiniment mais indépendamment de leurs noms.

Le produit de ces deux récurrences constitue le *tzolkin* qui est pour les Mayas comme une période sainte qui commande leur vie cérémonielle.

Chaque jour du *tzolkin* est précédé de son numéro, de son «coefficient». Par exemple :

1 Ik, 2 Akbal, ..., 13 Ix, 1 Men, 2 Cib,  
3 Caban, ..., 8 Ik, 9 Akbal, ...

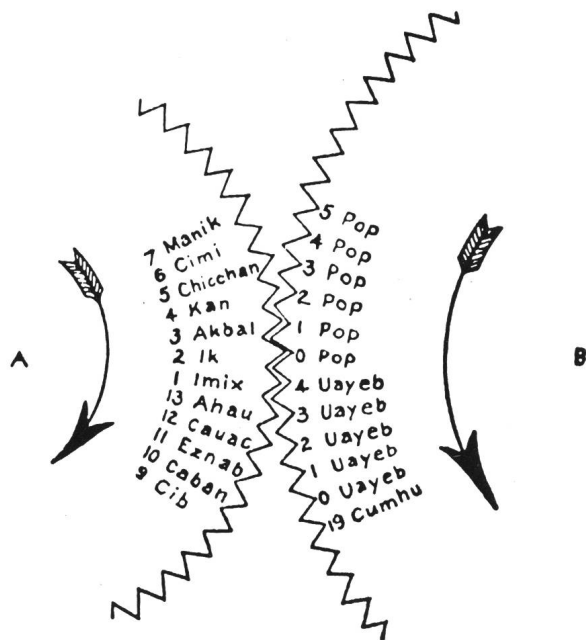


Fig. 1: Engrenage du tzolkin et du haab.

On voit qu'on revient à 1 Ik au bout de 260 jours puisque 13 et 20 sont premiers entre eux.

## 3. Le Haab

L'année civile des Mayas ou *haab* a 19 mois : 18 mois de 20 jours chacun et un dernier mois «néfaste» de 5 jours soit en tout

$$(18 \times 20) + 5 = 365 \text{ jours.}$$

Voici les noms des mois :

Pop, Uo, Zip, Zotz, Tzec,  
Xul, Yaxkin, Mol, Chen, Yax,  
Zac, Ceh, Mac, Kankin, Muan,  
Pax, Kayab, Cumhu, Uayeb.

Un jour quelconque peut avoir l'une des 365 positions dans cette année «vague».

Un des éléments de la date, telle qu'on la trouve représentée sur les stèles, vient de la combinaison du *tzolkin* et du *haab*. On peut visualiser leur dépendance mutuelle en imaginant deux roues dentées inégales A et B qui représentent respectivement le *tzolkin* et le *haab*.

La roue A a 260 dents, une pour chaque jour du *tzolkin*. La roue B a 365 dents et par conséquent 365 creux. A chaque jour du *haab* correspond un creux. Mais avant d'engrener les deux roues dentées pour décrire le déroulement des jours il faut en savoir un peu plus sur le calendrier maya. Il est en effet nécessaire de préciser laquelle des dents du *tzolkin* sera dans un certain creux du *haab* au moment où le mécanisme est engrené et se met en marche.

Le premier de l'an s'écrit 0 Pop. Pop est le premier mois de l'année et le premier jour du mois porte le quantième 0. On voit que les Mayas expriment le quantième du mois comme nous comptons les heures. Il est 0 heure – et quelque chose – tant qu'il n'est pas 1 heure. Les jours portent donc des quantités de 0 à 19 et non de 1 à 20!

On voit immédiatement que les 260 jours du *tzolkin* n'ont pas un statut équivalent au regard du début du *haab*. Il n'y a que 52 jours sur les 260 qui peuvent tomber un 0 Pop. Et dans ces jours on doit nécessairement retrouver l'un des noms Ik, Manik, Eb ou Caban. Et comme chacun de ces jours peut porter un numéro qui va de 1 à 13, il n'y a donc que

$$4 \times 13 = 52 \text{ jours}$$

du *tzolkin* qui peuvent commencer le *haab*.

A l'époque de la conquête espagnole, ces «jours de l'an» ou «porteurs d'année» s'étaient déplacés de deux crans, probablement comme conséquence d'un compte incorrect aux temps dits postclassiques, vers le 10<sup>e</sup> siècle. L'année commençait alors avec les jours

Kan, Muluc, Ix ou Cauac.

Nous pouvons maintenant engrener les deux roues. Faisons-le de telle sorte que la dent «2 Ik» de la roue A rentre dans le creux «0 Pop» de la roue B.

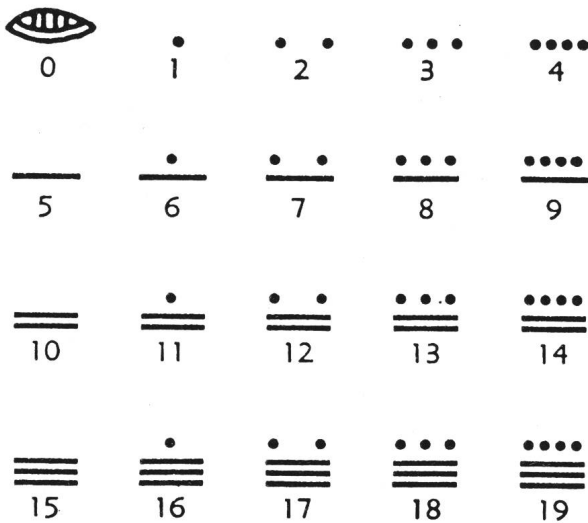


Fig. 2: Les glyphes des nombres.

Ce premier jour est identifié par  
2 Ik 0 Pop

Maintenant, démarrons le mécanisme. Au bout de combien de temps la roue A et la roue B reviendront-elles dans la même position relative, c'est à-dire quand retrouverons-nous le jour identifié comme 2 Ik 0 Pop?

Le P.P.C.M. de 260 et 365 est 18 890. C'est donc au bout de 18 890 jours que cet événement sera réalisé. La roue A aura fait 73 tours et la roue B 52 tours. Cette période, on le voit est égale à 52 haabs, soit à peu près 52 de nos années.

On comprend ainsi l'importance de cette période cosmique de 52 ans pour les Mayas comme pour les peuples qui leur ont emprunté le calendrier.

#### 4. Arithmétique et calendrier

Les Mayas ont utilisé très tôt une numération vigésimale (c'est-à-dire de base 20) de position. Ils connaissaient et utilisaient le zéro avant le début de l'ère chrétienne, donc avant la découverte, en Inde, des chiffres dits «arabes», vers le 6<sup>e</sup> siècle après J.-C.

Ils ont ainsi mis de l'ordre dans leur calendrier sur des périodes plus étendues que 52 ans.

Pour compter les durées ils usent du système suivant.

L'unité est le jour ou kin  
 20 kins = 1 uinal  
 18 uinals = 1 tun = 360 jours  
 20 tuns = 1 katun = 7200 jours  
 20 katuns = 1 baktun = 144 000 jours  
 20 baktuns = 1 pictun = 2 880 000 jours

Sur leurs stèles, chacun de ces multiples est représenté par un glyphe particulier. Mais ce n'est pas indispensable car leurs notations arithmétiques, une barre pour 5 (—) un point pour 1 (.) et le zéro (—) sont bien adaptées à la représentation des grands nombres.

#### 5. Le début de l'ère maya

Il est vraisemblable que ce début ne correspond pas à un événement historique (comme c'est le cas pour l'ère chrétienne ou l'hégire) ni astronomique, mais mythique et hypothétique. Il précède d'environ 3400 ans les dates relevées sur les plus anciennes inscriptions connues.

Ce début peut être transcrit comme

13. 0. 0. 0. 0. 4 Ahan 8 Cumhu,

tandis que l'inscription la plus ancienne connue à ce jour est datée de

8. 14. 3. 1. 12.

8 baktuns, 14 katuns, 3 tuns, 1 uinal et 12 kins après le début de l'ère.

#### 6. Les connaissances astronomiques des Mayas

##### L'année solaire

Les Mayas disposent d'une année «vague» de 365 jours pour mesurer la durée de l'année des saisons qui dure 365,2422 jours.

Les prêtres ont remarqué ce «désaccord» et ils en ont tenu le plus grand compte dans les inscriptions des dates sculptées sur les stèles. Nous verrons plus loin à quelles occasions ces stèles étaient érigées et comment était exprimé le décalage du calendrier avec l'année solaire vraie.

En tout état de cause la formule de correction, mise au point par les prêtres astronomes de Copan (Honduras) au 6<sup>e</sup> ou 7<sup>e</sup> siècle, était un peu plus précise que la correction introduite par la réforme grégorienne.

Longueur de l'année tropique:	365,2422 j
Longueur de l'année julienne:	365,25 j
Longueur de l'année grégorienne:	365,2425 j
Longueur de l'«année» solaire des Mayas:	365,2420 j

##### Durée des lunaisons

On sait aujourd'hui très exactement la durée des lunaisons. Le mois synodique, c'est-à-dire la durée qui sépare deux nouvelles lunes consécutives, est de 29,53059 jours.

Les Mayas connaissent cette durée avec une très grande précision et on peut se demander comment ils y sont arrivés tout en ignorant les fractions. Ils ont en fait procédé comme nous l'avons fait pour harmoniser le calendrier avec l'année solaire grâce aux années bissextiles.

Ils commencent par essayer des lunaisons de 30 jours et reconnaissent que ce temps est trop long. Ils essaient ensuite 29 jours et trouvent ce temps trop court. Enfin ils alternent des lunaisons de 29 jours et de 30 jours. Cette correction échoue, mais à terme, puisqu'elle donne une moyenne de 29,5 jours au lieu de 29,53059 jours, c'est-à-dire une erreur d'un jour tous les deux ans et huit mois.

Ils arrivent finalement à la bonne valeur, très probablement à la suite d'un grand nombre d'essais.

Le *Codex de Dresde* nous présente un ensemble de 405 lunaisons consécutives (soit une durée d'environ 32 ans et 9 mois) rassemblées en 69 groupes.

Ces groupes sont en général composés chacun de 6 lunaisons. Quelquefois un groupe n'en contient que 5.

En tout 60 groupes de 6 lunaisons, chaque groupe totalisant 177 ou 178 jours selon que le groupe contient 3 ou bien 4 lunaisons de 30 jours :

$$30 + 29 + 30 + 29 + 30 + 29 = 177 \text{ j}$$

$$30 + 29 + 30 + 29 + 30 + 30 = 178 \text{ j}$$

Chacun des 9 groupes de 5 lunaisons totalise 148 jours :

$$30 + 29 + 30 + 29 + 30 = 148 \text{ jours.}$$

En fait, les pages du *Codex* qui présentent cet ensemble sont une table d'éclipses du Soleil. Au dernier jour de chacun de ces groupes, sous certaines conditions, une éclipse de Soleil est observée quelque part à la surface de la Terre.

Les lunaisons de 30 jours sont si bien intercalées que nulle part dans la période couverte, l'écart entre le calendrier et l'apparition effective de la nouvelle lune n'atteint 1 jour !

#### La révolution synodique de Vénus

La planète Vénus a été observée minutieusement par les Mayas. Sa révolution synodique dure presque exactement 583,920 jours. Il s'agit là d'une valeur moyenne puisque les révolutions sont en réalité groupées en séries de cinq, de durées approximatives :

580, 587, 583, 583, 587 jours.

Si on fait la moyenne de cinq révolutions consécutives, on trouve toujours, à très peu de chose près, cette durée de 583,920 jours.

Les Mayas prennent 584 jours pour cette période. Mais ils savent que cette valeur est un peu trop grande.

Examinons les choses d'un peu plus près. La révolution synodique de Vénus peut être divisée en quatre périodes.

– Après la conjonction inférieure, elle est, pour environ 240 jours, l'étoile du matin.

– Elle disparaît pour environ 90 jours quand elle est près de la conjonction supérieure.

– Elle réapparaît comme étoile du soir pour encore 240 jours.

– Elle disparaît pour 14 jours quand elle est près de la conjonction inférieure.

Les prêtres astronomes mayas assignent à ces quatre périodes des valeurs légèrement différentes de celles que nous venons de donner mais dont le total fait 584 jours.

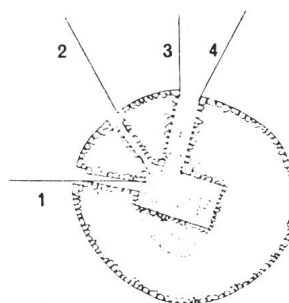
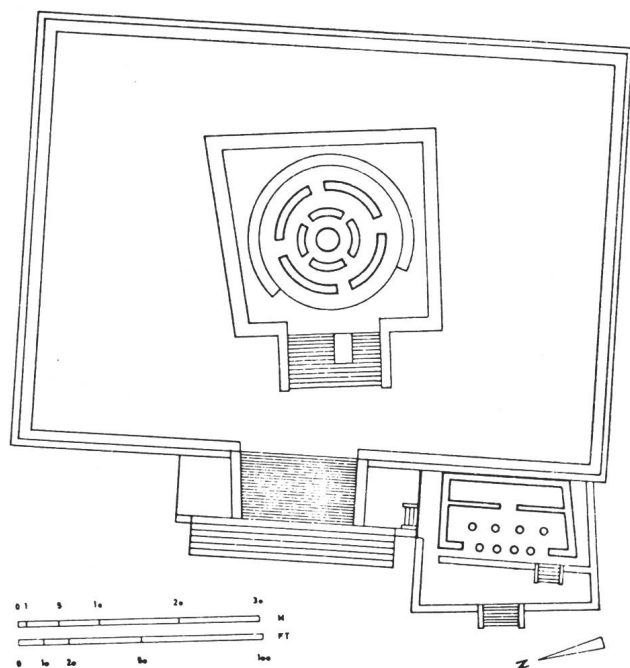
Etoile du matin	236 j
Invisible (conj. sup.)	90 j
Etoile du soir	250 j
Invisible (conj. inf.)	8 j
Total	584 j

On pense que ces périodes ont été ainsi fixées pour s'accorder avec les lunaisons, mais ce n'est pas sûr.

L'écart entre la durée réelle de la révolution synodique et la valeur adoptée est de 8/100 de jour tous les 584 jours. Les Mayas connaissent cet écart et le corrigent.

D'ailleurs une de leurs périodes cérémonielles importantes est de 5 fois la durée de la révolution synodique de Vénus, soit

$$5 \times 584 = 2920 \text{ jours}$$



Plan de la chambre haute du Caracol 1:200

Lignes de visées astronomiques :

1. Direction du sud;
2. Coucher de la lune le 21 III;
3. Direction de l'ouest et coucher du soleil aux équinoxes, les 21 III et 21 IX;
4. Coucher du soleil le 22 VI, au solstice d'été.

Fig. 3: Le Caracol ou Observatoire à Chichen-Itza.

et ils ont remarqué que cette période couvrait 8 haabs.

$$2920 = 8 \times 365.$$

C'est à ces intervalles de temps qu'ils corrigent le calendrier de Vénus à raison de  $2/5$  de jour tous les 8 haabs.

Voyons plus en détail comment ils procédaient. Dans le Codex de Dresde, le calendrier de Vénus est composé de trois calendriers distincts, qui portent chacun sur 65 révolutions synodiques de la planète.

Ainsi chacun des calendriers porte sur une période de 104 ans. Mais il y a des zones de recouvrement entre deux calendriers successifs. C'est quelque part dans ces recouvrements qu'on faisait des réajustements de 4 ou de 8 jours. La table de correction du Codex de Dresde ne devient inutilisable qu'au bout de 4 siècles!

#### Instruments d'observation et observatoires

Les observations des Mayas ont pu atteindre des précisions étonnantes avec des instruments très rudimentaires mais grâce à des visées précises. Les temples étaient surélevés et les prêtres visaient des points de repères à l'horizon. La période qui séparait deux levers consécutifs du même astre au même point de l'horizon était réputée être la durée de sa révolution synodique.

On trouve dans les Codex des représentations de ces instruments de visée. Les archéologues ont d'autre part cru mettre en évidence des directions privilégiées dans certaines dispositions des temples Mayas.

A Chichen-Itza, dans le Yucatan, le *Caracol* a sans doute été utilisé comme Observatoire.

#### Conclusions et portée de l'astronomie maya

On a vu la précision étonnante à laquelle sont parvenus les Mayas dans leur description des mouvements célestes. On pourrait en dire plus long à ce sujet, parler des éclipses ou entrer dans les détails.

Toutes ces connaissances astronomiques n'ont pas incité les Mayas à la construction de systèmes. D'ailleurs à regarder de près leur civilisation on remarque qu'il n'était pas concevable qu'ils tentent une approche semblable à celles des Grecs. Ils ignoraient la roue

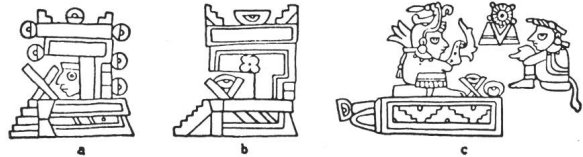


Fig. 4: Instruments d'observation (Codex Bodley).

- Deux bâtons croisés à la porte d'un temple et la tête de l'observateur.
- L'oeil est derrière les bâtons croisés.
- L'oeil est derrière les bâtons croisés. Une étoile descend derrière une mire en présence de deux observateurs.

et on voit mal comment ils auraient pu *représenter* un mouvement périodique.

A l'heure qu'il est, la concordance de la chronologie maya avec la nôtre n'est pas établie avec certitude. On peut espérer que l'étude plus approfondie des inscriptions astronomiques permettra d'y arriver. En effet, les stèles érigées le plus souvent en début de katun portent toujours des indications précises sur l'âge de la Lune à la date indiquée. On a aussi quelques informations encore mal interprétées sur des éclipses. Mais jusqu'ici l'ensemble des conclusions qu'on a pu tirer de l'étude des stèles, des inscriptions ou des codex n'a permis que d'infirmer quelques unes des concordances proposées. Nous n'en savons pas assez pour en retenir une sans équivoque.

#### Bibliographie sommaire

- S. G. MORLEY: The Ancient Maya. Stanford University Press 1956.
- J. E. TEEPLE: Maya Astronomy. Contributions to American Archeology, Vol. I, no. 2. Carnegie Institution of Washington Publication no. 403. 1931, pp. 29-115. Washington D.C.
- R. GIRARD: Le Popol-Vuh. Histoire culturelle des Mayas Quichés. Petite Bibliothèque Payot. 1972.
- H. STIERLIN: Maya. Office du Livre, Fribourg 1964.
- J. E. S. THOMPSON: A commentary on the Dresden Codex. American Philosophical Society. 1972.
- G. GUITEL: Histoire comparée des numérations écrites. Chap. 6. Flammarion 1975.

#### Adresse de l'auteur:

Prof. AVRAM HAYLI, Professeur à l'université Claude Bernard de Lyon et Directeur de l'Observatoire de Besançon.



**Für den anspruchsvollen Amateur:**  
**Bausätze für neue  
» Immersionsobjektive «**  
(verbesserte Halbapochromate, System Busch 150/2250 · 130/1900)

liefert:  
**HEINRICH REICHMANN**  
optisch-mechanische Werkstätten  
Dorfstraße 25 · 2211 Brokdorf



Wir liefern außerdem Projektionsobjektive für Episkope, Großdias, Overheadprojektoren, Bühnenprojektionen, Sonderprojektionen Präzisionslinsen bis Ø 500 mm.

**Bitte fordern Sie ausführliche Unterlagen an!**

# Vom Grossen Roten Fleck auf Jupiter

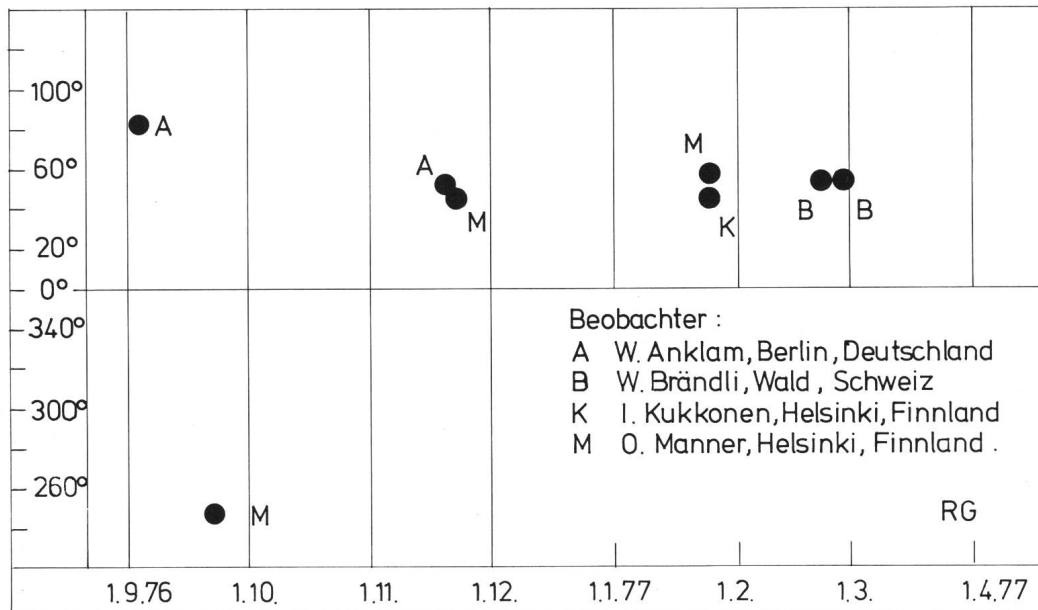
VON ROBERT GERMANN, Wald

Auf meine Angaben hin im ORION Nr. 158 «Wo bleibt der Grosse Rote Fleck?» haben erfreulicherweise einige Beobachter reagiert. Ihnen sei ihre Mühe herzlich verdankt. Es scheint mir, dass der Grosse Rote Fleck (GRF) auf Jupiter doch seit Juli 1976 bis etwa Ende Jahr grösstenteils unsichtbar, zum Teil nur schwach sichtbar war. Vor allem mit grösseren Instrumenten konnte der GRF hie und da beobachtet

werden, was drei Beobachter aus Finnland bestätigen. Seit Februar 1977 ist er offenbar auch wieder kleineren Instrumenten zugänglich geworden.

In bezug auf die jovio-graphische Länge des GRF widersprechen sich zwei Beobachtungen vom September 1976. Den übrigen Beobachtungen ist zu entnehmen, dass der GRF seit etwa Oktober 1976 stationär geblieben ist.

## Lage des Grossen Roten Flecks auf Jupiter vom 1.9.1976 bis 1.4.1977.



Die nachstehende Zeichnung hält einige Beobachtungen fest, die trotz der schlechten Sichtbarkeit gemacht werden konnten. Die Durchgänge durch den Zentralmeridian mussten zum Teil von mir aus Zeichnungen reduziert werden. Zum Schluss sei auch Herrn F. ZEHNDER, Birmensdorf gedankt für seine Beobachtungen, die er der Redaktion des ORION

zugestellt hat. Im übrigen möchte ich auf die Planetengruppe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft aufmerksam machen, Zusendungen bitte an: Herrn F. JETZER, Via Lugano 11, CH-6500 Bellinzona.

Adresse des Verfassers:

ROBERT GERMANN, Nahren, CH-8636 Wald.

## Beobachtungen des GRF auf Jupiter

Auf den Bericht «Wo bleibt der Grosse Rote Fleck» von R. GERMANN (ORION 158) hat eine Jupiter-Beobachtungsgruppe aus Finnland (I. KUKKONEN, O. MANNER und J. RYSKE) mit einem ausführlichen Beobachtungsbeitrag geantwortet:

Anlässlich der Sichtbarkeitsperiode 1976/1977 haben wir viele Transit-Beobachtungen und Zeichnungen des Planeten Jupiter aufgenommen. Als Beobachtungsinstrument benutzten wir den 135/1950 mm-MERZ-Refraktor der Astronomischen Vereinigung URSA in Helsinki.

Unsere Beobachtungen ergeben, dass der GRF

nicht eigentlich verschwunden ist, sondern dass sich lediglich seine Farbe und seine Intensität verändert hat. Anlässlich der Sichtbarkeitsperiode 1975/1976 erschien der GRF noch als ein dunkles und deutlich wahrnehmbares Objekt von rötlicher Farbe. Bereits die ersten Beobachtungen im September 1977 zeigten nur noch einen hellgrauen ovalen Fleck auf der

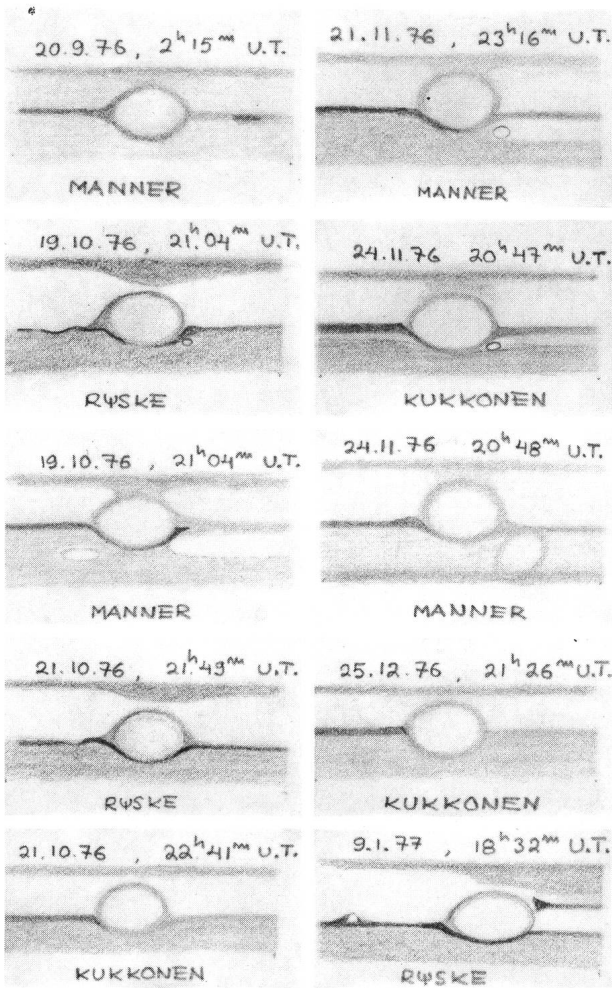


Fig. 1: In diesen Detailzeichnungen des GRF sind folgende Daten angegeben: Datum und Zeit (UT) des Durchgangs des GRF durch den Zentralmeridian. Name des Beobachters. S = Sichtbedingungen in einer Skala 1 bis 5 (beste Sichtbedingungen = 1).  $\lambda_2$  ist die joviographische Länge des Zentrums des GRF (System II). Wenn  $\lambda_2$  nicht angegeben ist, konnte es nicht beobachtet werden. Datum und Zeit legen dann den Zeitpunkt der Zeichnung fest. Von oben nach unten:

S = 2-3	$\lambda_2 = 39^\circ$	S = 2	$\lambda_2 = 45^\circ$
S = 2	$\lambda_2 = -$	S = 3	$\lambda_2 = 47^\circ$
S = 2	$\lambda_2 = 42^\circ$	S = 2	$\lambda_2 = 46^\circ$
S = 3	$\lambda_2 = -$	S = 4	$\lambda_2 = 51^\circ$
S = 1	$\lambda_2 = 42^\circ$	S = 2	$\lambda_2 = -$

Grenze zwischen den Bändern SEB und STrZ. Die Längsausdehnung des Flecks betrug ungefähr  $15-18^\circ$  und die joviographische Länge (System II)  $39^\circ$ . Der Fleck besass eine dunkelgraue Umrandung. Zwischen September 1976 und Februar 1977 führten wir insgesamt 78 Transit-Beobachtungen des Flecks durch. Daraus ermittelten wir eine mittlere Rotationsdauer von  $9^h55^m44^s$ . Mitte Februar erreichte der Fleck eine joviographische Länge von  $52^\circ$ .

Einige unserer Beobachtungen sind in Fig. 1 wiedergegeben. Man erkennt, dass sich die allgemeine Erscheinung des Flecks während der 6 Beobachtungsmo-

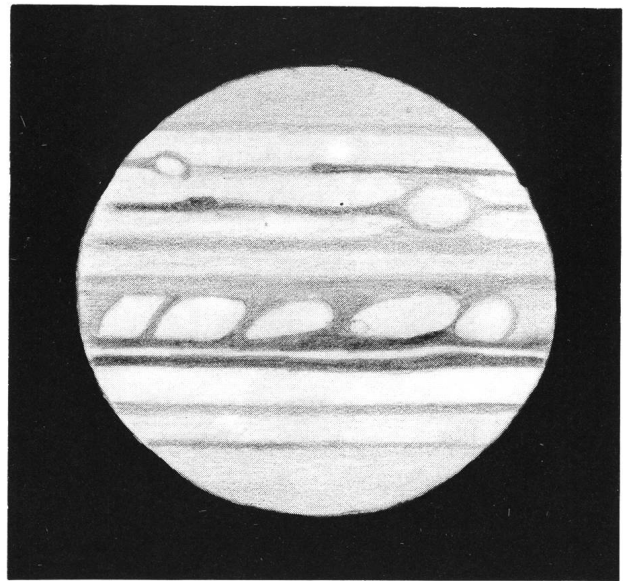


Fig. 2: 22.9.1976,  $22^h50^m-23^h00^m$  (UT), S = 2,  $\lambda_1 = 334^\circ$   $\lambda_2 = 9^\circ$ . Beobachter: MANNER.

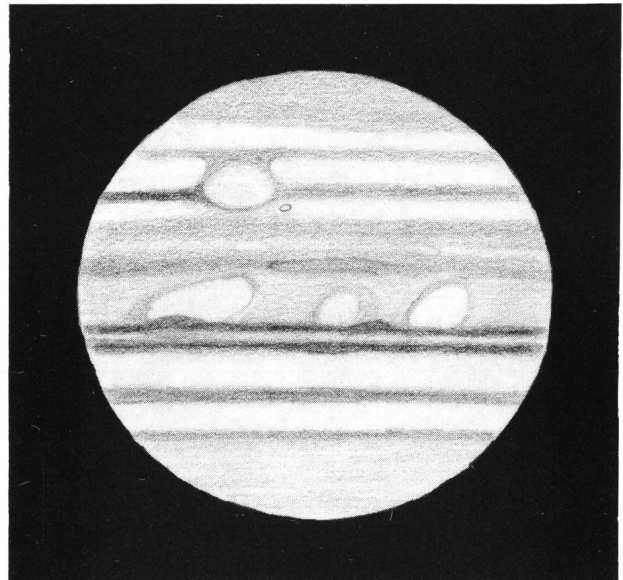


Fig. 3: 21.11.1976,  $23^h45^m-23^h50^m$  (UT), S = 3,  $\lambda_1 = 130^\circ$   $\lambda_2 = 69^\circ$ . Beobachter: MANNER.

nate kaum veränderte. Die Intensität des Flecks war vergleichbar (ab und zu etwas dunkler) mit derjenigen von STrZ.

Nach unserer Auffassung kann dieser beobachtete «Grosse Graue Fleck» kaum etwas anderes sein als der

## Gesucht

Jurist (Mitglied der SAG) zur Überprüfung der SAG-Statuten. Wer für diese Arbeit ein wenig Zeit opfern kann, melde sich bei: Werner Lüthi, Generalsekretär der SAG, Lorraine 12 D/16, 3400 Burgdorf. Tel. 034/22 86 86

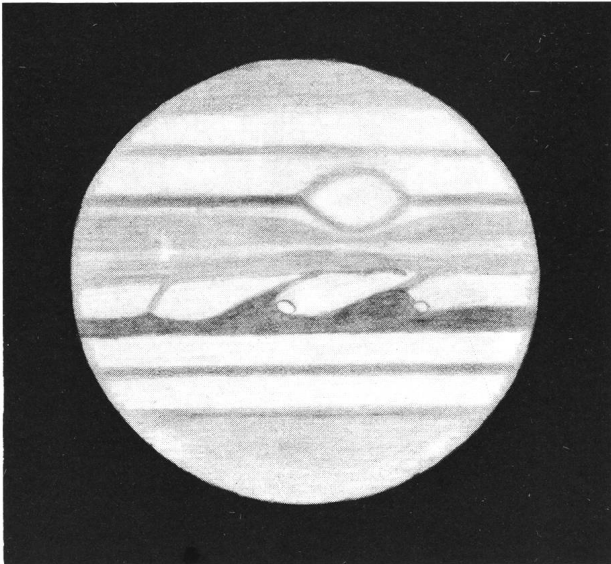


Fig. 4: 24.1.1977, 15<sup>h</sup>50<sup>m</sup> (UT), S = 2,  $\lambda_1 = 223^\circ$   $\lambda_2 = 34^\circ$ .  
Beobachter: KUKKONEN.

eigentliche GRF. Aber wann trat diese Farb- und Intensitätsveränderung ein? Diese Frage bleibt offen. Sicher ist lediglich, dass diese Veränderung vor der Aufnahme unserer Beobachtungen (20. September 1977) eingetreten ist.

Diese radikale Veränderung von Farbe und Intensität des GRF stellt jedoch nicht ein neues Phänomen dar. Farb- und Intensitätsveränderungen des GRF wurden in unserem Jahrhundert schon mehrmals beobachtet (siehe B. M. PEEK: *The Planet Jupiter*, FABER & FABER, London 1958).

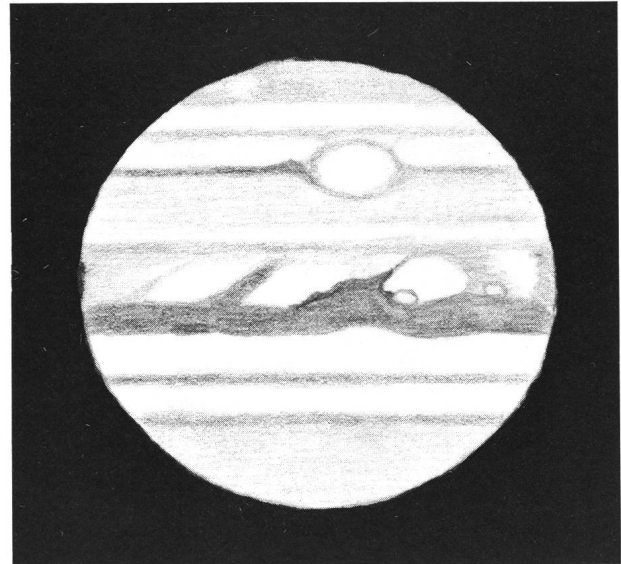


Fig. 5: 24.1.1977, 16<sup>h</sup>05<sup>m</sup>–16<sup>h</sup>15<sup>m</sup> (UT), S = 3,  $\lambda_1 = 234^\circ$   $\lambda_2 = 46^\circ$ .  
Beobachter: MANNER.

#### Anmerkung:

Der Leser möge beachten, dass die in diesem Artikel aufgeführten Resultate auf Beobachtungen basieren, die vor dem 15. Februar 1977 gemacht wurden. In der Zwischenzeit könnte sich die Situation verändert haben.

#### Adresse der Autoren:

ILMO KUKKONEN, Rudolfintie 15 A 4, SF-00870 Helsinki 87.  
OLLI MANNER, Huvilakatu 7 A 10, SF-00140 Helsinki 14.  
JORMA RYSKE, Rajametsäntie 33 A 4, SF-00630 Helsinki 63.

## Planeten ausserhalb unseres Sonnensystems?

In ihrem Lauf durch den Weltraum wird unsere Sonne bekanntlich von 9 Planeten, 32 Monden, hundert von Kometen und vielen tausend Planetoiden begleitet.

Die Frage, ob auch andere Sonnen von einer solchen Vielfalt von Himmelskörpern begleitet werden, ist für uns Planetenbewohner von besonderem Interesse. Leider besteht nicht die geringste Aussicht, selbst mit den grössten Teleskopen und den raffiniertesten Methoden Planeten benachbarter Sonnen direkt zu beobachten. Ihr äusserst schwaches reflektiertes Licht geht in der Strahlung der Zentralsonne vollständig unter. Die Frage kann vorläufig also nur mit indirekten Methoden angegangen werden. Anstrengungen in dieser Richtung haben kürzlich die beiden Astronomen H. A. ABT und S. LEVY am *Kitt Peak National Observatory* in Arizona USA unternommen. Sie stellten sich die Aufgabe, Angaben über mögliche Begleiter der 123 nächsten sonnenähnlichen Fixsterne zu machen. Die 123 ausgewählten «Versuchsterne» sind in ihrer Zusammensetzung, ihrem Alter, ihrer

Grösse, ihrer Oberflächentemperatur und ihrer Masse vergleichbar mit unserer Sonne. Ausserdem sind alle von blosserem Auge sichtbar und befinden sich innerhalb einer Entfernung von 85 Lichtjahren. Diese Auswahl garantierte, dass allfällige visuelle Begleiter mit den heute zur Verfügung stehenden Instrumenten auch gesehen werden konnten.

Im wesentlichen bestehen heute 4 Methoden, um ein Doppel- oder ein Mehrfach-Sternsystem ausfindig zu machen:

1. *Visuelle Doppelsterne.* An zwei benachbarten Sternen werden Positionsbestimmungen durchgeführt. Ergeben diese dann – nach eventuell vieljähriger Beobachtungszeit – elliptische Bewegungen der beiden Komponenten um einen gemeinsamen Schwerpunkt, so handelt es sich um ein Doppelsternsystem.

2. *Doppelsterne mit gemeinsamer Eigenbewegung.* Die unter 1. erwähnte Methode kann für Doppelsterne mit Umlaufzeiten von mehreren tausend Jahren oder grösser nicht mehr angewendet werden. Die gegenseitigen Positionen ändern sich dann innerhalb eines



«Astronomenlebens» nur unmerklich. Von uns aus gesehen weisen dann aber beide Komponenten dieselbe Eigenbewegung auf. Von dieser gemeinsamen Eigenbewegung kann wieder auf ein Doppelsternsystem geschlossen werden.

3. *Astrometrische Doppelsterne.* Stellt die Eigenbewegung eines Sternes über längere Beobachtungszeit eine wellenförmige Linie dar, so kann daraus auf einen sehr leuchtschwachen oder schwächeren und sehr nahen Begleiter geschlossen werden.

4. *Spektroskopische Doppelsterne.* Bekanntlich verschieben sich die charakteristischen Linien im Spektrum eines Sternes gegen das rote Spektralende, falls sich der Stern von uns fortbewegt, bzw. gegen das blaue Ende, falls sich der Stern uns nähert. Bewegen sich nun die zwei Sterne eines Doppelsternsystems in einer Ebene, welche nicht gerade senkrecht auf unserer Blickrichtung steht, dann nähern und entfernen sich die beiden Sternkomponenten beim Umlauf um den gemeinsamen Schwerpunkt abwechselungsweise von uns. Ist das Licht einer der beiden Sterne vernachlässigbar, also nur ein Stern des Doppelsternsystems sichtbar, so erkennt man im Spektrum ein periodisches hin- und her-Pendeln der charakteristischen Linien. Sind beide Komponenten aber etwa gleich hell, dann macht sich die gegenseitige Bewegung im Spektrum durch ein periodisches Aufspalten und Wiedervereinigen der charakteristischen Linien bemerkbar.

Mit diesen Methoden haben H. A. ABT und S. LEVY die ausgewählten 123 Sterne der Sonnenumgebung untersucht. Als Instrument verwendeten sie den 2,1 m-Reflektor des Kitt Peak Observatoriums. Der im Couré-Brennpunkt angebrachte Spektrograph entwarf hochaufgelöste Spektren, die mit Kameras mit Öffnungen bis zu 1,5 m aufgenommen wurden. Zur Aufnahme der Spektren der 123 Sterne benötigten ABT und Mitarbeiter 60 Beobachtungsnächte!

ABT teilte seine Beobachtungsergebnisse in zwei Gruppen auf. Die erste Gruppe bilden die Doppelsternsysteme mit Umlaufzeiten von mehr als 100 Jahren. In die zweite Gruppe wurden alle Doppelsternsysteme mit Umlaufzeiten von weniger als

100 Jahren eingeteilt. Zusätzlich wurde noch eine Klassenunterteilung entsprechend der Masse des Begleitsternes vorgenommen. Der ersten Klasse wurden alle Doppelsterne zugezählt, deren Komponenten vergleichbare Massen aufwiesen. Besass der Begleiter nur die halbe Masse des Hauptsternes, dann wurde das System in Klasse 2 eingeteilt. Die 3te Klasse bilden die Doppelsternsysteme, deren Begleitermasse nur noch den vierten Teil der Masse des Hauptsternes ausmacht, etc.

*Enge Doppelsterne* (Umlaufzeiten unter 100 Jahre)

Die von ABT angestellten Untersuchungen dieser Gruppe ergaben folgende Resultate: Am häufigsten treten Doppelsternsysteme auf, deren beide Komponenten ungefähr gleiche Massen aufweisen. Geht man zu Systemen mit immer kleineren Begleitermassen, so nimmt auch die Häufigkeit dieser Systeme ab. Die Beobachtungen reichen bis zu einer Begleitermasse von 1/16 der Zentralmasse, und lassen vermuten, dass die Abnahme der Häufigkeit des Auftretens der Doppelsternsysteme proportional zur dritten Wurzel der Begleitermasse (gemessen in Zentralmassen) verläuft. D. h.: ist die Begleitermasse nur 1/8 der Zentralmasse, dann ist die Häufigkeit des Auftretens auf 1/2 der Häufigkeit für gleichschwere Komponenten abgefallen. Von den 123 untersuchten Sternen fand ABT bis zur Beobachtungsgrenze von 1/16 Begleitermasse 83 enge Doppelsterne. Wird nun der Verlauf der Häufigkeitskurve auch in den nichtbeobachtbaren Bereich extrapoliert, dann ergeben sich unter den 123 Ausgangssterne ungefähr 20, welche einen Begleiter mit einer Masse zwischen 1/16 und 1/100 der Zentralmasse besitzen (sogenannte *schwarze Zwerge*) und ausserdem noch 23 Sterne, die einen Begleiter mit einer Masse von weniger als 1/100 der Zentralmasse besitzen (diese kleinen Massen müssten sich nach Untersuchungen von S. S. KUMAR zu *Planeten* entwickelt haben). Zählt man nun die beobachteten 83 Doppelsternsysteme mit den 20 und 23 nicht beobachtbaren aber vermuteten Doppelsternsystemen zusammen, so ergibt sich ungefähr wieder die Ausgangszahl 123.

ABT und Mitarbeiter haben nun die Vermutung geäussert, dass unter den Sonnenähnlichen Sternen *alle* Begleiter besitzen. Dabei sind 67% eigentliche Doppelsternsysteme (beide Komponenten voll entwickelte Sonnen), 16% sind Doppelsysteme, wobei der Begleiter ein schwarzer Zwergstern ist und 17% aller sonnenähnlichen Sterne besitzen eigentliche Planeten.

H. A. ABT gibt allerdings zu bedenken, dass die Ausgangsbasis von 123 Sternen für eine endgültige Aussage viel zu gering ist. Ausserdem ist noch nicht restlos geklärt, ob die Gesetzmässigkeit der Häufigkeitsabnahme auch auf kleine Begleitermassen (Planeten) extrapoliert werden kann. Beobachtungen mit Grossteleskopen ausserhalb der Erdatmosphäre könnten hier weiterhelfen.

(Scientific American, April 1977)

P. GERBER

Prof. Max Waldmeier

# PANOPTIKUM DER STERNE

ca. 140 Seiten  
und etwa 30 Strich-  
zeichnungen  
Fr. 22.—

15 Porträts von berühmten Sternen

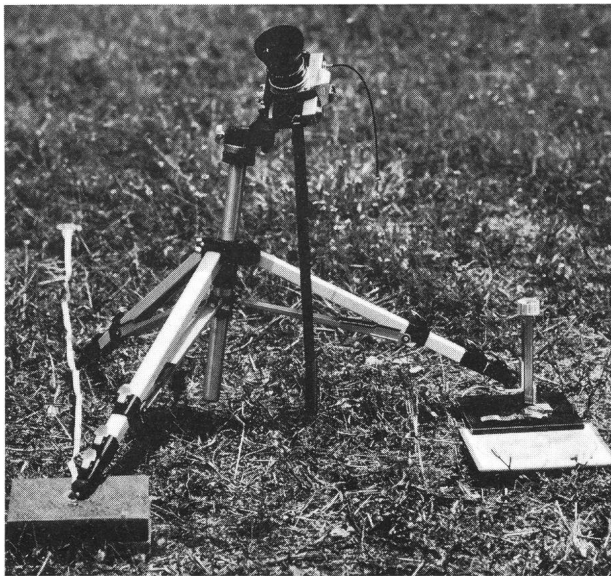
Das «Panoptikum» ist eine Sammlung von 15 Aufsätzen über berühmt gewordene Sterne. Jeder von ihnen ist ein Repräsentant einer grossen Gruppe ähnlicher Objekte. Sowohl der Fachmann als auch der interessierte Laie erfährt hier viele neue wissenswerte Einzelheiten aus der Welt des Alls.

**Hallwag  
Verlag** Bern und Stuttgart

## «Nachgeführtes Stativ»

Das Titelbild dieser ORION-Ausgabe und das nebenstehende Milchstrassenband wurde von HUGO BLIKSDORF, 5415 Nussbaumen, mit seinem «Nachgeführten Stativ» und einer Kleinbildkamera aufgenommen. Diese Nachführungsmethode eignet sich besonders für Astro-Aufnahmen aus Gebieten mit kleiner geographischer Breite (wie hier in Zentralafrika). Durch eine entsprechende Unterlage lässt sie sich aber ohne weiteres auch in unseren Breiten einsetzen.

Die beiden linken Stativfüsse (siehe Figur) müssen so aufgestellt werden, dass ihre Verbindungsgerade parallel zur Erdachse zu liegen kommt (hier durch ein Messband angedeutet). Der rechte Stativfuss weist nach Osten und ist der eigentliche «Nachführfuss». Er ruht auf einem Winkeleisen, das mit Hilfe einer M6-Schraube aufwärts bzw. abwärts bewegt werden kann. Die Geometrie des Stativs ist so gewählt, dass für die korrekte Nachführung eine Schraubenumdrehung in 20 Sekunden ausgeführt werden muss (es wird nicht kontinuierlich gedreht, sondern alle 5 Sekunden eine Vierteldrehung ausgeführt). Die Nord-Süd-Ausrichtung der beiden linken Stativfüsse gelingt relativ rasch mit Hilfe von Meridiandurchgängen heller Sterne.



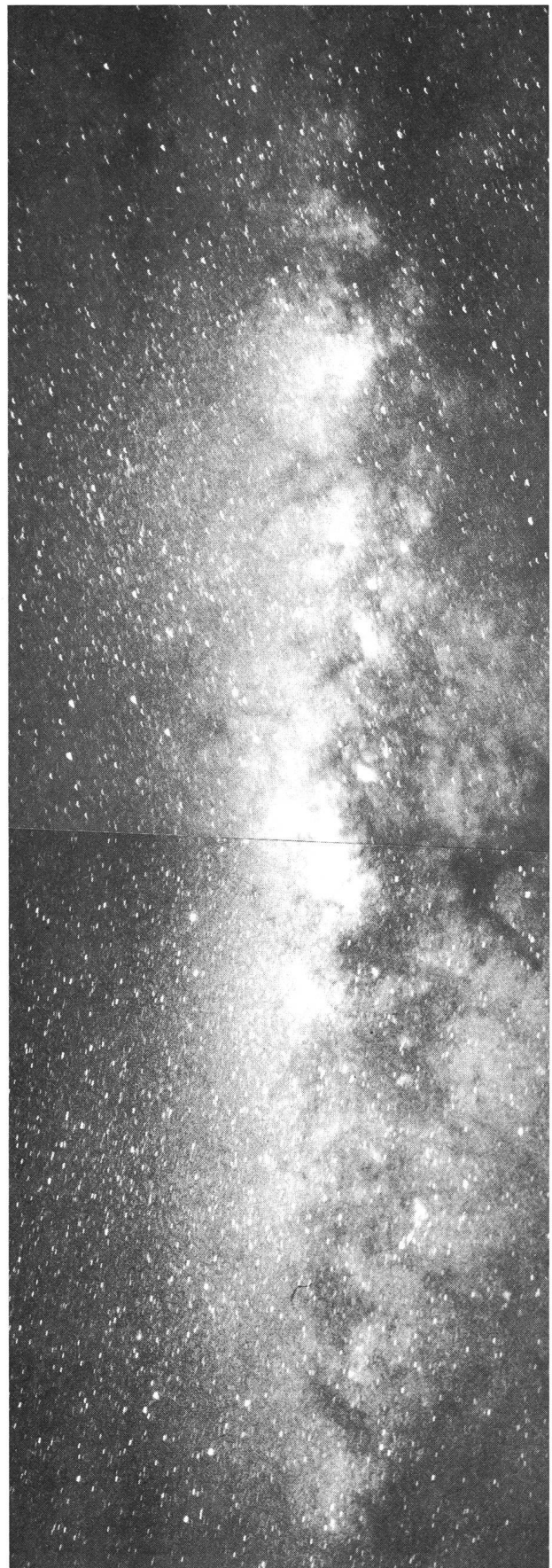
«Nachgeführtes Stativ»

Milchstrasse in den Sternbildern SCHILD, SCHÜTZE, SKORPION, ARA, NORMA. Dieses Milchstrassenband wurde aus zwei Weitwinkelaufnahmen zusammengesetzt:  $f = 35 \text{ mm}$ , 1:1,8, Kodak 103a-E Film mit Rotfilter R2.

### Zu verkaufen

Maksutow-Teleskop 150/2400 mit Sucher, parallaktischer Montierung und 4 Okularen, ohne Stativ, jedoch zum Aufstellen auf Tisch. Preis Fr. 1400.—.

W. Donau, Napfstrasse 52, 3550 Langnau i. E.  
Tel. 035 / 2 43 68.



# Meteorbeobachtungen in der Schweiz 1976

VON ROBERT GERMANN, Nahren

Es hat sich in den letzten Jahren deutlich gezeigt, dass Ende Juli ausser den Perseiden noch einige bemerkenswerte Meteorströme laufen, wie etwa die Juli-Aquariiden, die Capricorniden und im vergangenen Jahr ein von uns beobachteter Strom mit dem Radianten nahe bei ALPHA Andromedae. Gegen den 12.-14. August hin flauen dann die andern Meteorströme schnell ab, so dass fast nur noch Perseidenmeteore übrigbleiben. Für die nachfolgende Tabelle stützte ich mich auf Beobachtungen von Andreas Diem und Jürg Nef aus Herisau:

## Meteorströme in der Nacht vom 30./31. Juli 1976

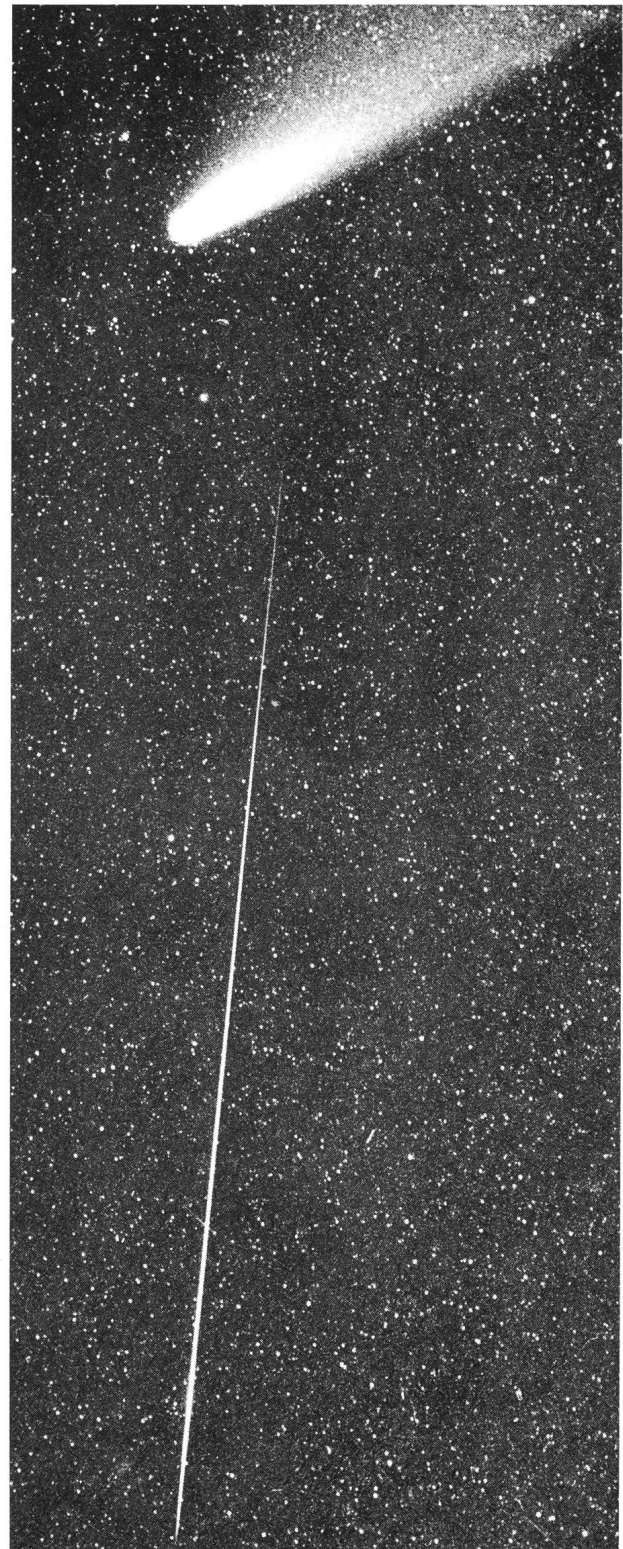
Total 97 beobachtete und in eine Sternkarte eingezeichnete Meteore.

1. Perseiden	34 Meteore
Ermittelter Radiant	$\alpha = 02^{\text{h}}40^{\text{m}} (40^\circ)$ 35% $\delta = + 55^\circ 30'$
2. Cygniden	5 Meteore
Ermittelter Radiant	$\alpha = 21^{\text{h}}49^{\text{m}} (328^\circ)$ 5,2% $\delta = + 51^\circ$
3. Cepheus-Strom	4 Meteore
Ermittelter Radiant	$\alpha = 20^{\text{h}}31^{\text{m}} (308^\circ)$ 4,1% $\delta = + 65^\circ$
4. Capricorniden	15 Meteore
Ermittelter Radiant	$\alpha = 20^{\text{h}}30^{\text{m}} (307.5^\circ)$ 15,5% $\delta = - 19^\circ 30'$
5. Juli-Aquariiden	21 Meteore
Ermittelter Radiant	$\alpha = 22^{\text{h}}36^{\text{m}} (339^\circ)$ 21,7% $\delta = - 13^\circ$
6. Strom aus Bootes	4 Meteore
Ermittelter Radiant	$\alpha = 17^{\text{h}}04^{\text{m}} (256^\circ)$ 4,1% $\delta = + 54^\circ$
7. Unbekannter Strom bei $\alpha$ And	9 Meteore
Ermittelter Radiant	$\alpha = 00^{\text{h}}12^{\text{m}} (3^\circ)$ 9,3% $\delta = + 32^\circ 30'$
8. Sporadische Meteore	5 Meteore 5,1%

Hier konnte kein Radiant ermittelt werden.

Am 30. November 1976 um 17<sup>h</sup>21<sup>m</sup> MEZ konnte der Schreibende zufällig ein Riesenmeteor beobachten. Grösse ca. -5 mv, es bewegte sich von 6° südl.  $\lambda$  Psc nach  $\delta$  Aqr, ein Nachleuchten war zu sehen, doch hörte ich keine Geräusche.

Im Dezember 1976 wurden eine Anzahl Geminidmeteore beobachtet. Mein Mitarbeiter, Hermann Schaufelberger, Wald, entdeckte am 20. Dezember 1976 am frühen Morgen zwischen 05<sup>h</sup>40<sup>m</sup> und 05<sup>h</sup>45<sup>m</sup> MEZ 7 ziemlich helle und eine Anzahl schwächere Meteore. In eine Sternkarte eingezeichnet und ausgewertet, ergab sich ein möglicher Radiant ca. 4 südlich Sirius ( $\alpha$  CMa).



«Zufallstreffer»: Diese eindruckliche Meteoraufnahme gelang Dipl.-Ing. F. SEILER aus München am 29. März 1976. Am oberen Bildrand: Komet WEST 1975n.

Zum Schluss habe ich noch etwas sehr Erfreuliches zu berichten. Zwei junge Gymnasiasten aus Locarno, nämlich Stefano Sposetti (1958) und Reto Pezzoli (1959), haben im vergangenen Jahr viele, viele Arbeitsstunden dazu verwendet, Meteore zu beobachten, zu photographieren und Radianten von Meteorströmen zu bestimmen. Sie erhielten für ihre schriftlich abgefasste Arbeit den ersten Preis von «Schwei-

zerjugend forscht» für den Kanton Tessin. Ihre Arbeit war im Februar 1977 in Winterthur ausgestellt, als dann die gesamtschweizerische Wertung für ihre Arbeit «hervorragend» lautete! Herzliche Gratulation!

*Adresse des Verfassers:*

ROBERT GERMANN, Nahren, CH-8636 Wald.

## Ringsystem beim Planeten Uranus entdeckt

VON O. WALTHERT, Emmenbrücke

Amerikanische Astronomen von der *Cornell University* in Ithaka/New York sind nach der Auswertung neuester Beobachtungen zum Schluss gekommen, dass der Planet Uranus wahrscheinlich von fünf schmalen, dünnen Ringen umgeben ist. Diese Ringe bilden zusammen ein 7 100 km breites Band, das von der Planetenoberfläche 17 700 km entfernt ist. Die vier inneren Ringe scheinen 10 km breit zu sein, der äussere Ring 30 km auf der einen und 80 km auf der entgegengesetzten Seite. Offenbar bestehen sie aus Objekten, deren Durchmesser grösstenteils kleiner als 1,5 km ist. Sie bewegen sich wie ein dichter Schwarm Satelliten um den Uranus und erwecken so den trügerischen Eindruck einer zusammenhängenden Masse.

Uranus ist mit einem Durchmesser von 47 100 km 3,7 mal grösser als die Erde und der drittgrösste Planet des Sonnensystems. Er weist das 50,6 fache Erdvolumen und die 14,5 fache Erdmasse auf. Er bewegt sich mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 6,8 km pro Sekunde in 84,015 Jahren einmal um die Sonne. Auffallend ist die starke Neigung seiner Rotationsachse. Seine mittlere Dichte beträgt 1,58 g/cm<sup>3</sup>. Seine Schwerebeschleunigung an der Oberfläche entspricht der irdischen. Als höchste Oberflächentemperatur wurden -190°C registriert. Die Durchmesser seiner fünf Monde *Miranda*, *Ariel*, *Umbriel*, *Titania* und *Oberon* liegen zwischen 320 und 800 km.

Das Forschungsteam von der *Cornell University*, dem diese bedeutende astronomische Entdeckung gelungen ist, steht unter der Leitung von Dr. JAMES ELLIOT. Es hatte den Auftrag, am 10. März 1977 die Bedeckung des 8,8 Grössenklassen hellen Sterns SAO 158687 im Sternbild Waage durch den Planeten Uranus zu verfolgen. Auf diese Weise hoffte man den Planetendurchmesser genauer zu bestimmen und auf Grund der Lichtabschwächung Rückschlüsse über den Aufbau seiner Atmosphäre ziehen zu können. Um den bestmöglichen Beobachtungsstandort im Indischen Ozean einnehmen zu können, verwendeten die Astronomen dafür das an Bord eines Flugzeuges des Typs Lockheed C-141 installierte 91 cm-Teleskop des NASA Ames Research Center Kuiper Airborne Observatory und ein Hochgeschwindigkeits-Photo-

meter. Die Beobachtungen wurden in einer Höhe von 12 500 m über dem südlichen Indischen Ozean etwa 1 900 km südwestlich von Australien gemacht. In dieser Höhe hatte das Flugzeug 75% der Erdatmosphäre unter sich gelassen und konnte bei völlig unbedecktem Himmel fliegen.

Diese Sternbedeckung wurde übrigens bereits vor vier Jahren vorausberechnet, weshalb frühzeitig Vorbereitungen zur Beobachtung dieses seltenen astronomischen Ereignisses getroffen werden konnten. Aus den Berechnungen hat sich ergeben, dass sich Uranus, die Erde und der Stern SAO 158687 am 10. März 1977 gegen 21 Uhr Weltzeit auf einer Linie befinden sollten. Der hypothetische Uranus-Schatten würde ein Gebiet zwischen Australien und Afrika überstreichen. Es war zu erwarten, dass dieser Vorgang von allen Küsten rund um den Indischen Ozean sichtbar sei. Zahlreiche Astronomen begaben sich daher zu Beobachtungszwecken nach Perth (Westaustralien), Kavalur (Indien), Kapstadt (Südafrika) und auf die Insel Mauritius. Das fliegende NASA-Observatorium wurde vom 61 cm-Teleskop in Perth und von anderen Sternwarten unterstützt. Die Astronomen an Bord des Flugzeuges waren allerdings die einzigen Beobachter, welche sämtliche Ereignisse, die zur Identifizierung der Ringe führten, verfolgen konnten.

Das erste Anzeichen für die bisher unbekanntenen Ringe war ein Verschwinden des Sterns während sieben Sekunden 40 Minuten bevor die Bedeckung durch Uranus zu erwarten war. In den nächsten neun Minuten wurde der Stern noch viermal während je etwa einer Sekunde von Objekten verdeckt. Dann blieb er wieder dreissig Minuten lang sichtbar. Nach der Bedeckung des Sterns durch Uranus selbst während 25 Minuten folgten nochmals fünf Unterbrüche und zwar in umgekehrter Reihenfolge. In bezug auf den Planeten waren sie – mit Ausnahme des letzten – symmetrischer Natur. Sie konnten daher nicht von den fünf Uranusmonden herrühren. Die unerwarteten Verdunkelungen des Sterns wurden auch in Perth und Kavalur festgestellt.

Diese Entdeckungen lassen darauf schliessen, dass Uranus ein fünfteiliges Ringsystem besitzt und dass der äusserste Ring nicht kreisrund ist wie die anderen

vier. Das Ringsystem liegt in der Äquatorebene des Planeten. Es ist noch nicht bekannt, ob die Ringe aus Eisstücken, beispielsweise aus Wassereis, oder aus Gesteinskörpern bestehen. Sie wurden bisher noch nie beobachtet, weil sie sehr schmal sind und sich so nahe beim Planeten befinden. Somit ist Saturn nicht der einzige Planet mit einem Ringsystem. Diese astronomische Entdeckung könnte die von der NASA während des nächsten Jahrzehnts angestrebte Erforschung des Uranus mit unbemannten Raumsonden fördern.

Adresse des Verfassers:

Lic. oec. OTTO WALTHER, Landesgruppenleiter Schweiz der Hermann-Oberth-Gesellschaft e. V., Adligenstrasse 1, CH-6020 Emmenbrücke.

Literatur:

IAU Circ. Nr. 3048, 14. März 1977

Uranus believed to be ringed by five belts, *Aviation Week & Space Technology*, 4. April 1977

Evidence of Uranus rings grows, *Aviation Week & Space Technology*, 25. April 1977

The rings of Uranus, *Sky and Telescope*, Mai 1977

## Le problème cosmologique et ses hypothèses IV

par J. DUBOIS

*Hypothèses de la théorie de DIRAC*

### Inteoduction

J'examine ici une théorie qui a en commun avec celle de HOYLE et NARLIKAR<sup>1,2</sup>) d'aboutir à une variation de la masse des particules et de la constante de la gravitation universelle. Cette théorie est, à mon avis, encore plus subtile que la précédente et je puis faire au sujet du travail qui suit une réserve analogue à celle que j'avais alors formulée, à savoir que ce que je présente doit être compris comme une tentative de dégager des hypothèses.

### Les grands nombres

Bien que cela ait déjà été mentionné dans un appendice au deuxième article consacré à la théorie de HOYLE et NARLIKAR<sup>2</sup>), il y a lieu de rappeler que l'on peut former de très grands nombres, dont le rôle est fondamental dans la théorie de DIRAC. Ces nombres sont de l'ordre de  $(10^{39})^n$  à  $(10^{40})^n$ , sans dimension au sens de la physique et s'obtiennent en calculant des rapports où interviennent des constantes de la physique atomique et des constantes d'origine astronomique.

Nous introduisons donc:

- e: charge de l'électron ( $1,6 \cdot 10^{-19}$  Cb.)
- $m_e$ : masse de l'électron ( $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.)
- $m_p$ : masse du proton ( $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg.)
- c: vitesse de la lumière ( $3 \cdot 10^8$  m/s.)
- G: constante de la gravitation universelle ( $6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg.<sup>2</sup>)
- R(t): paramètre d'échelle qui s'introduit dans les modèles relativistes (voir ORION no. 155, p. 86 et 87).
- $H_0^{-1}$ : inverse de la valeur actuelle de la «constante» de HUBBLE ( $10^{17}$  s.) et dans un modèle de FRIEDMANN (voir ORION no. 155, p. 87) c'est de l'ordre de grandeur de la durée qui nous sépare actuellement de l'instant où  $R(t) = 0$ , c'est-à-dire de la singularité du mo-

dèle (voir figure dans ORION no. 158, p. 15). Il est évident que  $H_0^{-1}$  est fonction du temps.

Alors nous pouvons calculer les grandeurs suivantes:

$cH_0^{-1}$ : distance parcourue par la lumière en  $10^{17}$  s. en supposant l'espace euclidien.

$e^2/m_e c^2$ : rayon classique de l'électron, c'est-à-dire rayon d'une sphère conductrice portant une charge e et ayant une masse  $m_e$ .

$e^2/m_e c^3$ : temps que met la lumière pour parcourir le rayon classique de l'électron.

On peut calculer un premier nombre  $\chi_1$  en mesurant la durée  $H_0^{-1}$ , que certains appellent l'âge de l'univers, en prenant comme unité  $e^2/m_e c^3$ . On trouve alors un nombre  $\chi_1$  de l'ordre de  $10^{40}$ .

Si l'on évalue le nombre de particules actuellement observables (en supposant l'espace euclidien et ne contenant que des atomes d'hydrogène), c'est-à-dire disposées dans une sphère de rayon  $cH_0^{-1}$ , on trouve un nombre  $\chi_2$  de l'ordre de  $10^{78}$  ou  $(10^{39})^2$ . On utilise pour ce calcul l'estimation de la densité actuelle de la matière dans l'univers.  $3 \cdot 10^{-31}$  g/cm<sup>3</sup>.

Dans le système M.K.S.A. l'intensité de la force électrostatique  $F_e$  entre un électron et un proton est donnée par la loi de COULOMB:

$$F_e = \frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 r^2} \quad (54)$$

r: distance entre l'électron et le proton.

$\epsilon_0$ : constante diélectrique du vide ( $8,86 \cdot 10^{-12}$  Cb/Vm.)

L'intensité de la force gravifique  $F_g$  est donnée par:

$$F_g = G \frac{m_e m_p}{r^2} \quad (55)$$

Si maintenant nous formons le rapport de l'intensité de la force électrostatique à l'intensité de la force gra-

vifique entre l'électron et le proton, nous obtenons un nombre  $\chi_3$  de l'ordre de  $10^{39}$ .

$$\chi_3 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 G m_e m_p} \quad (56)$$

On peut encore obtenir un grand nombre en considérant la distance  $D = cH_0^{-1}$  et en faisant le rapport  $\chi_4 = D/10^{-15}$  ( $10^{-15}$  m. étant l'ordre de grandeur du noyau atomique), on trouve  $\chi_4 = 10^{40}$ .

*Hypothèse dite des grands nombres*

Avec les nombres  $\chi_1, \chi_2, \chi_3$  et  $\chi_4$  nous pouvons écrire les égalités suivantes, par exemple:

$$\chi_1 = \chi_3 = \chi_4 \quad (57)$$

$$\chi_1^2 = \chi_3^2 = \chi_4^2 = \chi_2 \quad (58)$$

Or dans le calcul de  $\chi_1, \chi_2$  et de  $\chi_4$  figure la valeur actuelle  $H_0$  de la « constante » de HUBBLE et dans les modèles relativistes usuels cette constante varie au cours du temps. Il est vrai que dans le cas du modèle relativiste stationnaire  $H$  est constant. Mais actuellement ce modèle est écarté car il est en désaccord avec l'observation. Par ailleurs, dans le modèle statique d'EINSTEIN\*  $H$  est nul et il faut trouver une explication différente de l'expansion pour décrire le décalage spectral vers le rouge (pour la constante de HUBBLE: voir ORION no. 156. p. 130 et 131). Ainsi, en ne tenant pas compte provisoirement de ces deux modèles, nous voyons que les grands nombres  $\chi_1, \chi_2$  et  $\chi_4$  dépendent du temps. Par contre  $\chi_3$  est une vraie constante selon les conceptions habituelles de la physique. Alors que certains cosmologistes pensent que des relations telles que (57) ou (58) ne sont que de simples coïncidences qui disparaîtraient avec le temps, DIRAC estime au contraire qu'elles n'en sont point et que toutes les relations similaires à (57) ou (58) que l'on peut établir entre ces grands nombres sont *toujours vraies*. Cela implique que  $\chi_2$  doit aussi varier avec le temps.

C'est cette idée qui constitue l'*hypothèse dite des grands nombres* que l'on peut tenter d'énoncer de la façon suivante<sup>3)</sup>:

*Tous les grands nombres sans dimension de l'ordre de  $(10^{39})^n$  à  $(10^{40})^n$  que l'on peut obtenir à l'aide de données fondamentales de la physique atomique ou de l'astronomie sont fonctions du temps.*

DIRAC pense que sans cette hypothèse on ne peut pas comprendre l'existence de ces grands nombres. Cette hypothèse impose le choix d'un modèle cosmologique, et à ce propos, il faut bien noter que DIRAC s'en tient strictement aux modèles relativistes qu'il considère comme les mieux adaptés à l'observation. Mais le ou les modèles retenus ne peuvent être qu'in-dépendants du temps.

\* Le modèle d'EINSTEIN, caractérisé par une constante cosmologique  $\Lambda > 0$ , est fermé et la fonction  $R(t)$  y est constante (voir ORION no. 155 p. 88).

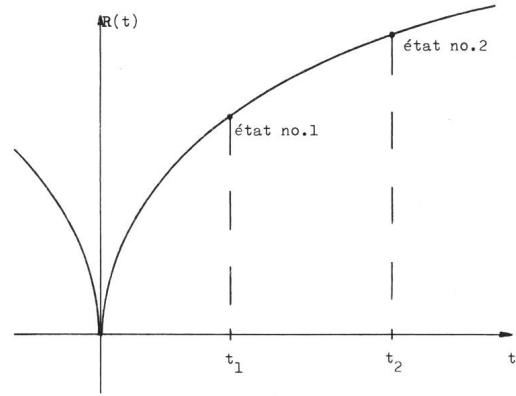


Fig. 1:  $t_2 - t_1 =$  durée déterminée par le modèle.

En effet dans un modèle évolutif on peut calculer des durées qui sont caractéristiques du modèle. Par exemple, dans un modèle oscillant, la durée d'une oscillation. Plus généralement le passage d'un état no. 1 à un état no. 2 s'effectue en une durée déterminée par le modèle. Cela est illustré sur le dessin suivant (Fig. 1) pour un modèle de FRIEDMANN lequel est déterminé par la forme de la courbe  $R(t)$  (voir ORION no. 155, figure p. 87). Changer de modèle revient à changer la forme de la courbe et alors la durée de l'évolution de l'état no. 1 à l'état no. 2 sera différente de la précédente.

Or on peut toujours choisir deux états tels que la durée qui les sépare, mesurée en une unité convenablement choisie (par exemple  $e^2/m_e c^3$ ) soit un nombre de l'ordre de  $10^{39}$ . Alors selon l'hypothèse des grands nombres cette durée devrait être fonction du temps ce qui est en contradiction avec le modèle lui-même. Donc les seuls modèles relativistes acceptables doivent être statiques. Il y a celui d'EINSTEIN, déjà mentionné, et celui de MINKOWSKI lequel est euclidien et vide de matière.

Revenons à l'égalité (54),  $\chi_3$  variant au cours du temps, l'une au moins des constantes contenues dans  $\chi_3$  doit aussi varier au cours du temps et cela contrairement aux enseignements de la physique. Pour fixer cette variation, DIRAC fait l'hypothèse suivante:

*Hypothèse no. 2*  
*Tout nombre  $\chi = (10^{39})^n$  varie proportionnellement à  $t^n$ .*

Ainsi le nombre  $\chi_2$  varie proportionnellement à  $t^2$ , et les nombres  $\chi_1, \chi_3$  et  $\chi_4$  varient proportionnellement à  $t$ .

Pour  $\chi_2$  cela implique que le nombre de particules observables augmente au cours du temps. On retrouve là le phénomène de création continue de la matière. Pour cela DIRAC propose deux modes soit:

*Hypothèse no. 3a*

*Les nouveaux atomes sont créés là où il y a déjà de la matière et proportionnellement à celle-ci.*

Cette création est dite multiplicative.

### *Hypothèse no. 3b*

*Les nouveaux atomes sont créés uniformément dans tout l'espace donc essentiellement dans l'espace intergalactique.*

Cette création est dite additive.

DIRAC montre alors que l'hypothèse de création multiplicative est compatible avec un modèle d'univers à constante cosmologique non nulle, ce qui n'est pas le cas de la création additive. Alors DIRAC associe le modèle d'EINSTEIN et la création multiplicative d'une part, et l'espace-temps de MINKOWSKI et la création additive de l'autre.

Pour  $\chi_3$  il faut choisir la ou les constantes de la physique ou de l'astronomie susceptibles de varier au cours du temps. Dans ce choix DIRAC est guidé par le désir de demeurer en accord avec la théorie de la relativité générale. Cela exclut alors une variation de la constante  $G$  de la gravitation universelle. Par ailleurs les phénomènes de la physique atomique, bien décrits par la mécanique quantique, excluent une variation des constantes de la physique.

### *Les deux espaces-temps*

Il est certainement très banal de dire qu'une théorie mécanique, par exemple celle de la gravitation universelle de NEWTON, fait intervenir les concepts d'espace et de temps. Elaborés dans un espace-temps théorique, les calculs conduisent à certains résultats que l'on souhaite naturellement confronter avec l'observation. Or cette observation s'effectue avec des instruments qui directement ou indirectement utilisent les propriétés atomiques de la matière. Rappelons que les définitions actuelles du mètre étalon et de la seconde étalon reposent sur des transitions atomiques. Il existe maintenant des horloges dites atomiques.

Alors rien ne permet d'affirmer que le temps théorique de la mécanique soit identique au temps de l'horloge atomique. En fait cette identification est admise implicitement, car sans cela, comment confronter théorie et observations? Il en est de même pour, par exemple, la distance terre-lune. Elle peut être mesurée au radar et on obtient une distance dite «atomique» et à son sujet on peut poser la même question que pour le temps. Cette distance est-elle identique ou non à la distance calculée théoriquement?

L'idée de DIRAC est qu'il y a lieu de maintenir la distinction entre l'espace-temps dans lequel on effectue des développements théoriques et celui dans lequel on effectue les mesures. D'où l'hypothèse suivante:

### *Hypothèse no. 4*

*On distingue l'espace-temps utilisé en relativité générale, caractérisé par un «intervalle»  $ds_E$ , de celui qui intervient en physique atomique et est caractérisé par un «intervalle»  $ds_A$ .*

Le premier espace-temps, noté  $E$ , est utilisé pour l'étude du mouvement des planètes et plus généralement des phénomènes gravifiques. Le temps relatif à cet espace est noté  $t_E$ . Le deuxième espace-temps,

noté  $A$ , apparaît en particulier lors des mesures de distances ou de temps effectuées par des appareils utilisant des longueurs d'onde ou des fréquences de radiations dues à des transitions atomiques. Le temps relatif à cet espace est noté  $t_A$ .

On peut dire de façon un peu sommaire que la théorie peut être développée aussi bien dans l'espace-temps  $A$  que dans l'espace-temps  $E$ , mais que la mesure des grandeurs se fait toujours dans l'espace-temps  $A$ . Il en résulte que l'on peut utiliser indifféremment le temps  $t_A$  ou  $t_E$  pour décrire théoriquement le mouvement des planètes, mais que l'observation de la variation d'une grandeur physique ne peut se faire que par rapport au temps  $t_A$  puisqu'elle nécessite des mesures. Ces temps  $t_A$  et  $t_E$  ne sont pas indépendants car il existe une relation entre  $ds_A$  et  $ds_E$  (voir appendice).

Le temps  $t$  introduit dans l'hypothèse no. 2 est en fait le temps  $t_A$  car le nombre  $\chi_1$  a été calculé en utilisant  $e^2/m_e c^3$  comme unité de temps, et  $e$  et  $m_e$  sont des constantes atomiques.

### *Hypothèse no. 5*

*Dans l'espace-temps «E» seules les constantes atomiques peuvent varier au cours du temps. Dans l'espace-temps «A» seules la constante  $G$  et des grandeurs macroscopiques peuvent varier au cours du temps.*

$G$ : constante de la gravitation universelle.

Si le problème est traité du point de vue de la physique atomique, donc dans l'espace-temps  $A$ , dans le grand nombre  $\chi_3$  seule la constante  $G$  peut varier. Comme  $\chi_3$  varie proportionnellement à  $t_A$ ,  $G$  doit varier proportionnellement à  $t_A^{-1}$  (voir formule 56).

Notons encore que le fait de retenir des modèles cosmologiques relativistes implique que les hypothèses qui sont à la base de ces modèles sont implicitement admises (voir ORION no. 155).

Finalement il est essentiel de bien comprendre que les grandeurs physiques susceptibles de varier au cours du temps se répartissent en deux catégories. Celles qui sont variables dans les deux espaces-temps et celles qui demeurent constantes dans l'un des deux espaces-temps. Dans la première catégorie on trouve les grands nombres. Par exemple l'augmentation du nombre de particules  $\chi_2$  se produit aussi bien dans l'espace-temps  $A$  que dans l'espace-temps  $E$ . Ce qui distingue les deux cas, c'est la forme mathématique de cette dépendance. Dans le premier  $\chi_2$  varie proportionnellement à  $t_A^2$ , dans le deuxième  $\chi_2$  est une fonction différente de  $t_E$ , laquelle dépend de plus du mode de création envisagé (voir appendice formules (82) et (84)). Dans la deuxième catégorie on trouve des «constantes» telles  $G$  (variable dans l'espace-temps  $A$ ) ou  $m_e$  (variable dans l'espace-temps  $E$ ). Ce qu'il faut noter à leur sujet est que, considérées dans l'espace-temps où elles sont variables, leur variation peut s'exprimer indifféremment en fonction du temps  $t_A$  ou  $t_E$ . Encore que, si l'on désire confronter théorie et observation, il faut utiliser le temps  $t_A$ .

### Modèle basé sur la création multiplicative

Nous avons vu plus haut que l'hypothèse no. 2 entraîne une augmentation du nombre de particules observables dans l'univers proportionnellement à  $t_A^2$ . Et selon l'hypothèse de création multiplicative cette augmentation se produit là où de la matière existe déjà, dans les étoiles par exemple. Autrement dit, le nombre d'atomes dont une étoile est faite augmente proportionnellement à  $t_A^2$  (on néglige ici complètement les transformations nucléaires qui sont à l'origine de l'énergie rayonnée par l'étoile ainsi que son évolution). Nous avons aussi vu que DIRAC associe le modèle d'univers d'EINSTEIN et la création multiplicative. Or dans ce modèle, comme dans tous les modèles relativistes où l'on néglige la présence de l'énergie rayonnée, la masse totale de l'univers est conservée. A cela s'ajoute que, par l'hypothèse no. 5, dans l'espace-temps E la masse d'une étoile demeure constante. Alors la seule possibilité est d'admettre que la masse de chaque atome ou plus précisément celle des particules élémentaires (électron, proton, neutron, etc.) diminue proportionnellement à  $t_A^{-2}$  ce qui est d'ailleurs possible, toujours selon l'hypothèse no. 5, puisque nous examinons les choses dans l'espace-temps E. Nous pouvons encore déterminer la variation d'autres « constantes » fondamentales de la physique atomique. A l'aide du grand nombre  $\chi_3$  on trouve que la charge de l'électron  $e$  varie proportion-

nellement à  $t_A^{-1,5}$ , puis avec la constante de la structure fine  $e^2/hc$ , que la constante de PLANCK  $h$  varie comme  $t_A^{-3}$ . La formule de BALMER montre alors que la fréquence d'une radiation émise varie proportionnellement à  $t_A$ . Ce qui, comme dans la théorie de HOYLE et NARLIKAR, permet d'expliquer le décalage spectral vers le rouge dans le spectre des galaxies bien que le modèle d'univers soit statique.

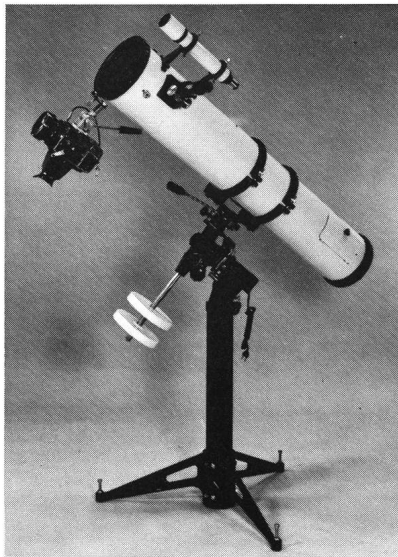
Il est aussi intéressant d'examiner la description du même univers dans le cadre de l'espace-temps A. Entre les temps  $t_A$  et  $t_E$  nous avons la relation suivante (voir appendice):

$$t_E = \log t_A$$

et lorsque  $t_A$  varie de 0 à  $+\infty$ ,  $t_E$  varie de  $-\infty$  à  $+\infty$ . Ainsi au modèle d'EINSTEIN, infini dans le temps, correspond un modèle, non relativiste, qui a une « origine » en  $t_A = 0$ .

Pour avoir une idée de ce que peut être ce modèle, on considère le grand nombre  $\chi_4 = 10^{40}$  et, selon l'hypothèse des grands nombres,  $\chi_4$  donc la distance  $D = cH_0^{-1}$  varie proportionnellement à  $t_A$ . Nous avons ainsi un modèle à expansion illimitée dans le temps  $t_A$ . Remarquons que  $D$  ne doit pas être confondu avec le paramètre d'échelle  $R$  des modèles relativistes. Précisons encore que ce modèle n'est que suggéré dans le texte original de DIRAC. Par contre, il est mentionné explicitement dans une publication de ROXBURGH<sup>4</sup>).

## ROYAL PRÄZISIONS-TELESKOPE



Sehr gepflegte japanische Fabrikation  
**Refraktoren mit Objekten von 60—112 mm Öffnung**  
**Reflektoren mit Spiegeln von 84—250 mm Öffnung**  
Grosse Auswahl von Einzel- und Zubehörteilen  
**VERKAUF BEI ALLEN OPTIKERN**  
Generalvertretung, **GERN, OPTIC**, Bevaix NE

### Modèle basé sur la création additive

Selon le mode de création additive la masse totale du fluide auquel on assimile la matière dans les modèles cosmologiques relativistes, augmente au cours du temps. Pour que cela soit conciliable avec l'espace-temps de MINKOWSKI (lequel est vide de matière), DIRAC fait l'hypothèse supplémentaire suivante:

*Hypothèse no. 6:*

*Il existe une répartition uniforme de matière à masse négative de sorte que la densité moyenne de la matière dans l'univers reste nulle. Cette matière n'est soumise qu'à l'interaction gravifique.*

Cette matière n'est donc pas directement observable. Par contre, elle peut l'être indirectement par des effets de nature purement gravifiques. Il ne faut pas la confondre avec l'anti-matière de la physique nucléaire.

DIRAC montre qu'il est encore possible de rendre compte, dans ce modèle, du décalage spectral vers le rouge.

### Conclusion

Pour conclure, examinons la position de cette théorie par rapport aux hypothèses générales présentées au début du premier article (voir ORION No. 155): On constate alors que:

- a) Cette théorie nous propose de nouvelles lois de la physique (par rapport à celles qui sont observables en laboratoire, voire en contradiction avec elles).



- b) Elle ne conduit pas à un modèle unique, aussi longtemps que l'observation ne permet pas de décider entre les deux modes de création.
- c) Il est plus difficile de préciser sa position par rapport au principe de MACH, bien que l'hypothèse dite des grands nombres puisse être considérée, dans une certaine mesure, comme exprimant une relation entre l'univers pris dans son ensemble et la matière locale.
- d) Elle satisfait implicitement au principe cosmologique puisqu'elle fait usage de modèles relativistes.
- e) Elle suppose que l'univers observable est fait de matière.

Il y a encore lieu de signaler que l'idée de considérer deux espaces-temps repose aussi sur des considérations strictement théoriques à savoir une tentative d'unifier la théorie de la relativité générale et celle de l'électromagnétisme en les plaçant dans un cadre plus général<sup>5</sup>).

Finalement le lecteur aura remarqué quelque analogie entre la théorie de DIRAC et celle de HOYLE et NARLIKAR. Dans les deux on peut obtenir des images différentes de l'univers selon que l'on se place dans un espace-temps ou dans un autre mais dont les intervalles  $ds$  ne sont pas indépendants (voir appendice). Mais l'analogie s'arrête là car il me semble que la théorie de DIRAC n'est pas invariante lors d'une transformation conforme (voir ORION No 157, p. 145-146). En effet, en se plaçant dans le cas de la création multiplicative, et si l'on assimile la relation entre  $ds_E$  et  $ds_A$  (voir appendice: formule [81]) à une transformation conforme, on trouve que la masse d'une particule élémentaire, le proton par exemple, augmente proportionnellement au temps  $t_A$ , ce qui est en contradiction avec le résultat obtenu plus haut.

## Appendice

Relation entre  $ds_E$  et  $ds_A$  et  $t_E$  et  $t_A$ .

Je rappelle que l'intervalle  $ds$  d'un espace-temps est une formule qui permet d'exprimer en une même relation la distance, au sens commun du terme, et la durée séparant deux événements se produisant en deux points distincts et à des instants différents. Par exemple dans un espace-temps euclidien, celui de la physique classique et aussi celui dans lequel nous situons toutes nos activités habituelles, nous pouvons écrire:

$$ds^2 = dt^2 - \frac{1}{c^2}(dx^2 + dy^2 + dz^2) \quad (59)$$

formule dans laquelle  $dx$ ,  $dy$  et  $dz$  sont les différences de coordonnées entre les deux points supposés voisins et  $dt$  est l'intervalle de temps séparant les deux événements supposé, lui aussi, petit.

Dirac a établi deux relations entre  $ds_E$  et  $ds_A$  (une par mode de création). Pour cela il considère le mouvement de la terre autour du soleil. En mécanique classique le mouvement des planètes est décrit dans un espace-temps euclidien dont l'intervalle  $ds$  est donné par (59) ou si l'on utilise les coordonnées sphériques, par:

$$ds^2 = dt^2 - \frac{1}{c^2}(dr^2 + r^2d\Theta^2 + r^2\sin^2\Theta d\varphi^2) \quad (60)$$

où  $r$ ,  $\Theta$  et  $\varphi$  sont les coordonnées de la terre par rapport au soleil. Dans (60) Dirac pose  $c = 1$  et sans dimension. Alors toutes les vitesses seront des nombres sans dimension et plus petits que un.

Si l'on néglige l'influence des autres planètes le mouvement de la terre est plan, donc  $\Theta = \text{constante}$  ce qui implique  $d\Theta = 0$  (on peut choisir  $\Theta = \frac{\pi}{2}$ ). Et si l'on considère la situation à un instant donné alors  $dt = 0$ . Et (60) se réécrit:

$$ds^2 = -dr^2 - r^2d\varphi^2 \quad (61)$$

Enfin, en admettant que la trajectoire soit circulaire (ce qui est une très bonne approximation si l'on examine ce qui se passe pendant une courte durée), nous avons  $r = \text{constante}$ , donc  $dr = 0$ , d'où:

$$ds^2 = -r^2d\varphi^2 \quad (62)$$

$$\text{ou encore:} \quad ds \sim rd\varphi \quad (63)$$

Le symbole  $\sim$  signifie proportionnel à.

D'autre part les équations de la mécanique donnent:

$$ma = F_g \quad (64)$$

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GmM}{r^2} \quad (65)$$

$$\text{ou} \quad v^2r = GM \quad (66)$$

$v$  : vitesse de la terre.

$a$  : accélération de la terre.

$m$  : masse de la terre.

$M$  : masse du soleil.

$F_g$  : intensité de la force d'attraction newtonnienne.

et en éliminant  $r$  entre (63) et (66), on obtient:

$$ds \sim \frac{GMd\varphi}{v^2} \quad (67)$$

Dans les deux espace-temps  $v$  est une constante comme fraction de la vitesse de la lumière.  $d\varphi$  est aussi le même dans les deux systèmes comme mesure d'angle ou rapport de deux longueurs.

Dans l'espace-temps  $A$ ,  $G_A$ ,  $M_A$  et  $r_A$  peuvent varier au cours du temps, et (67) se réécrit:

$$ds_A \sim \frac{G_A M_A d\varphi}{v^2} \quad (68)$$

Dans l'espace-temps  $E$ ,  $G_E$ ,  $M_E$  et  $r_E$  sont constants, et (67) se réécrit:

$$ds_E \sim \frac{G_E M_E d\varphi}{v^2} \quad (69)$$

Alors, en éliminant  $v^2$  et  $d\varphi$  entre (68) et (69)

$$ds_A \sim \frac{G_A M_A ds_E}{G_E M_E} \quad (70)$$

Par l'hypothèse des grands nombres  $G_A \sim t_A^{-1}$ . La variation de  $M_A$  dépend du mode de création adopté. Dans le cas de la création multiplicative  $M_A \sim t^2$  car le nombre de particules  $\chi_2$  augmente comme  $t^2_A$ . Alors  $G_A M_A \sim t_A$  et par (70):

$$ds_A \sim t_A ds_E \quad (71)$$

Dans le cas de la création additive,  $M_A$  est constant puisque la création a lieu essentiellement dans l'espace intergalactique et:

$$ds_A \sim t_A^{-1} ds_E \quad (72)$$

Ce sont les deux relations cherchées entre  $ds_A$  et  $ds_E$ .

Si l'on examine ce qui se passe en un lieu donné (c'est-à-dire un point de l'espace mais à des instants différents) alors  $dr = d\Theta = d\varphi = 0$  et:

$$ds = dt \quad (73)$$

que nous introduisons dans (71) d'où:

$$dt_A \sim t_A dt_E \quad (74)$$

ou, en introduisant une constante de proportionnalité  $K$ ,

$$dt_E = K \frac{dt_A}{t_A} \quad (75)$$

et, en intégrant cette équation différentielle on trouve:

$$t_E = K \log |t_A| + \log |C| \quad (76)$$

$C$  étant une constante d'intégration.

En reliant les deux échelles de temps par la condition:

$$t_E = 0 \text{ si } t_A = 1$$

nous obtenons  $\log C = 0$ , et il reste:

$$t_E = K \log |t_A| \quad (77)$$

Cette relation n'est pas définie pour  $t_A = 0$ , et si  $t_A$  varie de 0 à  $+\infty$  ou de 0 à  $-\infty$ ,  $t_E$  varie de  $-\infty$  à  $+\infty$ . Il suffit donc de retenir les valeurs positives de  $t_A$ .

Examinons maintenant le cas de la création additive avec la relation (72) dans la quelle on pose  $ds = dt$ , d'où:

$$dt_A = K' t_A^{-1} dt_E \quad (78)$$

où  $K'$  est une constante de proportionnalité.

En intégrant cette équation différentielle, on trouve:

$$t_E = K' t_A^2/2 + C \quad (79)$$

Avec la condition  $t_E = 0$  si  $t_A = 0$ , la constante d'intégration  $C$  s'annule et nous obtenons:

$$t_E = K' t_A^2/2 \quad (80)$$

(77) et (80) sont les deux relations cherchées entre  $t_E$  et  $t_A$ .

En fait, dans son article, Dirac attribue la valeur un aux constantes  $K$  et  $K'$ . Alors, en résumé, nous avons:

Dans le cas de la création multiplicative,

$$ds_A \sim t_A ds_E \quad (81)$$

et:

$$t_E = \log t_A \quad (82)$$

Dans le cas de la création additive,

$$ds_A \sim t_A^{-1} ds_E \quad (83)$$

$$t_E = \frac{1}{2} t_A^2 \quad (84)$$

#### Références:

- 1) DUBOIS J., ORION no. 157, décembre 1976.
- 2) DUBOIS J., ORION no. 158, février 1977.
- 3) DIRAC P. A. M., Proc. Roy. Soc. London (1974), Vol. A 338, p. 439.
- 4) ROXBURGH I. W., Nature (1976), Vol. 261, p. 301.
- 5) DIRAC P. A. M., Proc. Roy. Soc. London (1973), Vol. A 333, p. 403.

#### Adresse de l'auteur:

JEAN DUBOIS, Pierrefleur 42, 1018 Lausanne.

## Bibliographie

*Panoptikum der Sterne* – 15 Porträts berühmter Sterne. Prof. Dr. MAX WALDMEIER, 152 Seiten, 33 Strichzeichnungen und Diagramme, Fr. 22.-, Hallwag Verlag Bern und Stuttgart, 1976. Dr. MAX WALDMEIER ist Professor für Astronomie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich und Direktor des dortigen Astronomischen Instituts.

Panoptikum der Sterne ist eine Sammlung von 15 Aufsätzen über berühmt gewordene Sterne. Es handelt sich dabei um die Objekte: 61 Cygni, Barnards Pfeilstern, Sirius AB, Mira Ceti, Delta Cephei, die Sonne, Cor Caroli, Algol, Beta Lyrae, W Ursae majoris, U Cephei, Cygnus X 3, Herkules X 1, CP 1919, Cygnus X 1. Jeder Aufsatz ist in sich abgeschlossen. Es kommt deshalb etwa vor, dass sich gewisse Tatsachen und Erscheinungen in verschiedenen Kapiteln wiederholen, was aber nicht als nachteilig empfunden wird. Im Prolog fasst der Autor das Gemeinsame der 15 Sterne zusammen. Für den Anfänger stellt dies zugleich eine Einführung in das interessante Gebiet der Sternforschung dar. Die übrigen Kapitel sind so gegliedert, dass zuerst die heute bereits als klassisch zu bezeichnenden Objekte behandelt werden. Ihnen folgen diejenigen der modernen Sternforschung, und zum Schluss werden die aktuellen Fälle, wie Pulsare und schwarze Löcher besprochen.

Zu jedem behandelten Stern gehört zu Beginn des Kapitels ein kleines Sternkärtchen, das die Lage des jeweiligen Objekts am Himmel zeigt. Strichzeichnungen ergänzen zudem den Text sehr gut. Das Buch kann jedem interessierten Leser bestens empfohlen werden.

WERNER LÜTHI

\* \* \*

*Mars – Der rote Planet*, Hallwag-Karte. Ca. Fr. 9.-, Hallwag Verlag Bern und Stuttgart, 1976.

Im Jahr der ersten weichen Marslandungen durch die Viking-Sonden erschien im Hallwag-Verlag eine Karte, die den Planeten Mars im Maßstab 1:20000000 zeigt. Sie wurde anhand der

Mariner 9-Aufnahmen angefertigt. Sehr interessant ist, dass nicht nur die Reliefstruktur der Oberfläche, sondern auch die von der Erde aus sichtbaren Dunkelgebiete eingezeichnet sind.

Auf der Rückseite der Karte findet der Betrachter ein Namenverzeichnis der Marsformationen.

Ein kurzer Text gibt zudem Auskunft über alles Wissenswerte des Planeten. Die Marsgeschichte wird mit einigen früheren Marskarten dargestellt. Daneben findet der Interessierte auch Angaben über alle Marssonden bis zu Viking und vieles mehr. Alle Texte sind in deutscher, französischer, italienischer und englischer Sprache. Die Karte kann jedem Leser, der sich mit der Planetenforschung beschäftigt, empfohlen werden.

WERNER LÜTHI

\* \* \*

*Neuland Mars* – Erkundung eines Planeten. BRUNO STANEK und LUDEK PESEK, 64 Seiten, durchgehend farbig und schwarzweiss illustriert, Fr. 19.80, Hallwag Verlag Bern und Stuttgart, 1976.

Dr. BRUNO STANEK, Mathematiker und bekannter Experte für Weltraumfahrt, hat mit dem vorliegenden Buch eine interessante Zusammenfassung des heutigen Wissens über unseren Nachbarplaneten Mars geschaffen. Er hat vollständig auf die Geschichte der Marsforschung verzichtet und sich nur der Erforschung des Planeten durch die Raumsonden in den letzten Jahren gewidmet.

Der erste Teil des Buches befasst sich mit einer Gesamtübersicht der Erkenntnisse aus den Mariner-Flügen. Anhand von Fotos werden die verschiedenen Einflüsse bei der Gestaltung der Marsoberfläche behandelt. Zwei kleine Karten zeigen grob die geologischen Oberflächenverhältnisse.

Der zweite Teil steht ganz dem Viking-Programm zu. BRUNO STANEK beschreibt ausführlich und wie immer in leicht verständlicher Sprache die technischen Vorgänge bei der Landung und die nachfolgenden Arbeiten der Sonden auf der Oberfläche,

wie etwa die biologischen Untersuchungen des Oberflächenmaterials. Es werden bereits, soweit dies möglich war, die ersten Resultate von Viking 1 kurz behandelt.

Eine Anzahl Nah- und Panoramaaufnahmen von Viking 1 und 2 bilden den Schluss.

Jeder Leser wird in diesem kleinen Buch interessante Angaben finden.

WERNER LÜTHI

\* \* \*

«Der Amateurastronom», JOACHIM HERRMANN, 188 Seiten mit 49 Zeichnungen und 13 Fotos auf 8 Tafeln, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1976, Kart. DM 19.80.

Das vorgenannte Buch ist für den Anfänger geeignet. JOACHIM HERRMANN beschreibt zu Beginn des Büchleins die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Fernrohrtypen. In verschiedenen Kapiteln bespricht er anschliessend in leicht verständlicher Sprache die verschiedenen Beobachtungsmöglichkeiten. Der angehende Sternfreund erfährt, worauf er sein Augenmerk richten muss, wenn er den Mond, die Sonne oder die Planeten beobachten möchte.

Bei den Beobachtungshinweisen für die Fixsterne findet der Leser auch ein Kapitel über veränderliche Sterne.

Abgeschlossen wird das Büchlein mit einem kurzen Kapitel über die Astrofotografie sowie einem Abschnitt über meteorologische Erscheinungen, die den Sternfreund interessieren.

WERNER LÜTHI

\* \* \*

*Interplanetary Dust and Zodiacal Light*, Proceedings of the IAU-Colloquium at Heidelberg, June 10-13, 1975, edited by H. Elsässer and H. Fechtig, Springer-Verlag Berlin - Heidelberg - New York, 1976. XII + 496 Seiten, zahlreiche Abbildungen; 39.— DM, 16.— US Dollar

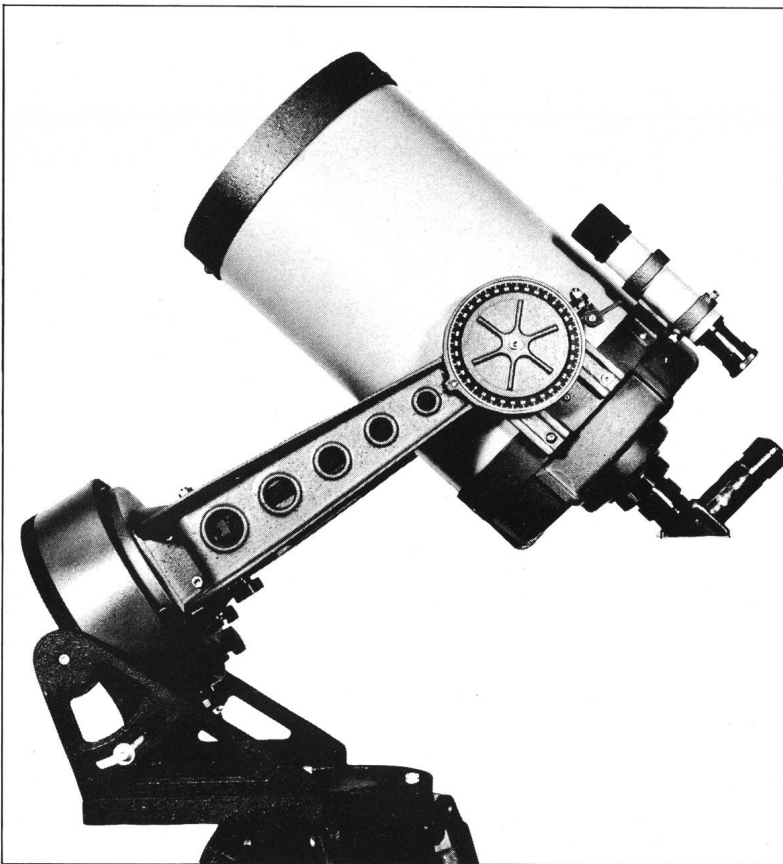
Vom 10. bis zum 13. Juni 1975 trafen sich 111 Wissenschaftler in Heidelberg zu einem Kolloquium, um über den interplanetaren Staub und über das Zodiakallicht zu diskutieren. Ein solches Kolloquium kann sehr fruchtbringend sein, besonders

wenn viele neue Beobachtungen hinzugekommen sind, wie es gerade bei diesem ausgewählten Gebiet der Fall ist, wo zahlreiche Raumsonden eine Fülle von Daten geliefert haben, deren Beschaffung vorher überhaupt nicht möglich war. Beobachtungen kann man bisweilen auf recht verschiedene Weise deuten, und so ist es sehr nützlich, wenn solche oft divergierenden Interpretationen vorgetragen, gegenübergestellt und erörtert werden; es klärt sich manches dabei, es entspringt daraus manch neue Idee.

Das ganze Thema wurde in fünf Abschnitte aufgeteilt, die sich allerdings mehr oder weniger überschneiden: Das Zodiakallicht; Messungen des interplanetaren Staubs an Ort und Stelle; der von Kometen stammende Staub; Meteore und ihre Beziehungen zum interplanetaren Staub; Dynamik und Entwicklung. In jedem dieser Teilbereiche finden sich zunächst 1 bis 3 umfassendere Vorträge, die von der Leitung des Kolloquiums vorher speziell angefordert wurden, denen schliessen sich dann eine grosse Zahl von kürzeren Originalberichten an. Ein letzter Abschnitt enthält dann zusammenfassende und kritische Bemerkungen über den Inhalt der einzelnen Bereiche. Fast alle Vorträge sind in diesem Buch vollständig abgedruckt, bei einigen wenigen, die gleichzeitig anderswo publiziert sind, muss man sich hier mit einer kurzen Zusammenfassung begnügen.

Das Studium dieses Werkes ist hochinteressant und auch für den Amateurastronomen sehr lohnend, das meiste wird er mühelos verstehen können. Die erwähnten Einführungskapitel geben einen umfassenden Überblick, die Referate über spezielle Probleme liefern detaillierte Einzelheiten und fordern oft die eigene Entscheidung heraus, die Schlussbemerkungen sind ganz besonders lebenswert. Der Preis des Buches ist bescheiden gehalten, was weitgehend dem zu verdanken ist, dass der mit der Schreibmaschine geschriebene Text als Druckvorlage benutzt wurde. Für den, der überhaupt an dem behandelten Problemen Freude hat, lohnt sich sicher die Anschaffung, er findet hier das Wichtigste übersichtlich zusammengestellt und vor allem das Allerneueste.

HELMUT MÜLLER



# Celestron

das moderne optische  
Schmidt-Cassegrain-System  
für Naturbeobachtungen  
und Astronomie

Lieferbare Modelle:

C.5 —12.7 cm Spiegel  
C.8 —20 cm Spiegel  
C.14—35 cm Spiegel

Prospekte durch:



Optik

Alleinvertretung für die Schweiz

Marktgass-Passage 1, Bern  
Tel. 031 22 34 15

## Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

**Typen:**

- \* Maksutow
- \* Newton
- \* Cassegrain
- \* Spezialausführungen

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

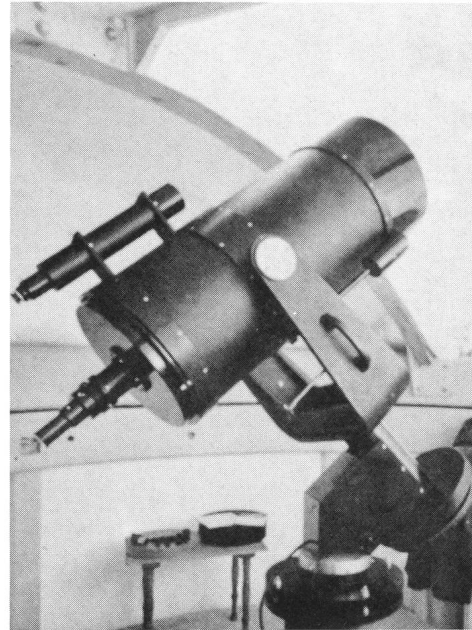
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

**E. Popp  
TELE-OPTIK \* 8731 Ricken**

Haus Regula Tel. (055) 72 16 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

## Maksutow-Teleskop 300/4800



## Astro-Bilderdienst der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Seit dem April 1975 hat sich in unserem Verkaufsprogramm einiges geändert:

- 2.2. «Giants of Palomar» vergriffen
3. Alle schwarz-weißen Bilder sind auch ins Ausland lieferbar
4. Neu insgesamt 13 Poster
8. Farb-Dias: Serie 15 vergriffen
10. NASA-ZEISS-DIAS:  
Serie «Fotografie im Weltraum» mit 24 Dias ist vergriffen. Dafür sind die Serien 1—10 und 13—19 wieder lieferbar (je 12 Dias)
11. **Neu:** 22 Farb-Dias «AGAF»  
(Arbeitsgemeinschaft für Astrofotografie)

**Bestellungen ab sofort nur noch mit Bestellschein/  
Preisliste 1977.**

Kataloge, Nachträge und Bestellscheine/Preislisten 1977 bei Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meieriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf.

Catalogues, supplements et bulletins de commande/prixcourant 1977 chez Astro-Bilderdienst SAG, Walter Staub, Meieriedstrasse 28 B, CH-3400 Burgdorf.

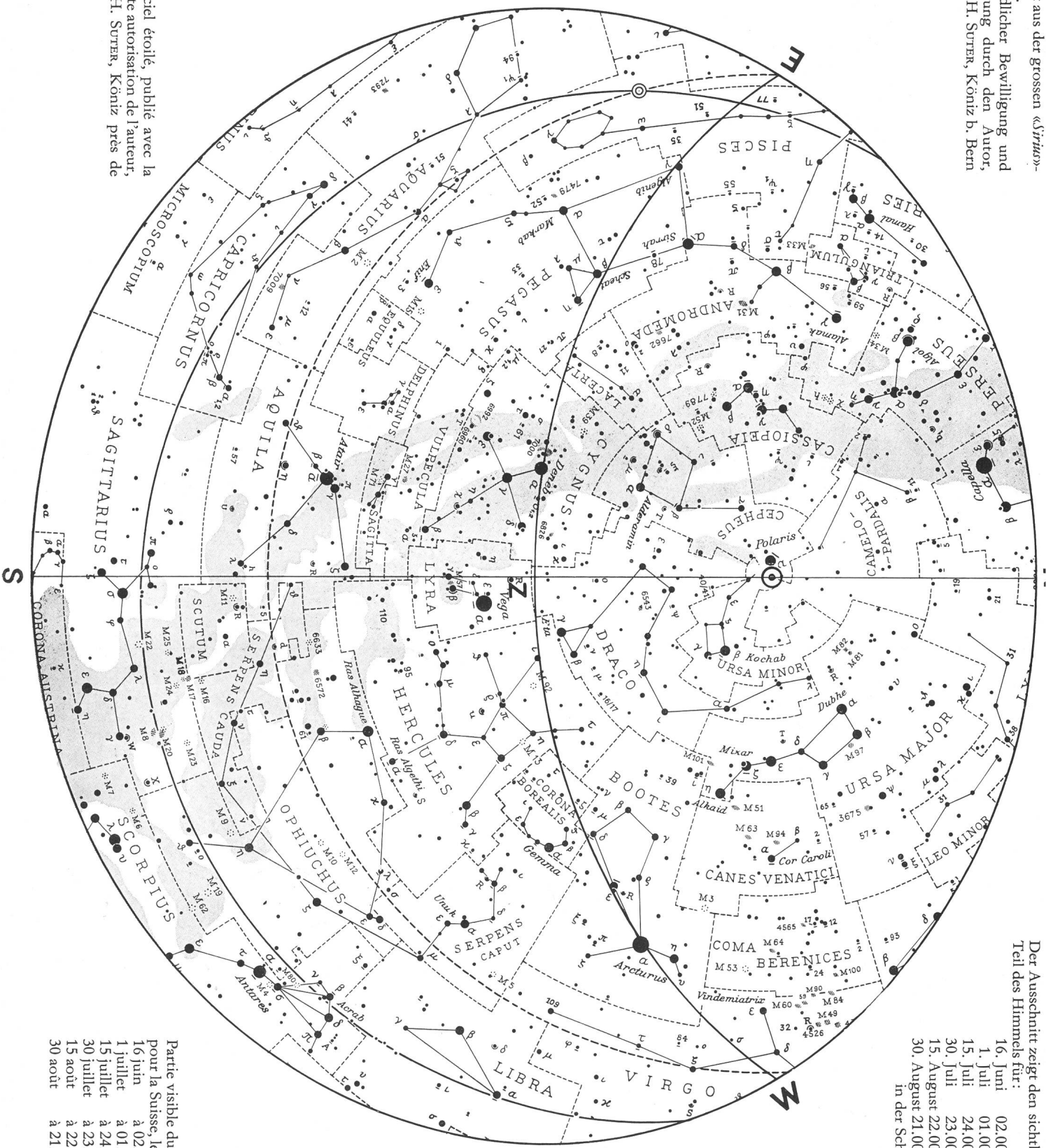
### Nouvelles du Service de Photographies

- 2.2. Les «Giants of Palomar» sont épuisés
3. Tous les photos noirs et blancs sont livrables aussi à l'étranger
4. 6 Posters neufs
8. Diapositives en couleurs: la série no. 15 est épuisé
10. Diapositives «NASA-ZEISS»: la série «Photographie dans l'Univers» (24 diapositives) est épuisé. Les séries 1—10 et 13—19 (chaque à 12 diapositives) sont livrables de nouveau.
11. **Nouveau:** 22 Diapositives en Couleurs «AGAF»

**Commandez s.v.p. seulement avec le  
Bulletin de commande/prix courant 1977**

**Service de photographies de la Société Astronomique de Suisse**

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



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

Der Ausschnitt zeigt den sichtbaren  
 Teil des Himmels für:

- 16. Juni 02.00 Uhr
  - 1. Juli 01.00 Uhr
  - 15. Juli 24.00 Uhr
  - 30. Juli 23.00 Uhr
  - 15. August 22.00 Uhr
  - 30. August 21.00 Uhr
- In der Schweiz

Partie visible du ciel,  
 pour la Suisse, le:

- 16 juin à 02,00 h
- 1 juillet à 01,00 h
- 15 juillet à 24,00 h
- 30 juillet à 23,00 h
- 15 août à 22,00 h
- 30 août à 21,00 h