Objekttyp: **Issue**

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

Band (Jahr): **7 (1962)**

Heft 76

PDF erstellt am: **29.05.2024**

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.e-periodica.ch

ORION

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

APRIL-JUNI 1962 76

MANUFACTURE
DES MONTRES ET
CHRONOMÈTRES

ULYSSE NARDIN

Fondée en 1846
8 Grands Prix
4056 Prix d'Observatoires

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

SPIEGELTELESKOPE

neue Ausführung auf hohen Holz-Stativen mit Equatorialkopf

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

REFRAKTOREN

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

Alle Modelle sofort greifbar, bis auf LN-6.

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

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

APRIL – JUNI 1962 **No 76**
2. Heft von Band VII – 2e fascicule du Tome VII

L'INTÉRÊT SCIENTIFIQUE DES SATELLITES ARTIFICIELS

Par M. GOLAY, Directeur de l'Observatoire de Genève

Le 11 janvier 1960, l'astrophysicien H. C. Van de Hulst ouvrait le premier symposium de la recherche spatiale. Trois cents scientifiques provenant d'une vingtaine de pays participaient aux débats. Tous ne s'intéressaient aux satellites artificiels qu'en tant que nouvel instrument de la recherche, aucun d'eux n'était spécialiste dans la construction des fusées et des satellites.

Les résultats échangés ne concernaient donc pas les détails techniques de propulsion et de guidage mais uniquement les renseignements sur les propriétés et la nature de l'espace voisin de notre Terre.

Pour comprendre le fait que l'avènement de la recherche spatiale ouvre d'immenses perspectives à la connaissance de l'univers, il nous faut examiner quels sont les facteurs responsables du progrès scientifique au cours de l'histoire.

C'est à partir des informations fournies par les sens que le cerveau de l'homme compare, associe, classe, imagine, crée, déduit les propriétés d'un ensemble de corps et de matériaux. Immédiatement nous voyons combien la recherche en astronomie est alors handicapée. En effet dans ce domaine de la science il n'est possible d'utiliser que les informations fournies par un seul sens, la vue. Le progrès de la connaissance de l'univers se trouve donc essentiellement conditionné par celui effectué dans l'étude des rayonnements. Pour suppléer à

cette grave déficience expérimentale le chercheur essaie tout de même de découvrir les lois de l'univers en extrapolant celles qu'il a établies lors de ses expériences terrestres. Nous voyons donc apparaître deux aspects de la méthode de recherches en astronomie: l'observation et l'extrapolation des lois connues. L'expérimentation directe, c'est-à-dire la modification intentionnelle du milieu est exclue; nous devons dire maintenant «était exclue» puisque les satellites nous permettent enfin l'expérimentation directe et c'est en partie en cela que réside l'immense intérêt scientifique des satellites artificiels.

Cette impossibilité d'action directe sur l'univers n'a pas détourné l'intérêt des hommes. Au contraire, dès la plus haute antiquité, l'homme a tenté de percer les secrets du ciel car il a compris que s'il en détenait les lois il obtiendrait alors la domination absolue du monde physique. De l'époque préhistorique à celle des révélations de Galilée obtenues avec les premières lunettes, toute la science astronomique a été établie à l'aide des observations visuelles. Des catalogues d'étoiles ont été dressés, les mouvements enregistrés. En ajoutant à l'œil une lunette de son invention, Galilée multiplia énormément les possibilités d'investigation de l'homme. L'objectif collectait une quantité de lumière beaucoup plus grande que l'œil ne le pouvait et mettait à portée du savant un univers infiniment plus riche. Les astres qui paraissaient errer parmi les étoiles apparemment fixes, et pour cela dénommés «planètes», se révélaient avoir des dimensions non négligeables, être d'aspect variable, telle Vénus, ou entourés de petits satellites changeant rapidement de place, tel Jupiter. La Voie Lactée enfin, jusque là considérée comme une impalpable nuée, présentait à l'observateur un nombre incalculable d'étoiles. Dès 1616, des télescopes de plus en plus grands ont confirmé la structure complexe du ciel et permis de se faire (ou créer) une image approchée et grossière de l'univers. Un nouveau bond en avant a été réalisé avec l'introduction de la photographie en 1845. Les mouvements des étoiles fixes ont été étudiés, la variabilité d'éclat de nombreuses étoiles a été mesurée, enfin des spectres stellaires ont été enregistrés et dépouillés au laboratoire. La photographie elle aussi a multiplié l'acuité de la vue humaine, elle permet d'enregistrer des détails trop ténus pour être vus même avec un télescope, elle supplée à l'insuffisance de la mémoire visuelle en conservant une image de l'astre avec les positions et l'intensité de tous ses détails. La photographie a multiplié aussi l'étendue spectrale de la sensibilité de l'œil. En effet, la sensibilité de l'œil humain s'étend de 4000 Å à 7 500 Å, ce que nous

interprétons par des couleurs comprises entre le violet et le rouge. La plaque photographique permet d'étendre cette sensibilité du côté des courtes longueurs d'onde pratiquement jusqu'aux plus courtes, celles des rayonnements X et même γ de 0,002 Angström. Il en est de même du côté de l'infrarouge et chaque découverte portant sur l'intervalle spectral couvert par l'émulsion photographique ou sur la sensibilité globale a été à l'origine d'un progrès considérable dans la connaissance du ciel. La photographie infrarouge par exemple a permis de détecter le centre de la galaxie qui nous est dissimulé par un épais nuage de matière interstellaire ne pouvant être traversé que par le rayonnement infrarouge. Par contre le progrès réalisé sur la sensibilité des émulsions photographiques aux très courtes longueurs d'onde a eu, jusqu'à l'époque des satellites artificiels, peu de conséquences en astronomie. En créant des récepteurs susceptibles d'enregistrer des ondes de longueurs de plus en plus grandes, on en arrive aux récepteurs radioélectriques captant les ondes micrométriques, puis centimétriques. Nous pénétrons alors dans le domaine de la radioastronomie dont les techniques, au point dès 1952, avaient été établies pour vérifier l'existence d'une raie de l'hydrogène prédite en 1945 par Van de Hulst. En quelques années, la radioastronomie a mis en évidence les bras de notre galaxie (dont nous soupçonnions l'existence), découvert des radio-sources galactiques qui sont les restes de supernovae, permis l'observation de galaxies en collision. Les conséquences de cette nouvelle technique pour la résolution des problèmes que nous pose la structure de l'univers sont incalculables.

A la veille du lancement des satellites artificiels nous avions donc la possibilité d'enregistrer et de mesurer avec précision les rayonnements de toutes longueurs d'onde et d'intensité extrêmement faible. Malheureusement, il y avait un obstacle important qui limitait dans des proportions énormes toutes ces possibilités. En effet, toutes les informations que nous recevons de l'univers doivent obligatoirement traverser l'atmosphère de la Terre où elles subissent des réfractions, des absorptions, des diffusions, souvent même l'absorption est telle que ces informations ne nous atteignent jamais.

Décrivons maintenant les quelques intervalles de longueurs d'onde pour lesquels l'atmosphère est transparente. L'oxygène et l'azote absorbent les rayonnements de longueurs d'onde comprises entre 1 Å et 1800 Å. L'absorption est un peu plus faible entre 1800 Å et 2000 Å et permet de faire quelques études. Remarquons que cette absorption permet le développement de la vie qui sans cela serait détruite.

Dès 2000 et jusqu'à 2800 Å, l'ozone atténue fortement tous les rayonnements. Une première fenêtre importante s'ouvre de 2800 Å à 8000 Å, justement dans le domaine de la sensibilité de l'œil et des émulsions photographiques. Pour les longueurs d'onde de 2800 Å à 4000 Å, la transparence est atténuée par la diffusion de la lumière par l'air et les poussières des couches inférieures de l'atmosphère. Dès 8000 Å, nous observons des plages transparentes alternant avec des plages opaques, ces absorptions sont dues au gaz carbonique et à la vapeur d'eau. Enfin les rayonnements de longueurs d'onde de 5 μ (5 microns) à 1 cm sont fortement absorbés, toujours par la vapeur d'eau, avec parfois des absorptions atténuées, ainsi que c'est le cas à 10 μ. A partir des longueurs d'onde de 1 cm une importante fenêtre s'ouvre, par laquelle pénètre le rayonnement radioélectrique de l'univers. Cette excellente transparence couvre tout l'intervalle des longueurs d'onde compris entre 1 cm et 10 mètres. Les longueurs d'onde utilisées par les émetteurs des satellites sont évidemment comprises dans cet intervalle. On voit l'immense intérêt des satellites puisqu'en installant tous nos appareils sur des satellites artificiels nous supprimons l'obstacle au progrès scientifique que constituait notre atmosphère. Dorénavant nous pouvons capter et mesurer tous les rayonnements envoyés par l'univers et même plus, nous pouvons envoyer des fusées au voisinage des astres inconnus pour étudier directement leur composition et celle de leur atmosphère. L'expérience physique devient possible dans les conditions les plus extrêmes. En effet, c'est dans l'espace interstellaire que nous rencontrons les vides les plus poussés, les vitesses les plus grandes, les états les plus instables, les densités les plus réduites, c'est dans les étoiles que nous rencontrons les pressions les plus élevées, les états les plus compacts de la matière, les températures les plus hautes. Si notre science terrestre est juste, elle doit être aussi valable dans ces états exceptionnels et se trouver ainsi confirmée. Il y a de nombreuses chances pour que notre point de vue actuel soit sérieusement révisé lorsque nous en serons à l'étude critique des documents fournis par les satellites artificiels. La conquête de l'espace a une importance telle dans l'histoire de la connaissance que notre ère sera probablement dénommée « ère de l'espace » plutôt que « ère atomique ». En effet, les satellites artificiels ne seront pas seulement les instruments d'une courte période, mais deviendront au contraire des instruments de mesure permanents. Pour l'instant nous en sommes au stade primaire d'exploration de notre voisinage, par la suite des appareils de contrôle et de surveillance de notre atmosphère seront satellisés et permettront ainsi

de prévoir les événements (météorologiques par exemple), peut-être même d'en modifier le cours. Nous avons vu le rôle de l'atmosphère de la Terre qui d'une part nous protège, et permet ainsi le développement de la vie, d'autre part nous empêche d'observer l'univers. C'est donc à l'étude des lois de cette atmosphère, si importantes à connaître pour tout ce qui se déroule à la surface de la Terre, que les satellites vont d'abord être utilisés.

Les résultats obtenus sont déjà considérables et il est impossible de les résumer ici. En ce qui concerne l'utilisation des satellites pour des recherches astronomiques, nous l'exposerons plus en détail dans un autre article. Cette application présente de nombreuses difficultés car il faut pouvoir pointer le récepteur dans une direction donnée ce qui oblige à réaliser la stabilisation du satellite dans l'espace. Plusieurs satellites ont déjà donné des résultats, même avec une stabilisation grossière.

Les résultats obtenus confirment que l'utilisation des méthodes spatiales se réalise exactement au moment où les conditions terrestres étaient une limitation fondamentale au progrès de l'astronomie.

DIE STRAHLUNGSGÜRTEL DER ERDE

Von R. FRAUENFELDER, Zürich

Das interessanteste Ergebnis, das sich bis jetzt aus der Erforschung der nächsten Nachbarschaft der Erde mit Hilfe der Raketen und künstlichen Erdsatelliten ergeben hat, ist zweifelsohne die Entdeckung des inneren und des äusseren Strahlungsgürtels der Erde. Diese Strahlungsgürtel bestehen aus elektrisch geladenen kosmischen Teilchen – zur Hauptsache aus Elektronen und Protonen – und erstrecken sich einige zehntausend Kilometer weit in den interplanetaren Raum hinaus.

Die Entdeckung der Strahlungsgürtel kam für die interessierten Fachleute nicht völlig überraschend. Schon im Jahre 1953 untersuchte eine Gruppe von Physikern von der Staatsuniversität Iowa unter der Leitung von van Allen die kosmische Strahlung im Gebiete der nördlichen Nordlichter, d. h. bei ungefähr 67° geomagnetischer Breite. Sie brachten mit Hilfe von Ballonen kleine Raketen bis in Höhen von 20 km, von wo aus diese aus eigenem Antrieb in noch grössere Höhen flogen. In den Raketen eingebaute Instrumente registrierten im Gebiete der nördlichen Nordlichter eine stark erhöhte Intensität kosmischer energiearmer Elektronen. Nördlich und südlich von 67° geomagnetischer Breite zeigte die Intensität der kosmischen Strahlung einen normalen Verlauf. Dieses lokale Maximum der kosmischen Strahlung konnte damals nicht erklärt werden und stand im Widerspruch mit der Theorie, welche ein Intensitätsmaximum der kosmischen Strahlung an den magnetischen *Polen* voraussagte, weil die kosmischen Teilchen die Erdoberfläche nur dort vom Erdmagnetfeld ungehindert erreichen können. 1957 wurde ein entsprechendes Intensitätsmaximum der energiearmen kosmischen Strahlung auch in der südlichen Nordlichterzone entdeckt und 1958 wurden in den Nordlichterzonen neben energiearmen Elektronen auch energiereiche Protonen gemessen.

Explorer I brachte am 31. Januar 1958 die Entdeckung des inneren Strahlungsgürtels. Als Messinstrument diente ein Geiger-Müller Zählrohr. Dieses registrierte eine ionisierende, d. h. aus elektrisch geladenen Teilchen bestehende Strahlung, welche bis in Höhen von 450 km die erwartete niedrige Zählrate lieferte. Zwischen 700 und 900 km Abstand von der Erdoberfläche stieg jedoch die Zählrate steil an, um oberhalb

900 km plötzlich auf null abzusinken. Versagten die Instrumente, oder wurde oberhalb 900 km die Zählapparatur durch eine unerwartet intensive Strahlung überlastet und dadurch blockiert? Durch Explorer III sollte diese Frage abgeklärt werden. Dazu wurde er mit zwei sehr kleinen Geiger-Müller Zählrohren mit sehr kleiner Totzeit ausgerüstet. Diese Zählrohre konnten auch sehr hohe Strahlungsintensitäten noch registrieren ohne überlastet zu werden. Explorer III zeigte dasselbe Bild wie Explorer I und bestätigte das Vorhandensein einer ausserhalb ungefähr 600 km Abstand von der Erdoberfläche ausserordentlich intensiven ionisierenden Strahlung.

Die folgenden Satelliten wurden nebst Geiger-Müller Zählrohren mit weiteren Registriergeräten wie Szintillationszählern, Kernphotoplatten, Geiger-Müller Zählrohr-Teleskopen und Magnetometern ausgestattet und ermöglichten eine genaue Ausmessung der Strahlungsgürtel. Pioneer III führte zur Entdeckung des zweiten, äusseren Strahlungsgürtels.

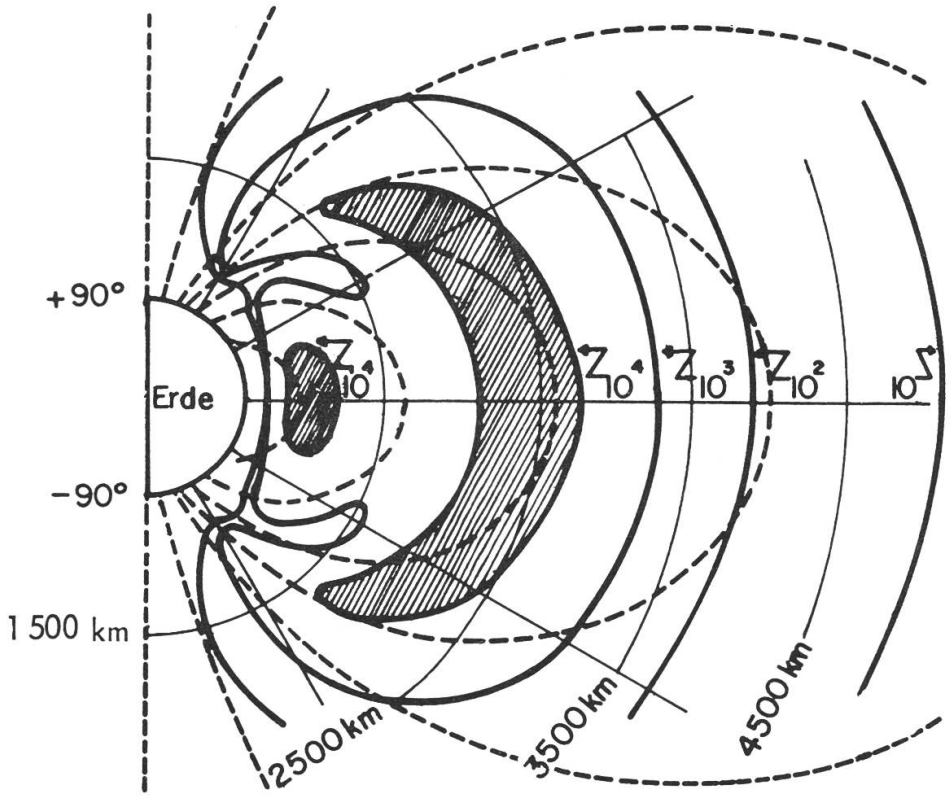


Abbildung 1 - Schnitt durch die Strahlungsgürtel.

Abbildung 1 zeigt die Intensitätsverteilung der Strahlungsgürtel in geomagnetischen Polarkoordinaten. Die dick ausgezogenen Kurven sind die Linien gleicher Zählrate in Stössen / sec. Die dick gestrichelten

Linien sind die Magnetfeldlinien des geomagnetischen Feldes. Das Intensitätsmaximum der äusseren, bananenförmigen Zone liegt in der Aequatorebene bei 3 Erdradien Abstand vom Erdmittelpunkt, dasjenige der inneren, nierenförmigen Zone bei 1,5 Erdradien Abstand. Bemerkenswert ist der steile Anstieg der Zählrate bei etwa 600 km Abstand von der Erdoberfläche. Zu beachten ist auch die Zunahme der Zählrate, wenn man sich auf einer Magnetfeldlinie von der Erdoberfläche gegen den Aequator bewegt. Von grosser Bedeutung sind, wie wir bald sehen werden, auch die weit gegen die Erdoberfläche herabreichenden Zipfel des äusseren Strahlungsgürtels, welche die Erdoberfläche bei ungefähr $\pm 60^{\circ}$ geomagnetischer Breite treffen.

An der intensivsten Stelle des inneren Strahlungsgürtels beträgt der Strom geladener Teilchen rund 40 000 Teilchen/cm^2 sec und die Dosisleistung 10 bis 100 röntgen/h. Die Dosisleistung ist ein Mass für die von der Strahlung im absorbierenden Medium in Form von Ionisation abgegebene Leistung. Der Strom geladener primärer kosmischer Teilchen in 30 km Höhe beträgt vergleichsweise nur rund 2 Teilchen/cm^2 sec und die Dosisleistung nur 0,0005 röntgen/h. (Die für wissenschaftliches Personal maximal zulässige, mittlere Dosisleistung beträgt 5 röntgen/Jahr.)

Nun drängen sich uns sicher eine ganze Reihe von Fragen auf, welche im folgenden beantwortet werden sollen: Wie erklärt man die Form, die Lage und die ausserordentlich hohe Intensität der Strahlungsgürtel? Aus welchen Teilchen bestehen diese, woher kommen sie und wie energiereich sind sie?

Aus Abbildung 1 ersehen wir, dass die Strahlungsgürtel einen ähnlichen Verlauf wie das Erdmagnetfeld haben, was uns einen Zusammenhang zwischen diesem und jenen vermuten lässt. Der Einfluss des Erdmagnetfeldes auf die kosmische Strahlung ist ja schon lange bekannt und äussert sich z. B. in der Breitenabhängigkeit und im cut-off der kosmischen Strahlung, sowie im West-Ost-Effekt. Chapman und Bartels sagten denn auch den Mechanismus des Teilcheneinfanges durch das Magnetfeld der Erde voraus. Was aber überraschte, ist die hohe Intensität der Strahlungsgürtel.

Um die Natur der Strahlungsgürtel zu verstehen, ist es daher nötig, das Erdmagnetfeld und die Bahnen geladener Teilchen in diesem kurz zu beschreiben. Das Erdmagnetfeld kann in guter Näherung durch ein Dipolfeld mit dem magnetischen Moment $8{,}1 \cdot 10^{25}$ Gauss $\cdot$ cm^3 beschrie-

ben werden. Die Achse des Dipols durchsetzt die Erdoberfläche bei den Punkten 80,1° N 277,3° E und 76,3° S 121,2° E. Sein Zentrum fällt nicht mit dem Zentrum der Erde zusammen, sondern befindet sich 342 km von diesem entfernt, in Richtung gegen den Punkt 6,3° N 161,8° E. Die Feldlinien haben den in Abbildung 1 gestrichelt eingezeichneten Verlauf. An der Erdoberfläche beträgt die Feldstärke an den magnetischen Polen 0,63 Gauss, am Aequator 0,315 Gauss. Sie ist umgekehrt proportional zum Kubus des Abstandes vom Dipolzentrum.

Die Bewegungstheorie geladener Teilchen in einem Dipolfeld ist ausserordentlich kompliziert. Ein von Alfvén gegebenes Näherungsverfahren besteht darin, dass man von der Bewegung im homogenen Magnetfeld ausgeht und die Inhomogenität als kleine Störung einführt.

In einem *homogenen* Magnetfeld beschreibt ein geladenes Teilchen eine Schraubenlinie, deren Krümmungsradius ρ durch die Beziehung Zentrifugalkraft = Lorentzkraft, in Formeln

$$\frac{m \cdot v_\perp^2}{\rho} = \frac{e}{c} \cdot v_\perp \cdot H$$

gegeben ist.

Darin bedeuten c die Lichtgeschwindigkeit, m die Masse, e die Ladung und $v_\perp$ die Geschwindigkeitskomponente des Teilchens senkrecht zum Magnetfeld H. Ein Proton von 10 Mev Energie hat z. B. am Aequator in 3000 km Höhe einen Krümmungsradius von 3 km *.

Im Falle eines *inhomogenen* Magnetfeldes ist die Teilchenbahn noch einigermassen übersichtlich, sofern sich das Magnetfeld längs der Teilchenbahn nur wenig ändert, d. h. sofern die folgende Beziehung erfüllt ist:

$$x \equiv \frac{\rho \cdot |\,\mathrm{grad}\,|\,\vec{H}\,|\,|}{|\,\vec{H}\,|} \ll 1 \,.$$

Eine von Alfvén ausgearbeitete Theorie zeigt, dass das Teilchen einen senkrecht zu den Magnetfeldlinien stehenden Kreis mit dem Krümmungsradius ρ beschreibt, dessen Mittelpunkt zudem gleichzeitig zwei überlagerte Bewegungen ausführt. Die erste ist eine Pendelbewegung längs einer magnetischen Feldlinie zwischen einem nördlichen und einem südlichen Umkehrpunkt.

---

* MeV ist die in der Kernphysik gebräuchliche Energieeinheit: 1 MeV = 10^6 eV = $1{,}602 \cdot 10^{-6}$ erg = Energie, die ein Elektron erhält, wenn es eine Spannung von 10^6 Volt durchläuft.

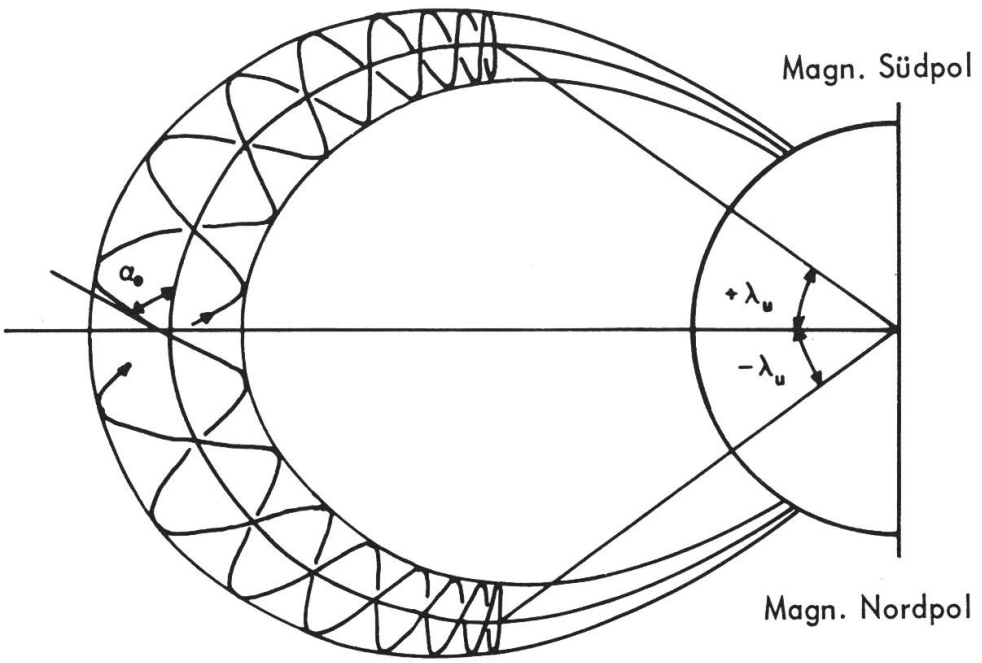


Abbildung 2 - Schraubenförmige Bahn eines geladenen Teilchens längs einer magnetischen Feldlinie.

Die Periode dieser Pendelbewegung hat die Grössenordnung einer Sekunde. Je kleiner α_0, der Inklinationswinkel der Teilchenbahn gegen die Magnetfeldlinie am Aequator, bei desto grösseren magnetischen Höhen λ_u liegen die Umkehrpunkte der Pendelbewegung. Während den magnetischen Aequator alle Teilchen im Laufe ihrer Pendelbewegung passieren, gelangen in grosse magnetische Breiten *nur* Teilchen mit einem *kleinen* Inklinationswinkel α_0. Deshalb ist längs einer magnetischen Feldlinie die Teilchenkonzentration am magnetischen Aequator am grössten, wie wir in Abbildung 1 gesehen haben. Die zweite dieser überlagerten Bewegungen ist eine longitudinale Bewegung der Teilchen um die Erde herum. Ihre Periode hat die Grössenordnung einer Stunde. Negative Teilchen wandern von Westen nach Osten, positive in umgekehrter Richtung.

Aus Messungen mit Kernphotoplatten weiss man heute, dass der innere Strahlungsgürtel zu 5 % aus Protonen mit Energien bis 700 MeV und zu 95 % aus Elektronen mit Energien bis 1 MeV besteht. Viele Argumente sprechen dafür, dass diese Protonen zur Hauptsache sogenannte Albedo-Protonen sind und nicht primäre Protonen solaren oder galaktischen Ursprungs. Was versteht man unter Albedo-Protonen? Die primäre kosmische Strahlung erzeugt bekanntlich in den oberen Schichten der Atmosphäre Kernverdampfungsprozesse und Kernreaktionen,

bei welchen u. a. Neutronen erzeugt werden. Ein Teil dieser Neutronen verlässt die Atmosphäre nach oben, daher der Name Albedo-Neutronen in Analogie zur Albedo der Erde. Da ein Neutron unstabil ist, zerfällt es in einer gewissen Höhe in ein Proton, ein Elektron und ein Antineutrino. Die elektrisch geladenen Protonen und Elektronen werden vom Erdmagnetfeld eingefangen und führen die oben beschriebene Bewegung aus.

Das Schicksal der eingefangenen Teilchen wird alsdann durch folgende fünf Prozesse beschrieben :

1) Energieverlust durch Synchrotronstrahlung im geomagnetischen Feld. 2) Coulombstreuung am Restgas in grossen Höhen. Das Restgas besteht aus atomarem Stickstoff und atomarem Sauerstoff unterhalb ungefähr 1000 km und atomarem Wasserstoff darüber. 3) Energieverlust durch Ionisierung des Restgases. 4) Kernreaktionen mit den Stickstoff- und Sauerstoffatomkernen des Restgases. 5) Diejenigen Teilchen, welche beim Zerfall des Mutterneutrons sehr kleine Inklinationswinkel α_0 hatten, gelangen bei etwa $\pm 60°$ geomagnetischer Breite in die Ionosphäre und in die obere Mesosphäre und werden dort gebremst, gestreut und absorbiert. Rechnungen haben gezeigt, dass die beiden ersten Prozesse – Coulombstreuung und Synchrotronstrahlung – gegen die anderen drei Verlustmechanismen vernachlässigt werden können.

Die Protonen und Elektronen bleiben also so lange im Strahlungsgürtel eingefangen, bis sie durch einen oder mehrere dieser Verlustmechanismen aus ihm eliminiert werden.

Nun sind wir schon in der Lage, die erstaunlich hohe Teilchendichte in den Strahlungsgürteln zu erklären: Sei N die Teilchenkonzentration gemessen in Teilchen / cm^3, S die Injektionsrate neuer Teilchen in Teilchen / $cm^3 \cdot sec$ und T die mittlere Verweilzeit der Partikel im Strahlungsgürtel. Dann muss im Gleichgewichtsfalle die Beziehung

$$N = T \cdot S$$

bestehen, ganz unabhängig vom speziellen Injektionsmechanismus. Rechnungen ergeben, dass die Verweilzeit T zwischen einem Monat und einigen Jahren liegt, je nach Teilchenenergie und Teilchenart. Obwohl also die Rate der in den inneren Strahlungsgürtel injizierten Albedo-Protonen sehr klein ist, kann wegen der erstaunlich grossen Verweilzeit der Teilchen die hohe Teilchendichte erklärt werden.

Die Albedo-Protonentheorie wurde kurz nach der Entdeckung des inneren Strahlungsgürtels unabhängig voneinander von den drei Physikern Singer, Kellog und Vernov gegeben. Freden und White verbesserten die Theorie und berechneten den Protonenstrom im inneren Strahlungsgürtel in 1100 km Höhe am Aequator. Dabei benutzten sie das von Hess und Mitarbeitern in den oberen Atmosphärenschichten gemessene Neutronenspektrum. Ihr Resultat für den Protonenstrom lautet:

$$\phi = \frac{4{,}55 \cdot 10^{-17} \cdot e^{-\frac{E}{170}}}{\bar{\rho}} \text{ Protonen / MeV} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{sec.}$$

E ist die Protonenenergie in MeV und $\bar{\rho}$ ist die längs der Teilchenbahn gemittelte Dichte der Restgase in g/cm^3.

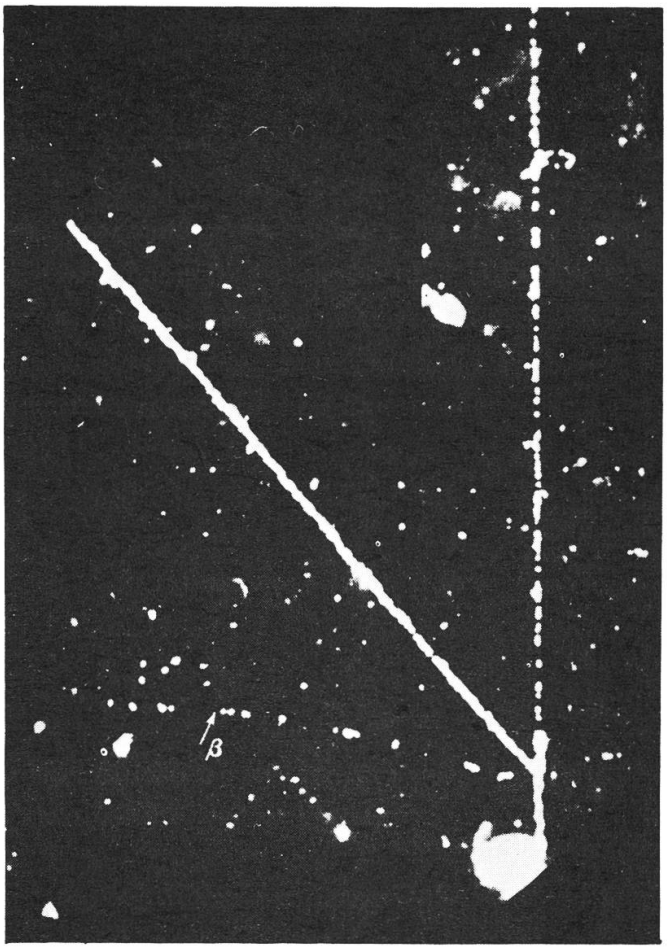


Abbildung 3 - Spuren geladener Teilchen in einer Kernphotoplatte.

Um dieses Resultat zu prüfen, massen Freden und White den Protonenstrom im inneren Strahlungsgürtel mit Hilfe von Kernphotoplatten. Am 7. April 1959 und am 21. Mai 1959 schossen sie von Cape Canaveral aus je eine ballistische Thor-Able Rakete bis in eine Höhe von 1230 km. Die Rakete befand sich während 15 min. oberhalb 1000 km Höhe in Breiten zwischen 20° N und 3° N.

Zehn Ilford $1\frac{3}{8}'' \times 1\frac{3}{8}'' \times 600\ \mu$ K 5 - Kernphotoplatten befanden sich in der Spitze der Rakete, eingeschlossen in einer wasserdichten Büchse aus rostfreiem Stahl. Da energiearme Teilchen in der 3,9 g / cm² starken Raketenwand abgebremst wurden, waren die Photoplatten nur empfindlich auf Protonen mit Energien grösser als 75 MeV und Elektronen mit Energien grösser als 12 MeV. Die Teilchenarten und deren Energien konnten durch Messung der Spurenlänge und der Spurendicke längs der ganzen Spur ermittelt werden.

Es wurden etwa 300 Protonenspuren, keine Elektronenspuren und einige Tritonenspuren gefunden. Tritium ist das dreifach schwere Wasserstoff-Isotop.

Abbildung 4 zeigt den berechneten Protonenfluss als Funktion der Protonenenergie, zusammen mit den experimentellen Punkten von Freden und White. In einem grossen Energiebereich besteht eine gute Uebereinstimmung zwischen Theorie und Experiment. Die theoretische Kurve ist bei 100 MeV an die experimentelle Kurve angepasst, da die Dichte der Gashülle der Erde in grossen Höhen nicht genau bekannt ist. Diese Anpassung ermöglicht andererseits die Bestimmung der Restgasdichte in 1100 km Höhe. Sie ergibt sich zu

$$\bar{\rho} = 5{,}5 \cdot 10^{-18}\ \mathrm{g/cm^3}$$

Vergleichen wir diesen Wert mit einer von Jastrov angegebenen Formel:

$$\rho = 6 \cdot 10^{-14} \cdot e^{-106\left(1 - \frac{r_e}{r}\right)}$$

r ist der Abstand vom Erdmittelpunkt, r_e der Erdradius. Jastrov leitete diese Formel aus der Analyse von Satellitenbahnen her.

Infolge Reibung an den Restgasen in grosser Höhe werden die Satelliten gebremst. Da die Dichte mit zunehmender Höhe sehr stark abnimmt, fällt praktisch nur die Reibung im Perigäum ins Gewicht. Wegen dieses Energieverlustes nähern sich die Satelliten der Erde, vergrössern ihre Geschwindigkeit und verkleinern ihre Umlaufperiode.

Aus der Abnahme der Umlaufperiode kann man daher die Dichte der Restgase in grosser Höhe berechnen. Die Formel liefert den Wert:

$$\rho_{1100} = 2{,}16 \cdot 10^{-20} \ g/cm^3$$

Die Uebereinstimmung ist nur scheinbar schlecht, denn die mittlere Dichte $\bar{\rho}$ kann für Teilchenbahnen, die weit gegen die Erde hinabreichen, leicht bis um einen Faktor 100 grösser sein als die Dichte ρ_{1100} am höchsten Punkt der Teilchenbahn.

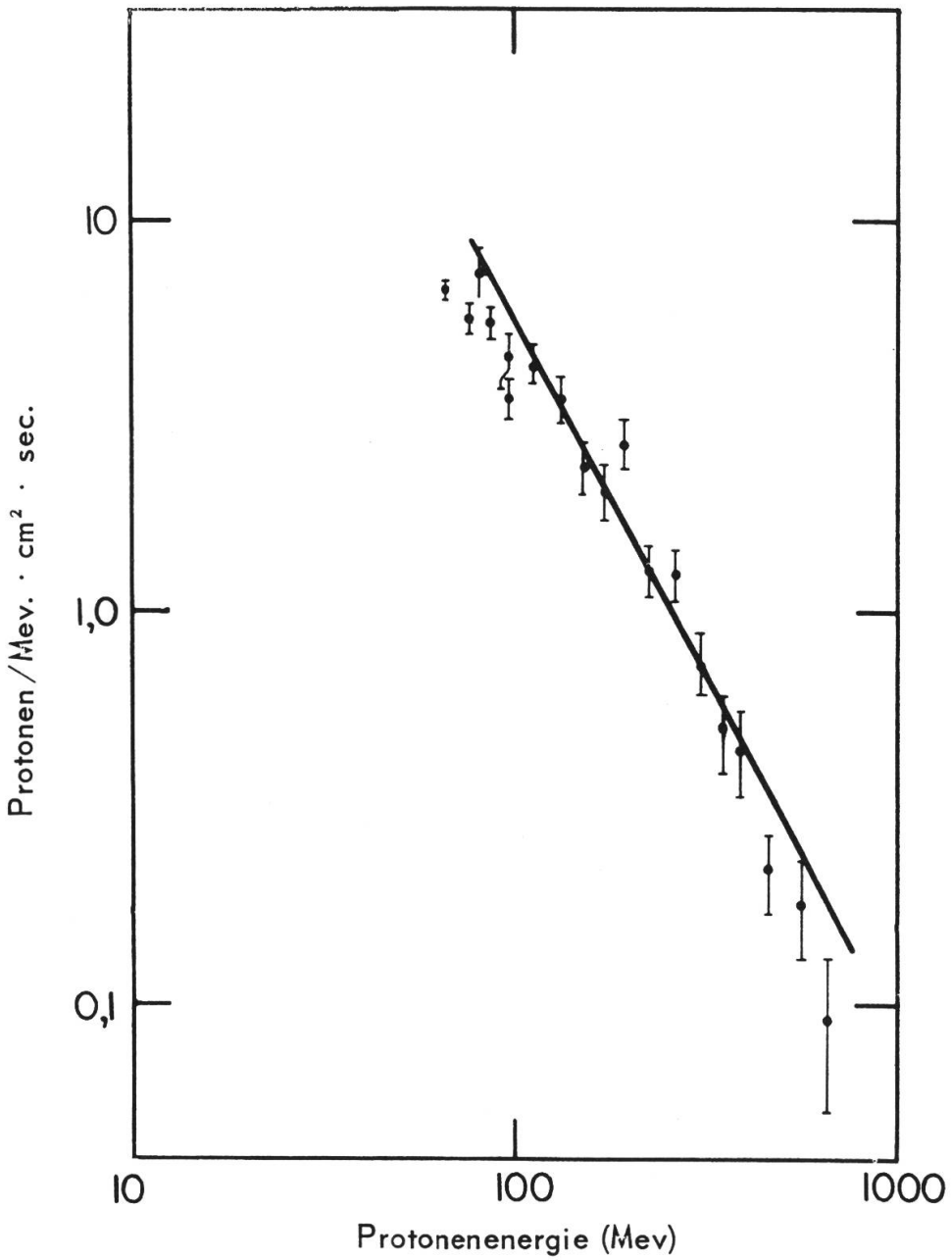


Abbildung 4 - Berechneter und gemessener Protonenfluss in 1100 km Höhe.

Zwischen den beiden Expositionen von Kernphotoplatten am 7. April und am 21. Mai 1959 zeigte am 10. Mai die Sonne eine starke Sonnenfleckentätigkeit, welche bekanntlich mit der Emission von Protonen mit Energien bis 10^{10} eV verbunden ist. Trotzdem änderte die Protonendichte in dieser Zeit im innersten Strahlungsgürtel nicht. Das Verhältnis der gemessenen Dichten vor und nach der Sonnenfleckentätigkeit betrug 0,8 ± 0,1. Dieses Resultat, sowie die gute Uebereinstimmung des berechneten mit dem gemessenen Protonenfluss ist eine starke Stütze für die Albedo-Protonentheorie.

Es bleibt noch die Form des inneren Strahlungsgürtels zu erklären, vor allem das Auftreten eines Maximums der Intensität bei *1,5 Erdradien* Entfernung vom Erdmittelpunkt. Die Höhenabhängigkeit der Protonendichte ist durch die Funktion

$$\frac{1}{\bar{\rho}} \cdot \left(\frac{r_e}{r}\right)^2 = \text{Konstante} \cdot \bar{r}^2 \cdot e^{-106 \frac{r_e}{r}}$$

gegeben. Dieser Ausdruck hat erst bei *53 Erdradien* Entfernung das Maximum. Zu diesem scheinbaren Widerspruch ist zu sagen, dass in kleinen Höhen die Intensität tatsächlich vorwiegend durch die Dichte der Erdhülle bestimmt wird, in grösseren Höhen aber, oder für sehr energiereiche Teilchen, wird die Verweilzeit im Strahlungsgürtel beschränkt, weil die sogenannte adiabatische Bedingung

$$x \equiv \frac{\rho \cdot |\,\text{grad}\,|\vec{H}|\,|}{|\vec{H}|} \ll 1$$

nicht mehr erfüllt ist. Das Teilchen bewegt sich dann nur eine gewisse Zeit lang auf einer unstabilen Bahn und verlässt nachher das Erdmagnetfeld. Verkleinert man bei der Berechnung des Teilchenstromes die Lebensdauer der Protonen um den Faktor

$$e^{-\frac{x^2}{b^2}},$$

so gibt die Theorie die Höhenabhängigkeit der Intensität gut wieder. Der Anpassungsparameter b ergibt sich zu 0,7.

Die adiabatische Bedingung ist mit zunehmender Höhe und zunehmender Teilchenenergie immer schlechter erfüllt. Daher muss die Strahlung mit zunehmender Höhe immer energieärmer werden.

Es ist zu bemerken, dass die Elektronen im äusseren Strahlungsgürtel wegen ihrer kleinen Masse die adiabatische Bedingung sehr wohl erfüllen und deshalb ihre Verweilzeit durch die Restgasdichte und nicht durch die schlechte Erfülltheit der adiabatischen Bedingung geregelt wird. Der äussere Strahlungsgürtel dehnt sich trotzdem nicht weiter als etwa 6 Erdradien aus, weil weiter aussen das magnetische Feld nicht mehr durch den Erddipol, sondern durch das unregelmässige Magnetfeld von interplanetaren Plasmawolken beschrieben wird.

Die Kernphotoplatten von Freden und White waren wegen der dicken Raketenwand für energiearme Protonen und Elektronen unempfindlich. Aus neuesten Messungen von Naugle und Kniffen, bei welchen die Kernphotoplatten in grosser Höhe aus der Rakete herausgeschwenkt werden konnten, weiss man heute, dass der innere Strahlungsgürtel zu 5 % aus Protonen mit einer Durchschnittsenergie von 100 MeV und zu 95 % aus energiearmen Elektronen mit Energien von höchstens 1 MeV besteht.

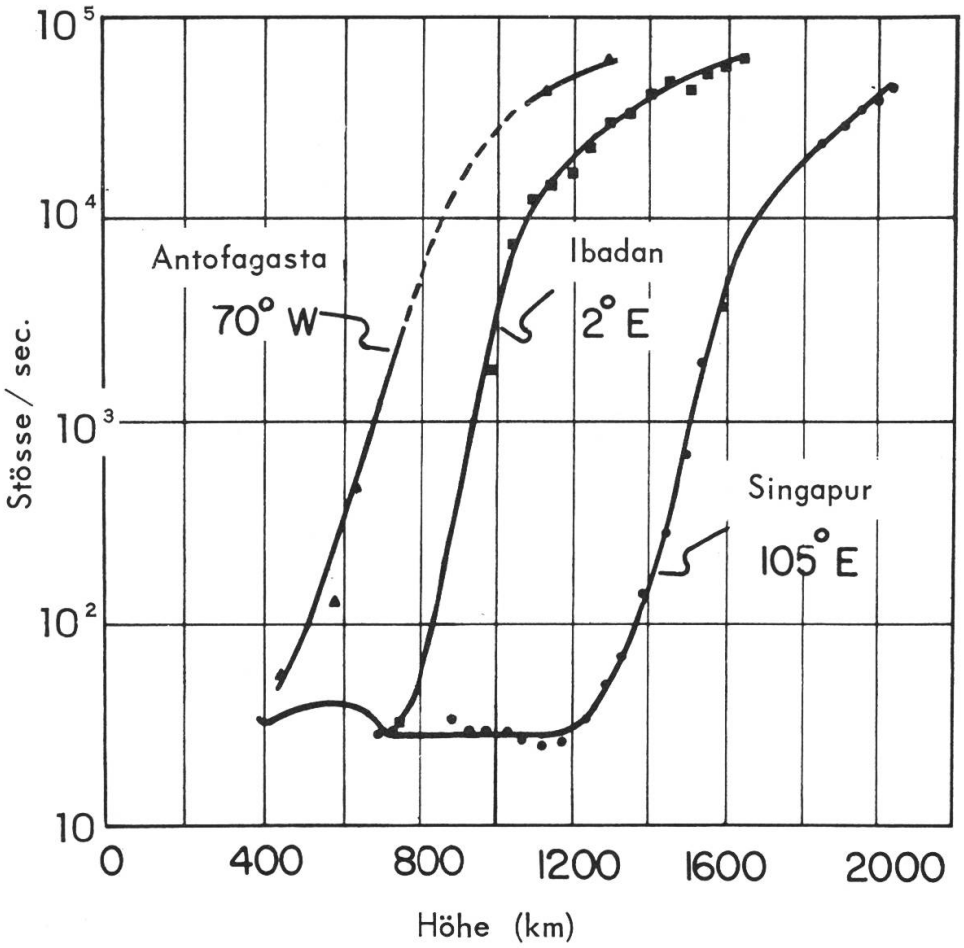


Abbildung 5 - Zählraten als Funktion der Höhe über Antofagasta, Ibadan und Singapur.

Wie innig die Strahlungsgürtel mit dem Erdmagnetfeld zusammenhangen und selbst Feinheiten des Dipolfeldes widerspiegeln, sehen wir aus der Analyse der Messresultate von Explorer I. Dabei wurden nur die Resultate der magnetisch ruhigen Tage zwischen dem 1. Februar und dem 15. März 1958 berücksichtigt.

Abbildung 5 zeigt die Zählraten als Funktion der Höhe über den drei Orten Antofagasta, Ibadan und Singapur. Die drei Orte haben verschiedene geographische Länge, hingegen liegen alle weniger als 10° vom magnetischen Aequator entfernt. Man würde erwarten, dass die Intensität des inneren Strahlungsgürtels längs des ganzen magnetischen Dipoläquators dieselbe Höhenabhängigkeit zeigt. Was man hingegen findet, ist eine ausgesprochene Längenabhängigkeit der Intensitätsverteilung im Strahlungsgürtel. Bei gleicher Höhe 1200 km stellt man z. B. Intensitätsunterschiede bis zu Faktoren 1000 fest.

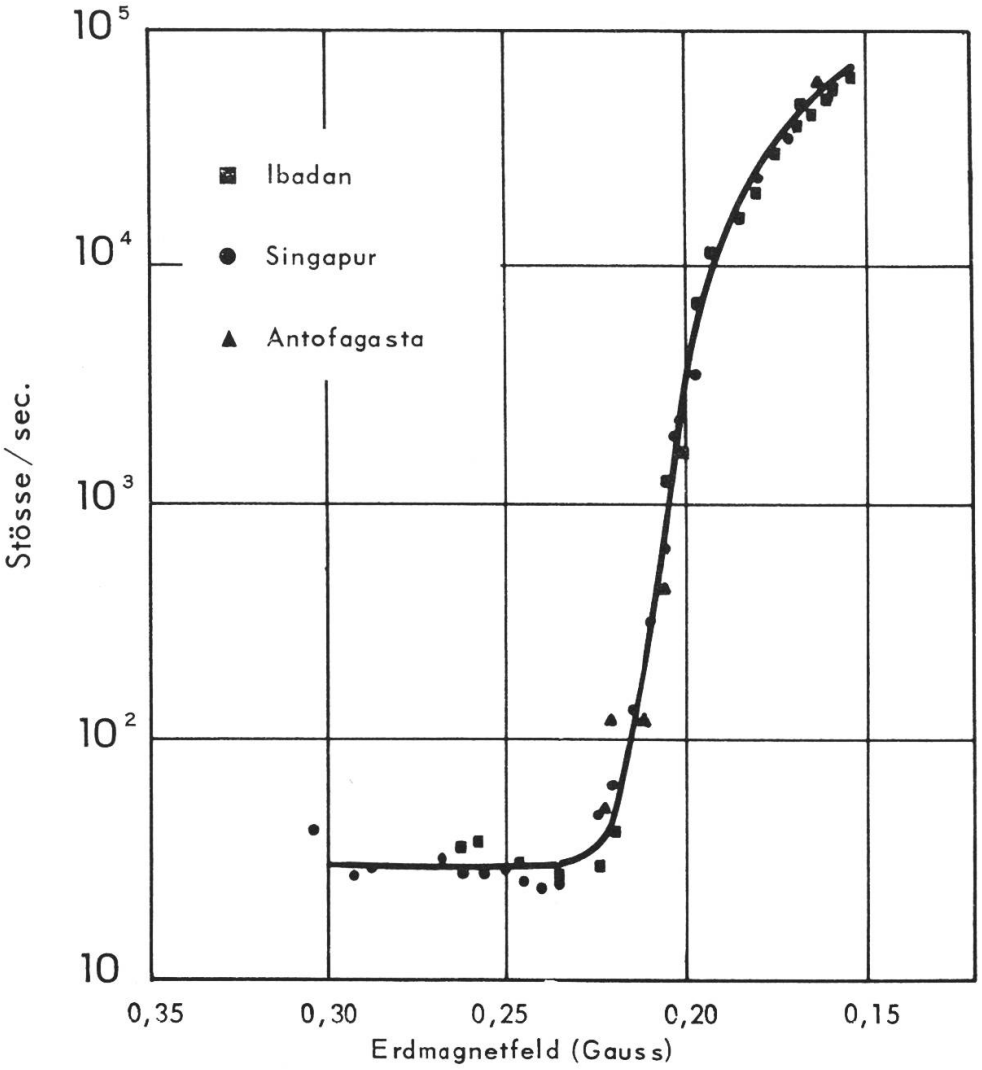


Abbildung 6 - Zählraten als Funktion der Erdmagnetfeldstärke.

Trägt man hingegen wie in Abbildung 6 die Zählrate über diesen drei Gebieten als Funktion der *Magnetfeldstärke H* auf, so sieht man, dass die Längenabhängigkeit verschwindet und die Intensität als Funktion von H allein dargestellt werden kann. Woher kommt dieser Effekt? Er wurde schon durch den ersten Satelliten von van Allen entdeckt und wird durch die Exzentrizität des geomagnetischen Dipols hervorgerufen.

Wenden wir uns nun dem äusseren Strahlungsgürtel zu! Den besten Ueberblick erhalten wir durch die Messungen von Explorer VI, welcher am 7. August 1959 in eine Ellipsenbahn mit 12 h Umlaufzeit, 6615 km Perigäum und 48 600 km Apogäum gebracht wurde. Der Satellit wurde von einer Gruppe der Universität Minnesota mit einem Geiger-Müller Zählrohr und einer nach dem pulsierenden Elektrometerprinzip arbeitenden Ionisationskammer ausgerüstet.

Die Zählraten der beiden Instrumente bei Bestrahlung mit einer Kobalt-60 Gammaquelle wurden als Funktion der Dosisleistung aufgenommen. Die Dosisleistung wurde mit geeichten Victoreen-Fadenelektrometern gemessen. Das Verhältnis der Zählraten der Ionisationskammer und des Geiger-Müller Zählrohres ist ein Mass für die durchschnittliche Ionisation der Teilchen und damit auch der Teilchenenergie, sofern die Art der Teilchen bekannt ist.

Explorer VI brachte folgende neue Resultate: Vom 7. bis 14. August 1959 war eine magnetisch ruhige Periode, und die Intensität des äusseren Strahlungsgürtels blieb in dieser Woche konstant. Verglichen mit früheren Messungen hatte er hingegen an Umfang und Intensität stark abgenommen.

Abbildung 7 zeigt die von verschiedenen Satelliten zu verschiedenen Zeiten gemessenen Zählraten. Die Bahnen all dieser Satelliten verlaufen in der Nähe des geomagnetischen Aequators. Die Zählraten stehen auf einer vergleichbaren Basis innerhalb ungefähr 25 % Genauigkeit. Man sieht, dass z. B. bei 40 000 km Entfernung in der Zeit vom 3. März bis 10. August 1959 die Zählrate um einen Faktor 10 000 abgenommen hat.

Aus der Ionisation der Strahlung konnte festgestellt werden, dass diese aus Elektronen besteht. Ihre mittlere Energie betrug nach Rechnungen der Autoren rund 50 000 eV, der Elektronenfluss 10^{11} Elektronen / $cm^2 \cdot sec$, er war also ausserordentlich hoch.

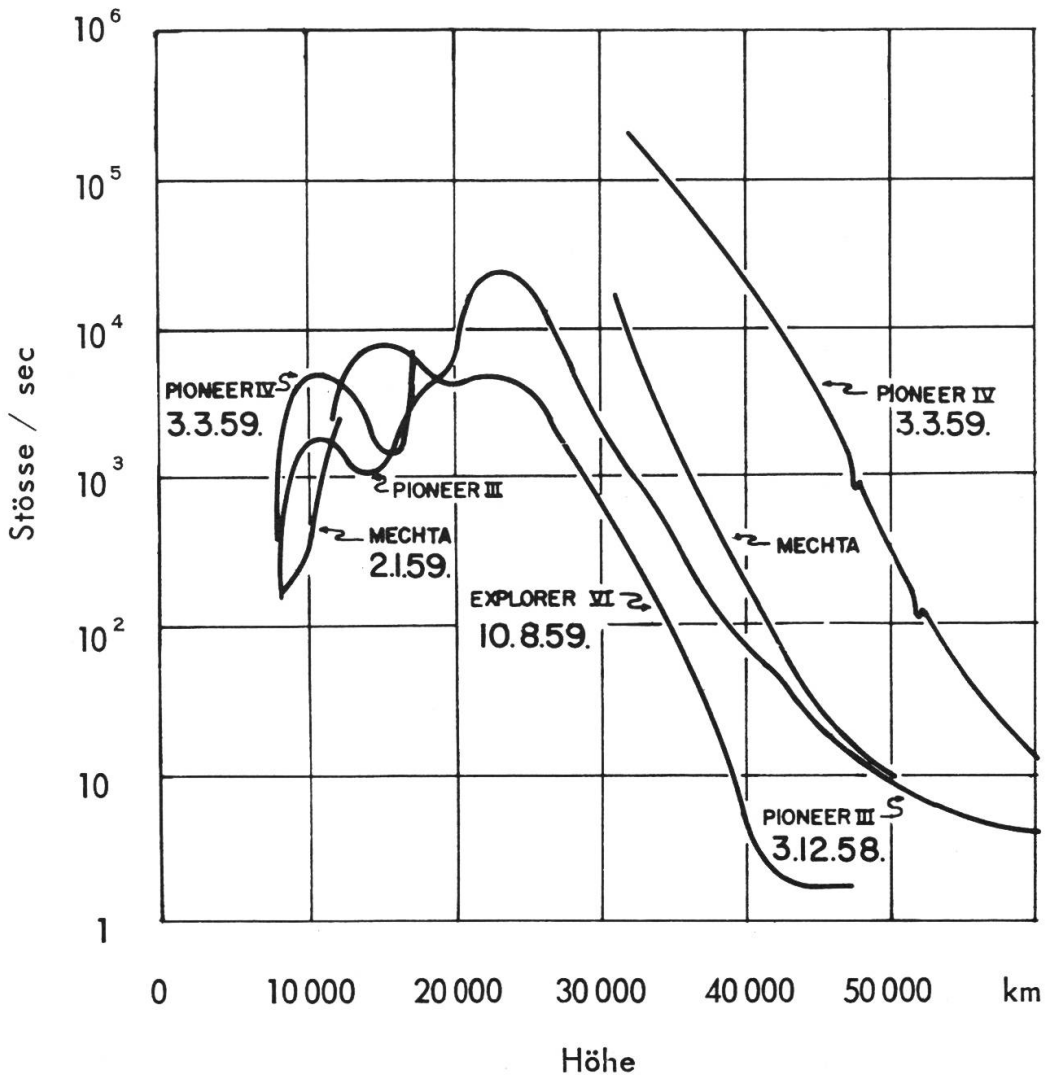


Abbildung 7 - Zählraten gemessen von verschiedenen Satelliten zu verschiedenen Zeiten.

Vom 16. bis 18. August 1959 herrschte ein starker geomagnetischer Sturm, der vielfältige Auswirkungen auf den äusseren Strahlungsgürtel hatte: Während der ersten 24 Stunden des Sturmes sank die Intensität um einen Faktor 4 ab und die Strahlung wurde zugleich bedeutend energiereicher. Zur gleichen Zeit, d. h. in der Nacht vom 16. auf den 17. August 1959, wurde über Minnesota bei 57° geomagnetischer Breite ein sehr starkes Nordlicht beobachtet. Nordlichter in dieser Breite sind selten. Häufiger sind sie in geomagnetischen Breiten von ungefähr 70°. In derselben geomagnetischen Breite waren bei Minneapolis anlässlich von Ballonflügen schon früher Röntgenstrahlen mit 50 000 eV Energie beobachtet worden. Die Frage ist, ob ein Zusammenhang zwischen

diesen Effekten besteht. Man nimmt an, dass die im äusseren Strahlungsgürtel verloren gegangenen Elektronen entlang den magnetischen Feldlinien bis zur Ionosphäre und den obern Schichten der Mesosphäre hinunter gewandert sind. Dort wurden sie absorbiert und erzeugten durch Anregung der Gasmoleküle die Nordlichter und die Röntgenstrahlungen. Dass die Nordlichter gerade bei der ungewöhnlichen Breite von 57° beobachtet wurden, ist kein Zufall, denn dort treffen diejenigen Feldlinien die Erdoberfläche, welche am Aequator durch die intensivsten Zonen des äusseren Strahlungsgürtels gehen. Nach Abschätzungen der Autoren entspricht die im Strahlungsgürtel verloren gegangene Energie der in den Nordlichtern beobachteten Röntgenstrahlenenergie.

Ueber den Verlustmechanismus der Elektronen ist man sich nicht ganz im klaren. Man nimmt an, dass Plasmawolken solaren Ursprungs die Erde erreichen und das Dipolfeld in den äusseren Zonen erheblich stören. Das gibt erstens Anlass zu den geomagnetischen Stürmen, und zweitens werden die Inklinationswinkel α_0 der Elektronen geändert, sodass ein Teil von ihnen die oberen Schichten der Gashülle der Erde erreichen kann. Dort werden sie absorbiert, wodurch erstens Nordlichter entstehen und zweitens die äussere Atmosphäre erwärmt wird, sodass diese sich ausdehnt und in die Höhe steigt, was dann Anlass zu vermehrter Absorption von Elektronen gibt.

Ein deutliches Indiz, dass geomagnetische Stürme, die Intensität im äusseren Strahlungsgürtel, Nordlichter und die Erwärmung und Ausdehnung der Exosphäre in der Nordlichterzone miteinander gekoppelt sind, brachte auch die Analyse der Satellitenbahnen des Sputnik III und des Vanguard Satelliten 1958 β . Während eines geomagnetischen Sturmes vom 4. September 1958 zeigte wegen der Ausdehnung der Exosphäre die Abnahme der Umlaufperiode des Sputnik III einen doppelt so grossen Wert wie vor und nach dem Sturm. Die Neigung der Bahn gegen die Aequatorebene betrug 65°, sie führte also durch die Nordlichterzone. Die Bahn des Vanguard Satelliten hatte hingegen eine Neigung gegen die Aequatorebene von nur 35°, sie führte also nicht durch die Nordlichterzone. Deshalb blieb seine Umlaufperiode während des Sturmes konstant. In Uebereinstimmung mit direkten Temperaturmessungen in den höheren Schichten der Gashülle der Erde schliesst man daraus, dass die Gashülle vorwiegend bei 57° geomagnetischer Breite erwärmt wird, weil dort der äussere Strahlungsgürtel in ihre tieferen Schichten hinabreicht.

Gegen Ende des geomagnetischen Sturmes stieg die Zählrate um einen Faktor 20 auf das Fünffache des Wertes vor dem Sturm an, und die Strahlung wurde zugleich energieärmer. Die erhöhte Intensität dauerte vom 18. August bis zum 3. September 1958 und war zwischen dem 20. und 29. August am grössten. Vom 22. August bis zum 4. September wurde andererseits von verschiedenen Sonnenobservatorien ein langanhaltender, intensiver Sturm solarer Radiowellen registriert. Es handelte sich um Synchrotronstrahlung von Elektronen, welche in sonnennahen Magnetfeldern Schraubenbewegungen ausführten. Man ist sich nicht im klaren, ob die Auffüllung des äusseren Strahlungsgürtels von einer unbeobachteten ersten Phase des solaren Radiosturmes herrührt, oder ob sie ein Nacheffekt des grossen magnetischen Sturmes zwischen dem 16. und 18. Oktober 1958 ist. Vielleicht wurden während des magnetischen Sturmes sehr langsame, daher unmessbare Elektronen durch lokale variable Stör-Magnetfelder auf höhere Energien beschleunigt. Jedenfalls steht fest, dass der äussere Strahlungsgürtel – im Gegensatz zum inneren – von der Sonnentätigkeit sehr stark beeinflusst wird. Er besteht aus Elektronen, welche mindestens teilweise von der Sonne kommen. Die Anwesenheit sehr energiearmer Protonen im äusseren Strahlungsgürtel ist nicht ausgeschlossen, doch konnten solche bis heute noch nicht nachgewiesen werden, weil sie in der Raketen- und in der Zählrohrwand absorbiert werden.

Ein weiteres Beispiel für die Beeinflussung des äusseren Strahlungsgürtels durch die Sonnentätigkeit sind die Beobachtungen von Polarlichtern in Alaska durch Rees und Reid. Die Autoren beobachteten die von den Nordlichtern emittierten Wasserstofflinien und stellten eine periodische Aenderung der geomagnetischen Breite der Nordlichter mit der Zeit fest.

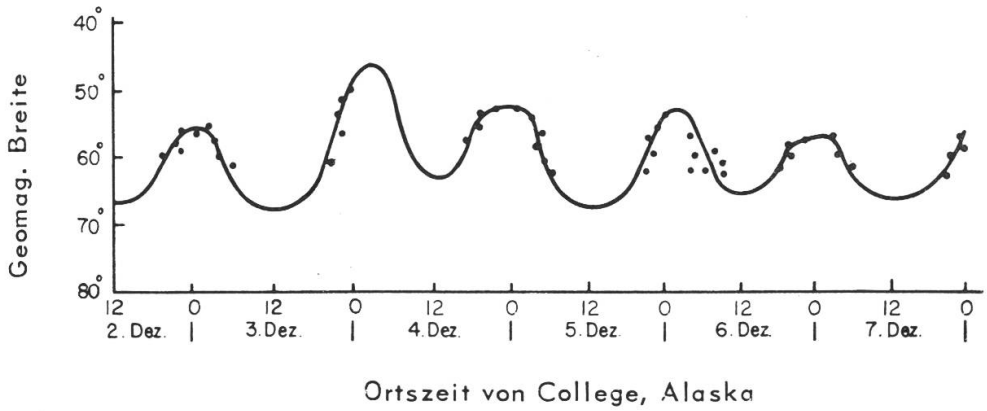


Abbildung 8 - Breitenschwankungen von Nordlichtern in College (Alaska).

Aus Abbildung 8 erkennt man, dass die Nordlichter am Abend von Norden her kamen, um Mitternacht befanden sie sich am weitesten südlich und am Morgen wanderten sie wieder nach Norden. Die periodische Breitenbewegung der Nordlichter kann durch den Einfluss von Plasmaströmen solaren Ursprungs auf den Strahlungsgürtel halbquantitativ erklärt werden. Diese Plasmaströme, auch Sonnenwind genannt, bestehen aus Protonen, welche mit einer Geschwindigkeit von rund 1000 km / sec von der Sonne weg fliegen. Sie wandern gegen die Erde, stören das Erdmagnetfeld und beeinflussen dadurch die Form des äusseren Strahlungsgürtels. Chapman und Ferraro zeigten, dass der magnetische Effekt eines solchen Partikelstromes in erster Näherung durch einen magnetischen Dipol beschrieben werden kann, welcher gleich weit hinter der Teilchenfront liegt, wie der Erddipol vor der Teilchenfront liegt.

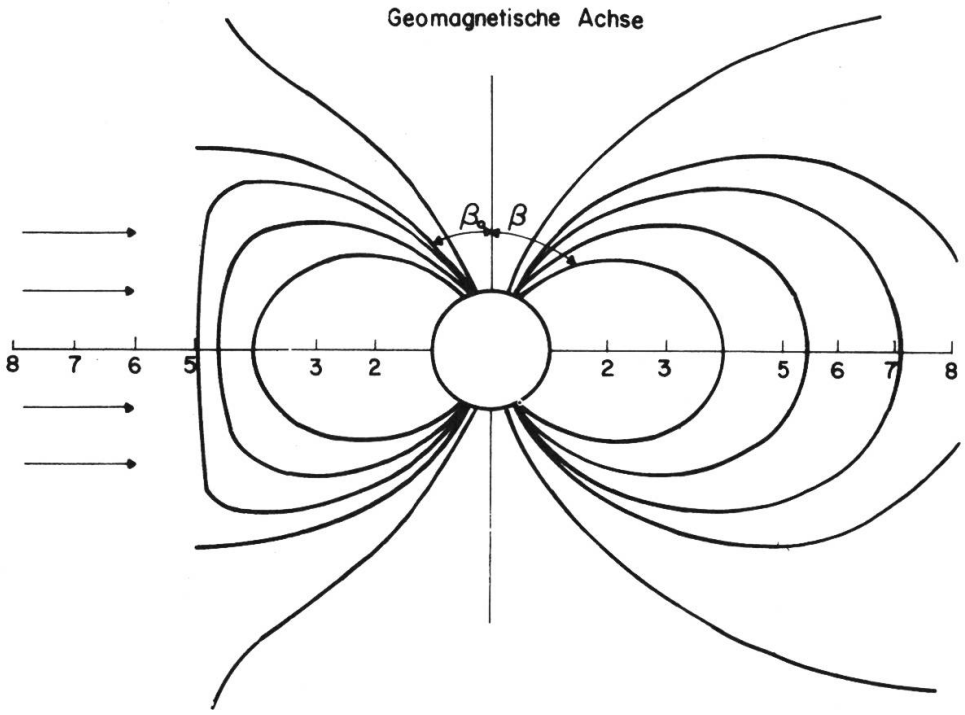


Abbildung 9 - Verformung des Erdmagnetfeldes auf der Tagseite infolge eines einfallenden Partikelstromes solaren Ursprunges.

Die resultierende Verformung des geomagnetischen Dipolfeldes wird in Abbildung 9 dargestellt: Das Feld auf der Tagesseite wird zusammengedrückt, auf der Nachtseite bleibt es beinahe ungeändert. Wie

schon erwähnt, führen die eingefangenen Teilchen eine longitudinale Bewegung um die Erde herum aus. Man kann zeigen, dass sie die Tendenz haben, in Gegenden konstanter Feldstärke zu bleiben. Daher schrauben sie auf der ungestörten Nachtseite um Magnetfeldlinien, welche die Erdoberfläche weiter südlich treffen als die entsprechenden Feldlinien auf der Tagesseite. Während die Erde also unter dem Muster der Abbildung 9, welches in Bezug auf die Sonne fest ist, rotiert, wird der nördliche Zipfel des äusseren Strahlungsgürtels vor Mitternacht nach Süden und nach Mitternacht wieder nach Norden rücken. Das hat die periodische Tag-Nacht-Breitenbewegung der Nordlichter zur Folge. Die Amplitude dieser Bewegung kann durch die aus anderen Effekten bekannte Sonnenwindstärke von rund 5 Protonen / cm^3 befriedigend erklärt werden.

Wie wir gesehen haben, ist der Strahlungsgürtel für das bürgerliche Leben auf der Erde von keiner Bedeutung. Für die Raumschiffahrt stellt er wegen seiner hohen Intensität hingegen ein ernst zu nehmendes Hindernis dar. Um Astronauten vor Strahlungsschäden zu bewahren, wird man in Zukunft bei Raumflügen die Erde bei den magnetischen Polen verlassen, weil dort die Intensität der Strahlungsgürtel verschwindet. Eine Abschirmung der Weltraumfahrzeuge gegen die Strahlung durch Bleiplatten kommt nicht in Frage, weil diese dadurch viel zu schwer würden. Eine um die Erde kreisende interplanetare «Raumfahrtstation» müsste sich entweder innerhalb oder ausserhalb der Strahlungsgürtel, d. h. entweder unterhalb 600 km oder ausserhalb 40 000 km befinden. Durch einen grossen, in geeigneter Höhe kreisenden Satelliten könnte man die Strahlungsgürtel sogar mit der Zeit ausradieren. Singer hat abgeschätzt, dass der innere Strahlungsgürtel durch einen kugelförmigen Satelliten mit einem Durchmesser von 10 m in einem Jahr zur Hälfte ausgeschöpft würde !

Für geophysikalische und astronomische Untersuchungen stellt der Strahlungsgürtel ein willkommenes Hilfsmittel dar. Der Fluss auf die Erde fallender, hochenergetischer solarer Neutronen kann z. B. nicht grösser als 0,1 Neutron / $cm^2 \cdot sec$ sein, weil andernfalls der innere Strahlungsgürtel intensiver sein müsste. Wir haben auch gesehen, wie der Strahlungsgürtel zur Untersuchung der Dichte, der Temperatur und der Zusammensetzung der terrestrischen Gashülle dienen kann. Ferner können in Zukunft Gashülle und Magnetfeld von Planeten und Monden aus deren Strahlungsgürtel untersucht werden. Ein Himmelskörper mit Strahlungsgürtel hat sicher ein Magnetfeld, ein solcher ohne Magnetfeld hat sicher keinen Strahlungsgürtel.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die beiden Strahlungsgürtel der Erde sehr verschiedener Art sind: Der innere, welcher sich am Aequator 1,5 Erdradien vom Erdmittelpunkt entfernt befindet, besteht aus Albedo-Protonen mit Energien bis 700 MeV und aus Elektronen mit Energien bis 1 MeV. Seine Form und seine Intensität werden von der Sonnentätigkeit und von magnetischen Stürmen nicht merklich beeinflusst. Der äussere Gürtel bei 3 Erdradien Entfernung besteht aus energiearmen Elektronen sehr grosser Dichte, deren Herkunft noch nicht genau bekannt ist. Er wird von der Sonnentätigkeit sehr stark beeinflusst: Bei magnetischen Stürmen wird die Konfiguration des Erdmagnetfeldes in grosser Entfernung gestört – vermutlich durch solare Plasmawolken – und ein Teil der Elektronen fliesst aus dem Strahlungsgürtel in die Ionosphäre bei ungefähr ± 60° geomagnetischer Breite. Dort werden die Elektronen absorbiert und erzeugen die Strahlungen der Nordlichter, sowie Erwärmung und Ausdehnung der Ionosphäre, was wiederum zu vermehrter Bremsung der Satelliten Anlass gibt. Die dauernde Absorption der Partikel des Strahlungsgürtels in grösseren Höhen – südlich der Nordlichterzone – ist vielleicht die Quelle des ganz schwachen Lichtes am Nachthimmel. Erst durch das Zusammenwirken von verschiedensten Naturphänomenen – Kosmische Strahlung, Gashülle der Erde, Erdmagnetfeld, Sonnentätigkeit – kommen die Strahlungsgürtel zustande und können befriedigend erklärt werden. Andererseits ermöglichte erst ihre Entdeckung das Verständnis verschiedener geophysikalischer Effekte.

LES CEINTURES DE RADIATION DE LA TERRE
(Résumé)

Les satellites artificiels (par exemple Explorer I en 1958) ont permis la découverte des ceintures de radiation dont on soupçonnait l'existence depuis 1953 (van Allen). La terre est entourée par deux anneaux de particules chargées (figure 1). Un premier anneau, formé de protons et d'électrons, se trouve à une distance de 1.5 rayons terrestres du centre de la terre. Il est à peine influencé par l'activité solaire et les tempêtes magnétiques. La ceinture extérieure, à trois rayons terrestres, renferme des électrons dont l'énergie est faible et dont on ne connaît pas encore la provenance. Elle subit les perturbations causées par l'activité solaire (vent solaire); une partie des électrons quittent alors la ceinture et pénètrent dans l'ionosphère où ils provoquent les aurores polaires.

La présence de ces ceintures «van Allen» est étroitement liée au rayonnement cosmique, à l'atmosphère et au champ magnétique terrestres et à l'activité solaire; d'autre part, leur étude constitue un moyen de comprendre de mieux en mieux un grand nombre de phénomènes géophysiques.

LITERATUR

VAN ALLEN, J. A.: The Scientific American, 200, März 1959, 39-47.

ALFVÉN: Cosmical Electrodynamics.

FREDEN, S.C. und R.S. WHITE: Journal of Geophysical Research, 65, Mai 1960, 1377-1378.

YOSHIDA, S., G.H. LUDWIG, J.A. VAN ALLEN: Journal of Geophysical Research, 65, März 1960, 807-813.

NAUGLE, J.E. und D.A. KNIFFEN: Physical Review Letters, 7, 1961, 3-6.

ARNOLDY, R.L., R.A. HOFFMANN, J.R. WINCKLER: Journal of Geophysical Research, 65, Mai 1960, 1361-1376.

ROTHWELL, P. und C.E. MAC ILLWAIN: Journal of Geophysical Research, 65, März 1960, 799-806.

REES, M.H. und G.C. REID: Nature London, 184, August 1959, 539-540.

In diesen Veröffentlichungen findet man zahlreiche weitere Literaturangaben über die Strahlungsgürtel der Erde.

(Eingegangen am 26. Februar 1962.)

Adresse des Verfassers:
Physikalisches Institut der ETH, Gloriastrasse 35, Zürich 7.

KURZER RUNDBLICK AUF DIE GEODÄSIE

Von E. HUNZIKER, Zürich

Beantwortet man die Frage: «Was versteht man unter Geodäsie?» mit der Erklärung: «Geodäsie heisst die Wissenschaft von der Grösse und der Form der Erde», so folgt meist die zweite, verwunderte Frage: «Ist denn all dies nicht schon längst bekannt?»

Im grossen und ganzen ja. Die Erdoberfläche hat angenähert Kugelform. Eine bessere Annäherung stellt das Erdellipsoid dar. Diese Fläche entsteht, wenn die Ellipse, welche ein beliebiger Meridian näherungsweise bildet, um die Erdachse rotiert. Werden die Genauigkeitsansprüche noch weiter gesteigert, so kommt man zum sogenannten Geoid. Darunter wird die Fläche verstanden, die in der Meereshöhe Null überall senkrecht zu den Lotlinien steht. Diese abstrakte Fläche ist sehr unregelmässig; sie lässt sich nicht mehr durch ein einfaches mathematisches Gesetz darstellen. Es gehört zu den Aufgaben eines jeden Landes, in seinem Gebiet die Geoidfläche abzuleiten und zu untersuchen. Dazu ist es unumgänglich die Erdoberfläche auszumessen, oder, mit anderen Worten ausgedrückt, es muss die Lage und die Höhe von einer Anzahl von Punkten der Erdoberfläche bestimmt werden.

Die Lage eines Ortes der Erdoberfläche lässt sich mit Hilfe der allgemein verwendeten geographischen Koordinaten, der geographischen Breite und der geographischen Länge, festlegen. Unter der geographischen Breite versteht man den im Winkelmass vom Aequator aus nach Norden oder nach Süden gemessenen Abstand. Die Definition der geographischen Länge setzt die willkürliche Annahme eines Ausgangsmeridianes voraus. Dieser sogenannte Nullmeridian geht wie alle Meridianebenen durch den Nord- und den Südpol und zudem durch die Sternwarte von Greenwich. Der Winkel zwischen der Meridianebene durch einen beliebigen Ort P und der Ebene des Nullmeridianes ist gleich der geographischen Länge des Ortes P.

Eine Landesvermessung verlangt eine sehr grosse Anzahl ihrer Lage und Höhe nach bekannter Punkte. Es wäre undurchführbar und durchaus unzweckmässig, diese durch Messung ihrer geographischen Breite und Länge bestimmen zu wollen. Vielmehr ist es angezeigt, zuerst ein weitmaschiges Netz von Dreiecken über das Land zu legen und die Grösse und die Lage dieser Dreiecke einzumessen (Abb. 1). In dies erste, weitmaschige Dreiecknetz — Triangulation erster Ordnung genannt — werden engmaschigere Netze eingehängt, in der Schweiz bis zur vierten Ordnung. Im Kulturgebiet fallen in unserem Lande ungefähr zwei bis drei Triangulationspunkte auf den Quadratkilometer. Durch Einzelmessungen lassen sich beliebig viele Punkte an die Triangulationspunkte anschliessen. Es ist hier nicht der Ort, näher auf das praktische Vermessungswesen einzugehen. Wir wollen uns darauf beschränken,

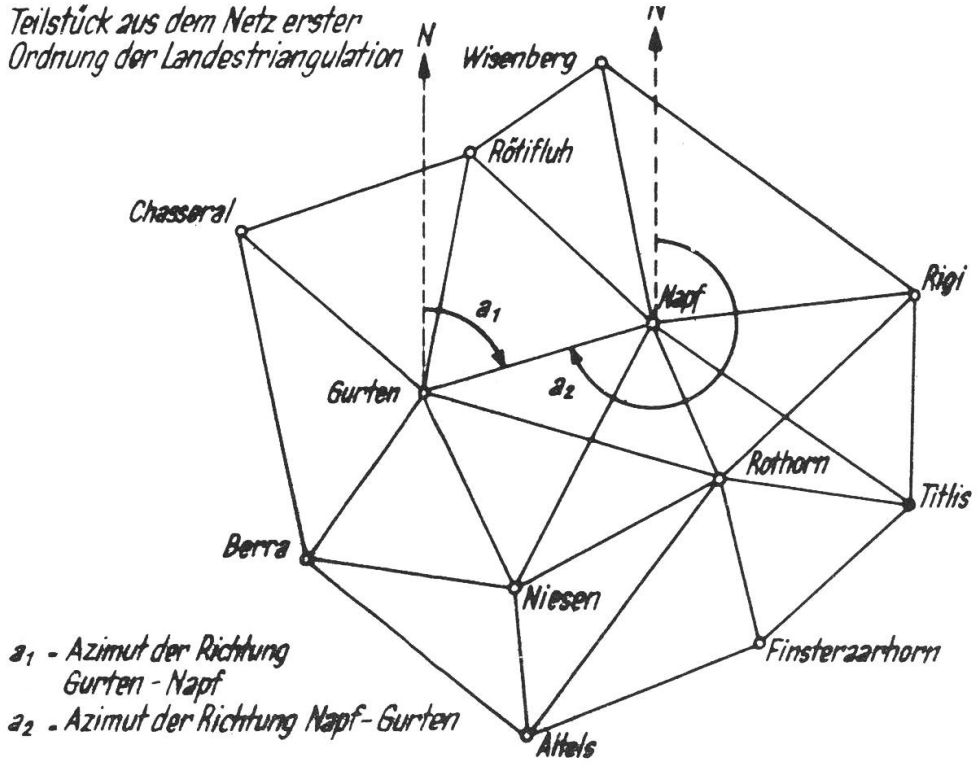


Abbildung 1

einige Gebiete der höheren Geodäsie zu streifen und dabei die mit Sternbeobachtungen verbundenen geographischen Ortsbestimmungen an den Anfang setzen.

Die Bestimmung der geographischen Breite ist verhältnismässig einfach, weil es genügt — allein und ohne weitere Hilfe — an dem betreffenden Orte Messungen vorzunehmen. Im Gegensatz dazu benötigen Bestimmungen von geographischen Längendifferenzen Beobachtungen auf zwei Stationen oder dann die Aufnahme sogenannter wissenschaftlicher Radiozeitzeichen, deren Sendezeit mit grosser Genauigkeit bekannt sein muss.

Eine einfache Definition der nördlichen geographischen Breite besagt: Die geographische Breite eines Punktes der Erdoberfläche ist gleich dem Winkel, den auf diesem Punkte die Nordrichtung und die Richtung nach dem Himmelspole miteinander bilden. Eine sehr hohen Genauigkeitsansprüchen genügende Methode zur Bestimmung der geographischen Breite verlangt die mikrometrische Messung der Zenitdistanzdifferenzen zweier Sterne, vorgenommen in der Meridianebene. Sie heisst Horrebow-Talcott-Methode. Unter der Zenitdistanz versteht man den im Bogenmass gemessenen Abstand eines Sternes vom Zenit. Das Ergebnis von an vier Abenden durchgeführten Beobachtungen gibt eine Genauigkeit bis zu $\pm$ 0".05. Dem entsprechen im Metermass $\pm$ 1.5 Meter. Um zu veranschaulichen, was dies bedeutet, kann man sich vorstellen, dass

schon eine Verschiebung des Instrumentes um 1.5 m nach Norden oder nach Süden, infolge der Nichtparallelität der Lotlinien eine Veränderung des Messergebnisses von der Grössenordnung seiner Genauigkeit bewirken würde.

Die Bestimmung einer geographischen Länge läuft, deren Definition entsprechend, stets auf die Messung einer Längendifferenz hinaus. Eine solche beruht auf einem einfachen Prinzip. Hätte man auf einer jeden von zwei Stationen — zwischen denen der Längenunterschied bestimmt werden soll — eine fehlerlos gehende und fehlerlos nach Ortssternzeit gerichtete Uhr, so würde der Unterschied zwischen den Zeitangaben der beiden Uhren schon die Längendifferenz darstellen. Nun gibt es aber keine Uhr mit fehlerloser Angabe. Ferner werden die beiden Uhren weit voneinander entfernt sein, zum Beispiel die eine in der Sternwarte Zürich, die andere in der Sternwarte Wien. Eine klassische Längendifferenz-Bestimmung zerfiel deshalb in zwei Teile: Gleichzeitige Bestimmung der sogenannten Uhrkorrektion auf beiden Stationen und telegraphische oder drahtlose Vergleichung der beiden Präzisionsuhren.

Unter der Uhrkorrektion versteht man die Korrektur, die man zur abgelesenen Zeit einer Uhr hinzufügen muss, um die theoretisch richtige Zeit zu erhalten. Eine gute und einfache Methode zur Bestimmung der Uhrkorrektion besteht in der Beobachtung der Durchgangszeiten einer Anzahl von Sternen durch den Ortsmeridian, oder mit andern Worten, es wird an der Uhr die Zeit festgestellt, wann ein Stern im Norden oder im Süden steht, das heisst, wenn er kulminiert. Im Augenblick der oberen Kulmination ist die Ortssternzeit gleich der Rektaszension des Sternes. Aus dem Unterschied zwischen der an der Uhr abgelesenen Zeit und der aus einem Jahrbuch entnommenen Rektaszension geht die gesuchte Uhrkorrektion hervor.

In neuerer Zeit werden täglich zu vielen Stunden wissenschaftliche Radio-Zeitzeichen von starken Stationen gesendet. Eine ganze Anzahl von Sternwarten nimmt regelmässig diese Zeichen auf und bestimmt die genaue Sendezeit. Mit Hilfe solcher Zeichen kann ein einzelner Beobachter eine Längendifferenz festlegen. Soll der Fehler einer Längendifferenz die Grössenordnung einer Hundertstel Zeitsekunde nicht übersteigen, so braucht es über acht bis zehn verschiedene Abende verteilte Beobachtungen von Sterndurchgängen. In Metermass umgerechnet, entsprechen einer Hundertstel Zeitsekunde in Zürich 3.15 Meter in der Ost-West-Richtung.

Um ein Triangulationsnetz orientieren zu können, muss wenigstens von einer Dreieckseite das Azimut bekannt sein. Azimut nennt man den im Uhrzeigersinn gemessenen Winkel zwischen der Nordrichtung und einer beliebigen Richtung (Abb. 1). Auch hier gibt es verschiedene Methoden, um aus Sternbeobachtungen das Azimut einer Richtung abzuleiten. Bei der gebräuchlichsten wird der Winkel zwischen dem Polarstern und einem irdischen Signal ge-

messen. Darf der Fehler einer zu bestimmenden Richtung einige wenige Zehntel-Bogensekunden nicht übersteigen, so setzt dies wiederum zahlreiche, über verschiedene Abende verteilte Anzielungen des Polarsternes und des irdischen Signales voraus.

Kennt man von einem Dreieck des Triangulationsnetzes eine Seite und die drei Winkel, so lässt sich die Länge der übrigen Seiten berechnen. Das ist bei einem ebenen Dreieck recht einfach. Nun handelt es sich aber bei Triangulationsnetzen nicht um ebene Dreiecke, sondern um Dreiecke auf der Erdoberfläche. Setzt man voraus, sie sei ein Ellipsoid, so kann die Rechnung auf dieser Fläche durchgeführt werden. Das Ellipsoid, welches in der Schweiz der Berechnung der Triangulation zugrunde liegt, ist durch die folgenden Annahmen festgelegt: Zusammenfallen der Senkrechten auf das Ellipsoid mit der Lotlinie im Koordinaten-Nullpunkt in Bern; Dimensionen des Bessel'schen Ellipsoides. Unter diesen Voraussetzungen ist es möglich, von irgend einem Triangulationspunkt, zum Beispiel vom Rigi-Kulm, die geographische Breite zu rechnen, wobei also von der geographischen Breite von Bern und von den gemessenen Dreiecken ausgegangen wird. Rigi-Kulm ist ein Eckpunkt eines solchen Dreiecks. Weiter nehmen wir an, die geographische Breite des gleichen Punktes werde auch noch an Ort und Stelle unmittelbar aus Sternbeobachtungen abgeleitet. Als Beispiel wählen wir wieder Rigi-Kulm.

Die mit Hilfe der Triangulation abgeleitete Breite — man nennt sie geodätische Breite — wurde gefunden zu:

Triangulationspunkt I. Ordnung, Rigi-Kulm,
geographische Breite, geodätisch = 47 ° 3 ' 28 ".96

Der aus Sternbeobachtungen hervorgegangene Wert beträgt:
geographische Breite, astronomisch = 47 ° 3 ' 41 ".59 ±0".05

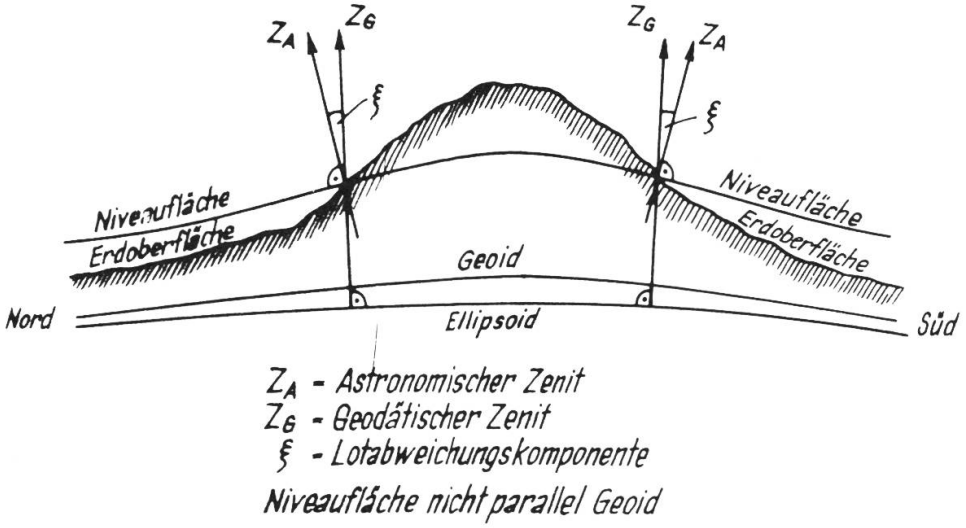


Abbildung 2

Der Unterschied astronomische Breite minus geodätische Breite beläuft sich auf + 12 ".63.

Woher rührt nun dieser grosse Unterschied von — in Metermass umgerechnet — beinahe 400 Metern?

Die Ursache liegt darin, dass im allgemeinen in irgend einem Punkte der Erdoberfläche die Senkrechte auf das Ellipsoid und die Lotlinie nicht zusammenfallen, was wiederum seinen Grund darin hat, dass jede Unregelmässigkeit an der Erdoberfläche und in der Erdrinde die Lotlinie beeinflusst. Zum Beispiel zieht ein jeder Berg das Lot an. Man nennt die Abweichung zwischen Ellipsoidnormale und Lotlinie die Lotabweichung. Es ist vorteilhaft, diese in eine Nord-Süd- und in eine Ost-West-Komponente zu zerlegen. Der eben aufgeführte Unterschied «astronomische Breite minus geodätische Breite» im Betrage von + 12 ".63 auf Rigi-Kulm, stellt die Nord-Süd-Komponente dar. Das positive Vorzeichen weist auf eine südliche Ablenkung des Lotes, oder, anders ausgedrückt, auf eine nördliche Ablenkung des Zenites hin. Zwischen dem Unterschied «astronomisch beobachtete minus geodätisch bestimmte geographische Länge» und der Ost-West-Komponente der Lotabweichung besteht ebenfalls eine einfache Beziehung (Abb. 2).

Die in der Schweiz auftretenden Lotabweichungen können bis auf rund 25 " ansteigen. Ein auf einer Station mit Hilfe feiner Libellen messgerecht aufgestelltes Instrument steht dann gegenüber dem Ellipsoid um diesen Betrag schief, was sich bei Winkelmessungen mit steilen Visuren oder bei Tunnelabsteckungen bedeutsam auswirken kann. Die Lotabweichungen bieten auch ein Hilfsmittel, um die Abweichungen des Geoides gegenüber dem Ellipsoid zu ermitteln. Es sind dies recht mühsame und einen grossen Arbeitsaufwand beanspruchende Untersuchungen. Ein im Meridian des St. Gotthard aufgenommenes Profil, beginnend an der schweizerisch-deutschen Grenze im Kanton Schaffhausen und endend auf dem Ghiridone westlich Brissago, ergibt als grösste Schwankung zwischen dem Geoid und dem Ellipsoid einen Betrag von 2.5 Metern.

Die von einem Gebirge auf ein im Punkte P der Erdoberfläche aufgehängtes Lot ausgeübte Anziehung lässt sich an Hand topographischer Karten bestimmen. Die Lotabweichungen können also auch rein rechnerisch abgeleitet werden. Vergleichungen derart gerechneter mit tatsächlich beobachteten Lotabweichungen führten anfänglich zu grossen Enttäuschungen, weil die beobachteten Werte viel geringer blieben als die berechneten. Auch die Messungen der Schwerkraft, die ebenfalls in das Arbeitsgebiet des Geodäten fallen, ergaben einen bedeutend kleineren Wert, als die Gebirgsmassen erwarten liessen. Was konnte die Ursache sein?

Die beiden englischen Forscher Pratt und Airy kamen um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zum Ergebnis, der Einfluss des sichtbaren Teiles eines Gebirges sei durch die Verteilung der Massen unterhalb des Gebirges irgendwie kompensiert. Man nennt dies die

Isostasie

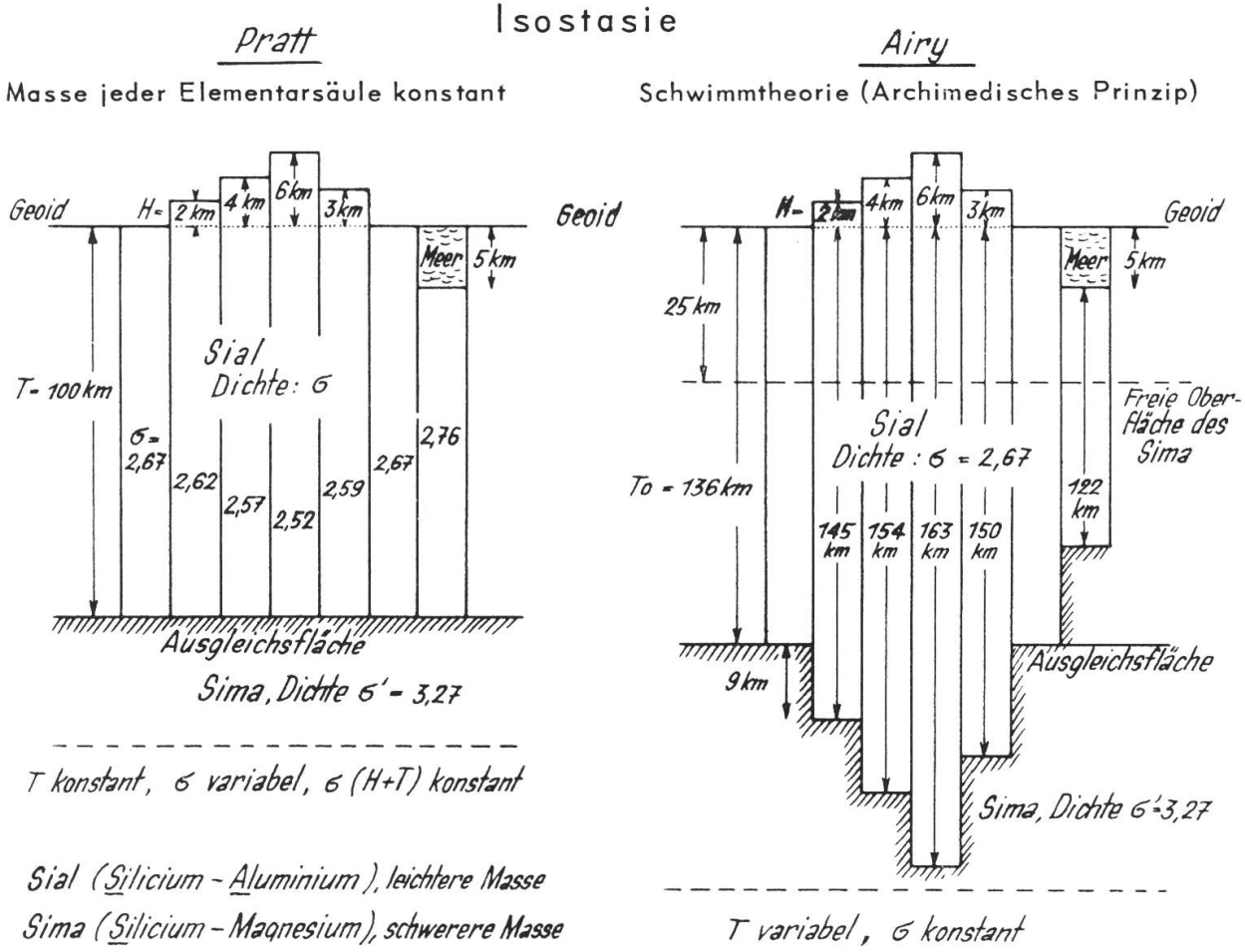


Abbildung 3

Lehre von der Isostasie, die man folgenderweise definieren kann: Unter Isostasie versteht man die Auffassung, dass das Erdinnere nach den Gesetzen der Hydrostatik geschichtet sei. Befindet sich die Erdrinde im isostatischen Gleichgewicht, so bedeutet dies, dass einerseits die Kontinente und Gebirgsmassen aus der Erdrinde stammen und nicht als zusätzliche, das Gleichgewicht störende Massen zu betrachten sind, und dass anderseits die leichteren Massen der Meere durch dichtere Massen unterhalb des Meeresbodens kompensiert sind.

Pratt geht von der folgenden Vorstellung aus: Vertikale Säulen gleichen Querschnittes, die von der äusseren Begrenzung der Erdoberfläche bis zu einer gemeinsamen Ausgleichsfläche in der Erdrinde reichen, sind gleich schwer. Sieht man von der Aenderung der Schwerkraft innerhalb der Säulen ab, so kann man auch sagen, dass solche Säulen gleichviel Masse enthalten. In einer Tiefe von mehr als rund 100 km sind alle Unregelmässigkeiten der Dichte ausgeglichen.

Airy seinerseits nimmt an: Die äusseren, leichteren Schichten der Erdrinde — Sial genannt — schwimmen auf dem schwereren, nicht als flüssig, wohl aber als plastisch aufzufassenden, mit Sima bezeichneten Magma (Abb. 3).

Welche der beiden Hypothesen kommt der Wahrheit näher? Die richtige Deutung dürfte in einer Verbindung der verschiedenen Vorstellungen liegen. Bei Gebirgen haben wir es im wesentlichen mit Verdickungen der leichten kontinentalen Rinde zu tun, im Sinne von Airy, beim Uebergang von der Kontinentalscholle zum Tiefseebecken mit Materialverschiedenheit im Sinne von Pratt.

Mit der Hypothese der Isostasie ist also die Erforschung der Massenverteilung in der Erdrinde in den Bereich der geodätischen Arbeiten getreten.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass ausser der Kenntnis der Lage eines Punktes der Erdoberfläche auch seine Höhe über Meer von Bedeutung ist. Eine gebräuchliche und genaue Methode, um Höhenunterschiede zu bestimmen, ist das Nivellement. Man versteht darunter das Verfahren der schrittweise vorgehenden Höhenmessung, bei welcher die Höhenunterschiede benachbarter Punkte mit waagrechtem Zielen nach lotrechten Maßstäben bestimmt werden.

Was versteht man — schärfer definiert — unter einer Meereshöhe? Die Meereshöhe ist gleich dem Abstand eines Punktes von der Meeresoberfläche, gemessen auf der Lotlinie. Dabei denkt man sich die Meeresoberfläche unter den Kontinenten fortgesetzt. Die folgerichtige Anwendung dieser Definition zieht allerlei nicht im vorneherein zu erwartende Besonderheiten nach sich. Wir wollen uns je eine grosse, ruhende Wasseroberfläche in 500, 1000, ... usw. Meter Höhe denken. Diese Wasseroberflächen stellen sich überall senkrecht zu den Lotlinien ein. Solche Flächen werden Niveauflächen genannt. Sie sind untereinander und zum Geoid nicht genau

parallel. Dementsprechend sind die Lotlinien keine geraden Linien, sondern leicht gekrümmt. Wenn also eine Wasseroberfläche eine Niveaufläche ist, so heisst das, verschiedene Punkte dieser Wasseroberfläche haben nicht die gleiche Meereshöhe.

Eine weitere Folge der Nichtparallelität der Niveauflächen zeigt sich im sogenannten Schlussfehler eines Nivellements. Geht man bei einem Präzisionsnivellement von einem bestimmten Punkte P aus und kehrt man auf einer grossen Schleife zu diesem Punkte P zurück, so erhält man theoretisch nicht mehr die gleiche Höhe, von der man ausgegangen ist. In der Schleife Sitten—Vevey—Bulle—Saanen—Spiez—Lötschberg—Gampel—Sitten macht dieser Schlussfehler 60 Millimeter aus.

Die hier kurz gestreiften Besonderheiten zeigen, dass auch in der Geodäsie verhältnismässig leicht durchschaubar erscheinende Dinge bei näherem Zusehen ihre Einfachheit gründlich verlieren.

Schon weiter oben wurde auf die Messungen der Schwerkraft hingewiesen. Auch diese gehören in das Gebiet der Geodäsie. Die klassische Methode zur Bestimmung der Anziehungskraft der Erde besteht in der Beobachtung der Schwingungszeiten eines oder mehrerer Pendel. In der Neuzeit werden in grossem Ausmass sogenannte statische Gravimeter verwendet, mit deren Hilfe sich viel rascher und viel genauer Aenderungen der Schwere von Ort zu Ort feststellen lassen. Zur Eichung dieser Instrumente muss aber weiterhin auf Pendelmessungen zurückgegriffen werden.

Abschliessend erwähnen wir noch kurz die Organisation der geodätischen Arbeiten in der Schweiz.

Im Jahre 1861 ist dem schweizerischen Bundesrate von der preussischen Gesandtschaft ein Entwurf zu einer mitteleuropäischen Gradmessung vorgelegt worden. Hand in Hand ging die Einladung, sich an der Ausführung dieses Planes zu beteiligen. Das eidgenössische Departement des Innern nahm den Vorschlag an. Daraufhin entschloss sich die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, zur Förderung des Unternehmens eine eigene Kommission zu schaffen. So wurde im August 1861 die Schweizerische Geodätische Kommission gegründet, in deren Obhut auch heute noch die Pflege wissenschaftlicher geodätischer Forschung liegt. Die geodätischen Aufgaben von mehr praktischer Bedeutung wurden gegen die Jahrhundertwende vom damaligen Eidgenössischen Topographischen Bureau, der heutigen Eidgenössischen Landestopographie, übernommen.

Der Verfasser dieser Zeilen ist sich bewusst, dass es sich bei diesem Ueberblick um eine sehr unvollständige Darstellung des grossen und weitläufigen Gebietes der Geodäsie handelt. Es war sein Bestreben, ein paar Einblicke in einige weniger bekannte Bezirke der höheren Geodäsie zu geben, auf Kosten der verbreiteteren und alltäglicheren Arbeiten, die zur Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche dienen.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE TROIS NOUVELLES FORMATIONS PERSISTANTES DE JUPITER

par S. CORTESI

GENERALITES

La surface que Jupiter nous montre est, comme on sait, la partie extérieure d'une couche nuageuse flottante au sein d'une épaisse atmosphère. Pour cette raison ses détails sont éminemment variables et instables, disparaissant et réapparaissant en une continuelle rénovation d'aspects. Mises à part les bandes sombres qui marquent les courants atmosphériques se déplaçant à différentes vitesses et qui sont constituées par des détails très variables dans le temps, la seule formation stable qui s'est constamment montrée sur la surface de Jupiter, depuis qu'on observe la planète, est la célèbre Tache Rouge. Découverte en 1665 par G. D. Cassini ([1]), elle fut perdue de vue en 1713; observée par intervalles pendant le XIXe siècle, elle fut régulièrement suivie depuis 1878 dans ses périodiques changements de couleur et de longitude. La Tache Rouge «flotte» à la latitude de la zone tropicale sud (S. Tr. Z.); elle est généralement de forme ovale, de couleur variant du rouge brique au blanc plus ou moins pur, en passant par diverses gradations de rose, d'orange et de crème. Le présent mémoire n'a pas pour but de refaire l'histoire de cette formation qui est désormais bien connue, mais je désire mettre en évidence un fait nouveau survenu à la surface de Jupiter dans ces dernières années : *l'apparition de trois nouvelles taches permanentes* dans la zone tempérée sud (S. T. Z.).

Je n'ai naturellement pas la prétention de traiter de l'inédit, car ces taches sont très bien connues des observateurs de la planète, et ont déjà fait l'objet de quelques études particulières, aussi en ce qui regarde leur liaison avec les émissions radioélectriques de Jupiter ([2]). Je me bornerai seulement à étudier en détail leurs mouvements et leurs aspects, à mettre en évidence certains phénomènes liés à leur formation et à attirer l'attention sur quelques analogies qu'elles présentent par rapport à la Tache Rouge.

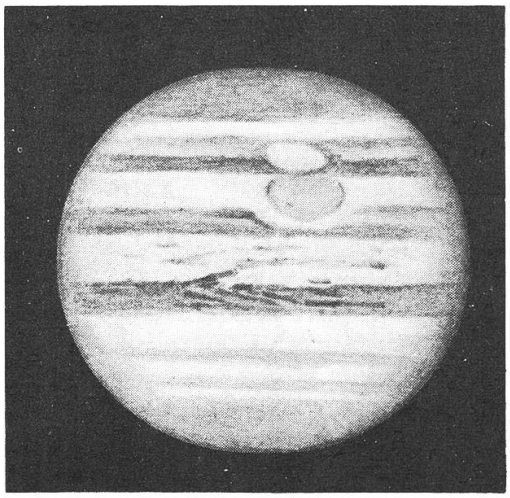
NAISSANCE DES TROIS NOUVELLES TACHES PERMANENTES

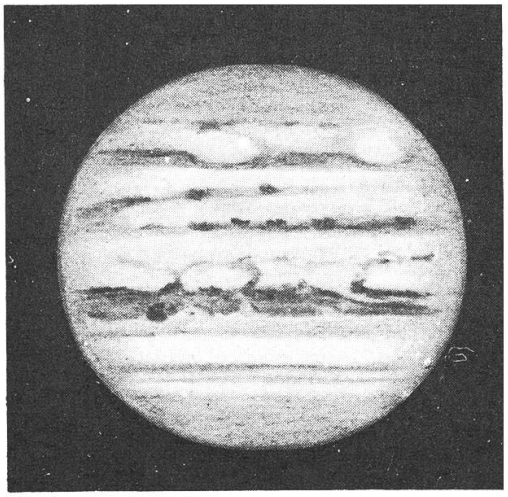
Depuis la présentation 1939-40 de Jupiter, on nota que la bande tempérée sud (S.T.B.) présentait des portions qui étaient devenues invisibles et qui la divisaient en trois tronçons de longueur inégale. On s'aperçut bientôt qu'il ne s'agissait pas d'un phénomène transitoire comme il arrive toujours sur Jupiter, et l'on vit que les parties invisibles se déplaçaient à la même vitesse que les autres détails de la bande. On aurait pu penser, et on le fit, que la bande elle-même avait vraiment disparu par endroits, mais pendant les années suivantes on put observer que les parties invisibles se rétrécissaient et, à partir de 1948, on nota clairement que trois grandes taches ovales claires, situées dans la zone tempérée sud (S.T.Z.), empiétaient sur la bande, la rendant invisible par places. Depuis cette date on adopta, pour ces formations, le nom anglais de «White Oval Spots» (abrégé par W. O. S.) et on les désigna par les lettres données originairement au commencement et à la fin des tronçons de la S.T.B., c'est-à-dire «F-A» «B-C» «D-E».

ASPECTS DES W. O. S.

La visibilité de ces objets n'est pas toujours aisée; pendant de plus ou moins longues périodes l'une ou l'autre des W. O. S. se montre voilée ou ternie et demeure invisible dans les instruments de faible ou moyenne puissance. D'autre part, assez souvent on peut apercevoir seulement les «selles» que ces objets produisent dans la bande tempérée sud; ce cas arrive lorsque la W.O.S. ne présente pas assez de contraste par rapport au fond clair de la zone tempérée sud sur laquelle elle se projette. S'il se produit en même temps un léger déplacement de la tache vers le sud, on comprend facilement qu'elle puisse disparaître complètement pour nous. La forme actuelle de ces objets est celle d'un ovale assez régulier et aplati, avec des dimensions d'une vingtaine de degrés zénographiques en longitude et une dizaine en latitude. Assez souvent, lorsqu'elles sont bien visibles, ces taches paraissent bordées d'un liseré sombre, surtout aux extrémités est et ouest. Ces différents aspects sont bien visibles sur les dessins de la figure 1, et les divers degrés de visibilité, résultant en partie de mes observations, sont réunis dans le tableau 1.

Il me paraît intéressant de comparer maintenant ces trois nouvelles taches permanentes avec l'autre formation stable et bien plus ancienne: la Tache Rouge.

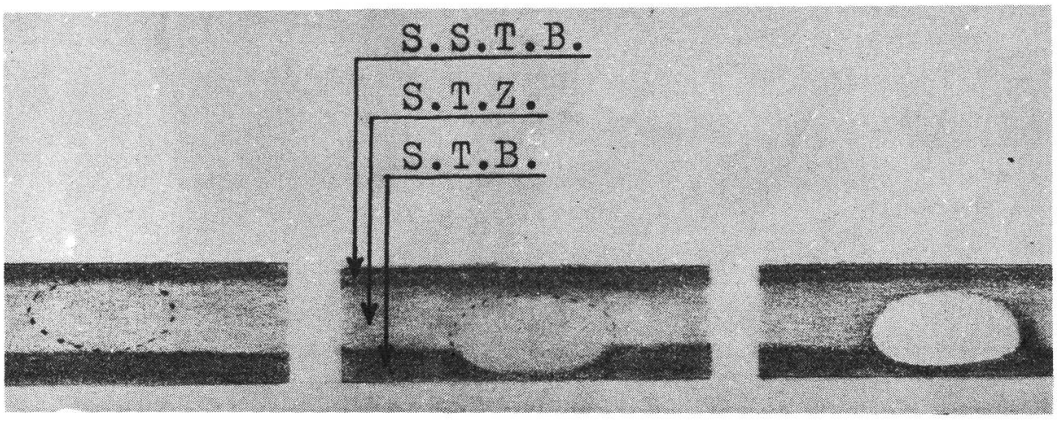




19 juin 1957 : $\omega_1 = 226°,4$
$\omega_2 = 300°,1$
tél. 25 cm 245 × Image 5
« WOS » D-E et Tache Rouge
en conjonction

20 mai 1958 : $\omega_1 = 171°,8$
$\omega_2 = 209°,4$
tél. 25 cm 245 × Image 6
« WOS » F-A et B-C (au bord
suivant)

SCHEMA DES CONDITIONS DE VISIBILITE DES « W. O. S. »



1) invisible 2) partiellement visible (selle) 3) bien visible

Figure 1

On peut noter les analogies suivantes : forme ; dimensions en longitude ; sources d'ondes radioélectriques ; variabilité de la visibilité. D'autre part on a les caractéristiques suivantes qui les différencient : périodes de rotation (voir plus loin) ; coloration.

Présentation	Tache F - A	Tache B - C	Tache D - E	Observateur
1940 - 41	1	2	1	B. M. Peek
1941 - 42	2	2	2	»
1942 - 43	1	2	1	»
1943 - 44	2	2	2	»
1944 - 45	2	2	2	»
1946	2	2	2	»
1947	2	2	1	»
1948	3	3	3	B. A. A.
1949	2	2	2	E. J. Reese
1950	2	2	2	»
1951 - 52	2	2	3	G. Ruggieri
1952 - 53	3	3	2	B. A. A.
1953 - 54	3	2	3	l'auteur
1954 - 55	3	3	3	»
1955 - 56	2	2	2	»
1956 - 57	2	3	2	»
1957 - 58	3	3	3	»
1959	1	2	1	»
1960	1	3	2	»
1961	2	3	2	»
Moyenne	2,05	2,35	2,05	

Tableau 1 - visibilité des « W. O. S. »

1 = invisible ou difficilement visible
2 = partiellement visible (selle)
3 = bien visible (ovale clair)
} aspect moyen pour chaque présentation

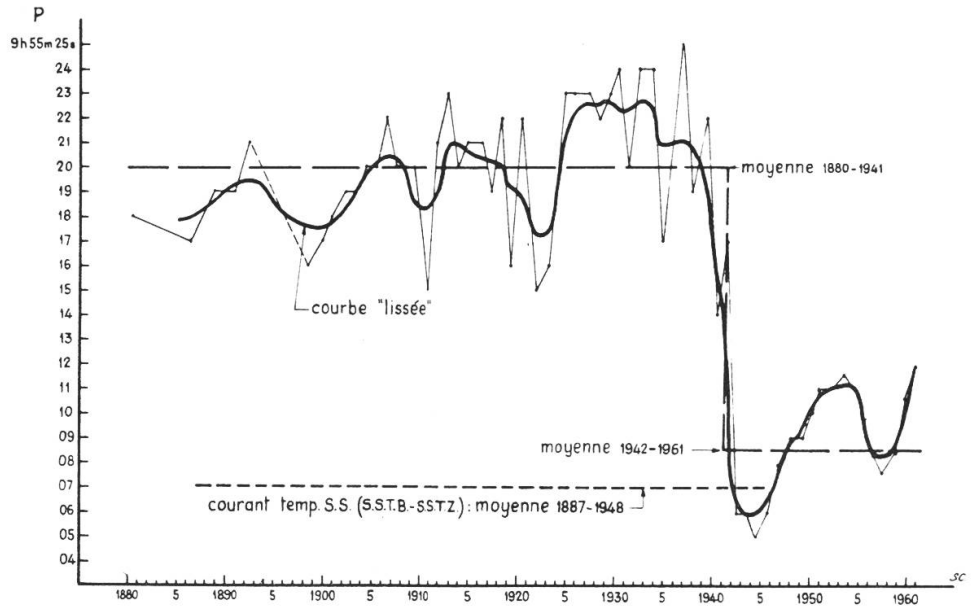
On serait tenté de voir aussi une similitude dans les phénomènes qui entourent ces formations, se produisant à leur latitude respective : à la latitude de la Tache Rouge, on observe les périodiques « ranimations » de la bande équatoriale sud (S.E.B.s.), avec l'apparition de la Grande Perturbation Australe ([3]); à la latitude des WOS on a aussi observé des ranimations de la bande correspondante et des phénomènes ana-

logues, mais à une échelle beaucoup moins spectaculaire, comme les «Perturbations tempérées sud» de 1918-19, 1920-21 ([4]) et de 1956-1957 ([5]).

Je ne veux pas dire que Tache Rouge et W.O.S. sont à l'origine de ces perturbations, bien au contraire on serait assez justifié de penser le contraire. En effet, pour ce qui concerne la Tache Rouge, cette hypothèse, c'est-à-dire que cette formation ait pris naissance d'une «éruption» particulièrement violente survenue avant 1665, à déjà été énoncée ([1]). Cette hypothèse, à vrai dire très suggestive, n'est pas applicable aux W.O.S., dont l'apparition s'est produite, si l'on peut dire, sous nos yeux, d'une manière graduelle et sans qu'il y ait eu de perturbations notables à la même latitude.

MOUVEMENTS

Les trois W.O.S. sont situées dans la S.T.Z. et devraient avoir des périodes de rotation correspondantes au «courant tempéré sud», qui intéresse S.T.B. et S.T.Z.; celui-ci avait, entre 1888 et 1940, une période moyenne de 9 h 55 m 20 s, avec des écarts maximaux de ±6 s ([6]). Au contraire, depuis leur découverte, les W.O.S. ont présenté une période de rotation nettement plus courte, de 9 h 55 m 08 s, valeur moyenne qui se rapproche beaucoup de celle du «courant tempéré sud sud», intéressant SSTB et SSTZ, et qui est de 9 h 55 m 07 s (moyenne 1887 à 1948) ([7]). En même temps que se formaient les W.O.S., la S.T.B. se présentait souvent double ou élargie vers le sud ([8]) et certains de ses détails commençaient à accélérer leur mouvement. Dans ces années, que l'on peut définir de transition (de 1938 à 1941), dans la S.T.B. coéxistaient donc des détails emportés par le courant normal (temp. sud) et d'autres se déplaçant plus rapidement. Dans les années suivantes toute la S.T.B. et la S.T.Z. ont été entraînées dans les périodes plus courtes, d'où la conclusion logique que le courant tempéré sud sud avait dû se déplacer vers des latitudes plus basses de l'ordre d'une dizaine de degrés (environ 12000 km). Cette accélération du courant tempéré sud est bien représentée par le graphique 1, où l'on voit la chute de la courbe autour de 1940. La coïncidence de cette chute avec l'apparition des trois W.O.S., bien qu'assez frappante, n'avait pas, jusqu'ici, attiré l'attention des planétaristes, mais, selon moi, c'est un fait incontestable, digne d'intérêt et probablement plus qu'une simple coïncidence, devant être lié en quelque sorte à la genèse de ces formations.



Graphique 1 - Périodes de rotation S.T.B. - S.T.Z.

A propos du graphique 1, il faut remarquer que les données de 1880 à 1948 sont celles publiées par B. M. Peek et représentent les périodes de rotation calculées pendant les présentations de la planète tandis que les données de 1949 à 1961 sont les périodes de rotation calculées entre les dates des oppositions. Cela peut nuire un peu à l'homogénéité du graphique, mais n'a pas d'influence sensible sur l'allure de la courbe. Dans le tableau 2 j'ai réuni les données se référant aux positions des trois W.O.S., observées aux dates des oppositions et exprimées en degré de longitude du Système II.

Les données marquées « B.A.A., A.L.P.O., W.H.H. et E.J.R. « m'ont été aimablement communiquées par E. J. Reese, que je tiens ici à remercier vivement.

Les colonnes du tableau contiennent successivement:

1) les dates des oppositions de la planète
2) les positions de l'extrémité précédente
3) du centre
4) de l'extrémité suivante
5) les positions moyennes du centre calculées avec les valeurs données par les divers observateurs, lorsque c'est le cas (4 colonnes pour chaque W.O.S.)

Pour le calcul de la position moyenne du centre j'ai donné ces poids aux divers observateurs:

A.L.P.O. = B.A.A. = 3; W.H.H. = B.M.P. = E.J.R. = S.C. = 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Opposition	B	1/2	C	centre moyen	D	1/2	E	centre moyen	F	1/2	A	centre moyen	Observateur
1941 12. 8	325°	10°	55°	10°	81°	128°	175°	128°	189°	226°	264°	226°	B.M.P.
1943 1. 11	2	38	74	38	110	145		145	199	230	262	230	B.M.P.
1944 2. 11	21	50	80	49	124	165	206	164	232	259	286	259	B.M.P.
id.	20	47	74		119	160	202		233	258	282		W.H.H.
1945 3. 13	20	52	84	52	106	156	205	164	263	286	310	286	B.M.P.
id.			86		136	178	219				305		W.H.H.
1946 4. 13	44	75	106	75	154	183	213	183	298	318	337	318	B.M.P.
id.	67				152	183	214		298	319	340		E.J.R.
1947 5. 14	94	115	136	115	188	213	238	213	330	348	6	348	B.M.P.
1948 6. 15	145	160	174	154	217	240	264	242	17	31	45	32	E.J. R.
id.	132	152	172		221	242	264		15	32	50		B.A.A.
1949 7. 20	205	220	235	220	263	283	304	283	60	74	88	74	A.L.P.O.
1950 8. 26	276	289	302	289	313	329	346	329	100	114	129	114	A.L.P.O.
1951 10. 3	329	342	355	342	22	38	54	38	158	170	181	170	E.J. R.
1952 11. 8	12	24	37	24	102	116	130	116	244	256	268	256	E.J. R.
1953 12. 13	71	84	97	82	172	185	198	182	337	349	1	349	A.L.P.O.
id.		78				174				348			S. C.
1955 1. 15	156	166	176	166	247	258	270	258	54	64	73	64	A.L.P.O.
id.		166				258				66			S. C.

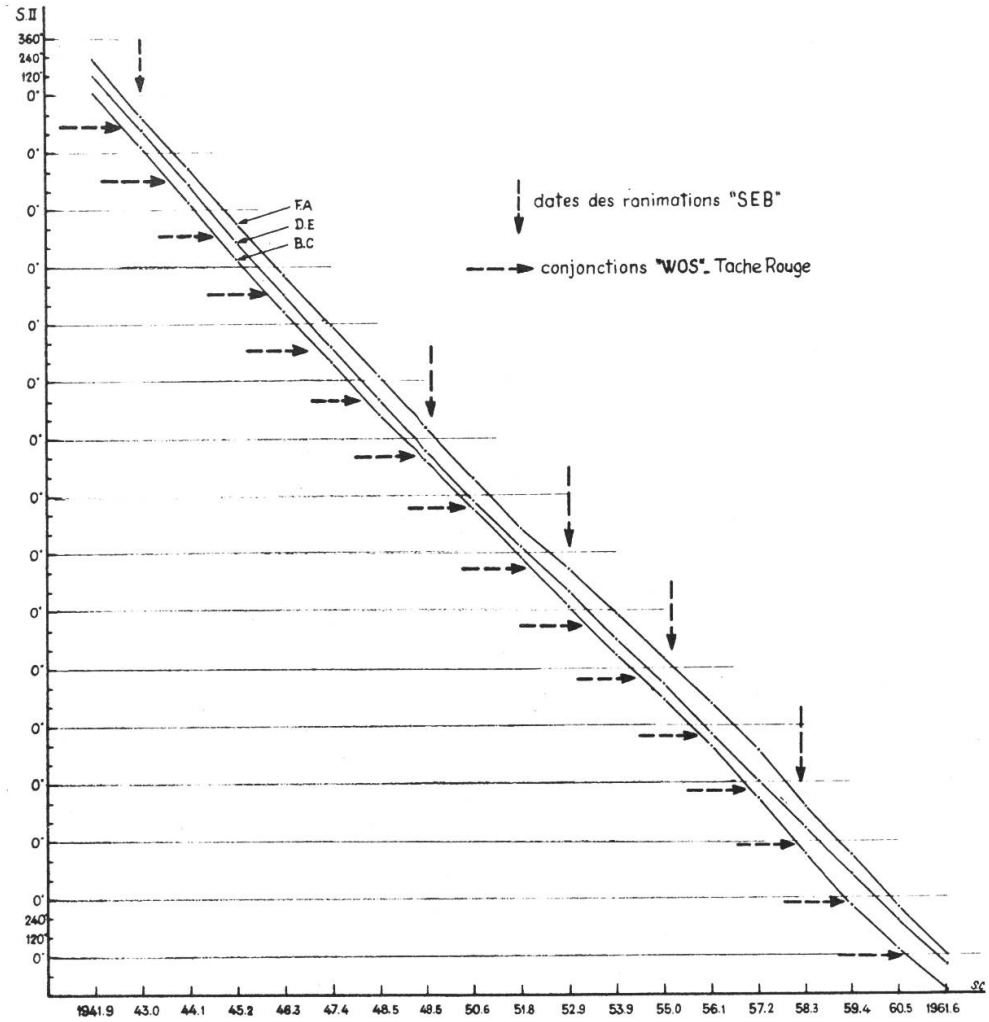
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1956 2. 16	227	238	248		298	310	322		127	137	147		A.L.P.O.
id.	228	236	244	} 236	298	308	319	} 309	128	137	146	} 136	B.A.A.
id.		234				309				133			S. C.
1957 3. 17	243	254	264		357	9	21		198	208	218		A.L.P.O.
id.	242	252	262	} 253				} 8	197	206	214	} 207	B.A.A.
id.		255				7				210			S. C.
1958 4. 17	265	276	287		70	82	93		213	223	233		A.L.P.O.
id.	265	275	285	} 276	73	82	91	} 82	214	222	231	} 223	B.A.A.
id.		279				80				225			S. C.
1959 5. 18	298	306	315		141	151	161		263	272	280		A.L.P.O.
				} 306				} 151				} 272	
id.		306											S. C.
1960 6. 20	26	36	45		217	226	236		295	304	314		A.L.P.O.
				} 36				} 227				} 304	
id.		37				228				302			S. C.
1961 7. 25	132	142	153		294	304	315		354	3	12		A.L.P.O.
				} 141				} 305				} 3	
id.		138				307				4			S. C.

Observateurs :

B.M.P. = Bertrand M. Peek (The Planet Jupiter)
W.H.H. = Walter H. Haas
E.J.R. = Elmer J. Reese
B.A.A. = British Astr. Association
A.L.P.O. = Association of Lunar and Plan. Obs.
} obligeamment communiqués par M. Reese

S. C. = l'auteur

Tableau 2 - Positions des « W.O.S. » (système II : λ_2).

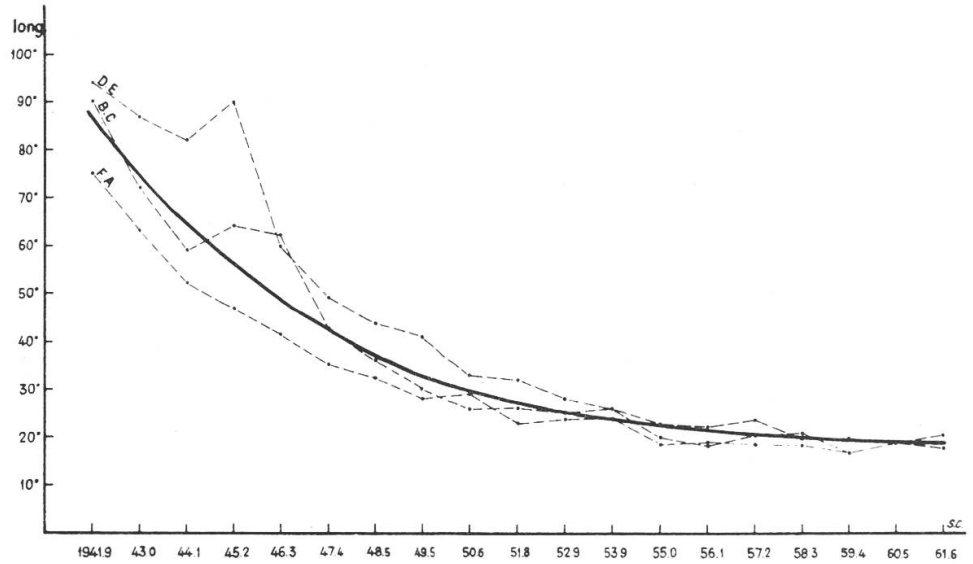


Graphique 2 - Position centre « WOS » par rapport au S. II (9h 55m 40,6s).

A partir des données du tableau 2 j'ai dessiné le graphique 2, où les valeurs reportées sont celles des centres des W.O.S. (colonnes 5, 9 et 13). Il me paraît que, pour une étude des mouvements de ces formations, ces données sont plus représentatives que celles relatives à leur extrémités et qui sont plus souvent utilisées. En outre, en adoptant les longitudes des centres des W.O.S., estimées généralement par leur passage au méridien central de Jupiter, on a certainement mieux évité les erreurs de mesure dues aux effets de dissymétrie. D'autre part j'ai pris les positions à la date de l'opposition pour éviter dans le calcul ultérieur des périodes de rotation, ce qu'on a appelé « l'effet Phillips ». Cet effet, noté pour la première fois par le planétariste anglais, influence le calcul des périodes de rotation suivant

que les observations des passages au méridien central sont faites avant ou après l'opposition. Bien que dans les observations de Jupiter on tienne compte de l'effet dû à la phase géométrique, l'obscurcissement dégradé du bord en phase, par rapport au limbe toujours plus brillant, a pour effet que l'on estime légèrement plus tôt les passages au méridien central avant l'opposition et inversement après; les périodes de rotation pendant la présentation se trouvent ainsi de quelques secondes plus longues qu'en réalité ([9]). On comprend que si l'on se réfère aux données des dates des oppositions cet effet est évité. Le graphique 2 montre bien le déplacement assez rapide des W.O.S. par rapport au syst. II (avance moyenne: 23° par mois); dans ces vingt années elles ont en effet accompli presque 16 tours complets de la planète et, l'une après l'autre, sont entrées 16 fois en conjonction avec la Tache Rouge qui, elle, tournait avec une période très voisine du syst. II (moyenne 9h 55m 42s). Sur ce graphique on voit clairement aussi que le mouvement des W.O.S. n'est pas influencé par les conjonctions avec la Tache Rouge ou les « ranimations » de la S.E.B., même les plus violentes (1943, 1952).

Dans le graphique 3 on a, toujours en fonction du temps, les variations des extensions en longitude des trois W.O.S. Très étendues à leur naissance (surtout lorsqu'elles étaient représentées seulement par l'invisibilité de certaines portions de la S.T.B.), les W.O.S. se sont graduellement retrécies pour se maintenir, dans ces dernières années, autour de la valeur de 20°.



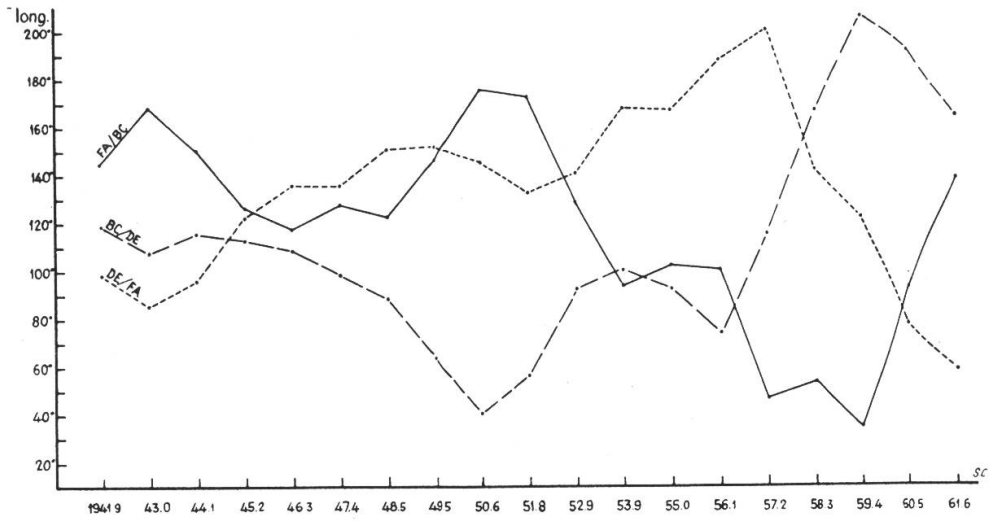
Graphique 3 - Extension « W.O.S. » en longitude.

Opposition	B - C				D - E				F - A				
	λ_2	$\Delta\lambda_2$	δ_2	Période de rotation	λ_2	$\Delta\lambda_2$	δ_2	Période de rotation	λ_2	$\Delta\lambda_2$	δ_2	Période de rotation	Périodes moyennes 3 «WOS»
				9h 55m				9h 55m				9h 55m	9h 55m
1941 12. 8	10°				128°				226°				
		332°	0°,830	06,6 s		343°	0°,859	05,4 s		356°	0°,890	04,1 s	05,4 s
1943 1. 11	38				145				230				
		349	0,884	04,4 s		341	0,856	05,5 s		331	0,831	06,5 s	05,5 s
1944 2. 11	49				164				259				
		357	0,903	03,6 s		360	0,911	03,3 s		333	0,839	06,2 s	04,4 s
1945 3. 13	52				164				286				
		337	0,852	05,7 s		341	0,860	05,3 s		328	0,830	06,6 s	05,9 s
1946 4. 13	75				183				318				
		320	0,809	07,4 s		330	0,834	06,4 s		330	0,833	06,5 s	06,8 s
1947 5. 14	115				213				348				
		321	0,807	07,3 s		331	0,830	06,6 s		316	0,792	08,1 s	07,4 s
1948 6. 15	154				242				32				
		294	0,738	10,3 s		319	0,800	07,8 s		318	0,795	08,0 s	08,7 s
1949 7. 20	220				283				74				
		291	0,723	10,9 s		314	0,780	08,6 s		320	0,797	07,9 s	09,2 s

1950 8. 26	289°				329°				114°			
		307°	0°,762	09,4 s		291°	0°,720	11,1 s		304°	0°,756	09,6 s	10,0 s
1951 10. 3	342				38				170			
		318	0,790	08,2 s		282	0,701	11,9 s		274	0,683	12,6 s	10,9 s
1952 11. 9	24				116				256			
		302	0,754	09,7 s		294	0,738	10,3 s		267	0,668	13,2 s	11,1 s
1953 12. 13	82				182				349			
		276	0,692	12,2 s		284	0,716	11,3 s		285	0,716	11,3 s	11,6 s
1955 1. 15	166				258				64			
		290	0,730	10,7 s		309	0,780	08,6 s		288	0,726	10,9 s	10,1 s
1956 2. 16	236				309				136			
		343	0,868	05,0 s		301	0,760	09,4 s		289	0,733	10,6 s	08,3 s
1957 3. 17	253				8				207			
		337	0,850	05,8 s		286	0,722	11,0 s		344	0,870	04,9 s	07,6 s
1958 4. 17	276				82				223			
		330	0,834	06,4 s		291	0,733	10,6 s		311	0,786	08,4 s	08,5 s
1959 5. 18	306				151				272			
		270	0,676	12,9 s		284	0,713	11,4 s		328	0,821	06,9 s	10,8 s
1960 6. 20	36				227				304			
		255	0,638	14,4 s		282	0,705	11,7 s		301	0,750	09,9 s	12,0 s
1961 7. 25	141				305				3			
		5629°	0°,785	08,4 s		5583°	0°,779	08,7 s		5623°	0°,785	08,4 s	08,5 s

δ_2 moyen = $-0,°783$ période moyenne correspondante : $9^h 55^m 08,^s 5$

Tableau 3 - périodes de rotation des « W O S » entre les oppositions.



Graphique 4 - Distances centres « WOS ».

Pour mettre en évidence d'éventuelles interactions mutuelles entre ces trois formations dans leurs déplacements non synchronisés, ou pour surprendre une règle quelconque dans ces mouvements, j'ai reporté dans le graphique 4, toujours à partir des données du tableau 2, les distances en longitude entre les centres des W.O.S., en fonction du temps. Ces courbes doivent naturellement osciller autour de la valeur de $\frac{360°}{3} = 120°$, la somme des trois ordonnées, à chaque instant, devant être de 360°. On pourrait, par exemple, déceler un effet de répulsion si, après un rapprochement étroit, deux W.O.S. s'éloignent plus rapidement qu'elles ne se sont rapprochées. C'est en effet ce qu'il semble être arrivé une première fois pour les taches B-C et D-E en 1950-51, moment de fort rapprochement, suivi par une assez rapide «remonte» de la courbe jusqu'à la fin 1952. Un phénomène analogue s'est produit entre les W.O.S. F-A et B-C, très voisines en 1959, s'éloignant rapidement ensuite. Un troisième rapprochement, celui des taches D-E et F-A, est en train de se produire (1961); nous verrons les années prochaines si les deux formations se repousseront l'une l'autre. Dans ce cas, la tache D-E , étant la précédente, devrait revenir vers des périodes de rotation plus courtes, F-A au contraire devrait ralentir son mouvement. A la fin de septembre 1961 ce phénomène ne paraissait pas encore s'être amorcé, car les taches continuaient à se rapprocher.

Cet effet de répulsion, quelle qu'en soit la cause intime (de nature

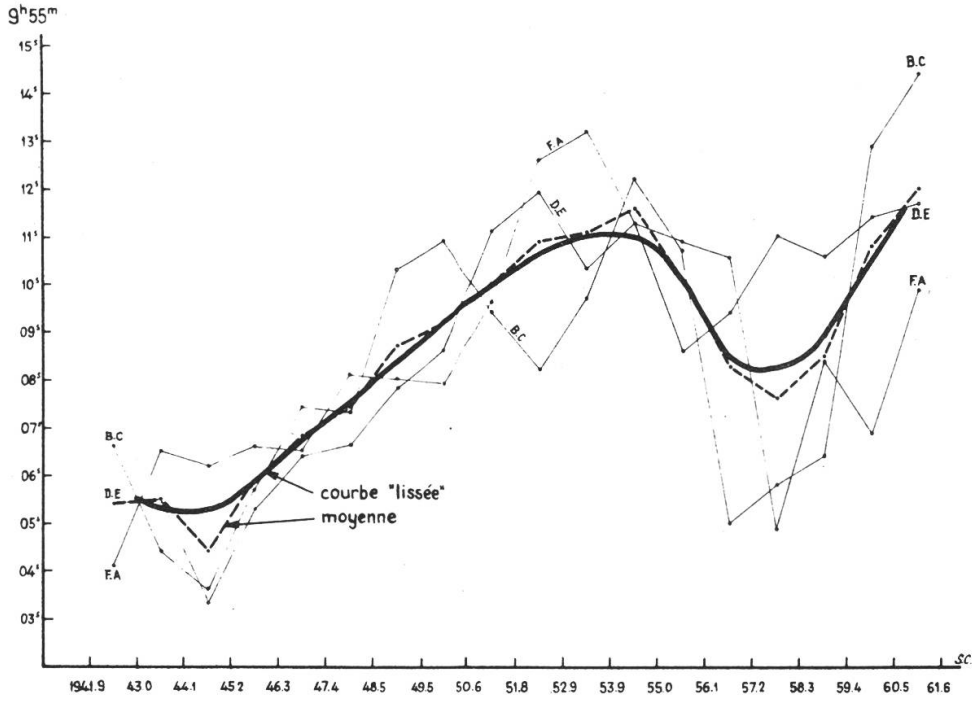
magnétique ou autre), paraît entrer en action seulement lorsque les centres de deux W.O.S. arrivent à une distance de moins de 45° ; les extrémités des formations se trouvent alors à une vingtaine de degrés de distance, c'est-à-dire à peu près 25 000 km, correspondant aux dimensions en longitude des taches elles-mêmes.

Les périodes de rotation, correspondant aux positions données dans le tableau 2, sont reportées dans le tableau 3, où l'on a, successivement les dates des oppositions de Jupiter, et pour les trois WOS séparément:

- la longitude des centres à l'opposition (λ_2);
- les différences des longitudes des centres entre les oppositions successives ($\Delta \lambda_2$);
- le déplacement journalier des centres des WOS par rapport au S. II (δ_2);
- enfin les périodes correspondantes de rotation (entre les oppositions) calculées avec la formule:

$$P = \frac{31\ 104\ 000}{870°,\ 27 - \delta_2} \text{ (en secondes)}$$

Dans le graphique 5 j'ai reporté ces périodes de rotation, les périodes moyennes et la courbe lissée représentant l'allure moyenne de ces dernières, en fonction du temps.



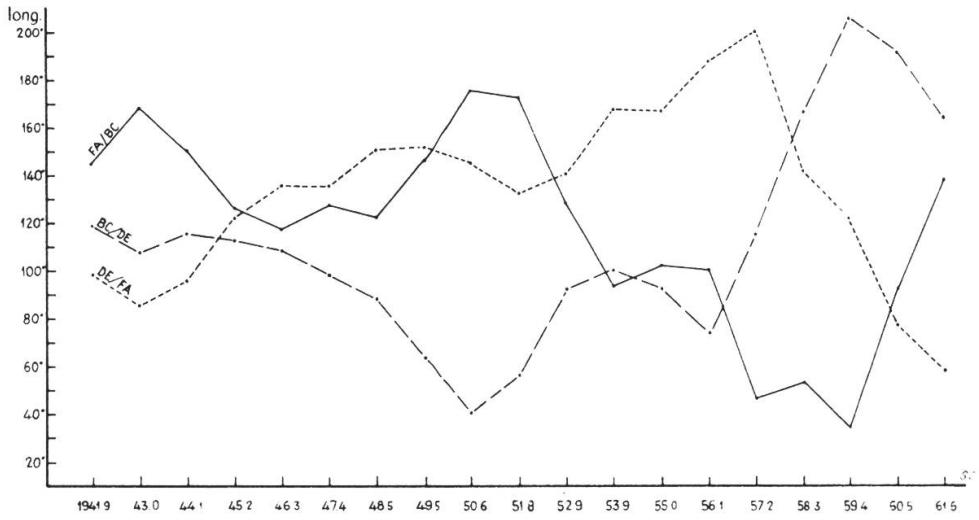
Graphique 5 - Périodes de rotation centres « WOS ».

La période de temps en examen (20 années) est trop courte pour pouvoir déceler une périodicité quelconque dans la courbe; on peut au contraire immédiatement noter un retour vers des périodes de rotation plus longues.

Pour mettre mieux en évidence les mouvements différentiels de ces trois formations, j'ai ensuite calculé les positions de leurs centres par rapport à la période de rotation moyenne trouvée, c'est-à-dire 9h 55m 08,5s. Dans le tableau 4 on a:

- la date des oppositions
- la différence, en jours, entre ces dates (Δ_d) et, pour les trois WOS séparément:
- le déplacement journalier par rapport à 9h 55m 08,5s (δ_3),
- le déplacement total entre les dates des oppositions, c'est-à-dire les différences des longitudes des centres des WOS dans le nouveau système de rotation ($\Delta\lambda_3$),
- les longitudes aux dates des oppositions, toujours par rapport au nouveau système de rotation introduit dans ce but (λ_3).

J'ai reporté ces longitudes dans le graphique 6 où l'on peut noter la forte et continuelle avance, par rapport à la moyenne, des trois taches, entre 1942 et 1949, avec un retard plus ou moins régulier entre 1949 et 1961.



Graphique 6

Position des centres « WOS» par rapport à la rotation de 9h 55m 08,5s.

Opposition	Δ_d	B – C			D – E			F – A		
		δ_3	Δ_{λ_3}	λ_3	δ_3	Δ_{λ_3}	λ_3	δ_3	Δ_{λ_3}	λ_3
1941 12. 8				10°			128°			226°
	399	−0°,047	−19°		−0°,076	−30°		−0°,107	−43°	
1943 1. 11				351			98			183
	396	−0,101	−40		−0,073	−29		−0,048	−19	
1944 2. 11				311			69			164
	396	−0,120	−48		−0,128	−51		−0,056	−23	
1945 3. 13				263			18			141
	396	−0,069	−27		−0,077	−31		−0,047	−19	
1946 4. 13				236			347			122
	396	−0,026	−10		−0,051	−20		−0,050	−20	
1947 5. 14				226			327			102
	398	−0,024	−10		−0,047	−10		−0,009	− 4	
1948 6. 15				216			308			98
	400	+0,045	+18		−0,017	− 7		−0,012	− 5	
1949 7. 20				234			301			93
	402	+0,060	+24		+0,003	+ 1		−0,014	− 6	
1950 8. 26				258			302			87
	403	+0,021	+ 8		+0,063	+25		+0,027	+11	
1951 10. 3				266			327			98
	402	−0,007	− 3		+0,082	+33		+0,100	+40	
1952 11. 8				263			0			138
	400	+0,029	+12		+0,045	+18		+0,115	+46	
1953 12. 13				275			18			184
	398	+0,091	+36		+0,067	+27		+0,067	+26	
1955 1. 15				311			45			210
	397	+0,053	+21		+0,003	+ 1		+0,057	+22	
1956 2. 16				332			46			232
	395	−0,085	−34		+0,023	+ 9		+0,050	+20	
1957 3. 17				298			55			252
	396	−0,067	−27		+0,061	+24		−0,087	−35	
1958 4. 17				271			79			217
	396	−0,051	−20		+0,050	+20		−0,003	− 1	
1959 5. 18				251			99			216
	399	+0,107	+43		+0,070	+28		−0,038	−15	
1960 6. 20				294			127			201
	400	+0,145	+58		+0,078	+31		+0,033	+13	
1961 7. 25				352			158			214

λ_3 coïncide avec λ_2 le 8 décembre 1941. $\delta_3 = \delta_2 - \delta_2$ moyen. δ_2 moyen = −0,° 783 (voir tableau 3). $\Delta_{\lambda_3} = \Delta_d \cdot \delta_3$.

Tableau 4 – positions différentielles «WOS» (par rapport à la rotation moyenne de $9^h\ 55^m\ 08,5^s$).

CONCLUSIONS

a) les W.O.S. sont, comme tous les détails visibles sur Jupiter, des formations appartenant à son atmosphère.
b) elles ont graduellement pris naissance dans le courant tempéré sud, en même temps que celui-ci accélérait son mouvement.
c) elles se trouvent vraisemblablement à la même hauteur dans l'atmosphère de la planète, ont une consistance comparable à celle de la Tache Rouge et ne peuvent pas se superposer, se repoussant l'une l'autre.
d) leur mouvement et leur visibilité ne semblent pas influencés par les conjonctions avec la Tache Rouge ou les périodiques perturbations des bandes de l'hémisphère austral.
e) très allongées en longitude au début de leur vie, elles se sont rapidement raccourcies pour arriver et se maintenir autour de la valeur de 20° zénographiques.
f) leur périodes moyennes de rotation, au début très courtes, se sont ensuite légèrement allongées.

BIBLIOGRAPHIE

1) RUGGIERI, G. : La Macchia Rossa di Giove. Coelum XXI, N° 1-2, 1953.
2) ALEXANDER, A.F.O.D. : Report of Jupiter Section. Journal BAA, 66, 1956.
3) CORTESI, S. : La formation des bandes de Jupiter. L'Astronomie (B.S.A.F.) février 1960.
4) PEEK, B.M. : The Planet Jupiter. London, 1958. P. 121.
5) DALL'OLMO - BALDINELLI : Bollettino N° 6, A.A.B., 1957.
6) PEEK, B.M. : op. cit. page 114.
7) id. » 127.
8) id. » 115.
9) id. » 116.

ERRATUM

Dans la «Table des Matières du Volume VI» parue dans «Orion» N° 74, un nom a été omis dans la liste des auteurs, c'est celui du compétent et dévoué secrétaire du Groupement des observateurs planétaires, Monsieur S. Cortesi. Nous nous excusons auprès de lui de cette erreur bien involontaire, et prions les lecteurs d'ajouter, entre les noms de MM. Bohnenblust et Egger: CORTESI, S. 45, 110.

DIE KOMETEN DES JAHRES 1961

Von E. LEUTENEGGER, Frauenfeld

Das Jahr 1961 bescherte uns, wenn wir den kurz vor Ende 1960 entdeckten Kometen Candy (1960 n) auch noch mitzählen – was insofern einigermassen berechtigt ist, da die Beobachtung dieses Kometen doch im wesentlichen ins Jahr 1961 fällt – 9 *Kometen.* Diese Zahl liegt etwas unter dem Durchschnitt des letzten Jahrzehnts, der immerhin 10 - 12 Kometen pro Jahr beträgt. Von diesen neun Kometen sind vier *neuentdeckte Objekte:* Komet Candy (1960 n), entdeckt 1960 Dezember 26, Komet Wilson-Hubbard (1961 d), entdeckt 1961 Juli 24, Komet Humason (1961 e), entdeckt 1961 September 1, und Komet Seki (1961 f), entdeckt 1961 Oktober 11. Es waren keine sehr hellen Kometen. Komet 1960 n erreichte nur eine Helligkeit von 8^m; 1961 d war bei der Entdeckung 3. Grösse, nahm dann aber stetig ab; 1961 f – ursprünglich von der Helligkeit 8^m, erreichte Mitte November die Helligkeit 4^m (am südlichen Himmel), um dann aber rasch wieder schwächer zu werden. Komet 1961 e endlich blieb auch in grösseren Fernrohren ein schwaches Objekt, erreichte noch nicht einmal die Helligkeit 10^m.

Für drei dieser vier neuen Kometen ergaben sich parabolische Bahnen, und zwar nicht nur nach den ersten provisorischen Bahnelementen, sondern auch nach Berechnungen, die sich auf eine grössere Anzahl von Beobachtungen, vor allem aber auch auf Beobachtungen in grösseren zeitlichen Abständen, stützten. Für Komet Seki (1961 f) erhielt L. E. Cunningham, ein geübter Bahnrechner, eine elliptische Bahn mit der grossen Halbachse a = 84.2 A.E. Aus der numerischen Exzentrizität e = 0.9919107 ergibt sich aus der Periheldistanz q = 0.6812271 A.E. eine Apheldistanz Q = 167.7 A.E. Das ist mehr als das vierfache der mittleren Entfernung des äussersten bekannten Planeten Pluto von der Sonne. Im Aphel wandert der Komet mit einer Geschwindigkeit von 2.3 km/sec durch den Raum, rund 15mal langsamer als im Perihel, in Sonnennähe.

Die Periheldistanzen betrugen – nach den vermutlich besten bekannt gewordenen Berechnungen: für 1960 n 1.064 A. E., für 1961 d 0.040, für 1961 e 2.10 - 2.15 A. E., für 1961 f 0.681 A. E. Ueber die Kometen 1961 d und 1961 f ist in N° 74 bzw. 75 des «Orion» bereits ausführlicher berichtet worden. Ersterer zeichnete sich aus durch eine

sehr nahe an der Sonne vorbeiführende, also sehr schlanke Bahn, letzterer durch seinen nahen Vorübergang an der Erde und die daraus folgende ausserordentlich rasche scheinbare Bewegung am Himmel.

Komet Humason (1961 e) ist ein «kommendes Objekt», d. h. er wird erst im Jahre 1962 richtig beobachtet werden können. Sein Periheldurchgang ist auf den 8. Dezember 1962 berechnet. Der sonnennächste Punkt seiner Bahn liegt aber ausserhalb der Marsbahn. Trotz der relativ grossen Periheldistanz könnte der Komet – wenn die Helligkeitsentwicklung in normaler Weise erfolgt – eine beträchtliche Helligkeit erreichen. Leider ist der Komet zur Zeit seiner grössten Annäherung an die Erde nur von Stationen der Südhalbkugel der Erde aus zu beobachten.

Noch in einer andern Hinsicht scheint der Komet Humason von besonderer Art zu sein: er ist offensichtlich gegen Korpuskularstrahlen, wie sie gelegentlich von der Sonne ausgehen, besonders anfällig. Diese mit hoher Geschwindigkeit durch den Planetenraum eilenden kleinsten Materieteilchen vermögen wahrscheinlich Kometen zum Leuchten anzuregen. Der Komet Humason hat bereits solche Lichtausbrüche gezeigt, ähnlich wie man dies beim Kometen Schwassmann-Wachmann (1925 II) gewohnt ist. Dieser Komet durchläuft eine beinahe kreisförmige Bahn, die aber ausserhalb der Jupiterbahn verläuft. Er ist sozusagen in jeder Opposition sichtbar und ist auch 1961 beobachtet worden, wobei eben solche Lichtausbrüche wiederum festgestellt werden konnten.

Es ist nun eine bemerkenswerte Feststellung, dass die Helligkeiten der fünf im Jahre 1961 aufgefundenen *periodischen Kometen* ganz wesentlich geringer waren. Es ist dies auf die Tatsache zurückzuführen, dass systematisch nach diesen erwarteten Kometen geforscht wird und zwar mit grossen Instrumenten. Anderseits ist es auch ein Beweis für die relative Sicherheit und Zuverlässigkeit der Bahnberechnungen und Störungsrechnungen und der aus den Bahnelementen abgeleiteten Aufsuchungs-Ephemeriden. Diese Kometen werden demzufolge lange vor ihrem Periheldurchgang und in verhältnismässig grossen Entfernungen von der Sonne entdeckt: Komet Forbes = 1961 a, entdeckt am 16. Januar 1961, in einer Entfernung von 2.36 A.E.; Komet Tempel 2 = 1961 b, am 19. März, in 3.55 A. E. entdeckt; Komet Faye = 1961 c, entdeckt am 5. Juli in 3.17 A.E.; Komet Grigg-Skjellerup = 1961 g, entdeckt am 9. November in 1.16 A.E.; Komet Perrine-Mrkos = 1961 h, entdeckt am 29. November in 1.49 A. E. Abstand von der Sonne.

Ihre Entdeckungs-Helligkeiten waren :

K. Forbes: 20.2^m; K. Tempel: 20^m; K. Faye: 19.8^m; K. Grigg-Skjellerup: 18^m; K. Perrine-Mrkos: 20^m. Es mag noch interessieren, dass mit Ausnahme des Kometen Grigg-Skjellerup alle durch die «Kometenjägerin» Dr. Elizabeth Roemer, U. S. Naval Observatory, Flagstaff (Arizona, USA) aufgefunden wurden. Der Entdecker des Kometen Grigg-Skjellerup ist Tomita, Tokyo (Japan).

Zwei periodische Kometen, deren Periheldurchgänge ins Jahr 1961 fallen, sind nicht aufgefunden worden: Komet Du Toit = 1945 II (Periheldurchgang T = 22. Mai, Bahnhalbachse a = 3.0485 A. E., Umlaufszeit P = 5.320 Jahre, Periheldistanz q = 1.271 A.E.) und Komet Neujmin 3 = 1929 II = 1951 V (T = 5. Dezember, a = 4.8167 A. E., P = 10.571 J., q = 1.971 A. E.). Der letztere Komet mag unter Umständen beträchtliche Veränderungen seiner Bahn erlitten haben, hervorgerufen durch Jupiterstörungen. Die Bahn des Kometen führte in einem Abstand von 1.0 A.E. an diesem Planeten vorbei, der bekanntlich die Bewegung einer grossen Zahl von Kometen beeinflusst hat. Dass bereits mehrmals beobachtete Kometen verschwinden können, deutet natürlich auch an, wie unstabile Gebilde sie sein können. Man muss sich ja wohl eher darüber wundern, dass einzelne Kometen – und zwar nicht nur grosse, auch kleine – während so vielen Durchgängen durch das Innere des Sonnensystems beobachtet werden konnten, so Komet Halley in 29 Erscheinungen, der Enckesche Komet, der Komet mit der kürzesten bekannten Umlaufszeit von 3.30 J., gar 46 mal.

Bezeichnung	Entdecker	Datum der Entdeckung	max. Helligkeit	Perihel-Distanz	Uml. Zeit
			m	A.E.	a
1960 n	Candy	1960 Dez. 26	8	1.06	
1961 a	Forbes	1961 Jan. 16	(20)	1.54	6.424
1961 b	Tempel 2	März 19	(20)	(1.36)	5.259
1961 c	Faye	Juli 5	(20)	(1.61)	7.38
1961 d	Wilson-Hubbard	Juli 25	3	0.040	
1961 e	Humason	September 1	10	2.12	
1961 f	Seki	Oktober 11	4	0.681	770
1961 g	Grigg-Skjellerup	November 9	(18)	(0.86)	4.908
1961 h	Perrine-Mrkos	November 29	(20)	(1.27)	0.20
	(Zahlenwerte in Klammern sind unsicher				

(Eingegangen am 30. Dezember 1961.)

NEUE ENTWICKLUNGEN IN DER BESCHLEUNIGERPHYSIK

Zusammenfassung eines Vortrages von Prof. Dr. J. P. Blaser, Zürich, in der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, am 11. Dezember 1961. Da anlässlich der Tagung unserer Gesellschaft in Genf eine Besichtigung der Anlagen des CERN (Centre Européen pour la Recherche Nucléaire, Meyrin-Genève) vorgesehen ist, dürften diese Hinweise für unsere Leser von besonderem Interesse sein.

Unsere heutigen Kenntnisse über die Atomkerne, sowie über Elementarteilchen (Nukleonen, Elektronen, Mesonen, Hyperonen) wurden zum überwiegenden Teil durch Experimente mit Beschleunigern gewonnen. In den letzten 10 Jahren sind neue Prinzipien entdeckt worden, die es gestattet haben, die Energie der künstlich beschleunigten Teilchen bis auf 30 Milliarden Elektronvolt zu treiben.

Warum sind Beschleuniger zur Erforschung der Elementarteilchen nötig und wie rechtfertigt sich der enorme materielle Einsatz für diesen rein wissenschaftlichen Zweck? (Die grössten heutigen Projekte kosten schon fast 1 Milliarde Franken!) Die zwischen den Kernteilchen auftretenden Kräfte sind so stark, dass sie nur durch Bombardierung durch sehr schnelle Teilchen erprobt werden können. Die Kenntnis dieser Kraftgesetze ist eines der fundamental-theoretisch wie auch praktisch-technisch wichtigsten Ziele der heutigen Physik.

Die Beschleunigung von Protonen muss in elektrischen Feldern erfolgen, nachdem der Wasserstoff ionisiert worden ist. Magnetische Felder ändern die Energie eines Teilchens nicht, sind aber zur Führung der Teilchen wichtig, da die Kraft proportional mit der Geschwindigkeit wächst.

Statische Beschleunigungsspannungen sind auf etwa 5 Millionen Volt (Isolation) beschränkt (Van-de-Graaff). Weiter kommt man nur durch zyklische Beschleunigung in hochfrequenten Wechselfeldern. Während der falschen Polarität des Feldes muss das Teilchen vor dem Feld versteckt werden (Faraday-Käfig). Dieses Grundprinzip wendet man in Linearbeschleunigern sowie zirkularen Maschinen an (Zyklotron und Synchrotron). Die Teilchen legen in den Beschleunigern sehr lange Wege zurück (CERN-Proton-Synchrotron, z. B. 100 000 km); sie müssen also unbedingt durch fokussierende Kräfte an die gewünschte Bahn gebunden werden.

Vor zehn Jahren entdeckte man das Prinzip der sogenannten «starken Fokussierung» durch alternierende Feld-Gradienten. Ein optisches Analogon besteht aus einer Folge von konvergenten und divergenten Linsen von sich paarweise aufhebender Brechkraft. Trotzdem erfolgt immer eine Fokussierung. Dieses Prinzip hat ungeahnte Fortschritte ermöglicht, indem der Strahlquerschnitt durch die starke Fokussierung so verkleinert werden kann, dass die Magnete viel leichter konstruiert werden können. Dadurch wird es möglich sein, in den nächsten zehn Jahren bis gegen 1000 Milliarden eV vorzudringen.

Leider lassen sich diese ungeheuren Energien nur unvollständig ausnützen. Da man auf feststehende Teilchen schiesst, ist die Energie im Schwerpunktssystem – die einzig für eine Wechselwirkung zur Verfügung steht – bei kleinen Energien nur die Hälfte der kinetischen Energie im Laboratoriums-System. Bei relativistischen Geschwindigkeiten (nahe an der Lichtgeschwindigkeit) wächst die verfügbare Energie nur mit der Wurzel der kinetischen Energie. Dies hat zum Vorschlag der kollidierenden Strahlen geführt. Die beschleunigten Teilchen werden dabei in Speicherringen (Synchrotrons) gestapelt. In einer Überschneidungszone können die gegenläufigen Teilchen bei der vollen Energie in Wechselwirkung treten. So werden in Zukunft Energien erreicht werden, die nur noch wenig von den sehr seltenen schnellen Teilchen der kosmischen Strahlung übertroffen werden. Aus den bei diesen höchsten Energien auftretenden neuen Prozessen erhofft man eine tiefere Einsicht in die fundamentale Struktur der Elementarteilchen, aus denen die Materie besteht.

(Autoreferat)

KITT PEAK NATIONAL OBSERVATORY

EINE KLEINE ERGÄNZUNG

Von H. ROHR, Schaffhausen

Herr Dr. U. Steinlin, Mitarbeiter von Prof. Dr. W. Becker in Basel, auf Palomar Mountain, orientierte in «Orion» N° 75, S. 1-12, über Projekt und Bauzustand der neuen, grossen Sternwarte auf Kitt Peak im südlichen Arizona im Sommer 1960. Ende Mai 1961 weilte ich auf Einladung von Dr. A. Pearce zu Besuch auf Kitt Peak und vermag so kurz über die Fortschritte im Bau dieser einmaligen Sternwarte zu berichten.

Das prachtvolle Gebäude für den kommenden 2-Meter-Spiegel ist fixfertig – nicht aber das Instrument. Abbildung 1 zeigt den Quarzspiegel auf der Schleifmaschine – noch im Stadium des Feinschliffs – in der optischen Werkstätte der Universität in Tucson, mit dem verantwortlichen «Schleifvater», Mr. Würth. In unserem sehr angeregten Gespräch erfahre ich, dass man hoffe in 2 Jahren «soweit» zu sein ...

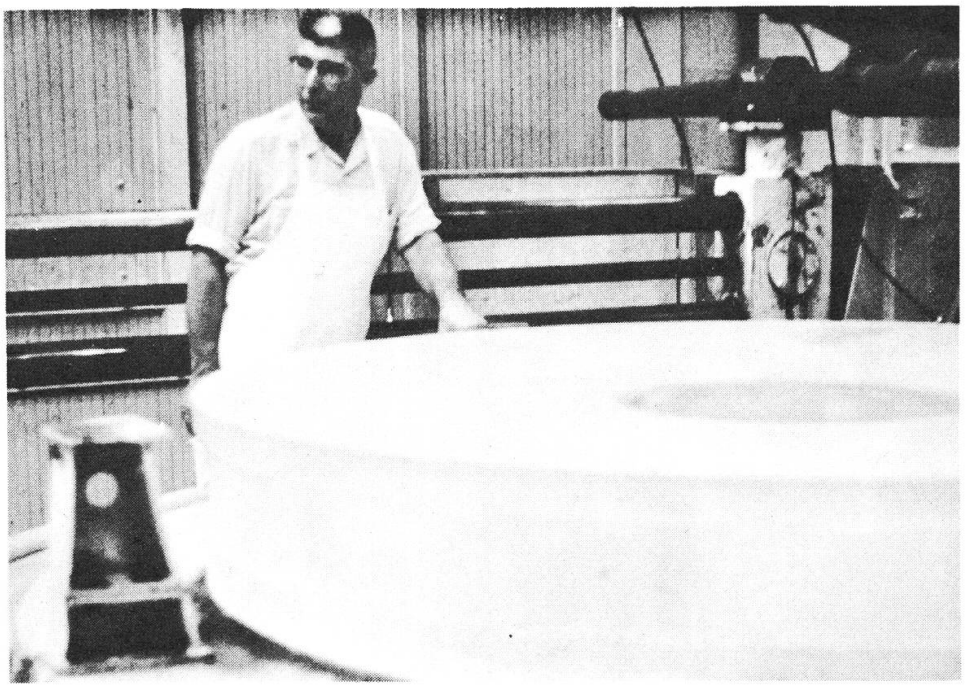


Abbildung 1: 2-Meter-Spiegel im Feinschliff, Optische Werkstätte der Universität in Tucson, Arizona mit Mr. Würth. (Ektachrome-Aufnahme.) (Rohr)

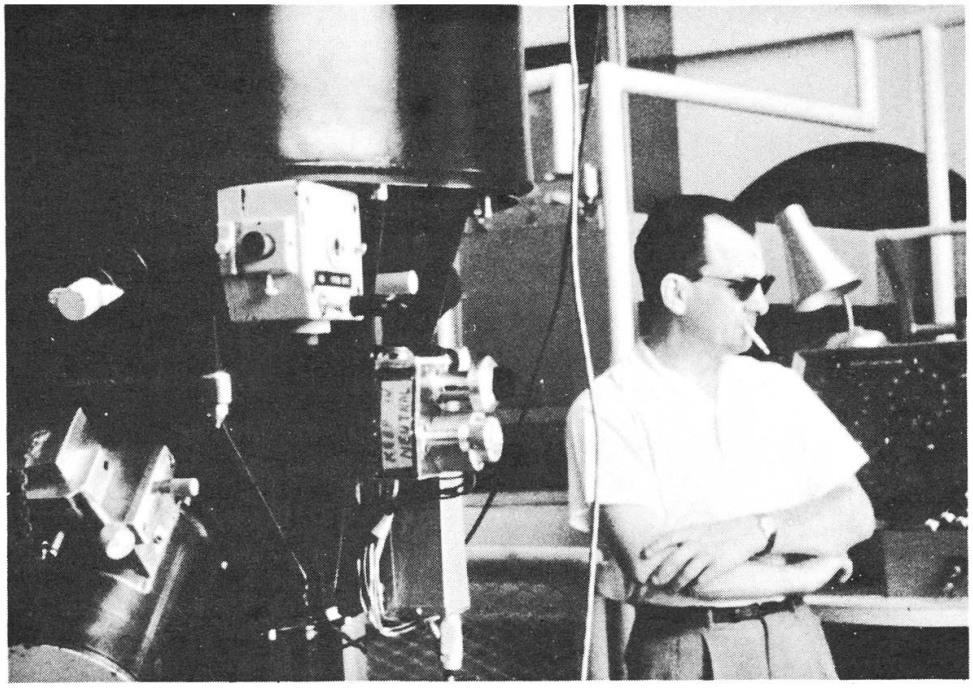


Abbildung 2 - Dr. Gerard de Vaucouleur am 90 cm - Reflektor (Ektachrome-Aufnahme.) (Rohr)

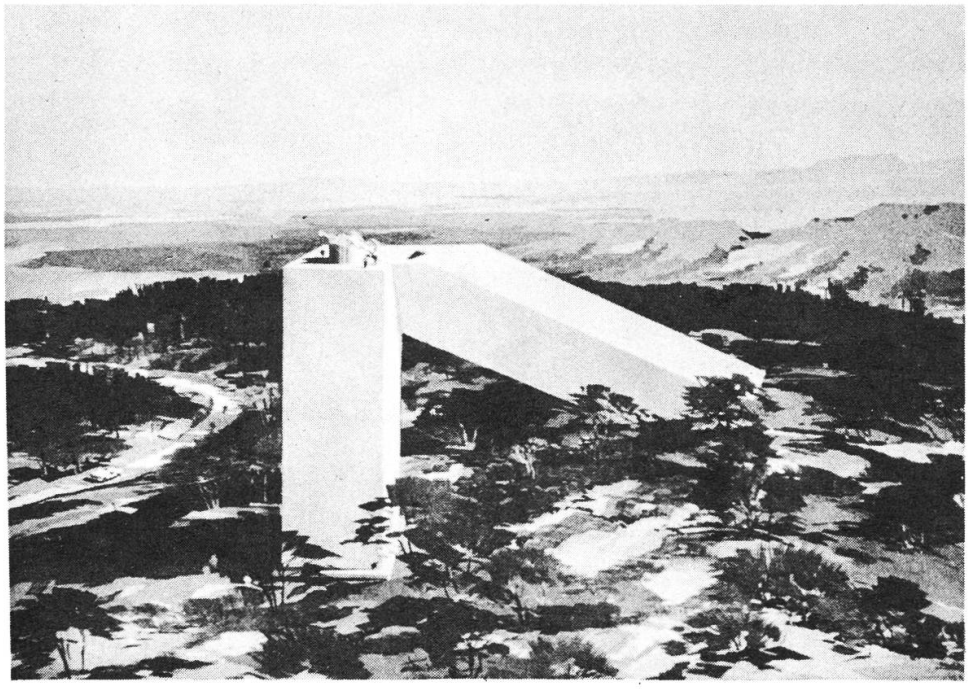


Abbildung 3 - Das grosse Sonnen-Teleskop nach Fertigstellung, oberer Teil. (Zeichnung aus Publikation.)

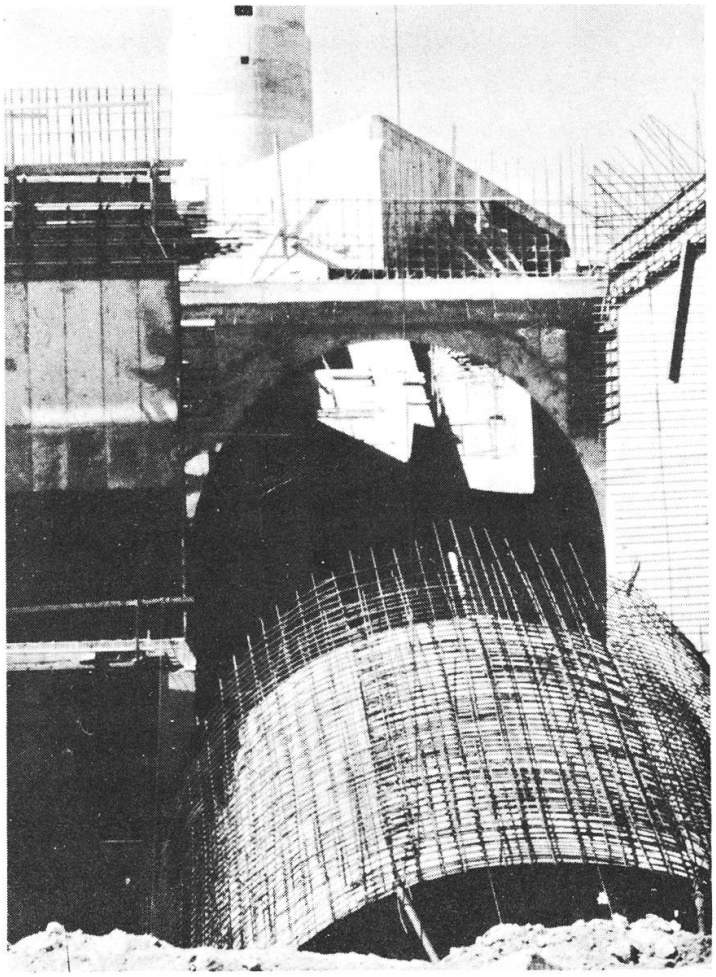


Abbildung 4 - Sonnen-Teleskop im Bau, oberer Teil (Ende Mai 1961). (Rohr)

Der 90 cm-Reflektor ist in vollem Betrieb (Abb. 2). Am Spektrographen des modernen Instrumentes machte Dr. G. de Vaucouleur, der bekannte französisch-kosmopolitische Astronom, den liebenswürdigen Führer.

Das kommende Hauptinstrument, das riesenhafte Sonnen-Teleskop (Abbildung 3) mit fast 100 Meter Brennweite, war in vollem Bau. Der 35 Meter hohe Heliostat-Betonturm – im Diagramm in «Orion» N° 75, Seite 12, mit dicken Linien eingezeichnet – ist fertig. Abbildung 4 zeigt oben, im Hintergrund den runden Turm, darunter – richtige Eisenbahntunnel-Arbeit! – den betonierten Eingang zum Tunnel unter den Füssen, schräg hinab in den Fels, auf dessen Grund der 1,5-Meter-Hohlspiegel auf fahrbarem Schlitten zu ruhen kommt. Auf halber Höhe, seitlich, der Aluminisierraum und der Beobachtungsraum, mit dem acht Stockwerke tiefen Schacht der Vakuum-Spektrographen.

Beim Herumwandern auf dem sonnedurchglühten, riesigen Bauplatz würde man eher an das Werden einer gigantischen, unterirdischen Raketen-Abschussrampe denken, niemals aber, dass hier ein Sonnen-Fernrohr entstehen würde. Der Besuch auf Kitt Peak und die Fahrt zurück nach Tucson, durch die Arizona-Wüste, wo die hohen Saguaro-Kakteen wie «Generalversammlungen von Telefon-Stangen» beisammen stehen, war unvergesslich.

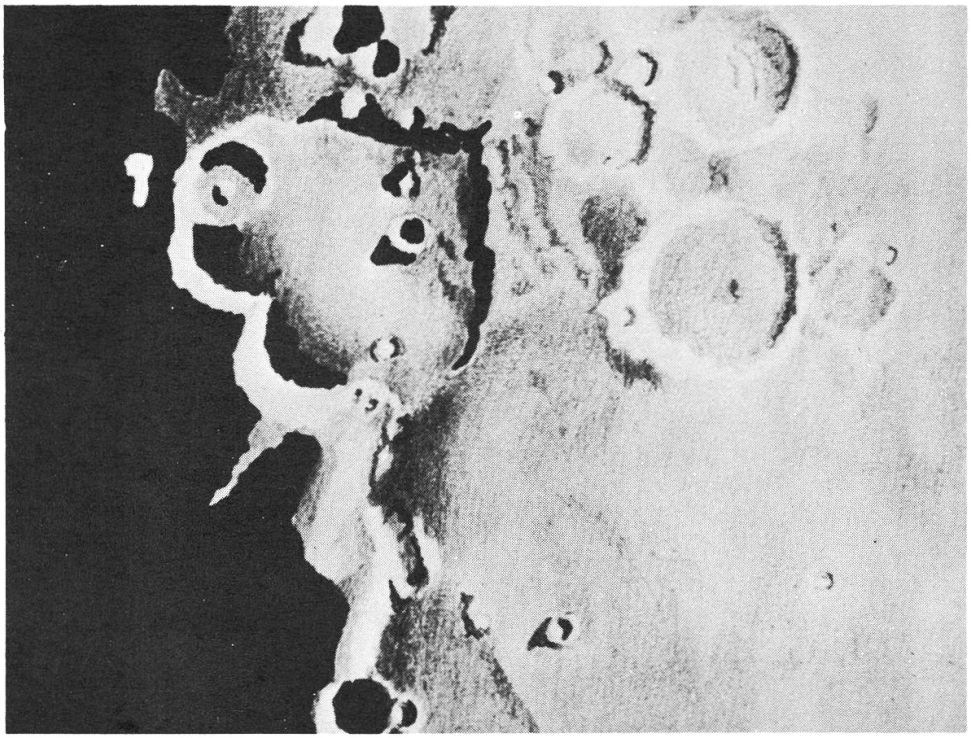
ZEICHNUNGEN AUSGEWÄHLTER GEBIETE DER MONDOBERFLÄCHE

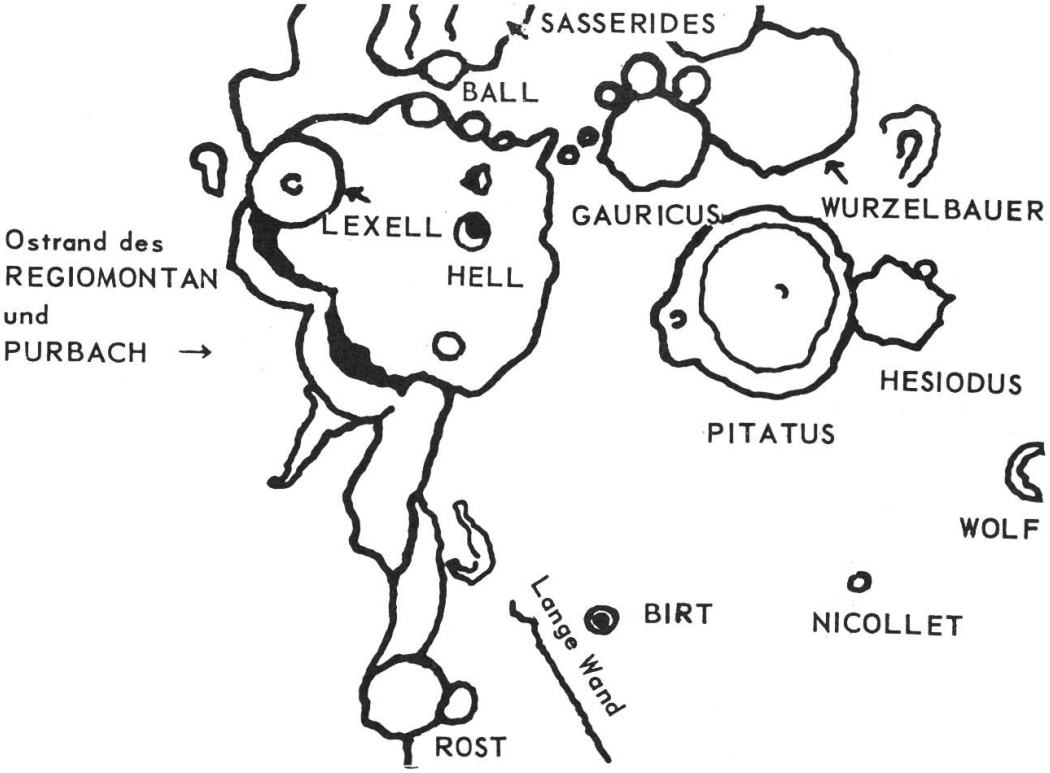
Von Eugen STECK, Feldkirch

Die Entstehung meiner Arbeiten vom Monde wurzelt eigentlich in einem Mangel der Photographie, dass diese nicht das Tiefere des Bildes, wie es das Auge dem Herzen mitteilt, wiedergeben kann. Wir haben es in unserer schnellebigen Zeit mehr denn je nötig uns etwas mehr der Muse und der Romantik hinzugeben. Ohne jeden Kontakt mit anderen Sternfreunden und ungeachtet der mir bekannten grossen Mondaufnahmen der bedeutendsten Sternwarten begann ich die Sammlung meiner Mondbilder. Wie in allen Dingen, fällt auch hier kein Gelehrter vom Himmel. Nur die richtige Führung des Zeichenstiftes wurde mir in die Wiege gelegt.

Meine Arbeiten gehen hauptsächlich die Sternfreunde an, die kleine Fernrohre besitzen. Ich arbeite mit einem Kosmosfernrohr D 61 mit 61 mm wirksamer Oeffnung und 810 mm Brennweite in Verbindung mit Mittenzwey-Okularen und einer Barlowlinse. Viele der Mondaufnahmen sind aber auch mit einem Objektiv von 47 mm wirksamer Oeffnung und 110 mm Brennweite gewonnen worden.

Niemand entgeht den wissenschaftlichen Schwierigkeiten, der sich dem Monde mehr als nur in einer musischen Betrachtung nähert. Er begegnet den verschiedenen Librationen, verzweifelt förmlich an der Verschiedenheit des Lichteinfalles des ab- und zunehmenden Mondes am gleichen Objekt, Ringwälle stehen auf, die in keiner Karte zu finden





Abbildungen 1 und 2 - « Das Mondherz » zwischen den Ringgebirgen Regiomontan und Purbach einerseits und Pitatus anderseits.

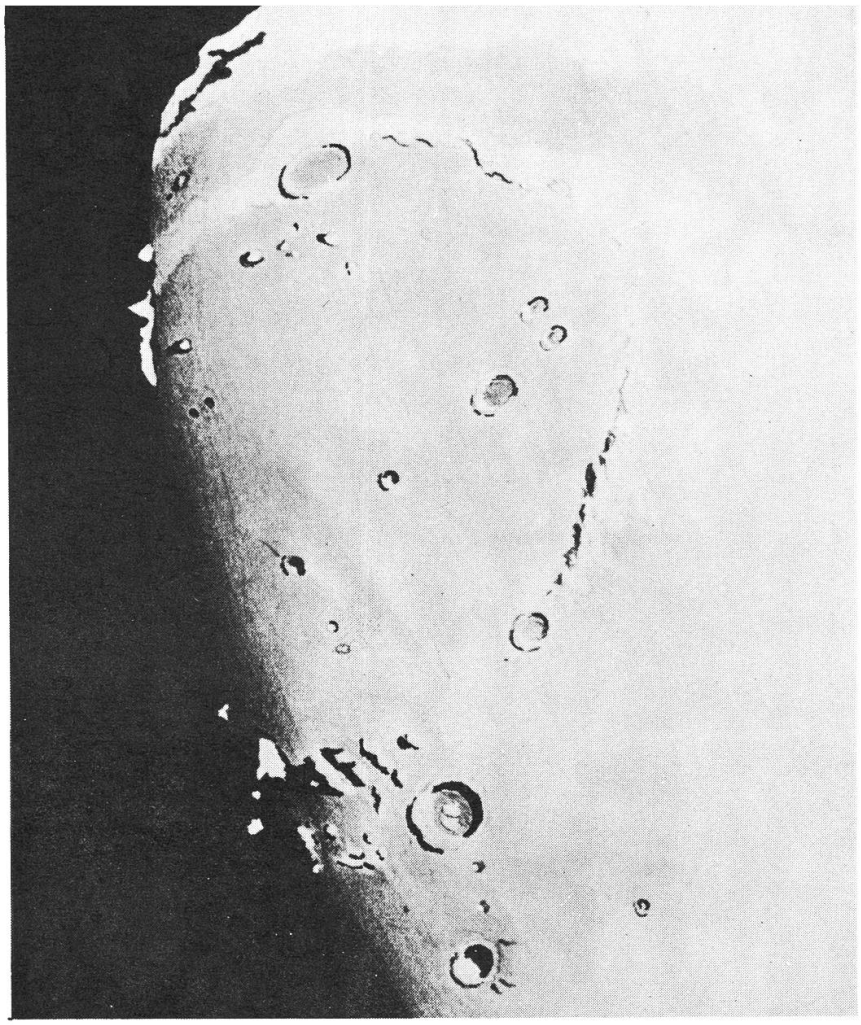


Abbildung 3 - Mare Imbrium. Oben links, neben dem Ringgebirge Plato, an der Lichtgrenze das Kap Laplace; unten das Ringgebirge Kopernikus, links daneben die Karpaten.

sind. Er sieht aber auch die bizarrsten Formen von Beleuchtungseffekten, Schatten und Täler, mächtige Felsabstürze, die auf unsere Erde übertragen den Himalaya überragen und begegnet nun, in die Lehre gegangen, auch den verschiedenen Farbabstufungen, die sein Farbempfinden herausfordern, blitzenden Kratern neben solchen mit dunklem Boden. Einen solchen Unterschied zeigen der allzeit sprühende Aristarch und der sanftere Plinius.

Bei einer Aufnahme streifte ich auch den schönen Clavius, der immer als etwas Wohltuendes anzusehen ist, als gerade «Das Mondherz» – so taufte ich diese Erscheinung – über die Bühne ging (Abbildungen 1 und 2). Ich liess die begonnene Aufnahme liegen und wandte mich

diesem Geschehen zu. Erstmals nahm ich das prachtvolle Bild in mich auf, ergötzte mich an der schönen Herzform, doch weiss ich nicht, ob ich nicht seine wunderbare Tonabstufung zuerst nennen sollte. Man betrachtet so eine Erscheinung lange bevor man ihren Grund erforscht. «Das Mondherz» existiert effektiv nicht. Der obere Herzflügel wird vom Ostrand des grossen Regiomontanus gebildet, der untere vom Ostrand des Purbach. Lexell und Hell liegen von diesen beiden umschlossen wie wahre Perlen in einer Muschel. Die Herzspitze bildet sich aus den Randgebieten des Mare Nubium. Eine andere Erscheinung, aus dem gleichen Gebiet, bildet in einer anderen Aufnahme einen ungeheuren Ringwall, der gar keiner ist, so etwa wie wenn Clavius an den Aequator versetzt würde. Ich nenne die Aufnahme «Der Grosse Fremde» und in geradezu grotesken Formen spielt oft das Denkmal des griechischen Philosophen Posidonius am Rande des Mare Serenitatis. Manchmal ist der «goldene Henkel» zu sehen, ich möchte fast sagen, ein glücklicher Zufall, von dem ich unter meinen 150 Mondaufnahmen nur drei besitze. Er wird vom gebirgigen Rande des Sinus Iridum, am Rande des Mare Imbrium, gebildet, wenn ersterer an der Lichtgrenze steht (Umschlag).

AUS DER FORSCHUNG

Wasserstoff irdischen Ursprungs im interplanetaren Raum

Im Lichte des Nachthimmels wurde vor einigen Jahren die Lyman-α-Linie (Ly $_\alpha$) des neutralen Wasserstoffes (Wellenlänge 1216 Å, weit im ultravioletten Spektrum) festgestellt, deren Ursprung in der Streuung des Sonnenlichtes an interplanetarem Gas vermutet wurde. Theoretische Untersuchungen zeigten aber, dass die Dichte des neutralen Wasserstoffes in der interplanetaren Materie nicht ausreicht, um die Beobachtungen zu erklären. *Shklovsky* nahm deshalb an, dass die diffuse Ly$_\alpha$-Strahlung aus einer die Erde umgebenden Wasserstoffwolke stamme. Auch neuere Untersuchungen von *J. C. Brandt* ([1]) führen zur Annahme, dass die Erde von einer Wolke neutralen Wasserstoffs umgeben sei. Diese Wolke zerfällt in zwei Teile: einen sphärischen Teil mit rund 100 Erdradien Durchmesser (der Autor bezeichnet ihn als «geocoma», in Anlehnung an ähnliche Verhältnisse bei Kometen) und

([1]) Astrophys. Journ., *134*, p. 334 (September 1961).

einen Schweif («geotail» = Erdschweif) in der der Sonne entgegengesetzten Richtung, der sich über 1000 Erdradien in den Raum hinaus erstreckt. Die Dichte des Wasserstoffs beträgt in der Koma rund 10 Atome pro cm^3, im Schweif 0.1 Atome pro cm^3. Diese Annahmen ergeben gute Uebereinstimmung von Theorie und Beobachtung, sowohl für die Ly_α- als auch die rote H_α-Strahlung des Nachthimmels.

Der Wasserstoff in der Wolke ist terrestrischen Ursprungs (Verdampfung). Im innern Teil (bis ca. 15 Erdradien) sind die Atome durch Gravitation gebunden und kreisen – allerdings durch den Strahlungsdruck gestört – in Satellitenbahnen um die Erde. Ein Teil der Atome kann aber entweichen und gelangt, vom Strahlungsdruck der Sonne beschleunigt, in den interplanetaren Raum. Die Erde würde so pro Jahr rund 10^{34} Wasserstoffatome (oder pro Tag 100 Tonnen Wasserstoff) verlieren.

Schon 1899 hat *Evershed,* damals zur Erklärung des Gegenscheines, die kometenförmige Struktur der äussersten Erdatmosphäre vorgeschlagen. Diese Theorie fand aber seinerzeit keinen Anklang. Nach Ueberprüfen verschiedener Gegenschein-Theorien kommt *van de Hulst* heute zum Schluss, dass die Schweifhypothese unter allen doch die aussichtsreichste sei.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch andere Planeten von solchen strahlenden Wolken ähnlicher Struktur umgeben sind; man denkt dabei vor allem an Venus.

F.E.

2. Schweizerisches astronomisches Kolloquium

Zum zweiten Male versammelten sich am 2. Februar 1962 die schweizerischen Astronomen zur Aussprache über astronomische Probleme, diesmal im neuen Institut für exakte Wissenschaften der Universität Bern, in dem nun auch das Astronomische Institut untergebracht ist. Die Leitung der Gespräche hatte Prof. M. Schürer, Bern. Die Vorträge betrafen vor allem Arbeitsgebiete des Astronomischen Institutes Bern, nämlich:

U. Schwarz: Bau eines lichtelektrischen Photometers. Dieses für die Beobachtungsstation Zimmerwald bestimmte Instrument arbeitet nach einem leicht modifizierten Licht-Chopper-Prinzip, bei welchem in kurzer Folge die Sternhelligkeit mit der Helligkeit des benachbarten Himmelshintergrundes verglichen wird.

M. Schürer: Astronomische Arbeiten an der elektronischen Rechenmaschine.

Die modernen elektronischen Rechenautomaten finden auch bei astronomischen Berechnungen Anwendung. Sie gestatten die rasche Ausführung von Routinerechnungen (Planeten- und Kometenbahnen, Auswertung von Messresultaten, etc.) und erlauben, Probleme zu behandeln, die wegen des Umfanges der numerischen Rechnungen früher nicht in Angriff genommen werden konnten. Vom ersten Anwendungstyp wurde von H. Beuchat die Berechnung der Elemente einer Kometenbahn aus den Beobachtungsgrössen vorgeführt; steht einmal das Programm für die Berechnung (auf Lochkarten) zur Verfügung, erfordert die eigentliche Bahnberechnung noch knapp $1\frac{1}{2}$ Minuten. Als Illustrationen zum zweiten Anwendungstyp wurden erwähnt: Untersuchung der Extinktion und das Problem der Kommensurabilitätslücken der Planetoidenbahnen.

P. Wild: Statistik der Typen extragalaktischer Nebel.

P. Wild ist daran, anhand des Palomar-Atlasses die extragalaktischen Nebel im neuen Katalog von F. Zwicky zu klassifizieren und eine Statistik der Typen aufzustellen und zu untersuchen. Scheinbare Durchmesser und Helligkeiten, in Verbindung mit Luminositätskriterien, sollen der Bestimmung ungefährer Distanzen dienen. Hauptschwierigkeiten dieser umfangreichen Arbeit sind die Unsicherheit der Klassifikation für schwache, ferne Nebel und die systematischen Fehler, mit denen vor allem die kleinen scheinbaren Durchmesser und Helligkeiten behaftet sind.

F. E.

Provisorische Sonnenflecken-Relativzahlen November-Dezember 1961

(Eidg. Sternwarte, Zürich)

Tag	November	Dezember	Tag	November	Dezember	Tag	November	Dezemb.
1	0	76	11	53	0	21	26	21
2	0	75	12	50	0	22	24	47
3	0	74	13	49	0	23	7	56
4	10	60	14	48	10	24	16	77
5	17	54	15	47	8	25	26	94
6	20	22	16	24	7	26	31	80
7	46	29	17	11	7	27	31	70
8	48	30	18	17	7	28	34	74
9	67	27	19	10	7	29	47	55
10	67	13	20	15	21	30	68	38
						31	–	30

Monatsmittel: November = 30.3 Dezember = 37.7

M. Waldmeier

LA PAGE DE L'OBSERVATEUR
BEOBACHTER - ECKE

Communication du « Groupement planétaire S. A. S. »

1) Lune

Nous tenons à rappeler que pour une étude en commun de la surface lunaire, nous avons déjà suggéré quelques sujets: 7 régions ou détails déjà étudiés, qui peuvent servir d'entraînement pour les débutants (voir «Orion» N° 69, page 923), Linné (voir «Orion» N° 55, page 216), «barrage» Polybius K (voir «Orion» N° 53, page 131), etc.; en outre, M. E. Antonini tient à la disposition des observateurs une liste de 10 autres objets lunaires intéressants (voir «Orion» N° 75, page 51).

2) Mars

Commence à être visible le matin. Bien que son diamètre soit encore très réduit, on pourra tenter de l'observer à partir du mois d'août (diamètre 5").

Un programme plus détaillé paraîtra dans le prochain bulletin.

3) Jupiter

Dans le but de rationaliser les observations de cette planète, et comme nous l'avons déjà recommandé dernièrement («Orion» N° 75), les points suivants devront retenir l'attention :

a) estimation des passages au méridien central.
b) estimation des latitudes des bandes.
c) estimation des «cotes d'intensité».
d) estimation des couleurs.
e) estimation de l'activité des bandes.

A propos de ces questions, nous présentons les suggestions suivantes:

a) *passages au méridien central.*

On devra noter soigneusement les passages au méridien central *apparent* de la planète des détails bien définis. Cette estimation est faite en comparant les deux distances «bord précédent du disque-détail» et «détail-bord suivant», qui, en un certain instant, seront égales. Les premières observations auront des erreurs de $\pm 3^m$, mais après quelques dizaines d'estimations on atteint facilement une précision de $\pm 1^m$ qui est tout à fait suffisante. Les formations d'une

certaine dimension (par exemple Tache Rouge ou «W.O.S.»), pourront faire l'objet de trois estimations de passages: bord précédent, centre et bord suivant. Il faudra naturellement veiller à se baser sur une montre bien réglée (horloge parlante).

La liste des passages au M.C. à nous envoyer devra être pourvue de croquis servant à l'identification des détails. Dans la figure 1 on a reporté un exemple de «croquis de passages».

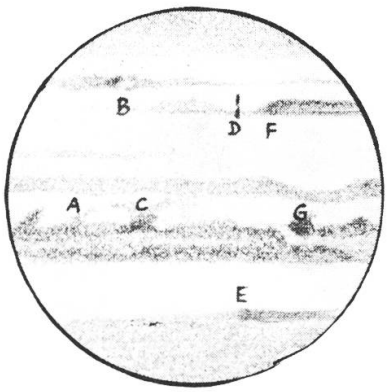


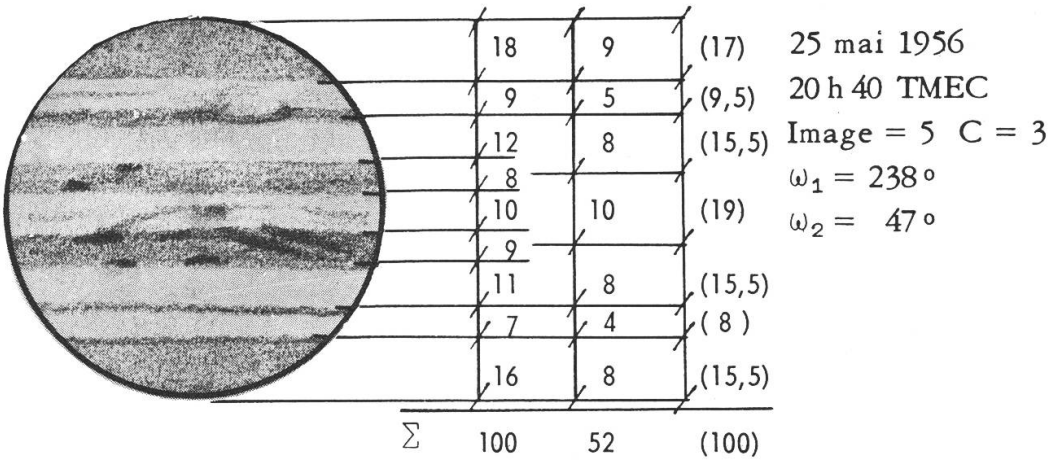
Figure 1
27 août 1961 22h00 TMEC
Images = 5-6 C = 2

A) 21h18 TMEC
B) 21h38 »
C) 21h50 »
D) 22h22 »
E) 22h23 «
F) 22h35 »

b) latitudes des bandes.

On a démontré que dans ce domaine les simples estimations visuelles *à l'oculaire* sont comparables, comme précision, aux mesures obtenues au micromètre. On devra éviter de faire l'estimation sur des dessins. On procèdera de la manière suivante: donner une valeur numérique quelconque (en général 10) à l'épaisseur d'une bande ou d'une zone bien délimitées mais pas trop étroites (en général la Zone Equatoriale ou l'une des bandes adjacentes), estimer ensuite successivement les épaisseurs relatives de toutes les autres zones et bandes; si possible répéter l'estimation plus tard dans la même séance d'observation en cherchant à ne pas se laisser influencer par la première. On fera ensuite la moyenne des estimations et on pourra les réduire en % du diamètre polaire de la planète pour nous les envoyer. On a reporté dans la figure 2 un exemple d'estimation des latitudes. On pourra aussi estimer, à titre comparatif et de contrôle, les distances entre les points moyens des bandes. On acquiert très vite une bonne habileté dans ce genre d'estimation et la précision résultante en est satisfaisante; il peut être très utile de s'entraîner avec des dessins ou des photographies de Jupiter que l'on observe à une distance convenable (un disque de 50 mm vu à 1 m correspond à la planète observée avec un grossissement de 240 × environ). *Il sera bon de ne pas exécuter ces estimations, comme d'ailleurs celles des passages, avec des images de mauvaise qualité.*

Figure 2



c) cotes d'intensité

Le chapitre de la photométrie des détails planétaires est très important et mériterait un long discours. Comme celui-ci a déjà été fait par des spécialistes plus qualifiés que nous, nous ne pouvons que nous y rattacher en renvoyant par exemple à ce qu'a écrit G. De Vaucouleurs, l'initiateur du système pratique de cotation visuelle empirique des brillances, appliqué aux plages de la planète Mars. (Physique de la planète Mars, Paris 1951, page 349 et suivantes). Nous rappellerons ici que les « cotes d'intensité » (ou de tonalité) sont indiquées par la lettre T ;

pour Mars on a :

T = 0, brillance de la calotte polaire au moment de sa plus haute valeur (printemps).

T = 2, brillance moyenne des régions claires.

T = 6-7 éclat apparent des plages les plus sombres.

T = 10, brillance du fond du ciel nocturne dans le champ de l'oculaire.

Notre pratique de l'observation nous a montré que sur Jupiter on a :

T = 0,5 plus haute brillance de zones très claires.

T = 1, brillance normale des zones.

T = 3, brillance moyenne la plus fréquente des zones polaires.

T = 6, brillance moyenne des grandes bandes équatoriales par activité normale.

T = 7-8, petites condensations très sombres visibles parfois dans l'intérieur des bandes.

T = 9, ombres des satellites en projection sur le disque.

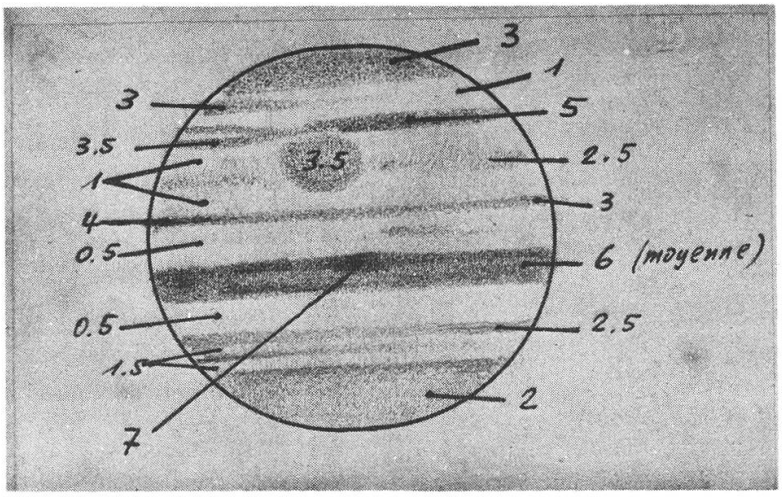


Figure 3 - 18 décembre 1954 4h00 TMEC
Image = 6 C = 2
$\omega_1 = 80°$
$\omega_2 = 293°$

En se référant à ces valeurs, on peut facilement interpoler toutes les autres avec une précision suffisante; l'expérience a montré qu'un observateur adroit peut apprécier des différences de 0,4 T et même moins, par très bonnes images. En faisant appel à ce que dit De Vaucouleurs et en outre à notre expérience, nous conseillons de *ne pas entreprendre l'estimation des cotes d'intensité avec une qualité d'image inférieure à 5* (échelle Flammarion).

On peut très bien s'entraîner dans ce genre d'estimation, en dehors de l'observation télescopique, en observant et en cotant des dessins ou photos de Jupiter sur fond noir, en prenant pour le blanc le plus pur du papier T = 1 et le noir T = 9 - 10, sous une illumination moyenne (lumière indirecte du ciel ou directe d'un Soleil très voilé). Dans ce but nous tenons en outre à la disposition des membres qui en feront la demande, un certain nombre de séries d'échantillons photométriques qui correspondent bien aux valeurs de l'observation planétaire. A la fin de la présentation planétaire on pourra dresser des tableaux résumant ces estimations avec toutes les données y relatives et nous les envoyer. Pour nous permettre d'homogénéiser toutes les données des observateurs, on ne devra pas oublier de noter toujours, outre le grossissement, la qualité des images etc., et aussi la clarté du ciel C (voir plus loin) qui influence notablement ces estimations.

d) estimation des couleurs.

En réalité les couleurs que l'on peut noter sur les planètes avec des instruments modestes (jusqu'à 250 mm d'ouverture par exemple) sont pour la plupart seulement de simples tonalités très diluées dans du gris; d'autre part, s'il n'en était pas ainsi, la notation «cotes d'intensité» (voir ci-dessus) perdrait une grande partie de sa valeur, étant très difficile, sinon impossible, d'estimer correctement l'intensité relative de couleurs vives différentes.

En tout cas la rationalisation des données se référant aux couleurs paraît assez difficile; nous sommes en train d'étudier la question et dès que nous aurons établi un carnet d'échantillons de couleurs convenables, le plus simple possible et pratique à employer, nous pourrons l'envoyer à tout intéressé.

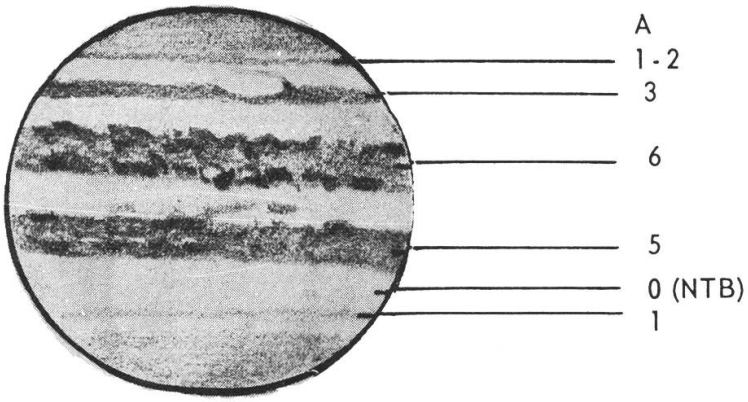
e) activité des bandes.

Au lieu d'indiquer ce paramètre des phénomènes de Jupiter par des phrases ou des locutions plus ou moins compliquées et se prêtant à des interprétations personnelles, nous voudrions introduire un système d'indices représentatifs, s'appliquant, en principe, aux bandes de la planète. Par exemple:

A = 0, bande invisible pendant toute l'observation.
A = 1, bande à peine visible ou partiellement visible.
A = 2, bande visible mais régulière et étroite.
A = 3, bande très évidente, parfois avec de faibles condensations instables.
A = 4, bande sombre, avec d'assez nombreux détails variables (parties plus claires bien délimitées, condensations, etc.).
A = 5, bande présentant de nombreux détails changeants à l'intérieur, des panaches et ondulations aux bords.
A = 6, bande complètement bouleversée par de spectaculaires irrégularités rapidement variables.

Nous donnons un exemple de ces estimations dans la figure 4, mais naturellement ces évaluations devront être calculées en établissant des moyennes avec celles se référant aux autres longitudes de la planète, pendant la même période d'observation, données qui pourront être estimées dans des observations ultérieures.

Figure 4



8 août 1958
20 h 30 TMEC
Image = 6
C = 3

Notations sur les conditions d'observation.

Nous rappellerons que pour définir la qualité des images (turbulence atmosphérique) nous employons l'échelle Flammarion :

I = 0, images très mauvaises, bouillonnantes, complètement détruites.

I = 10, images parfaites, absolument immobiles et tranchées.

Pour plus de détails nous renvoyons à l'article du Dr Du Martheray paru dans le N° 18 de notre bulletin.

Outre la qualité des images, il serait souhaitable d'indiquer aussi la transparence (clarté) du ciel, qui est en fonction de l'absorption atmosphérique et qui influence la perception des contrastes. La transparence sera indiquée par la lettre C et sera comprise entre les valeurs suivantes :

C = 0, ciel très transparent, limpide.
C = 5, ciel très brumeux, voilé, laissant à peine apercevoir le disque planétaire sur un fond laiteux.

Naturellement, les notations usuelles ne seront jamais oubliées: date, instrument, grossissements, heure (TMEC ou TU), ω_1, ω_2, etc.

Pour les dénominations des bandes et zones se rapporter à celles que nous avons indiquées dans «Orion» N° 62 (page 503) et qui sont les plus employées.

S. Cortesi

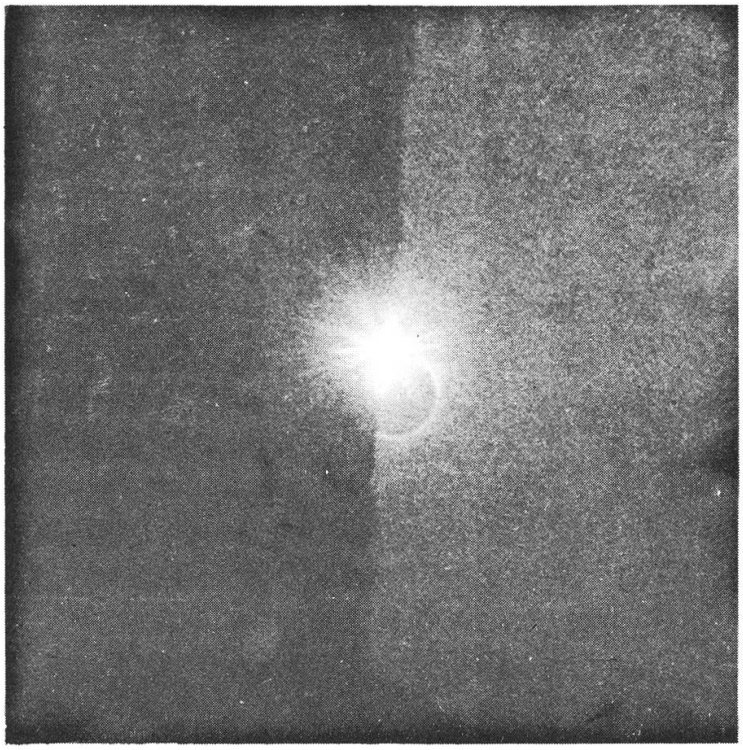
Besondere Himmelserscheinungen im Juli - September 1962

Merkur kann in den ersten Julitagen, kurz vor Sonnenaufgang, mit optischen Hilfsmitteln, aufgesucht werden; trotz seiner westlichen Elongation von 22° steht er ungünstig zum Horizont. In parallaktisch montierten Instrumenten kann er tagsüber beobachtet werden, desgleichen, in der ersten Hälfte September. *Vorsicht wegen Sonne!* Man stelle das Teleskop im Schatten eines Hauses auf! – *Venus* ist weiterhin Abendstern. Teleskopische Beobachtung ist zu empfehlen. – *Mars* kann in der zweiten Hälfte der Nacht gesehen werden; er erreicht aber erst in der zweiten Septemberhälfte Aldebaran-Helligkeit. Sein scheinbarer Durchmesser wächst von Juli bis September nur von 4.8" auf 6.3" (Opposition am 4. Februar 1963). – *Jupiter* gelangt am 31. August, *Saturn* bereits am 31. Juli in Opposition zur Sonne. Die Planeten erscheinen im Juli bereits in den späten Abendstunden. – Die am 31. 7. eintretende *ringförmige Sonnenfinsternis* (Südamerika und Afrika) kann auf europäischen Gebiet in ganz Spanien, auf Sardinien und Sizilien als partielle Finsternis beobachtet werden. – Der 15. August bringt uns eine in Europa sichtbare *Mond-Halbschattenfinsternis*. – Am 14. August ist das Ende der ersten *Saturn-Bedeckung* durch den Mond sichtbar. Die zweite, seltene Erscheinung dieser Art findet im November statt. – In den ersten drei Augustwochen, besonders vom 9. - 13. August, versäume man nicht nach den *Perseiden-Sternschnuppen* Ausschau zu halten! – Ausführliche Angaben über alle Erscheinungen im « Sternenhimmel 1962 ».

Zur Sonnenfinsternis vom 15. Februar 1961

In N° 74 des «Orion» hat Herr Peter B. Weber die Beobachtung mitgeteilt, dass er die Korona bei der partiellen Finsternis bei Abdecken der schmalen Sonnensichel durch einen Dachrand sehen konnte.

Ich habe die gleiche Feststellung gemacht und versucht, das Phaenomen zu photographieren. Ich beobachtete auf 2580 m über Meer, neben der Bergstation der Luftseilbahn Zermatt-Schwarzsee, bei sehr guten Luftverhältnissen. Die maximale Verfinsterung betrug dort 99%. Es stand mir nur ein alter Voigtländer-Apparat mit Objektiv 1:6, 3/100 mm zur Verfügung. Kodakolor-Film, Belichtung 1/50 Sek., Blende 11. Der Durchmesser der Sonnenscheibe auf dem Negativ beträgt 2 mm.



In der ca. fünffachen Schwarz-Weiss-Vergrösserung ist die Korona deutlich sichtbar, am oberen Rand Ueberblendung durch die Sonnensichel. Bei der Aufnahme des Bildes liess ich die Schattengrenze einer Hausecke auf den rechten Rand des Objektives fallen.

Urs Straumann, Basel

GESELLSCHAFTS-BERICHTE
NOUVELLES DES SOCIETES

25 Jahre Gesellschaft der Freunde der Urania-Sternwarte Zürich

Am 15. Dezember 1961 fand im Kongresshaus Zürich die 25. Jubiläums-Generalversammlung der im Jahre 1936 gegründeten Gesellschaft der Freunde der Urania-Sternwarte Zürich statt. Ziel und Zweck dieser Institution sind es der Volkshochschule des Kantons Zürich beim Betrieb der bereits im Jahre 1907 eröffneten Urania-Sternwarte finanziell beizustehen.

Wie der Präsident der Gesellschaft, Herr Prof. Dr. Emil Egli, mitteilte, hatte der Quästor, Herr J. Signer festgestellt, dass von den gegenwärtig 566 Mitgliedern nicht weniger als 73 seit der Gründung immer noch der Gesellschaft angehören. Prof. Egli dankte den Mitgliedern herzlich für ihre Treue und Beharrlichkeit und bemerkte, dass es nicht selbstverständlich sei, so lange aktiv und idealistisch zu einer guten Sache zu stehen. Er betonte, dass eine öffentliche Sternwarte im Kulturleben einer Grosstadt für die Jugend und Sternfreunde einen wesentlichen, aufbauenden Dienst erfülle.

Der Vorstand der Gesellschaft hat beschlossen den 73 Gründern in Anerkennung für ihre Treue eine kleine Literaturgabe zu überreichen, nach freier Wahl, von drei astronomischen Büchern. Ferner dankte der Präsident den Demonstratoren der Urania-Sternwarte, die zum Teil schon seit vielen Jahren vor der Gründung der Gesellschaft den Vorführungsdienst auf der Sternwarte besorgen, für ihre Tätigkeit. In Anerkennung für die geleisteten Dienste wurden die Demonstratoren zu lebenslänglichen Freimitgliedern ernannt und den seit Jahrzehnten mitwirkenden unter ihnen wurde vom Präsidenten in besonderer Dankbarkeit ein Buch übergeben.

Möge die Gesellschaft weiterhin gedeihen, um ihre schöne Aufgabe immer erfüllen zu können und möge es weiterhin Jung und Alt vergönnt sein, auf der Sternwarte unter kundiger Führung einen nachhaltigen Einblick in ferne Welten des Kosmos zu erleben.

R.A. Naef

ASTRO-FRAGENECKE

Frage 9: Lässt sich an einem 15 cm- oder 20 cm-Spiegel-Teleskop auch ein Zöllner'sches Sternspektroskop mit Erfolg anwenden?

M.Z.

Antwort:

Der Erfolg ist sehr bescheiden. Es können wohl die Spektren einiger hellerer Sterne betrachtet und verglichen werden. Ein solches Gerät ist meist nur kurze Zeit, später aber meist gar nicht mehr im Gebrauch, denn die Möglichkeiten sind bald erschöpft.

Frage 10: Kann an einem Spiegelteleskop auch ein Protuberanzen-Spektroskop angewendet werden? (Wie in Krudy «Einführung in die Astronomie und Astrophysik», Seiten 62 ff. II. Teil beschrieben). Letztere Abhandlung bezieht sich jedoch nur auf ein Merz-Schulfernrohr von 2" Oeffnung.

M.Z.

Antwort:

Heute stehen dem Amateur andere Möglichkeiten zur Beobachtung von Protuberanzen offen, die bedeutend mehr bieten, als ein Protuberanzen-Spektroskop. Beachtung verdienen die einschlägigen Arbeiten von Paul und Pettit in Amateur Telescope Making, III. Band. An Stelle der sehr teuren Quarz-Polaroidfilter sind heute gute, aufgedampfte Interferenzfilter erhältlich. Das für ein Protuberanzen-Gerät angewendete Lyotsche Prinzip verzichtet des Streulichtes wegen auf Spiegel, benötigt aber als Objektiv nur eine Plan-Konvexlinse, mit hervorragender Politur, von ca. 8 cm Durchmesser. – Bei allen Sonnenbeobachtungen ist grösste Vorsicht am Platze, um eine Schädigung des Augenlichtes zu vermeiden!

Frage 11: Wie steht es mit de Gebrauch eines Polarisations-Helioskops an einem 20 cm-Teleskop, wenn der Spiegel aluminisiert ist und auch für Beobachtungen bei Nacht dienen muss (ich kann mir ein spezielles «Sonnenteleskop» vorläufig nicht leisten infolge Platzmangel)?

M.Z.

Antwort:

Ein Helioskop, welches mit zweimaliger Reflektion an unverspiegelten Glasflächen und nachgeschaltetem Polaroidfilter arbeitet, kann ohne weiteres an Ihrem Teleskop verwendet werden. Die Arbeitsgruppe St. Gallen der SAG hat eine ganze Reihe derartiger Geräte mit bestem Erfolg hergestellt. Die Helligkeit kann in weiten Grenzen reguliert werden, und regelmässige Sonnenbeobachtungen mit einem derartigen Gerät lohnen sich. (Siehe auch Antwort zu Frage 10.)

J. Schaedler, St. Gallen.

Frage 12: Könnten Sie mir einige Angaben machen über die Grenzhelligkeiten bei visueller Beobachtung mit Teleskopen verschiedener Oeffnungen?

M.Z.

Antwort :

Die Beobachtungsgrenze hängt sehr stark ab von der Qualität der Optik, von der Dunkelheit des Himmelshintergrundes, von Ruhe und Klarheit der Luft, sowie von der angewandten Vergrösserung. Unter sehr guten Bedingungen ändert sich die gerade noch wahrnehmbare Intensität mit zunehmender Objektiv- (Linsen- oder Spiegel-) Oeffnung D proportional zu $1/D^2$. Für die Grenzhelligkeit visueller Beobachtungen im Zenit ergibt sich danach folgende Tabelle (aus «Lunettes et Télescopes» von Danjon und Couder, die annehmen, dass von blossem Auge günstigstenfalls Sterne der Helligkeit 6.5^m sichtbar seien) :

D (cm)	5	7.5	10	15	20	30	50	75
m (vis.) Grenze	10.6	11.5	12.1	13.0	13.6	14.5	15.6	16.5

D (cm)	100	150	200	250	300	500
m (vis.) Grenze	17.1	18.0	18.6	19.1	19.5	20.6

Die Vergrösserung, die zur Erreichung dieser Helligkeiten nötig ist, ist i.a. etwa das Vierfache der Aequipupillar-Vergrösserung (Durchmesser des Objektivs dividiert durch Durchmesser der Augenpupille). An kleinen Instrumenten kann die Grenze noch etwas hinausgeschoben werden mit stärkerer Vergrösserung, an mittelgrossen (50 - 150 cm) kaum mehr; und für die grossen Teleskope (D = 2 m und mehr) dürften die angegebenen Werte etwas zu optimistisch sein. Das von der Luftunruhe und eventuellen Abbildungsfehlern erzeugte Sternscheibchen wirft nämlich bei vielhundertfachen Vergrösserungen sein Bild schliesslich über ein so grosses Gebiet auf der Netzhaut des Auges, dass nicht mehr die totale Helligkeit, sondern die Helligkeit pro Flächeneinheit massgebend ist für den registrierten Eindruck.

P. Wild

BUCHBESPRECHUNGEN – BIBLIOGRAPHIE

«Der Himmel» *von Jean-Claude Pecker, Verlag M. Du Mont-Schauberg, Köln. Sammlung «Das Wesentliche».*

Jean-Claude Pecker, Astronom an der Pariser Sternwarte, schrieb eine umfassende, populäre Schau über das Werden der Sternkunde, vom Ursprung der Himmelsbeobachtung bis in unsere Tage.

Vor uns liegt die deutsche Ausgabe des Werkes, das der Verlag in einer sehr sorgfältigen Ausstattung soeben herausbrachte.

Man legt das Buch mit zwiespältigen Gefühlen zur Seite. Der kulturhistorisch reiche Bildteil, Ergebnis einer vorbildlichen Bildmaterial-Suche, ist hocherfreulich. Was das Buch wertvoll macht, sind die zahlreichen, selten gezeigten und prachtvoll reproduzierten astronomischen Dokumente, von ägyptischen Bild-Papyri zu farbig köstlichen Miniaturen frühfranzösischer Handschriften, seltenen Kupferstichen und Deckengemälden indischer Tempel, von Hieronymus Bosch bis zu Juan Miro. Die üblichen, modernen Himmelsphotographien sind in der Minderzahl, wobei aber merkwürdige Aufnahmen gezeigt werden, die beim Laien einen falschen Eindruck erwecken müssen: Gamma Cygni und Zeta Orionis mit breiten, dunklen Abschirmscheiben um den Hauptstern und M 31, die grosse Spirale in der Andromeda, als analytische Kompositions-Photographie nach Zwicky, mit völlig schwarzem Zentrum.

So hervorragend sonst die bildliche Ausstattung ist, so unbefriedigender erscheint der Text mit seinen vielen Unrichtigkeiten und unsorgfältigen Angaben. Wir können nicht glauben – die französische Originalausgabe steht uns nicht zur Verfügung --, dass dem französischen Fachastronomen die Fehler zur Last gelegt werden müssen. Wir vermuten, dass der Uebersetzer weitgehend Schuld trägt. Der mit Fremdwörtern geradezu unangenehm gespickte, deutsche Text ruft laut nach einem deutschen Fachastronomen und seinem Rotstift. Denn – um nur ein paar Beispiele zu nennen – wenn man unter einer Spektralaufnahme eines Sternfeldes liest « Ein Sternenfeld. Mit Hilfe des objektiven Prismas ist jeder Stern durch sein Spektrum ersetzt», oder «Es gibt noch tausend andere Sterne in unserem Sonnensystem» (Asteroiden!), oder von «überkondensierten und unterluminosen Sternen in den intersideralen Räumen», oder «Die Sonnenphysik förderte die Filmtechnik», «die 'elektronische' Kamera (Lallemand) erlaubt vollkommene Ausnutzung: alle 'Lichtkörner' werden benutzt», oder die bei «Eklipsen sichtbaren Spikularregionen», – dann bedauert man, dass erneut ein an sich gutes Werk nicht einem Fachmann zu sorgfältiger, kritischer Textüberwachung anvertraut wurde.

H. R.

Die Planetoiden *von Günter D. Roth. Verlag R. Oldenbourg, München, herausgegeben in der Reihe der Orion-Bücher, Band 137, brosch., 74 S.*

In der Einleitung zu diesem neuen Büchlein finden wir folgende Sätze: « Zwerge stehen oft im Schatten der Giganten, auch in der

Astronomie ist das im allgemeinen so, wie die kleinen Planeten beweisen. Diese Himmelskörper die zwischen Mars und Jupiter die Sonne umkreisen, bieten für den Fachmann soviel Interessantes, dass eine Reihe namhafter Sternwarten ihre Forschungsarbeit diesem speziellen Gebiet der Himmelskunde widmet. Es ist überdies ein wissenschaftliches Tätigkeitsfeld, auf dem auch Amateure schon erfolgreich gearbeitet haben und in der Gegenwart noch tätig sind. »

Dieses sehr ansprechende Büchlein enthält in gedrängter Form, alles Wissenswerte über die Planetoiden, unter Berücksichtigung neuerer Forschungsergebnisse, und gibt auch Anregungen für eigene Beobachtungen. Ueber die Entdeckungen dieser kleinen Himmelskörper, beginnend mit dem Planetoiden Ceres durch Piazzi in Palermo in der Neujahrsnacht 1801, über deren Namen, über das Photographieren derselben, den Rotationslichtwechsel, deren Farben, den Einfluss des Strahlungsdruckes auf ihre Bewegungen, über die Bahnstörungen, die Trojanergruppe und Objekte mit erdnahen Bahnen orientiert das Büchlein klar und vortrefflich. Ferner enthält das kleine Werk eine Liste aller Asteroiden, die während einer Periheloppposition eine Helligkeit von mindestens 9.5^{m} erreichen. Das Büchlein darf allen Sternfreunden sehr empfohlen werden.

R.A.N.

Forces and Fields. *The Concept of Action at a Distance in the History of Physics, by Mary B. Hesse. Ed. Th. Nelson, London, 1961. 310 pages ; 35 / – s.*

Ce volume, rédigé en anglais, donne une vue générale des théories fondamentales dans l'histoire de la physique. Les aspects philosophiques des diverses controverses y sont très approfondis, notamment en ce qui concerne l'opposition des actions «par contact» et «à distance».

Le lecteur qui s'intéresse à l'astronomie trouvera dans cet exposé très fourni maintes idées, surtout dans les chapitres VI (The Theory of Gravitation), VII (Action at a Distance) et IX (The Theory of Relativity). L'auteur n'hésite pas à aborder les problèmes nouveaux posés par la découverte de la perception extrasensorielle (chapitre XI : Metaphysical Framework of Physics).

Même si la lecture de cet ouvrage, relié, d'une présentation très soignée, demande un certain effort, la valeur du livre, qui constitue un apport considérable à la théorie de la connaissance, la justifie. *F.E.*

Les éclipses *par P. Couderc*
Editions «Que sais-je», Presses universitaires de France, 1961.

Les quatre premiers chapitres de ce petit livre de 128 pages traitent du mécanisme et des conditions des éclipses, puis de leur périodicité: le Saros et ses suites courtes, enfin les suites longues, le tout illustré de schémas et de dessins qui facilitent la compréhension du texte.

En marge de la description des phénomènes eux-mêmes, nous y apprenons qu'il n'est pas du tout certain que les Chaldéens aient découvert le Saros, comme on le croit communément.

Par contre, le chapitre V, qui traite de l'intérêt scientifique des éclipses, nous enseigne comment une éclipse de Lune fit découvrir à Hipparque la précession des équinoxes: il observa en effet que la longitude de l'Epi de la Vierge avait augmenté de 2° depuis une observation analogue de Timocharis faite 150 ans auparavant.

M. Couderc nous montre combien utiles sont les éclipses de soleil pour l'étude de la couronne, qui, chose étrange, n'éveilla l'attention des astronomes que vers le milieu du XIXème siècle.

Loin de diminuer avec les progrès de l'astronomie, l'intérêt des éclipses n'a fait que croître, et l'auteur pense, contrairement à l'opinion de certains, que l'on «continuera longtemps encore à voir des astronomes itinérants dresser dans des pays lointains leurs observatoires de fortune et attendre dans la fièvre le phénomène merveilleux ... ou le funeste plafond de nuages.»

Le sixième chapitre traite des éclipses historiques, et montre comment les astronomes modernes les ont utilisées pour étudier le ralentissement de la rotation de la Terre et l'accélération séculaire de la Lune, après des recherches et des déductions dignes de romans policiers.

Le septième et dernier chapitre nous apprend comment s'établissent les cartes d'éclipses de soleil, et partant, nous enseigne à les lire.

En appendice, un tableau des éclipses de 1960 à 1980 et une carte des centralités des éclipses de soleil pour la même période, rendront de grands services aux amateurs désireux d'être renseignés sur les phénomènes qu'ils pourraient tenter d'observer dans les années à venir.

En résumé, un petit livre très utile, et qui se lit fort agréablement.

E. A.

Maxime de Saussure †

Nach einer langen Krankheit ist am 20. März 1962 Dr. Maxime de Saussure im Alter von 61 Jahren gestorben. Dr. de Saussure wird unseren Mitgliedern als Mitarbeiter am «Orion» und als Referent an unseren Jahresversammlungen in Erinnerung bleiben.

Nous avons le grand regret d'informer nos collègues du décès de M. de Saussure, survenu le 20 mars 1962, à l'âge de 61 ans. M. de Saussure fut un de nos membres les plus assidus, et collabora fréquemment à «Orion». Nous présentons à sa famille nos plus sincères condoléances.

F.E.

Umschlagbild / Photo de couverture

«Der goldene Henkel» gebildet vom gebirgigen Rande des Sinus Iridum, am Rande des Mare Imbrium. Zeichnung von Herrn E. Steck, Feldkirch.

«L'anse d'or» formée par les montagnes bordant le Sinus Iridum, au bord de Mare Imbrium. Dessin exécuté par M. E. Steck, Feldkirch.

SPIEGELTELESKOPE

komplett oder teilweise wie folgt :

OPTISCHER TEIL

alle Typen, auch Spezialanfertigungen mit 75 - 313 mm Hauptspiegel - Durchmesser,

Spezialität : Maksutow-Type 150 mm und 300 mm Durchmesser, (Spiegel / Linsen - Kombination, d. h. sechsfache Verkürzung der Tubuslänge.

STATIVE

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

PARABOL - SPIEGEL und **MENISKUSLINSEN**

Spiegel : 75 - 313 mm Ø ; Linsen : 150 und 300 mm Ø

Kurze Lieferfrist und günstige Preise, da direkt vom Hersteller :

E. POPP, TELE-OPTIK, Luchswiesenstrasse 220 (Hochhaus)
Zürich 51 Telephon (051) 417506

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich !

„Der Sternenhimmel 1962"

Von Robert A. Naef

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

1962 ist wieder reich an aussergewöhnlichen Erscheinungen!

Ausführliche Angaben über die Finsternisse des Jahres, darunter eine partielle Sonnenfinsternis in Südeuropa und eine in der Schweiz sichtbare Mond-Halbschattenfinsternis, aussergewöhnliche Jupiter-Trabanten-Erscheinungen, eine Merkur- und zwei Saturn-Bedeckungen, ferner zahlreiche Bedeckungen von Aldebaran und Regulus durch den Mond (Bildliche Darstellungen). Hinweise auf Kometen und Meteorströme usw.

Astro-Kalender für jeden Tag des Jahres.

Wertvolle Angaben für Planetenbeobachter, Tafeln, Sonnen- und Mond-Auf- und Untergänge, Objekte-Verzeichnis.

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

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

Das unentbehrliche Hilfsmittel für den Sternfreund:

Die drehbare Sternkarte „SIRIUS"

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

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

Grosses Modell: (∅ 35 cm) enthält auf der Vorder- und Rückseite den nördlichen und den südlichen Sternenhimmel mit total 2396 Sternen bis zur 5,5. Grösse. Zirka 300 spez. Beobachtungsobjekte (Doppelsterne, Sternhaufen und Nebel). Ferner die international festgelegten Sternbildergrenzen. Kartenschrift in lateinischer Sprache. Preis der Normalausgabe für die Schweiz mit einem Deckblatt (+47°) Fr. 36.–

Auf Wunsch Spezialdeckblätter für jede geographische Breite.
Die Beilagen sind auch einzeln zu folgenden Preisen erhältlich:

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

Zu beziehen direkt beim

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

Vous serez secrètement fier de ce chronomètre automatique étanche

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

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

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

Omega a la confiance du monde

J. A.
Genève

Monsieur Otto BARTH
Hans Hässigstrasse, 16
35 AARAU

ORION

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

Band / Tome **VII** Heft / Fascicule **2** **1962** Nummer / Numéro **76**

INHALT / *SOMMAIRE*

	Seite / *page*
Golay M. : L'intérêt scientifique des satellites artificiels	73
Frauenfelder R. : Die Strahlungsgürtel der Erde	78
Hunziker E. : Kurzer Rundblick auf die Geodäsie	98
Cortesi S. : Contribution à l'étude de trois nouvelles formations persistantes de Jupiter	106
Leutenegger E. : Die Kometen des Jahres 1961	123
Blaser J. P. : Neue Entwicklungen in der Beschleunigerphysik	126
Rohr H. : Kitt Peak National Observatory; eine kleine Ergänzung	128
Steck E. : Zeichnungen ausgewählter Gebiete der Mondoberfläche	131
Aus der Forschung	134
La page de l'observateur / Beobachter-Ecke	137
Gesellschafts-Berichte / Nouvelles des Sociétés	144
Astro-Fragenecke	145
Buchbesprechungen / Bibliographie	147

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

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

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

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

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