Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 51 (1993)
Heft: 258

Heft

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

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

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

Download PDF: 10.12.2025

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

258

Oktober · Octobre · Ottobre 1993

ORION

Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft · Revue de la Société Astronomique de Suisse · Rivista della Società Astronomica Svizzera

Impressum Orion

Leitender Redaktor/*Rédacteur en chef:*
Noël Cramer,
Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51,
CH-1290 Sauverny

Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an obenstehende Adresse oder direkt an die zuständigen Redaktoren zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren.

Les manuscrits, illustrations et rapports doivent être envoyés à l'adresse ci-dessus ou directement aux rédacteurs compétents. Les auteurs sont responsables des articles publiés dans cette revue.

Auflage/*Tirage*:
2800 Exemplare, *2800 exemplaires.*

Erscheint 6 x im Jahr in den Monaten Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember.

Paraît 6 fois par année, en février, avril, juin, août, octobre et décembre.

Copyright/*Copyright*:
SAG. Alle Rechte vorbehalten. SAS. *Tous droits réservés.*

Druck/*Impression*:
Imprimerie Glasson SA, CH–1630 Bulle

Redaktionsschluss **ORION 259: 08.10.1993** ***Dernier délai pour l'envoi des articles*** ***ORION 259: 08.10.1993***
ORION 260: 10.12.1993 ***ORION 260: 10.12.1993***

Ständige Redaktionsmitarbeiter/*Collaborateurs permanents de la rédaction:*

Astrofotografie/*Astrophotographie:*
Armin Behrend, Fiaz 45, CH-2304 La Chaux-de-Fonds
Werner Maeder, 1261 Burtigny

Neues aus der Forschung/*Nouvelles scientifiques:*
Dr. Charles Trefzger, Astr. Inst. Uni Basel, Venusstrasse 7, CH-4102 Binningen
Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny

Instrumententechnik/*Techniques instrumentales:*
H. G. Ziegler, Ringstrasse 1a, CH-5415 Nussbaumen

Sektionen SAG/*Section SAS:*
Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern

Sonnensystem/*Système solaire:*
Werner Lüthi, Eymatt 19, CH-3400 Burgdorf
Jean-Gabriel Bosch, Bd Carl Vogt 80, CH-1205 Genève

Sonne/*Soleil:*
Hans Bodmer, Burstwiesenstrasse 37, CH-8606 Greifensee

Weitere Redaktoren/*Autres rédacteurs:*
M. Griesser, Breitenstrasse. 2, CH-8542 Wiesendangen
Hugo Jost-Hediger, Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

Reinzeichnungen/*Dessins:*
H. Bodmer, Greifensee; H. Haffter, Weinfelden

Übersetzungen/*Traductions:*
J.-A. Hadorn, Ostermundigen

Inserate/*Annonces:*
Kurt Niklaus, Gartenstadtstrasse 25, CH-3097 Liebefeld

Redaktion ORION-Zirkular/*Rédaction de la circulaire ORION*
Michael Kohl, Hiltisbergstrasse, CH-8637 Laupen

Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen sowie Austritte und Kündigungen des Abonnements auf ORION (letzteres nur auf Jahresende) sind zu richten an:
Zentralsekretariat der SAG,
Paul-Emile Muller, Ch. Marais-Long 10, 1217 Meyrin (GE).
Mitgliederbeitrag SAG (inkl. Abonnement ORION)
Schweiz: SFr. 52.–, Ausland: SFr. 55.– Jungmitglieder (nur in der Schweiz): SFr. 25.– Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.
Zentralkassier: Franz Meyer, Kasernenstr. 48, CH-3013 Bern
Postcheck-Konto SAG: 82–158 Schaffhausen.
Einzelhefte sind für SFr. 9.– zuzüglich Porto und Verpakkung beim Zentralsekretär erhältlich.

ISSN 0030-557 X

Informations, demandes d'admission, changements d'adresse et démissions *(ces dernières seulement pour la fin de l'année) sont à adresser au:*
Secrétariat central de la SAS, Paul-Emile Muller,
Ch. Marais-Long 10, 1217 Meyrin (GE).
Cotisation annuelle SAS *(y compris l'abonnement à ORION)*
Suisse: Frs. 52.–, étranger: Frs. 55.–.
Membres juniors (uniquement en Suisse): Frs. 25.–.
Le versement de la cotisation n'est à effectuer qu'après réception de la facture.
Trésorier central: Franz Meyer, Kasernenstr. 48, CH-3013 Berne
Compte de chèque SAS: 82–158 Schaffhouse.
Des numéros isolés *peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de Frs. 9.– plus port et emballage.*

ISSN 0030-557 X

51. Jahrgang
51e Année
Nr. 258 Oktober 1993
N° 258 Octobre 1993

Seiten 205-244
Pages 205-244

ORION

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

Inhaltsverzeichnis / Sommaire

Al Nath: Trois légendes de «Down Under» 218

Neues aus der Forschung • Nouvelles scientifiques

G. Fischer: Einige wenig bekannte Aspekte der Gravitation / Quelques aspects méconnus du phénomène de la gravité 208

Sonnensystem • Système solaire

M. Griesser: Viele Liebesgrüsse von «Swift-Tuttle» . 221

I. Glitsch: Aus dem Tagebuch des Sonnenbeobachters . 222

A. Tarnutzer: Die Beobachtung von Sonnenflecken mit blossem Auge – Ein Nachtrag 227

H. Bodmer: Planetendiagramme / Diagrammes planétaires 226/28

H. Bodmer: Sonne, Mond und innere Planeten / Soleil, Lune et planètes intérieures 226/28

H. Bodmer: Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen / Nombres de Wolf 236

Mitteilungen / Bulletin / Comunicato

P. E. Muller: 49. Generalversammlung vom 15. Mai 1993 in Grenchen / Jahresbericht des Zentralsekretärs 223/25

H. Bodmer: 49. Generalversammlung vom 15. Mai 1993 in Grenchen – Bericht des Technischen Leiters 224/26

Veranstaltungskalender / Calendrier des activités 225/27

J. Dragesco: Eruption de protubérances à la fin d'un flare 225/27

Instrumententechnik • Techniques instrumentales

H. Bodmer: Die Luftfeuchtigkeit – wann beschlägt sich eine optische Fläche? 233

H. Jost-Hediger: Optische Erscheinungen in der Atmosphäre 240

Astrofotografie • Astrophotographie

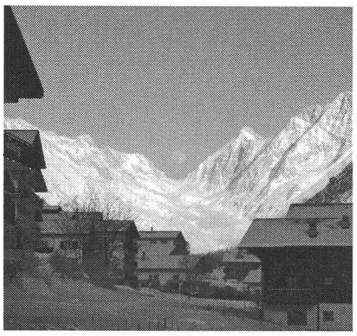
J. Dragesco: Lune, région Stöfler 232

H. R. Frei: Astrophotographie de Y-Cygni 239

An- und Verkauf / Achat et vente 220

Buchbesprechungen / Bibliographie 241

Titelbild/Couverture



Das Bild zeigt einen Mondaufgang im Lötschental, etwa 35 Stunden vor dem Vollmond. Deshalb können Gletscher und Berge von der Sonne noch beleuchtet werden, während das Dorf schon in der Dämmerung der einfallenden Nacht liegt. Zur genauen Zeit des Vollmondes wäre die Sonne in Opposition und also schon längst unter dem Horizont verschwunden. Aus dem Vergleich von Talbreite und Monddurchmesser kann der Bildwinkel des Mondes ermittelt werden und man kann somit beweisen, dass dieser am Horizont nicht durch irgend einen optischen Effekt vergrössert wird. Der wohlbekannte Vergrösserungseindruck, den wir alle erfahren wenn wir einen tiefen Mond betrachten, ist ein "Zoom-Effekt" des Gehirns. Da sich unser ganzes Wirken fast auschliesslich im Winkelbereich von 0 bis 25° abspielt, vergrössert das Gehirn automatisch, was es in diesem Bereich wahrnimmt. So erscheint uns ein Winkelbogen der sich von 25 bis 90° erstreckt meist nicht grösser als ein Bogen im viel kleineren Bereich von 0 bis 25°! Das Gehirn ist aber ein "cleverer Zoom": es deformiert den runden Mond in der Übergangszone um 25° nicht in einen ovalen. Und all dies gilt auch für die Sonne. (G. Fischer)

La photo montre un lever de Lune au Lötschental, environ 35 heures avant la pleine Lune. Cela explique que le glacier et les montagnes puissent être encore éclairés par le Soleil, alors que le village est déjà dans la pénombre de la nuit tombante: au moment précis de la pleine Lune, le Soleil est en opposition et dans ce cas se trouverait donc bien au dessous de l'horizon. En comparant la largeur de la vallée et la grandeur de la Lune, on peut déterminer le diamètre apparent de l'astre et vérifier ainsi que la Lune n'est pas agrandie par un quelconque effet d'optique lorsqu'elle se trouve juste au-dessus de l'horizon. L'impression d'agrandissement qu'on a généralement lorsqu'on contemple une lune basse, provient d'un effet de «zoom» du cerveau. Comme notre champ d'action est presque entièrement confiné au domaine de 0 à 25°; sur l'horizon, notre cerveau agrandit automatiquement tout ce qu'il perçoit dans ce domaine d'angles. C'est ainsi qu'un arc de cercle s'étendant de 25 à 90° ne paraît généralement pas plus grand que le petit arc entre 0 et 25°! Mais le cerveau est un «zoom intelligent». Dans la zone de transition autour de 25° il ne déforme pas le cercle lunaire en une figure ovale. Tout cela est aussi vrai pour le soleil. (G. Fischer)

Einige wenig bekannte Aspekte der Gravitation

Quelques aspects méconnus du phénomène de la gravité

G. FISCHER

Die Erscheinung der Gravitation, oder einfacher gesagt, die der Schwerkraft, ist uns im täglichen Leben recht vertraut, dennoch bleiben uns viele Aspekte dieser Kraft unbekannt. Einige ihrer Erscheinungen sollen hier diskutiert werden. Fragen nach dem Ursprung der Schwerkraft, der Gravitation im allgemeinen, kann man jedoch auch heute noch nicht beantworten.

Die Entstehung der Galaxien und der Planetensysteme

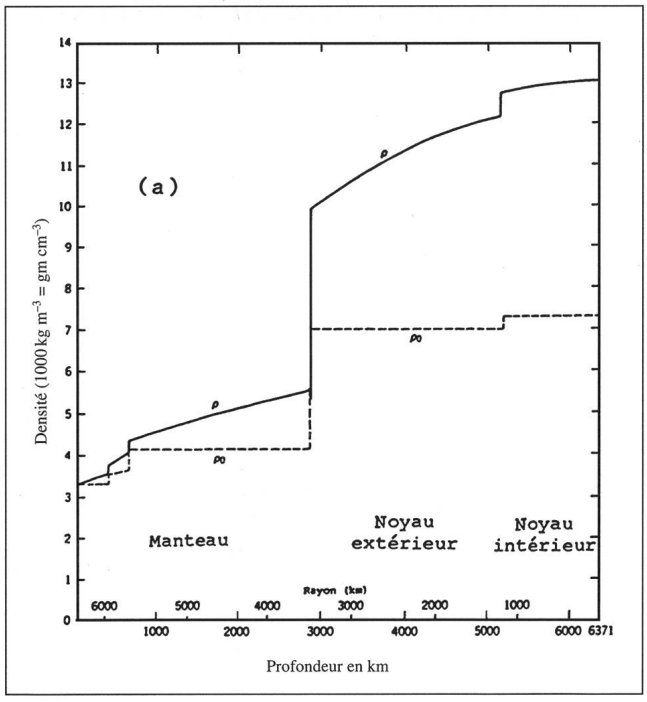
In einem Gasvolumen herkömmlicher Dimensionen gibt es dauernd Dichteschwankungen. Diese werden von der thermischen Bewegung (oder Brownschen Bewegung) hervorgerufen; die gleiche Bewegung zerstreut diese aber eben so schnell. In einem Volumen dessen Abmessungen Lichtjahre beträgt, oder in noch grösseren Abmessungen, können extreme Schwankungen zu einem Anziehungskern führen, der sich der thermischen Bewegung widersetzt und einen gravitativen Zusammenbruch hervorruft. Dieses Ereignis setzt enorme Mengen potentieller Energie frei, die das sich rapid verdichtende Gasvolumen aufheizen bis Prozesse der Kernfusion einsetzen. So entstehen die Sterne und in dieser Geburt spielt die Gravitation die Rolle eines Zündholzes.

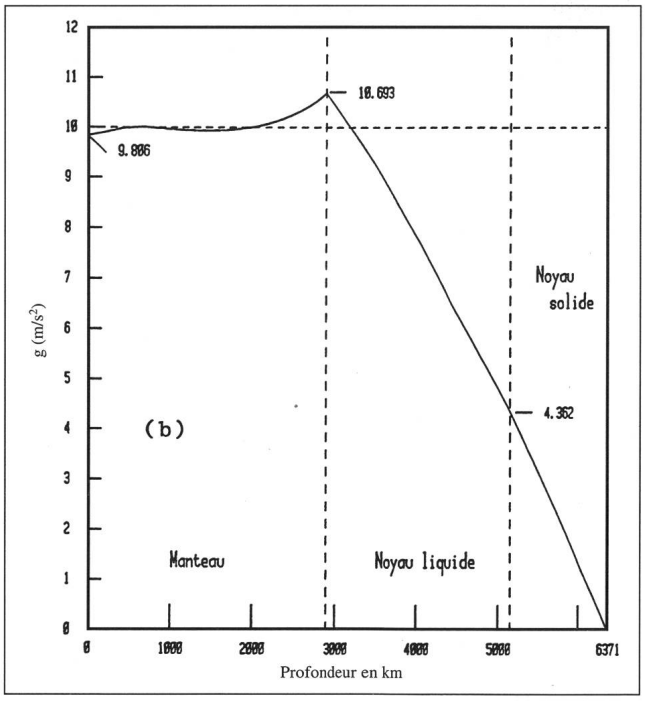
Le phénomène de la gravité, ou plus simplement celui de la pesanteur, nous est assez familier, mais de nombreux aspects de cette force sont fort mal connus. Dans cet article, nous discutons quelques-une de ses propriétés. Les questions relatives à l'origine de la gravité, par contre, sont sans réponse aujourd'hui encore.

Formation des galaxies et des systèmes planétaires

Dans un volume de gaz aux dimensions qui nous sont familières il y a constamment des fluctuations de densité. Elles sont provoquées par l'agitation thermique (le mouvement brownien), mais cette même agitation les disperse presqu'aussitôt. Pour un volume aux dimensions d'années lumière ou davantage, certaines fluctuations extrêmes peuvent conduire à la formation d'un centre d'attraction gravifique qui pourra s'opposer à la dispersion par l'agitation thermique et conduire à un effondrement gravitationnel. Ce phénomène va libérer une énorme quantité d'énergie potentielle et chauffer le volume de gaz qui se contracte toujours plus rapidement jusqu'à allumer les processus de fusion thermonucléaire. C'est ainsi que naissent les étoiles, et dans ce processus, la gravité joue en quelque sorte le rôle d'une allumette.

Fig. 1. (a) Dichte und (b) Schwerebeschleunigung g *als Funktion der Tiefe im Innern der Erdkugel. In (a) geben die gestrichelten Linien die Dichten bei normalem Druck und Temperatur (eine Atmosphäre und 20° Celsius).*
(a) Densité et (b) accélération g *en fonction de la profondeur à l'intérieur de la terre. En (a) les lignes en tirets donnent la densité à pression et température normales (une atmosphère et 20 degrés centigrades).*





Im allgemeinen besitzt das zusammenfallende Gasvolumen ein resultierendes Drehmoment und somit treten Zentrifugalkräfte auf. Diese Kräfte sind die einzigen, die sich dem gravitativen Zusammenbruch widersetzen, und das erklärt die abgeflachte Form der Planetensysteme und der Galaxien, sowie die Beobachtung, dass meistens alle Teile solcher Systeme in einer gemeinsamen Wirbelbewegung verknüpft sind.

Die Schwerkraft an der Erdoberfläche

An der Erdoberfläche entsteht das Gewicht eines Gegenstandes als Folge der gravitativen Anziehung der gesamten Erdmasse, sowie einer kleinen Gegenkomponente von der Zentrifugalkraft, die von der Erdrotation stammt. Wäre die Dichte der Erdkugel gleichmässig, dann müsste dieses Gewicht, d. h. die Schwerebeschleunigung g, in der Tiefe linear mit dem Erdradius abnehmen und im Zentrum verschwinden. Das entspricht jedoch nicht den tatsächlichen Beobachtungen. Gegen das Erdinnere nimmt die Dichte sehr schnell zu (siehe dazu Fig. 1). Insbesondere fällt die Unstetigkeit bei 2900 km auf, beim Übergang in den flüssigen Kern, wo die Dichte von etwa 5,5 gr/cm^3 auf 10 gr/cm^3 springt. In der Tat findet man, dass in der Nähe der Erdoberfläche die Schwerkraft mit der Tiefe über weite Strecken zunimmt. Erst unterhalb der Dichteunstetigkeit fällt sie fast linear mit dem Radius ab.

Über der Erde nimmt die Schwerebeschleunigung g mit der Höhe ab, was man für einen Körper endlicher Abmessungen, wie den Erdball, auch erwarten muss. Wäre die Erde nicht kugelförmig, sondern in alle Richtungen flach bis ins Unendliche, so würde g mit der Höhe nicht abnehmen, sondern einen konstanten Wert annehmen. Würde sich die Erde auch in die Tiefe ins Unendliche erstrecken, so würde g selbst unendlich werden: An der Erdoberfläche wäre jeder Gegenstand unendlich schwer! (das hätte im Mittelalter ein Argument gegen eine unendliche flache Erde sein können). Wenn dies zutreffen würde, könnte selbst die Struktur der Erde diesen unendlichen Kräften nicht widerstehen und würde total einbrechen. Dies ist das eindimensionale Beispiel für ein **astronomisches schwarzes Loch**, das immer dann entsteht, wenn in einem vorgegebenen Volumen die Masse eine gewisse Grenze überschreitet.

Die Präzession der Nachtgleichen

Wegen ihrer Eigenrotation, und den daraus entstehenden Zentrifugalkräften, ist die Erdkugel etwas abgeflacht. In erster Näherung nimmt sie die Form eines Rotationsellipsoids an. So ist der Äquatorialradius um etwa 43 km länger als der Polarradius. Aber die Erde rotiert auch um die Sonne, in einer Ebene die man Ekliptik nennt. Nun ist die Achse der Eigenrotation um etwa 23,5° gegenüber der Normalen zur Ekliptik geneigt und jedermann weiss, dass dies zum Wechsel der Jahreszeiten führt. Es ist leicht einzusehen, dass die gravitative Wechselwirkung zwischen der Sonne und der abgeflachten Kugel zu Kräften führt, welche die Rotationsachse der Erde aufrichten möchten. Wegen ihrer Eigenrotation verhält sich die Erde jedoch wie ein Kreisel (siehe weiter unten den Abschnitt über den Kreisel): Anstatt sich aufzurichten, bewegt sich die Drehachse auf einem Kegel, sie beschreibt eine Präzession. Zeigt die Drehachse heute fast genau in die Richtung des Polarsternes, so lag sie vor vier- bis fünftausend Jahren in der Richtung der Konstellation des Drachens und in etwa 25 700 Jahren wird sie einen Kegel von 47° Öffnungswinkel (zweimal 23,5°) beschreiben. Der Mond, dessen

En général, la masse de gaz qui s'effondre possède un moment cinétique orbital, générateur de forces centrifuges. Ces forces sont les seules qui s'opposent à l'effondrement et cela explique la forme généralement aplatie des galaxies et des systèmes solaires, et l'observation que dans ces systèmes toutes les composantes sont presque toujours affectées du même mouvement de rotation tourbillonnaire.

La gravité à la surface de la terre

A la surface du sol, le poids d'un objet provient de l'attraction gravitationnelle de toute la masse de la terre, avec une petite contribution opposée due à la force centrifuge, par suite de la rotation du globe. Si la densité de la terre était uniforme, alors ce poids, c.-à-d. l'accélération terrestre g, devrait diminuer de façon linéaire avec la profondeur, de façon à s'annuler à son centre. Ce n'est pas ce qu'on observe car la densité augmente fortement vers l'intérieur du globe (voir la Fig. 1), avec en particulier une énorme discontinuité à 2900 km de la surface, lorsqu'on pénètre dans le noyau liquide, où elle passe de 5,5 gr/cm^3 à 10 gr/cm^3 environ. De fait, on voit que sur un grand domaine près de la surface de la terre, l'accélération g augmente avec la profondeur. Ce n'est qu'au dessous de la discontinuité de densité qu'elle diminue presque linéairement avec le rayon.

En altitude, l'accélération gravifique g diminue, comme on doit s'y attendre pour un corps aux dimensions finies, tel que notre sphère terrestre. Mais si au lieu d'être sphérique notre terre était plate, à l'infini dans toutes les directions, g ne diminuerait pas en altitude, mais prendrait une valeur constante. Et si la terre s'étendait aussi à l'infini vers le bas, ayant alors la forme d'un demi-espace illimité, g tendrait vers l'infini: à sa surface tout objet serait infiniment lourd! (au Moyen Age déjà, cela aurait pu exclure l'idée d'une terre plate s'étendant à l'infini dans toutes les directions). Dans ces conditions, la structure de la terre elle-même ne pourrait pas résister à ces forces infinies et s'effondrerait totalement. C'est l'équivalent à une dimension du **trou noir astronomique**, qui se forme irrémédiablement lorsque dans un volume donné la quantité de masse dépasse certaines limites.

La précession des équinoxes et les marées

La rotation propre de la terre, par suite des forces centrifuges, donne au globe une forme un peu aplatie. En première approximation elle se présente comme un ellipsoïde de rotation. Ainsi son diamètre équatorial dépasse d'environ 43 km le diamètre polaire. Mais la terre tourne aussi autour du soleil, dans un plan qu'on nomme l'écliptique. Il se trouve que l'axe de la rotation propre est incliné de 23,5° par rapport à la normale de l'écliptique et chacun sait que cela conduit à l'alternance des saisons. Il est facile de voir que l'interaction gravitationnelle du soleil avec notre globe un peu aplati cherche à redresser l'axe de la rotation propre. Mais parce qu'elle tourne, la terre réagit comme un gyroscope (voir plus bas le paragraphe consacré au gyroscope): au lieu de se redresser, son axe de rotation se met à dériver sur un cône, il exécute une précession. S'il pointe aujourd'hui tout près de l'étoile polaire, il y a 4 à 5 mille ans il visait dans la constellation du Dragon et parcourt le cône de 47° d'ouverture (2 fois 23.5°) en 25 700 ans environ. La lune, dont l'orbite moyenne est aussi dans l'écliptique, apporte à cet effet une contribution supérieure à celle du soleil, car elle est beaucoup plus près de nous et bien qu'elle soit moins massive, sa densité est plus élevée.

mittlere Bahn auch in der Ekliptik liegt, trägt über zweimal so viel zu diesem Effekt bei, denn dieser Himmelskörper ist uns viel näher und obwohl er viel kleiner als die Sonne ist, hat er eine höhere Dichte.

Die Gezeiten sind auch die Folge gravitativer Wechselwirkungen zwischen Erde, Mond und Sonne. Die Energie, welche sie verschleissen, hauptsächlich am Meeresboden und in Küstennähe, verlangsamt fast unmerklich die Geschwindigkeit der Erdrotation. Bekanntlich gibt es aber keine Aktion ohne Reaktion und man kann zeigen, dass dieser Effekt auch zu einer langsamen Vergrösserung der Entfernung des Mondes führt. Mit den Retroreflektoren, von den Apollo Astronauten auf dem Mond hinterlassen, kann man heute diese progressive Vergrösserung genau verfolgen und eine von der Theorie vorhergesagte Rate von etwa 3 cm pro Jahr bestätigen.

Die genaue Form der Erdkugel

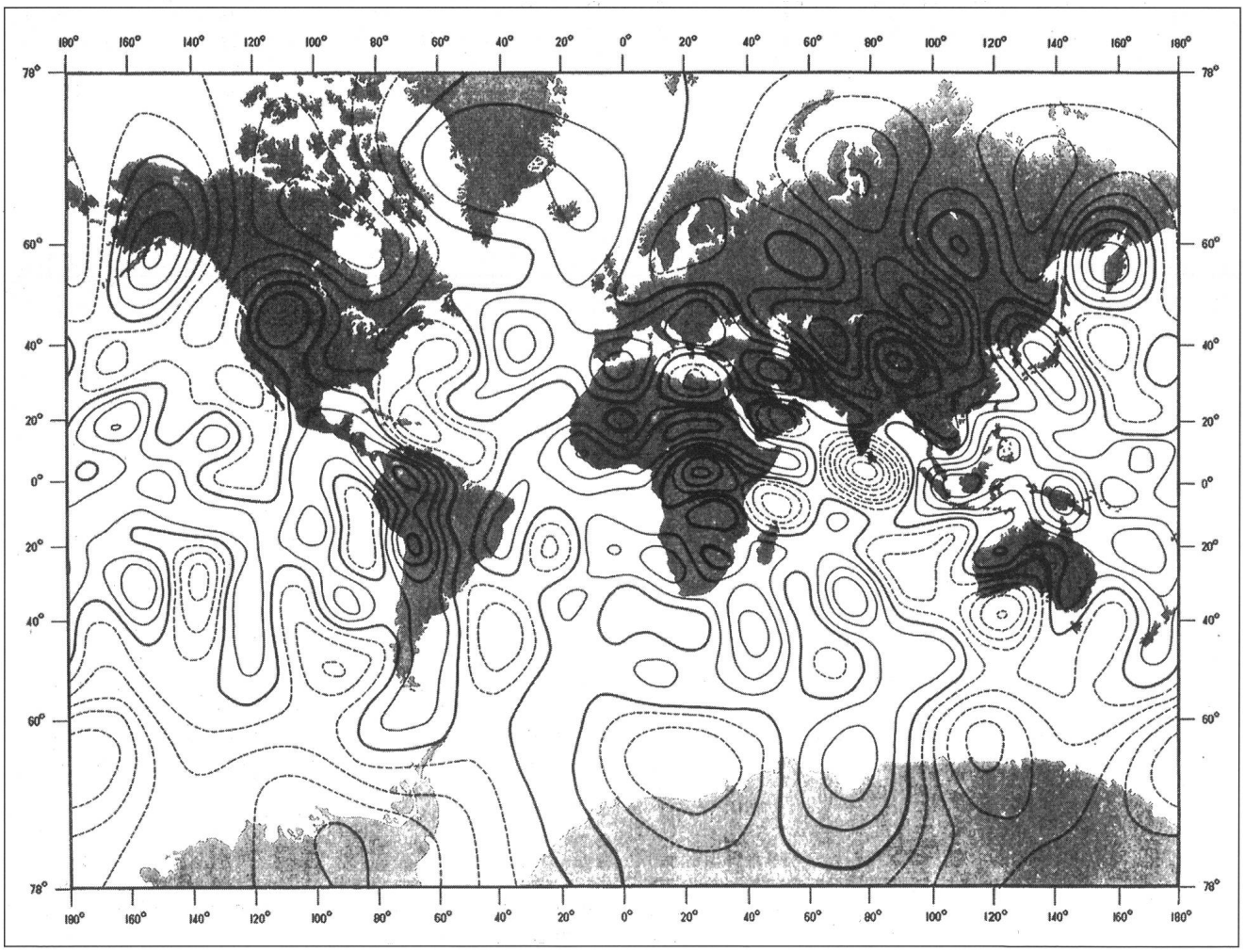
An der Erdoberfläche ist die Massenverteilung alles andere als gleichmässig; man braucht nur an Berge, Täler und Seen zu denken. Dazu kommt auch, dass die Dichte der Gesteine sehr

Les marées sont aussi le résultat d'une interaction gravitationnelle entre la terre, la lune et le soleil. L'énergie qu'elles dissipent sur les fonds océaniques, surtout aux abords des côtes, ralentit presque imperceptiblement la vitesse de rotation de la terre. Mais comme il n'y a pas d'action sans réaction, on peut montrer que ce phénomène a aussi pour effet d'éloigner progressivement la lune. Grâce aux rétro-réflecteurs déposés par les astronautes d'Apollo, on peut aujourd'hui suivre cet éloignement progressif et confirmer le taux d'environ 3 cm par an que prédisaient les calculs.

La forme du globe terrestre

A la surface du globe, la répartition des masses est loin d'être très régulière, il suffit de penser aux montagnes, lacs et vallées. D'autre part, les roches du sous-sol peuvent avoir des densités très variables. Cela explique que la force de la pesanteur puisse, elle aussi, varier d'un endroit à l'autre. En certaines régions on observe même de fortes anomalies de la gravité, ce qui est d'ailleurs utilisé comme moyen de prospection géologique.

Fig. 2. Das Geoid. Die Höhenlinien sind im Abstand von 10 m, für Höhen durchgezogen und für Tiefen gestrichelt. Der festere Strich entspricht dem Nullniveau.
Le géoïde. Les courbes de niveau vont de 10 en 10 m et les lignes continues correspondent aux élévations, celles en tirets aux dépressions. Le trait plus foncé est le niveau zéro.



unterschiedlich sein kann. So erklärt sich, dass die Schwere von Ort zu Ort verschieden ist. In gewissen Regionen beobachtet man sogar ausgeprägte Schwereanomalien; wohlbekannt ist ja, dass diese als geologische Prospektionsmethode verwendet werden.

Es ist besonders leicht, die Konsequenzen von Schwereanomalien auf hoher See zu betrachten. Dort wo die Schwere grösser ist, wird sich Wasser anhäufen und der Meeresspiegel wird ansteigen. Wo dagegen die Schwere kleiner ist, gibt es ein Tief der Wasseroberfläche. Man beobachtet also Variationen der Nullebene, d. h. des Meeresspiegels gegenüber dem idealen Rotationsellipsoid, das man ohne Schwereanomalien hätte. Diese Höhenvariationen haben natürlich Lotabweichungen zur Folge: Die lokale Richtung des Lotes weicht von der Normalen zum Rotationsellipsoid ab, steht jedoch überall senkrecht zur Oberfläche.

Die ozeanischen Gräben sind Regionen wo es ein grosses Massendefizit gibt. Sie produzieren negative Schwereanomalien. Berge und Vulkane über dem Meeresboden sowie die ozeanischen Rücken sind dagegen Orte positiver Anomalien. Dies sind Charakteristiken, die man mittels Satelliten genau bestätigen konnte. Wenn sich solche Anomalien über grosse Distanzen erstrecken, beeinflussen sie die Bahn von erdnahen Satelliten. Das ist wiederum ein Kreiseleffekt, aus dem man die exakte Form des Erdkörpers ableiten konnte. Die Anomalien kleinerer Abmessungen werden mittels Methoden der Echographie bestimmt: Aus der Laufzeit von hin und zurück laufenden Radarpulsen, die von hochfliegenden Satelliten ausgestrahlt werden, lässt sich heute die Höhe des Meeresspiegels, oder des Bodens, mit Zentimetergenauigkeit bestimmen. Diese Nullfläche, mit ihren geglätteten Höhen und Tiefen, nennt man das Geoid, wovon Fig. 2 eine Darstellung wiedergibt.

Ein Vergleich elektrostatischer und gravimetrischer Kräfte

Berechnet man, für typische atomare Teilchen wie Protonen oder Elektronen, das Verhältnis der elektrostatischen oder Coulomb Kraft zur gravimetrischen Kraft (drittes Newtonsches Gesetz), so findet man astronomische Zahlen: Etwa 10^{36} für Protonen und $4 \cdot 10^{42}$ für Elektronen. Die Coulomb Kräfte sind also für atomare Teilchen unglaublich viel stärker als die gravitativen Kräfte. Über grosse Entfernungen spielen jedoch die elektrostatischen Kräfte keine Rolle, denn in grossen Volumen hat man meistens **elektrische Neutralität.** Über grosse Distanzen bleibt meistens nur die Schwere als Kraft wirksam (und, wie wir gesehen haben, manchmal die Zentrifugalkraft); und diese kann sehr gross werden, denn astronomische Körper enthalten leicht Teilchenzahlen die 10^{50} übersteigen.

Die elektromagnetischen Photonen

Die statischen Gesetze von Coulomb und Newton verleiten zu dem Schluss, dass Ladungen oder Massen stets über ihre gegenseitigen Positionen informiert sind. Für Newton war das eine Folge seiner Anschauung, dass jeder Massenkörper stets von seinem Schwerefeld umgeben ist. Für Einstein, der postulierte, dass kein Signal sich schneller als das Licht ausbreiten kann, konnte das nicht wahr sein. Wir werden weiter unten sehen, dass ihn das dazu führte anzunehmen, dass jedes Massenteilchen den Raum verformt. Ein Raum mit geradlinigen Koordinaten (ein Euklidischer Raum) wird dann zu einem gekrümmten Raum. Eine sich bewegende Testmasse läuft dann nicht mehr auf einer einfachen Newtonschen Bahn, insbesondere bei einer Zentralmasse eine Kepler Bahn

Il est intéressant d'étudier les conséquences des anomalies gravifiques en haute mer. Les régions de gravité plus forte attirent davantage d'eau et provoquent ainsi une élévation du niveau de la mer. Les zones où la gravité est plus faible voient la mer se creuser. On observe ainsi des variations du niveau zéro, celui de la mer, par rapport à l'ellipsoïde de rotation parfait qu'on aurait en l'absence d'anomalies gravifiques. Ces variations de niveau entraînent naturellement des déviations de la verticale d'un lieu. La direction locale du fil à plomb s'écarte alors un peu de la perpendiculaire à l'ellipsoïde idéal, puisque c'est à la surface du géoïde qu'elle est verticale.

Les fosses océaniques sont des zones où il y a un grand défaut de masse. Elles donnent lieu à des anomalies gravifiques négatives. Les monts ou volcans sous-marins, de même que les dorsales océaniques, sont par contre des régions d'anomalies positives. Ces caractéristiques ont été parfaitement confirmées par les études qu'on en a faites au moyen de satellites. En effet, à grande échelle ces anomalies perturbent les trajectoires orbitales des satellites en orbites basses; il s'agit encore une fois d'un effet de gyroscope dont l'analyse permet de déduire la forme exacte du globe. Quant aux anomalies de petite échelle, elles sont révélées par échographie: des radars à bord de satellites de haute altitude peuvent aujourd'hui déterminer le niveau de la mer ou du sol à la précision de quelques centimètres en mesurant les temps d'aller et retour d'impulsions électromagnétiques. Cette surface du globe de niveau zéro avec ses creux et ses bosses lisses, est appelée «le géoïde», dont une représentation est donnée à la Fig. 2.

Comparaison des forces électrostatiques et gravifiques

Si on calcule, pour des particules atomiques types, telles que les protons ou les électrons, le rapport des forces électrostatiques, ou de Coulomb, et gravifiques (troisième loi de Newton), on trouve des nombres astronomiques: environ 10^{36} pour les protons et $4 \cdot 10^{42}$ pour les électrons. Les forces de Coulomb sont donc incroyablement plus fortes que l'attraction gravitationnelle pour les particules atomiques. Mais aux grandes distances, les forces électriques ne jouent généralement aucun rôle, car il y a **neutralité électrique**. A ces grandes distances, à part les forces centrifuges déjà mentionnées, seule reste la gravité, qui peut devenir très importante car des corps planétaires contiennent aisément des nombres de particules supérieurs à 10^{50}

Les photons électromagnétiques

Les lois statiques de Coulomb ou de Newton pourraient donner à penser que les charges ou les masses sont toujours informées instantanément de leurs positions réciproques. Pour Newton cela provenait du fait que chaque masse était toujours entourée de son champ de force. Pour Einstein, qui admettait qu'aucun signal ne peut se propager plus vite que la lumière, cela ne pouvait pas être vrai et il proposa que toute masse déforme l'espace. Un espace aux coordonnées rectilignes (c.-à-d. un espace euclidien) devient alors un espace courbe, dans lequel une masse test ne parcourt plus une trajectoire selon les lois de Newton, en particulier une conique képlerienne dans le cas d'une masse centrale, mais une courbe plus compliquée. Et même la lumière, déjà déviée d'une droite dans la théorie classique newtonnienne, subit alors une déviation additionnelle.

Une autre façon de voir ce problème est de considérer deux charges, d'abord au repos. Chacune ne produit qu'un champ électrostatique. Dès qu'on déplace l'une des charges son champ électrique n'est plus statique. En un point donné il varie

(Kegelschnitt), sondern durchläuft eine kompliziertere Trajektorie. Sogar das Licht, das sich in Anwesenheit von konzentrierten Massen schon bei Newton nicht geradlinig ausbreitet, wird dann weiter abgelenkt.

Eine andere Betrachtungsweise für dieses Problem, besteht darin, zwei Ladungen anzusehen, die zuerst zueinander ruhen. Jede Ladungen empfindet das elektrostatische Feld der anderen. Solange die beiden Ladungen ruhen, spüren sie keine anderen reziproken Felder. Sobald aber eine der Ladungen sich bewegt, sind die Felder nicht mehr statisch. Dies erzeugt magnetische Felder, die auch zeitlich variabel sind, umso mehr, als eine bewegte Ladung einem Strom entspricht, der wiederum ein Magnetfeld erzeugt. Diese gekoppelten variierenden Felder strahlen, einer Antenne gleich, elektromagnetische Energie in den Raum. Der Physiker kann diese Vorgänge ebensogut mit Hilfe **elektromagnetischer Photonen** beschreiben, jene Energiequanten, die uns im beschränkten Frequenzbereich des sichtbaren Lichtes sehr gut bekannt sind. Durch diese Emission von Photonen erfahren also die beiden Ladungen von ihrer gegenseitigen Verschiebung. Aus diesem Grunde wird das Photon als Uebermittler der elektromagnetischen Kräfte aufgefasst. Auch im statischen Fall werden Photonen ausgetauscht, aber durch Interferenz beseitigen sich hier die Photonen gegenseitig und das System strahlt keine Energie aus. Der Physiker spricht dann vom Austausch **virtueller Photonen**, die zu **reellen Photonen** werden, sobald eine Ladung gegenüber der anderen verschoben wird, was die vorher perfekte Interferenz zerstört.

Das Konzept des virtuellen Photons ist nicht so künstlich wie es auf den ersten Blick erscheint: in einem Atom werden die Elektronen der Hülle auf ihren Bahnen enormen Beschleunigungen unterworfen; man würde also erwarten, dass sie eine starke Strahlung emittieren (Čerenkov Strahlung) und Energie verlieren. Dem ist jedoch nicht so: im Atom sind die Elektronen in wohldefinierten Quantenzuständen und die ausgestrahlte Energie hat die Form virtueller Photonen, die sich durch Interferenz gegenseitig aufheben. Erst beim Übergang von einem Quantenzustand zu einem anderen werden reelle Photonen emittiert oder absorbiert.

Das Konzept des Gravitons

Die gravitative Wechselwirkung befolgt sehr ähnliche Gesetze und der Übermittler der Anziehungskraft ist hier das **Graviton,** ein dem Photon ähnliches Teilchen. Alle Verschiebungen von Massen sind an die Ausstrahlung und den Empfang von Gravitonen gebunden. Bis heute ist es jedoch noch nicht gelungen, auf der Erde Gravitonen wahrzunehmen, die im Weltraum erzeugt wurden. Dennoch ereignen sich dort gravitative Phänomene von enormen Ausmassen, wie die Explosionen von Supernovae. Aber die erzeugten Gravitonen sind von tiefer Frequenz und ihre schwache Energie ist auf ein unermesslich grosses Volumen verteilt, so dass sich ihr Nachweis als aussergewöhnlich schwierig erweist. Mittlerweile werden aber neuartige Empfänger gebaut, mit der Hoffnung, doch bald einen Erfolg vorweisen zu können.

Wenn man auch bis heute noch keine im Weltall erzeugten Gravitonen nachweisen konnte, so hat man doch ein Doppelsternsystem studieren können, zwei Neutronensterne in gekoppelter Rotation um ihren gemeinsamen Schwerpunkt, dessen ausgestrahlte gravitative Energie (das gravitative Gegenstück zur Čerenkov Strahlung) die unmittelbare Zukunft des Sternpaares bestimmt. Einer der Partner ist ein Pulsar, eine Art elektromagnetischer Leuchtturm am Himmel, der regelmässige Pulse ausstrahlt. Wegen seiner Bewegung auf der Umlaufbahn

en fonction du temps. Cela engendre immédiatement des champs magnétiques, variables eux-aussi, et cela d'autant plus que le déplacement d'une charge peut être assimilé à un courant électrique, source encore une fois d'un champ magnétique. Dès qu'on déplace une charge électrique on est donc mis en présence de champs électromagnétiques qui rayonnent alentour comme une antenne. Ce phénomène peut être décrit par des **photons électromagnétiques**, dont la lumière n'est qu'une forme à des fréquences particulières; les photons sont d'ailleurs souvent présentés comme particules élémentaires de la lumière. On voit ainsi que les deux charges électriques sont renseignées mutuellement, par l'émission de photons à la vitesse de la lumière, sur leurs déplacements réciproques, et l'on comprend pourquoi on peut dire que les photons sont le véhicule ou le vecteur des forces électromagnétiques. Dans l'état statique il y a aussi échange de photons, mais ces photons s'annulent continuellement par interférence, le système ne rayonne pas d'énergie dans cette situation. On dit qu'il y a échange de **photons virtuels**, qui deviennent **photons réels**, dès qu'on déplace les charges l'une par rapport à l'autre, l'interférence parfaite étant alors détruite.

Le concept de photons virtuels est moins arbitraire qu'il n'y paraît: dans un atome, les électrons orbitaux sont soumis à d'énormes accélérations; ils devraient donc rayonner (rayonnement de Čerenkov) et perdre leur énergie. Mais ils sont dans un état quantique bien défini et le rayonnement qu'ils émettent est composé de photons virtuels qui s'annulent par interférence. C'est seulement lors d'un changement de l'état quantique que des photons réels sont émis ou absorbés.

Le concept de graviton

L'interaction gravitationnelle obéit à des lois très similaires et le véhicule des forces gravitationnelles est une particule semblable au photon, le **graviton**. Tout déplacement de masse est lié à l'émission ou la réception de gravitons, mais on n'a pas encore pu détecter de gravitons venant de l'espace sidéral. Pourtant il s'y passe des phénomènes gravitationnels d'une ampleur énorme, tels que les explosions de supernovas. Mais les gravitons générés sont de fréquences très basses et leur faible énergie est diluée dans d'immenses volumes, ce qui rend leur détection incroyablement difficile. On est cependant en train de construire des récepteurs très sophistiqués avec espoir de succès dans un proche avenir.

Si l'on n'a pas encore pu capter de gravitons d'origine sidérale, on a par contre pu étudier un système d'étoile double, deux étoiles à neutrons en orbite l'une autour de l'autre, où l'émission d'énergie gravitationnelle détermine l'évolution à court terme de la paire d'étoiles. L'un des partenaire est un pulsar, une sorte de phare radioélectrique dans le ciel qui émet une suite régulière d'impulsions. A cause du mouvement orbital du pulsar et de l'effet Doppler, les impulsions que nous recevons ont une cadence variable. L'étude de ces variations a permis une connaissance très détaillée du système. Les deux étoiles sont si massives et si proches l'une de l'autre qu'elles émettent un rayonnement gravitationnel très intense (le pendant gravitationnel du rayonnement de Čerenkov). Cette perte d'énergie du système fait que les deux étoiles se rapprochent toujours plus et leur période orbitale diminue rapidement. Les observations sont en excellent accord avec les calculs basés sur la théorie de la relativité généralisée d'Einstein, pour laquelle elles fournissent une magistrale confirmation. Mais cela n'est pas l'équivalent d'une expérience de laboratoire permettant de vérifier que les résultats dépendent correctement de paramètres initiaux qu'on peut modifier.

und dem Dopplereffekt kommen die empfangenen Pulse bei uns mit wohldefinierten Schwankungen an. Aus diesen Schwankungen konnte das Sternenpaar in vielen Einzelheiten studiert werden. Insbesondere sind die zwei Sterne so massiv, dass sie in ihrer Bewegung um das Massenzentrum grosse Mengen gravitativer Energie, in Form von Gravitonen, aussenden. Dieser Energieverlust hat zur Folge, dass die beiden Sterne immer näher zusammenrücken, wobei sich ihre Bahnperiode rapide verkleinert. Die Beobachtungen sind in sehr guter Übereinstimmung mit den Rechnungen nach Einsteins Theorie der allgemeinen Relativität, für welche sie eine glänzende Bestätigung darstellen. Dies ist jedoch einem Laborexperiment nicht äquivalent, in dem man die Parameter des Experimentes ändern kann um zu sehen, ob sich dann auch die Ergebnisse der Theorie entsprechend verändern.

Die Gravitation und die Relativitätstheorie Einsteins

Der Name Einstein ist uns allen ein Begriff, der genaue Inhalt seiner Theorien ist jedoch im allgemeinen wenig bekannt. Dabei handelt es sich strenggenommen um zwei Theorien, oder vielmehr um zwei Stufen unserer Wahrnehmung, einmal des Raumes und der Zeit, andererseits der Phänomene der Gravitation und der Trägheit. Die erste Stufe, die spezielle Relativitätstheorie, stammt aus dem Jahre 1905 und vereinigt innerhalb eines neuen Konzeptes die Begriffe von Raum und Zeit, das *Raum-Zeit Kontinuum.* Die spezielle Relativitätstheorie beruht auf dem Axiom, dass sich kein Signal schneller als die Lichtgeschwindigkeit c fortbewegen kann. Als Folgerung kommt dabei bereits die bekannte Beziehung $E = mc^2$ heraus, wobei E = Energie und m = Masse sind. Das *Raum-Zeit Kontinuum* unterscheidet 3 Regionen: In der ersten findet man die Ereignisse der Vergangenheit; in der zweiten diejenigen der Zukunft; während eine grosse dritte Region nur dann zu erreichen wäre, wenn man über Geschwindigkeiten grösser als die des Lichtes verfügen würde.

Die allgemeine Relativitätstheorie geht weit über dieses vorherige Prinzip hinaus. Es handelt sich dabei um eine umfassende Theorie der Gravitation. Nachdem Einstein behauptet hatte, dass kein Signal die Lichtgeschwindigkeit überschreiten kann, musste er erklären, wie zwei Massen, getrennt durch beliebige Distanzen, gar von astronomischen Ausmassen, *jederzeit* Kenntnis über ihre gegenseitigen Positionen besitzten (dies war die Auffassung von Newton). Im Jahre 1916 schlug Einstein ein Feld als Ersatz für das Konzept der Gravitationskraft vor, welches das *Raum-Zeit Kontinuum* zu deformieren vermag (siehe dazu auch der letzte Abschnitt). Somit umkreisen die Planeten die Sonne nicht auf elliptischen Bahnen. Vielmehr bewegen sie sich im *Raum-Zeit Kontinuum* auf "geradlinigen" Bahnen, so genannten *geodätischen Trajektorien*. Dieses vierdimensionale *Raum-Zeit Kontinuum* hat keine vorgegebene, feststehende, Realität. Nach den neuesten Vorstellungen der Kosmologie haben Raum, Zeit und Massen einen gemeinsamen Ursprung im "Big Bang". Bis heute ist es jedoch noch nicht gelungen die Geometrie des *Raum-Zeit Kontinuums* mit Laborexperimenten zu bestätigen.

Warum neue Tests?

Forscher der Universität Stanford in Kalifornien arbeiten an neuen Tests der Einsteinschen allgemeinen Relativitätstheorie. Diese Tests sollen mit Hilfe eines Satelliten ausgeführt werden, der mit äusserst raffinierten Instrumenten ausgerüstet ist. Um sicherzustellen, dass alle Teilsysteme richtig funktionieren, ist 1993 ein Testflug vorgesehen, während das eigentliche Experiment für 1995 programmiert ist.

La gravité et la théorie de la relativité d'Einstein

Si nous connaissons tous le nom d'Einstein, l'objet de sa théorie nous est en général moins familier. Il s'agit en fait de deux théories, ou plutôt de deux étapes dans notre perception de l'espace et du temps d'abord, du phénomène de la gravité et de l'inertie ensuite. La première étape, celle de la relativité restreinte, date de 1905 et réalise la synthèse de l'espace et du temps en un nouveau concept, celui de l'*espace-temps*. Elle accepte comme axiome qu'aucun signal ne peut se propager à des vitesses supérieures à celle de la lumière, c, et conclut déjà que $E = mc^2$, où E = énergie et m = masse. Dans l'*espace-temps* on reconnaît trois régions distinctes, celle des événements passés, celle du futur et une grande zone inaccessible, ou qui ne pourrait être accessible que si l'on disposait de vitesses supérieures à celle de la lumière.

La relativité générale va bien au delà; c'est une théorie de la gravitation. Après avoir dit qu'aucun signal ne peut se propager plus vite que la lumière, Einstein se devait d'expliquer comment deux masses à des distances quelconques, même astronomiques, pouvaient être renseignées *à tout instant et instantanément* de leurs positions respectives (c'était la conception de Newton). Comme pour les charges on peut expliquer cette transmission d'information par un échange de gravitons virtuels, mais en 1916, ces idées n'avaient pas encore été développées. Ceci amena Einstein à offrir cette explication équivalente consistant à remplacer le concept de force gravitationnelle par celui d'un champ qui déforme l'*espace-temps*. Ainsi les planètes, qui nous semblent tourner autour du soleil sur des orbites elliptiques, se déplacent en fait sur des trajectoires «rectilignes», appelées des *géodésiques*, dans l'*espace-temps* déformé par les masses qui s'y trouvent. Cet *espace-temps* à quatre dimensions n'a pas de réalité indépendante. Selon les conceptions de la cosmologie moderne, espace, temps et masses ont une origine commune dans le «big bang». Il n'y a donc pas d'espace et d'échelle de temps infinis, à l'intérieur desquels se déroulerait l'évolution cosmique. Mais jusqu'à ce jour on n'a pas pu confirmer la géométrie de l'*espace-temps* par des expériences de laboratoire.

Pourquoi de nouveaux tests?

Des chercheurs de l'université de Stanford, en Californie, sont en train de mettre au point de nouveaux tests de la théorie de la relativité généralisée d'Einstein. Ces tests se feront au moyen d'un satellite sur lequel prendront place des instruments d'un extrême raffinement. Pour s'assurer que tous les systèmes seront bien au point, un vol préliminaire est prévu pour 1993, alors que l'expérience proprement dite, d'une durée de deux ans, est programmée pour 1995.

Pourquoi de nouveaux tests, serait-on tenté de dire? Malgré des différences essentielles entre les théories de Newton et d'Einstein, leurs prédictions pour tout ce qui se passe dans le système solaire sont presque identiques. Ce n'est qu'à l'échelle du Cosmos que des écarts importants se font jour. Einstein lui-même s'était bien rendu compte des difficultés qu'il y avait à vérifier la relativité généralisée et il ne pu proposer que trois effets, tous très petits.

(1) La précession du périhélie de Mercure, c.-à-d. la rotation graduelle de l'ellipse orbitale de cette planète selon l'esquisse de la Fig. 3. Il faut noter que la théorie de Newton prédit aussi une telle rotation, mais son ampleur ne s'accordait pas bien avec les faits.

(2) La déflexion de la lumière par des masses importantes, par exemple celle émise par les étoiles lorsqu'elle effleure les bords du soleil. Ici encore, la théorie classique prédit déjà un tel

Es zwingt sich nun die Frage nach dem Grund für diese neuen Tests auf. Denn trotz aller grundlegenden Unterschiede zwischen der Theorie von Newton und jener von Einstein stimmen die Voraussagen beider Theorien für sämtliche Vorgänge, welche im Sonnensystem ablaufen, praktisch identisch überein. Nur in kosmischen Abständen treten relevante Unterschiede auf.

Einstein war sich selber der Schwierigkeiten bewusst, die eine Überprüfung seiner allgemeinen Relativitätstheorie stellen würde und konnte nur drei Effekte vorschlagen, alle sehr klein, um seine Theorie zu prüfen.

(1) Die Präzession des Perihels des Planeten Merkur, d.h. die allmähliche Rotation der elliptischen Bahn des Merkurs (siehe Fig. 3). Dazu sollte bemerkt werden, dass die Theorie von Newton auch schon eine solche Rotation vorsieht, deren Amplitude stimmt jedoch nicht mit den Beobachtungen überein, im Gegensatz zu den Vorhersagen von Einstein.

(2) Die Ablenkung des Lichtes durch Körper grosser Masse, z.B. anhand der Ablenkung von Sternenlicht, wenn dieses am Rande der Sonne auftaucht. Wie wir oben schon gesagt haben, sieht auch hier die klassische Theorie einen solchen Effekt vor, der aber um die Hälfte schwächer ist. Erneut haben spätere Beobachtungen bei totalen Sonnenfinsternissen Einstein recht gegeben.

(3) Die *gravitative Rotverschiebung*, d. h. eine Versetzung in Richtung grösserer Wellenlängen der gesamten elektromagnetischen Strahlung eines sehr massivenen Körpers, wie z.B. diejenige eines Sternes. Die Bestätigung dieser letzten Aussage war erheblich schwieriger als diejenige der zwei ersteren. Erst 1976 ist dies in einem laborähnlichen Versuch im Massstab der Erde gelungen. Dazu wurde an einer Weltraumsonde, bezeichnet mit dem Namen *Gravity Probe A*, eine extrem genaue Uhr montiert und mit einer gleichen stationären Uhr verglichen.

Trotz des Erfolges der drei Experimente konnte noch nicht gesagt werden, dass sich die allgemeine Relativitätstheorie bereits auf brillante Weise, und über alle konkurrierenden Theorien der Gravitation, durchgesetzt hätte. Die Suche nach zusätzlichen Bestätigungen sollte weiterhin die Forschung in Anspruch nehmen.

Wie es auch schon bei *Gravity Probe A* der Fall war, wird das Labor der Forscher die gesamte Erde sein, deren Masse das *Raum-Zeit Kontinuum* in ihrer Nachbarschaft deformiert. Vom Standpunkt der Relativitätstheorie aus besitzt unser Planet unglücklicherweise aber nur eine geringe Masse. Dennoch sollen jetzt sehr subtile Versuche unternommen werden, möglich erst durch höchstmoderne Techniken, um Einsteins Theorien endgültig zu bestätigen. Das Experiment wird mit Hilfe einer Weltraumsonde durchgeführt, die den Namen *Gravity Probe B* tragen soll. Die Sonde wird sich auf einer polaren Erdumlaufbahn in 640 km Höhe befinden und mit vier ausgeklügelten Kreiseln ausgestattet sein. Dabei handelt es sich um zwei unterschiedliche Versuche, die sich über eine Zeitspanne von zwei Jahren erstrecken werden.

Kreisel als Sonden

Wieso eignen sich gerade Kreisel als Mess-Sonden? Jeder kennt den Kreisel als ein sich um die eigene Achse drehendes Spielzeug. Bei genügend hoher Drehgeschwindigkeit scheint er die Gesetze der Gravitation herauszufordern. Statt umzukippen bleibt er aufrecht. Mit dem allmählichen Langsamerwerden beginnt der Kreisel zu tanzen oder genauer zu präzedieren. Die Rotationsachse beschreibt dabei einen Kegel, dessen

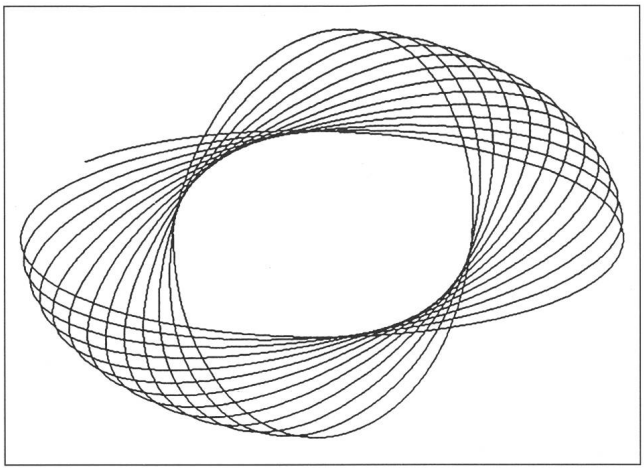


Fig. 3. Die Umlaufbahn des Merkurs ist, wie die aller anderen Planeten und Satelliten, keine perfekte Ellipse. Sie ist zwar einer Ellipse immer sehr nahe, aber deren Orientierung und Form verändern sich im Laufe der Zeit. Eher entspricht die beschriebene Umlaufbahn einer Rosette, wie sie hier übertrieben dargestellt ist. Die Rotation der Ellipsenachsen ist die "Präzession des Perihels". Wegen der Nähe Merkurs zur Sonne sind die relativistischen Auswirkungen auf diese Präzession verhältnissmässig gross, während sie für die übrigen Planeten verschwindend klein sind.
L'orbite de Mercure, comme celle de toutes les planètes ou satellites, n'est pas une ellipse parfaite. Elle en est toujours proche, mais son orientation et sa forme évoluent au fil du temps, si bien que l'orbite décrit en fait une rosette, dessinée ici de façon exagérée. La rotation des axes de l'ellipse est ce qu'on appelle «la précession du périhélie». A cause de sa proximité du soleil les effets relativistes sur cette précession sont importants dans le cas de Mercure, alors qu'ils sont négligeables pour les autres planètes.

effet, mais trop faible de moitié, et une fois encore les observations qu'on a faites plus tard, à l'occasion d'éclipses totales du soleil, ont donné raison à Einstein.

(3) Le *redshift gravitationnel*, soit un déplacement vers de plus grandes longueurs d'onde de toute radiation électromagnétique émise par un corps de grande masse, tel celui d'une étoile. Pour ce dernier test, il était plus difficile de trouver une confirmation, mais on a finalement réussi une sorte d'expérience de laboratoire, à l'échelle de la terre, au moyen d'une horloge ultra-précise placée sur une fusée et qu'on a comparée avec une même horloge restée sur terre. Cette sonde spatiale particulière avait reçu le nom de *Gravity Probe A*.

En dépit de la réussite de ces trois tests, on ne pouvait pas dire que la théorie généralisée d'Einstein s'était imposée avec éclat sur toutes les autres théories de la gravitation avec lesquelles elle est en compétition. Il devenait donc nécessaire de chercher d'autres confirmations.

Comme pour *Gravity Probe A,* le laboratoire des chercheurs de Stanford sera la terre entière, dont la masse déforme l'*espace-temps* en son voisinage. Notre planète ne représente malheureusement qu'une petite masse du point de vue des effets de la relativité, mais des tests très subtils, possibles par la mise en oeuvre de techniques ultra-modernes, devraient permettre deux confirmations magistrales des thèses d'Einstein. L'expérience se fera au moyen d'une sonde spatiale, dénommée «*Gravity Probe B*». Cette sonde voyagera sur une orbite polaire à 640 km d'altitude et emportera 4 petits gyroscopes, d'une conception très raffinée et comme nous venons de la dire, il s'agira de deux tests distincts qui s'étendront sur deux ans.

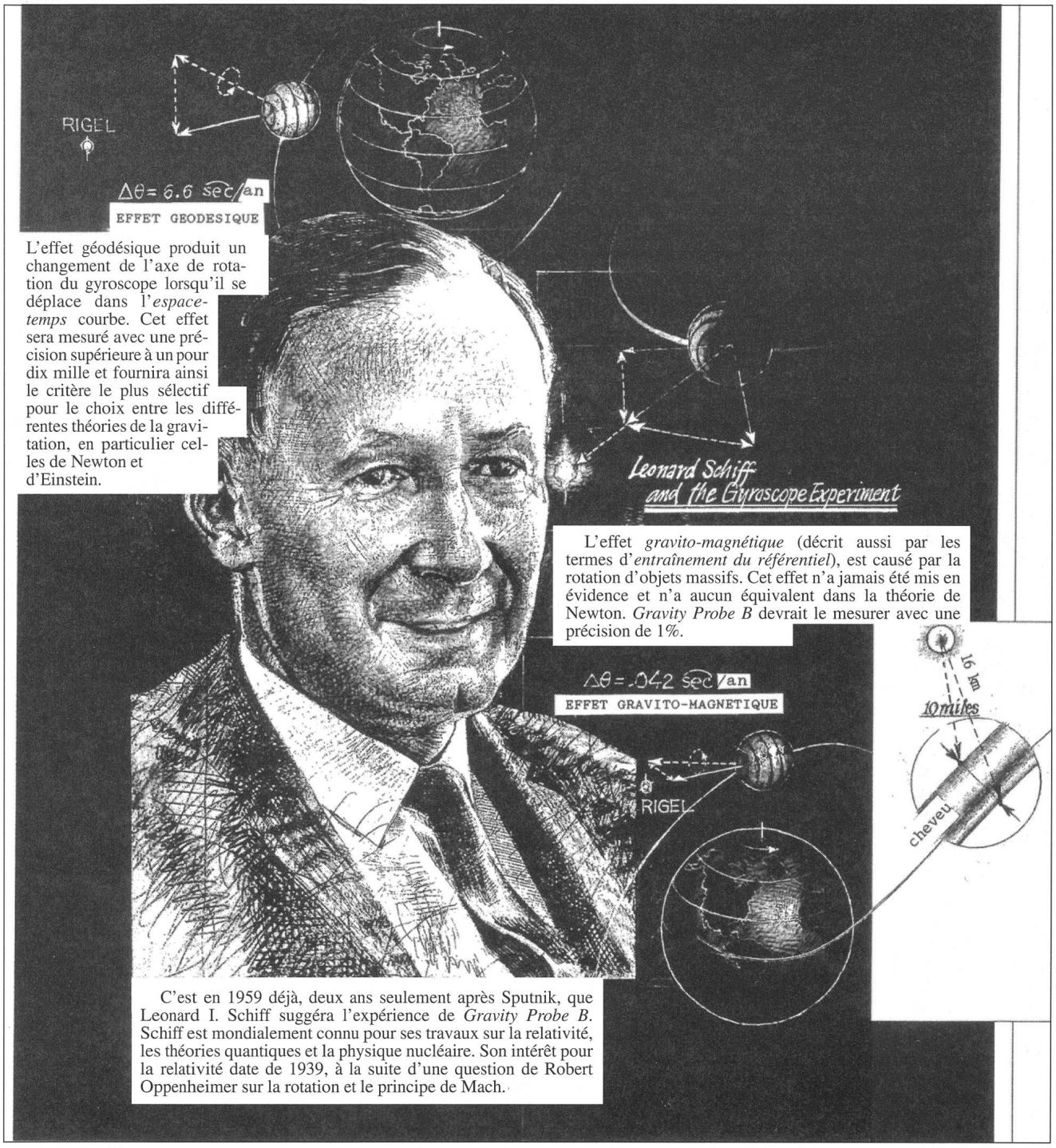


Fig. 4a. Montage artistique de l'université de Stanford. La précision escomptée correspond à un angle inférieur au millième de seconde d'arc, soit environ celui sous lequel on voit l'épaisseur d'un cheveu à 16 km.

Öffnungswinkel mit abnehmender Drehgeschwindigkeit grösser wird. Schlussendlich steht der Kreisel still und fällt auf die Seite. Dreht sich nun ein Kreisel mit hoher Geschwindigkeit, kann dieser die Richtung seiner Achse beibehalten. Die Bemühungen, die Richtung zu ändern, führen lediglich zu einer Präzession der Rotationsachse. Diese Eigenschaft soll in

Des gyroscopes comme capteurs

Pourquoi va-t-on utiliser des gyroscopes? Nous avons déjà mentionné la propriété principale du gyroscope ou de la toupie, lorsque nous avons parlé de la précession des équinoxes. Chacun connaît la toupie comme jouet et sait que lorsqu'elle tourne très vite, elle semble défier les

der *Gravity Probe B* Sonde ausgenützt werden. Die Erdumlaufbahn dieses Satelliten entspricht im *Raum-Zeit Konzept* einer geraden Bahn, in einem durch die Masse unseres Planeten kaum deformierten *Raum-Zeit Kontinuum*. Die kleinsten Deformationen werden sich aber in messbaren kleinen Abweichungen der Kreiselachsen widerspiegeln, und diese Abweichungen sollen gemessen werden.

Der erste Versuch entspricht also einer direkten Messung der Krümmung des *Raum-Zeit Kontinuums* durch die Masse der Erde. Diese Krümmung sollte eine Veränderung der Ausrichtung der Kreiselachsen in Bezug auf ein System von Fixsternen bewirken. Während eines ganzen Jahres auf der Umlaufbahn werden die Kreiselachsen eine Ablenkung ihrer Ausrichtung, **parallel zur Umlaufbahnebene**, von einem Winkel von nur 6.6 Bogensekunden widerfahren (siehe dazu Fig. 4). Die Empfindlichkeit und die Stabilität der benützten Instrumente erlauben das Messen eines so kleinen Winkels mit einer Genauigkeit von einigen Zehntausendstel Bogensekunden. Dies wird der erste Laborversuch sein, der die Krümmung des *Raum-Zeit Kontinuums* nachvollzieht. Bis heute sind dafür nur indirekte Bestätigungen bekannt, welche auf astronomischen Phänomenen beruhen.

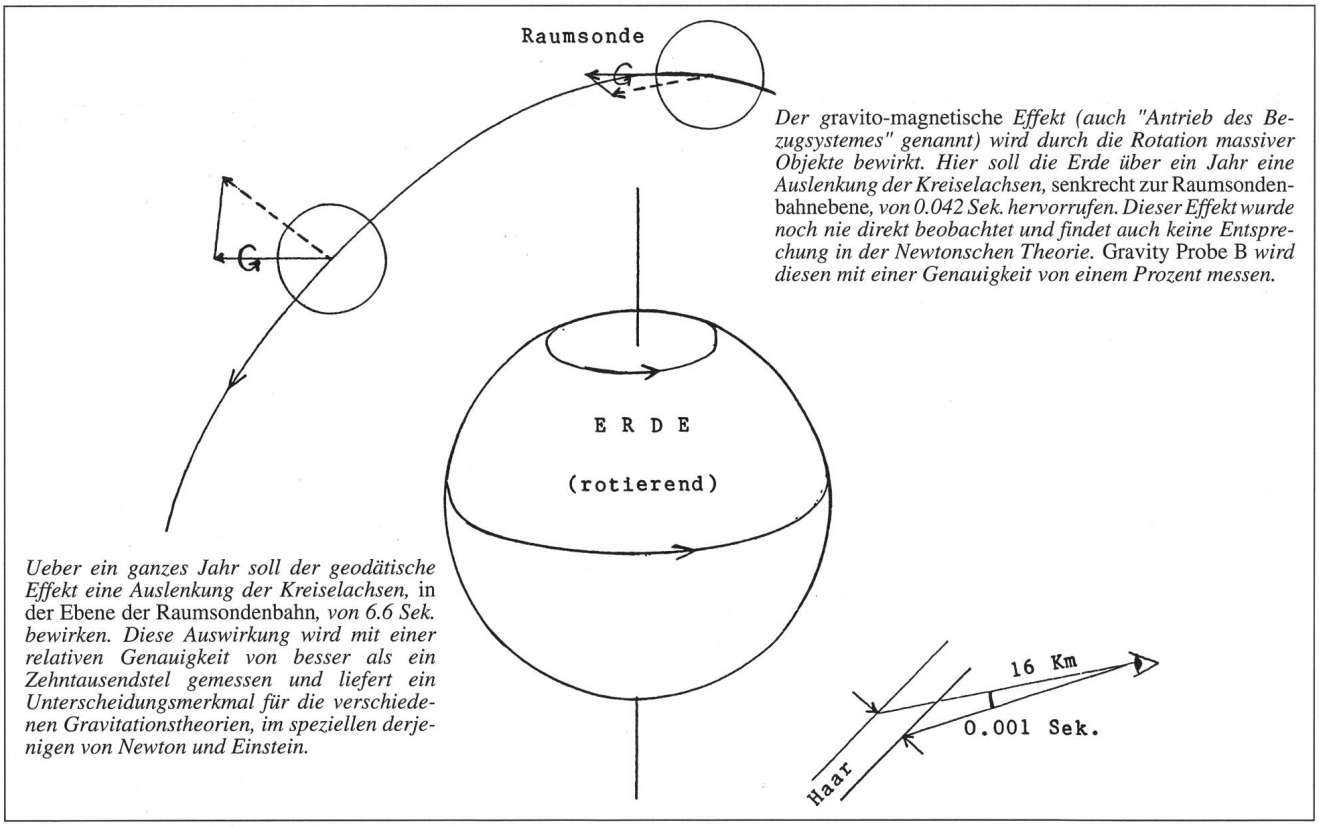
Das Trägheitsäquivalent des magnetischen Momentes

Der zweite Versuch ist noch um einiges subtiler und erfordert für das Verständnis erneut eine Analogie mit dem Elektromagnetismus. Es ist wohlbekannt, dass Elektronen eine elektrische Ladung besitzen und mit einem *kinematischen Drehmoment*, dem *Spin*, versehen sind. Der Spin entspricht einer Rotation der

lois de la gravité, se tenant bien droite au lieu de tomber. A mesure qu'elle ralentit, la toupie se met pourtant à danser, on dit qu'elle précesse. Son axe de rotation décrit alors un cône qui s'ouvre de plus en plus à mesure que la vitesse de rotation diminue. Finalement la toupie s'arrête et se couche de côté. Lorsqu'il tourne à grande vitesse, un gyroscope réussit donc à conserver la direction de son axe de rotation. Les efforts qu'on pourrait faire pour changer cette direction ne réussissent qu'à faire précesser les gyroscopes (nous avons vu plus haut que cela engendre la précession des équinoxes). Cette propriété sera utilisée dans la sonde *Gravity Probe B*. L'orbite de ce satellite autour de la terre correspond, dans l'*espace-temps*, à une trajectoire «rectiligne» dans un espace à peine déformé par la petite masse de notre planète. Ces déformations minuscules se traduiront par un désalignement apparent des gyroscopes, et c'est cela qu'on va mesurer.

La première expérience est donc une mesure directe de la courbure de l'*espace-temps* par la masse de la terre. Cette courbure devrait avoir pour effet de modifier l'alignement des gyroscopes par rapport à un système de coordonnées lié aux étoiles fixes. Sur une année entière du parcours orbital, l'orientation des gyroscopes devrait subir une déviation, **dans le plan de l'orbite**, d'un arc de seulement 6,6 secondes (voir la Fig. 4); mais la sensibilité et la stabilité du système sont telles que ce petit angle pourra être mesuré avec une précision supérieure à un dix-millième. Ce sera le premier test de laboratoire du concept de courbure de

Fig. 4b. Veranschaulichung der Gravity Probe B *Experimente. Die erhoffte Genauigkeit entspricht einem Winkel, der kleiner als ein Tausendstel einer Bogensekunde ist, entsprechend etwa der Dicke eines Haares betrachtet aus einer Entfernung von 16 km.*



elektrischen Ladung. In der klassischen Physik hat die Rotation einer Ladung die Entstehung eines magnetischen Momentes zur Folge. Beim Elektron ist dies auch so und entspricht dem magnetischen Moment des Teilchens.

In der Gravitationstheorie ist die von einem rotierenden Massenkörper, z.B. der Erde, erzeugte sekundäre gravitative Erscheinung das Gegenstück zum magnetischen Moment. Es handelt sich dabei nicht um ein magnetisches Feld, sondern um ein tensorielles Gravitations- oder Schwerefeld, aber wegen der geschilderten Analogie sprechen die Physiker von einer *gravito-magnetischen* Kraft, oder auch vom Lense-Thirring Effekt (nach H. Thirring & J. Lense, 1918: Über den Einfluss der Eigenrotation der Zentralkörper auf die Bewegung der Planeten und Monde nach der Einsteinschen Gravitationstheorie, *Phys. Z.* 19, 156-163). Diese Kraft bewirkt bei den Kreiseln eine jährliche Ablenkung der Kreiselachsen um nur 0.042 Bogensekunden, diesmal **senkrecht zur Umlaufbahnebene** (siehe Fig. 4). Hier reduziert sich die Messgenauigkeit auf ein Prozent, oder möglicherweise etwas besser. Gelingt das Experiment, so wird dies jedoch das erste Mal überhaupt sein, dass dieser Effekt beobachtet werden konnte. In diesem Versuch liegt sogar die Hoffnung einen Weg zu finden, der die Realisierung eines der ehrgeizigsten Träume der modernen Physik ermöglichen soll: Die Synthese der Gravitationskraft mit den drei anderen bekannten Kräften, der starken und schwachen Kernkräfte und der elektromagnetischen Kraft.

Erst ganz raffinierte Kunstgriffe ermöglichen das Experiment

Es sollen hier zwar nicht alle Details über die angewendeten technologischen Spitzenleistungen in der Planung und Erstellung von *Gravity Probe B* aufgezählt werden. Einige besondere Eigenschaften sollen aber dennoch hervorgehoben werden. Die Kreisel bestehen aus Quarzkugeln mit einem Durchmesser von 4 cm. Ihre Herstellung soll angeblich so perfekt sein, dass, verglichen mit einer Kugel von der Grösse der Erde, Abweichungen von der idealen Kugeloberfläche höchstens 5 m betragen würden. Die Kreisel werden innerhalb eines Ultrahochvakuums mit 10'000 Umdrehungen pro Minute rotieren und ihre unveränderte Lage im Gehäuse soll durch ein elektrisches Schweben erreicht werden. Die Verluste an Energie durch Reibung werden dabei so gering sein, dass die Kreisel in hundert Jahren nicht mehr als ein Prozent ihrer Drehgeschwindigkeit verlieren würden.

Eine wichtige Rolle wird das exakte Einhalten der vorgegebenen Umlaufbahn spielen. Es ist notwendig sich zu vergewissern, dass die Sonde wirklich auf einer *geodätischen* Bahn die Erde umkreist, ohne durch Bremseffekte der auf 640 km Höhe noch vorhandenen Restatmosphäre und dem Druck der Sonnenstrahlung gestört zu werden. Dies soll mit dem Einsatz einer zusätzlichen fünften Kugel erreicht werden. Diese wird innerhalb der Sonde im selben Hochvakuum gelagert sein, aber ohne sich dabei zu drehen. Da diese Kugel nicht den atmosphärischen Bremseffekten und der Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist, wird sie sich auf einer idealen *geodätischen* Bahn fortbewegen. Ihr Schwebesystem dient dann nicht der Korrektur ihrer Position innerhalb des Gehäuses, sondern liefert elektrische Signale, mit derer Hilfe die Düsen der Raumsonde gesteuert werden. Somit soll es der Raumsonde möglich sein, der perfekten *geodätischen* Umlaufbahn der fünften Kugel zu folgen.

Für seine Hilfe bei der deutschen Fassung dieses Artikels ist der Autor Herrn Dr. Hartmut Schweda sehr dankbar.

l'*espace-temps*, pour lequel on n'avait, jusqu'ici, que des confirmations indirectes, basées sur des phénomènes astronomiques.

L'équivalent gravitationnel du moment magnétique

La seconde expérience est encore plus subtile et requiert, pour sa compréhension, que nous fassions appel une fois encore à une analogie avec l'électromagnétisme. Nous savons que les électrons possèdent une charge électrique. Ils sont aussi animés d'un *moment cinétique*, leur *spin*, ce qui veut dire que la charge électrique est en mouvement rotatoire. La combinaison de ces deux propriétés en implique une troisième, celle d'un moment magnétique. Pour la gravité, l'équivalent est qu'une masse en rotation, comme la terre, engendre l'apparition d'un effet de gravitation secondaire de nature tensorielle, le pendant du moment magnétique. Il ne s'agit nullement d'un champ magnétique, mais à cause de l'analogie les physiciens parlent d'une force *gravito-magnétique* ou d'effet Lense-Thirring (selon H. Thirring & J. Lense, 1918: Ueber den Einfluss der Eigenrotation der Zentralkörper auf die Bewegung der Planeten und Monde nach der Einsteinschen Gravitationstheorie, *Phys. Z.* 19, 156-163). Elle produira sur les gyroscopes une déviation annuelle, **perpendiculaire au plan orbital cette fois**, de seulement 0,042 seconde d'arc. Ici la précision de la mesure sera réduite au pourcent, ou un peu mieux. Mais si l'expérience réussit ce sera la première fois que cet effet aura été observé. Par ce test on caresse même l'espoir de faire s'entrouvrir la voie qui permettrait la réalisation de l'un des rêves les plus ambitieux de la physique moderne: la synthèse des forces gravitationnelles avec les trois autres forces connues, les forces nucléaires fortes et faibles et les forces électromagnétiques.

Seuls des raffinements extrêmes rendent l'expérience possible

Nous n'allons pas décrire en détail les prouesses technologiques mises en oeuvre dans la conception et la réalisation de *Gravity Probe B*, mais nous citerons seulement quelques faits particulièrement remarquables. Les gyroscopes sont des sphères de quartz d'environ 4 cm de diamètre. Leur usinage est si parfait que les écarts de sphéricité correspondraient, pour une sphère de la taille de la terre, à des écarts d'altitude extrêmes de seulement 5 mètres. Les gyroscopes tourneront à 10 000 tours par minute dans un vide ultra-poussé et seront tenus en place par lévitation électrique. Les pertes d'énergie par frottements seront si faibles qu'en cent ans ils ne perdraient qu'un pourcent de leur vitesse.

Un important problème est de bien «guider» la sonde. Il faut s'assurer que le vaisseau spatial parcourra vraiment une *géodésique*, sans être perturbé par le freinage des restes d'atmosphère à l'altitude de 640 km et les effets de pression de la radiation solaire. Cela se fera à l'aide d'une cinquième boule, qui, elle, ne tournera pas, mais sera placée dans le même vide presque parfait à l'intérieur de la sonde. Cette boule, n'étant pas soumise au freinage atmosphérique ni à la radiation du soleil, se déplacerait naturellement sur une *géodésique* idéale. Son système de lévitation, au lieu de servir à corriger sa position à l'intérieur de son enceinte fournira au contraire des signaux électriques par lesquels on contrôlera les tuyères de la sonde, pour assurer que cette dernière suive bien la *géodésique* parfaite de la cinquième boule.

GASTON FISCHER
Institut de Géologie, Université de Neuchâtel
Adresse de l'auteur:
Observatoire Cantonal, CH-2000 Neuchâtel

Les potins d'Uranie

Trois légendes de «Down Under»

AL NATH

L'approche

Le vol Qantas 078 glissait calmement dans la nuit océanique. Le voyage depuis l'Europe avait déjà été long. L'escale et le changement d'avion à Singapour s'étaient déroulés sans problème notoire. L'arrivée à Perth, sur la côte ouest australienne, était prévue pour une heure du matin environ.

Et elles étaient à nouveau là, ces étoiles australes si souvent observées depuis le Chili. Immanquables au travers des hublots tribord, Vénus et le fin croissant de Lune naissante se couchaient. Un oeil plus attentif distinguait aisément quelques constellations malgré l'éclairage interne de l'avion.

L'Australie est réputée pour des installations astronomiques de première qualité qui lui sont propres (comme *l'Australian Telescope National Facility) ou* qu'elle gère en collaboration avec le Royaume-Uni (comme *l'Anglo-Australian Telescope).* L'Australie est tout aussi bien représentée en astronomie dite «classique» qu'en radio-astronomie. Des équipes théoriques sont également réputées. Enfin, comme en témoigne le répertoire *Star Guides,* il y existe de vigoureuses activités d'astronomie amateur.

Cette fois, l'objectif du voyage n'était cependant pas d'essence astronomique (même s'il fut difficile de ne pas rendre visite à quelques collègues), mais un «simple» tour du continent en trois semaines: de l'Océan Indien à la Mer de Corail en passant par l'Océan Pacifique Austral, la Mer de Tasman, le Détroit de Bass et l'Océan Austral, sans oublier l'intérieur des terres (le fameux et légendaire *outback).* En fait, l'itinéraire fut Perth-Sydney-Canberra-Melbourne-Adelaïde-Alice Springs-Ayers Rock-Cairns-Brisbane, de même que quelques îles côtières.

C'était aussi l'occasion de s'intéresser, dans les limites de ce court séjour, aux perceptions astronomiques ancestrales des peuples ayant occupé l'Australie depuis la mémoire des temps: les Aborigènes.

Une Australie en mutation

Il était particulièrement intéressant de visiter l'Australie en ce tournant de son histoire: en pleine période électorale, de nouvelles orientations s'affermissaient. Aussi heurté par la récession économique, le continent cherchait à oublier le poids de son passé, ce qui se traduisait par des aspirations républicaines qui verront probablement leur aboutissement prochainement [1].

Le mythe de *l'Australie Blanche,* hérité des cargaisons de condamnés et colons amenés pour peupler le continent, avait déjà été enterré officiellement. Récemment cependant, on a pu voir des tribunaux créer des précédents juridiques en reconnaissant des droits ancestraux à certains aborigènes sur des parcelles de terrains [2]. Et le mouvement va aller inéluctablement en s'amplifiant.

Hélas, le manque de tradition écrite des aborigènes et la poursuite de la rétention de «secrets» comme l'illustre bien le Centre de Recherches Strehlow à Alice Springs, donnent peu d'éléments permettant d'avoir une vision profonde de la culture astronomique des aborigènes. On est donc essentiellement restreint à ce qui est resté de la transmission orale. Nous allons y revenir.

Il est aussi peu connu dans nos contrées que les aborigènes sont loin d'être un peuple unique et uni. A l'arrivée des européens, on comptait de 300.000 à 500.000 aborigènes sur le continent répartis en 500 à 600 tribus parlant 300 à 600 langues dont certaines sont totalement étrangères à d'autres. De nos jours et après un déclin dramatique au début du siècle suivi d'une recrudescence de population, on estime qu'il existe environ 250.000 «réels» aborigènes en Australie. 24% d'entre eux vivraient en zones urbaines et auraient donc une existence significativement différente de celle de leurs cousins restés dans *l'outback.*

L'impact cosmique devait être indéniable dans un continent où la pureté de l'air est telle qu'en plein midi au niveau de la mer et pendant qu'un vent de sable rasant soufflait, le croissant de Lune et Vénus était facilement perceptible à l'oeil nu non loin du zénith par tout un groupe de touristes (aux Pinnacles, au nord de Perth, le lendemain de l'arrivée). Les peuples aborigènes connaissaient les positions de toutes les étoiles principales. Ils pouvaient prédire les phases de la lune et les effets saisonniers du soleil.

Pendant des dizaines de milliers d'années, les aborigènes ont vécu en groupes dispersés sur le continent. Certaines de leurs légendes correspondent seulement à un endroit donné et sont liées à un intérêt essentiellement local. D'autres résultent de questions que se posaient tous les groupes et sur la façon dont ils voyaient le monde autour d'eux.

Les légendes sur un même sujet varient de lieu en lieu. En voici trois relatives respectivement au soleil (région centrale de l'Etat de Victoria), à la lune (territoires du nord) et au premier lever de soleil (pays d'Arnhem). A noter que les aborigènes se réfèrent continuellement au *dreamtime,* en fait la *mémoire des siècles ou* la *nuit des temps* pour eux.

Le soleil

Très tôt dans le *dreamtime,* alors que le soleil ne luisait pas, une jeune femme décida de quitter son groupe parce que les anciens ne lui permettaient pas d'épouser l'homme de son choix.

---

[1] La Reine Elisabeth II d'Angleterre est restée le monarque de plusieurs des *dominion* du *Commonwealth* britannique comme l'Australie, le Canada, la Nouvelle-Zélande ..., même si ceux-ci sont devenus *de facto* indépendants.

[2] Le cas faisant jurisprudence est *l'affaire Mabo* qui, après dix ans de procès et un jugement rendu le 3 juin 1992, reconnut le droit de propriété indigène ... à des indigènes reconnus comme tels.

Elle fit un long chemin jusqu'à arriver dans une zone rocheuse et sèche avec peu de nourriture, peu d'eau et pas d'endroit convenable pour dormir. Alors elle vit que les hommes de son groupe venaient la quérir de force et elle courut bien plus loin, jusqu'au milieu de la partie la plus désolée de cette région. Bientôt, déchirée et meurtrie par les branches et les rochers, elle fut si épuisée qu'elle vit la mort venir, mais elle rassembla son énergie et continua à avancer jusqu'à ce que les esprits de ses ancêtres devinrent si préoccupés de son sort qu'ils l'enlevèrent vers un endroit tranquille et sûr dans le ciel.

Là, elle dormit profondément pendant un long moment. Lorsqu'elle se réveilla, elle trouva de la nourriture et de l'eau en abondance et alluma un feu de camp. Elle était seule, mais n'était pas effrayée. Toute reconnaissante qu'elle fut de son bien-être et de sa sécurité, elle était néanmoins déterminée à vivre seule pour toujours, plutôt que de retourner vers son groupe.

Au début, elle nourrissait toujours du ressentiment envers les gens de son groupe, mais lorsqu'elle regardait vers le bas, elle voyait que la plupart des hommes et des femmes étaient tristes qu'elle fut partie. Après quelques temps, son coeur commença à mollir. Ensuite elle ressentit une nostalgie de plus en plus profonde, mais maintenant qu'elle appartenait au monde du ciel, il ne lui était plus possible de s'en retourner.

«Que vais-je faire?», se demanda-t-elle. «Je ne peux pas retourner et cependant je voudrais les aider.» Et alors, elle entrevit un moyen de les assister. Ses gens avaient froid. Occupés qu'ils étaient avec les corvées quotidiennes, ils ne pouvaient s'asseoir près d'un feu de camp et être au chaud comme elle l'était maintenant.

«Je vais faire mon feu», se dit-elle, «et je vais le faire si grand qu'il réchauffera les gens occupés en bas». Et toute la journée, elle les maintint au chaud. Le soir, elle laissa son feu mourir lentement parce qu'alors ils pouvaient s'asseoir auprès de leurs propres feux de camp.

Lorsqu'elle vit que cela aidait ses gens et que cela leur plaisait, elle décida de faire un nouveau feu chaque jour. Bientôt ses gens commencèrent à rechercher chaque jour son feu et tous les peuples de la terre lui furent reconnaissants pour la chaleur qu'il leur donnait. Ils l'appelèrent *soleil.*

Les années de solitude furent longues pour la jeune femme, exilée de son peuple à jamais, mais c'était une joie pour elle de pouvoir rayonner sa chaleur sur eux chaque jour [3].

La lune

Japara, qui vivait dans le *dreamtime,* était un excellent chasseur qui aidait à maintenir bien nourris les gens de son groupe. Il avait une épouse et un petit fils qu'il aimait tendrement.

Un jour que Japara s'en était aller chasser dans les plaines, un autre homme appelé Parukapoli vint rendre visite à la femme de Japara. Parukapoli était un fainéant qui n'avait aucune envie de chasser. Il préférait raconter des histoires. Il raconta tellement d'histoires à la femme de Japara, et les raconta tellement bien, qu'elle en oublia tout le reste et se mit à rire.

Elle en oublia même, pendant un moment, de faire attention à son bébé qui rampa jusqu'à une rivière proche et tomba par-dessus la berge. L'épouse de Jarapa le vit tomber, courut à la rivière et en sortit le petit garçon, mais il était trop tard. Il s'était déjà noyé. Pendant de nombreuses heures, elle se tint assise près de la rivière, tenant le petit corps mort dans ses bras et sanglotant en attendant le retour de Japara.

Lorsque Japara s'en revint enfin et qu'il apprit l'incident, il fut d'abord très triste, puis extrêmement furieux contre sa femme qu'il blama pour ce qui s'était passé. Comme il portait encore ses armes de chasse, il la tua dans un éclair de colère.

Ensuite il commença un combat féroce avec Parukapoli. Ils luttèrent longtemps, se frappant durement l'un l'autre et se blessant sérieusement. A la fin, Parukapoli tomba mort.

Japara resta avec ses plaies, sa peine et sa plus grande tristesse d'avoir perdu son fils. Bien qu'ils virent ses blessures et sa grande détresse, les autres membres du groupe furent très fâchés envers lui, criant «Tu n'aurais pas dû tuer ta femme. Elle aimait réellement votre petit garçon. Elle ne voulait certainement pas qu'une telle chose arrive. Ce fut un accident».

Lentement, à travers sa détresse, Japara commença à écouter ce qu'ils disaient et à réaliser qu'ils avaient raison. Alors il regretta fortement ce qu'il avait fait. Il se hâta malgré ses blessures vers l'endroit où il avait laissé sa pauvre femme et son petit garçon, mais les corps avaient disparu, bien que personne ne les eût touchés.

Tout de suite, il sut que c'étaient les esprits qui les avaient pris, enlevés pour terminer leur vie dans un autre endroit. Il en appela à ces esprits pour qu'ils lui pardonnent d'avoir été si en colère et si cruel. Il leur dit qu'il avait vraiment beaucoup aimé sa femme et son enfant et qu'il ne souhaitait rien d'autre que d'être avec eux à nouveau. Les esprits entendirent sa plainte d'en haut et surent qu'il disait la vérité.

«Ta femme et ton fils sont saufs avec nous dans le monde du ciel», lui assurèrent ils. «Nous avons décidé que tu peux quitter le monde de la terre et venir ici aussi. Mais, comme punition pour tes méfaits, tu devras les chercher dans le ciel jusqu'à ce que tu les trouves. Ce ne sera pas aisé.»

Les peuples qui content cette histoire disent que la lune est le reflet du feu de camp de Japara. Les taches qui sont parfois visibles sont un souvenir de ses blessures. La lune change parce que Japara change continuellement de camp au fur et à mesure qu'il se déplace dans le monde sombre du ciel. Certaines personnes pensent qu'il a maintenant trouvé sa femme et son fils et qu'ils explorent ensemble le ciel mystérieux. D'autres croient au contraire que Japara est toujours en train de chercher désespérément ses bien-aimés.

Le premier lever de soleil

Avant le *dreamtime,* il fut un temps où le monde était plongé dans l'obscurité la plus totale. Les gens passaient toute leur vie dans la nuit et le froid. Le soleil était déjà à sa place dans le ciel supérieur et brillait comme il le fait aujourd'hui, mais un second ciel était suspendu sous lui comme une couverture et empêchait sa clarté et sa chaleur d'atteindre la terre.

Un groupe de pies blanches et noires partageaient la morne existence des premiers peuples et, comme eux, étaient affligées de l'obscurité perpétuelle. Un jour, une des pies en chef convoqua une réunion. «Vous devez essayer de pousser de côté le second ciel», dit-elle aux autres pies. Les autres pies jacassèrent et secouèrent leur tête. «Nous ne pouvons. Nous sommes beaucoup trop faibles.»

«Je crois que vous seriez suffisamment fortes, si toutes, vous vous y mettiez fermement», rétorqua la pie en chef. Et parce que c'était leur chef et qu'elles respectaient sa sagesse, les autres pies écoutèrent attentivement en dépit de leur doutes.

[3] A noter que, dans de nombreuses langues, le soleil est une entité féminine.

«Si nous pouvions le bouger, alors peut-être un peu de lumière et de chaleur nous parviendraient», continua la pie en chef. Et brusquement, à cette pensée, toutes les pies se sentirent très heureuses d'essayer de déplacer le second ciel.

Elles s'envolèrent et se positionnèrent soigneusement. A la commande de leur chef, chaque pie poussa de toute sa force contre le second ciel. Un grand hourra s'éleva lorsque le ciel bougea – juste un peu. Il était complètement plat comme du carton et elles l'avaient levé légèrement.

Elles s'arrangèrent pour le poser sur des rochers pendant qu'elles reprenaient leur souffle. Ensuite elles se placèrent de façon à pousser à nouveau aussi fortement qu'elles purent contre le second ciel. Au signal de leur chef, elles résussirent à le pousser encore un peu plus haut. Tout cela était très encourageant. Rassemblant toutes leurs forces, elles poussèrent encore plus fort qu'elles l'eussent jamais pu croire et le second ciel se levait de plus en plus.

Mais le monde était toujours dans l'obscurité. Les pies commencèrent à perdre courage du fait que tous leurs efforts n'avaient provoqué aucune différence. Leur chef vit qu'elles étaient déçues et épuisées. «Posez doucement le ciel sur le sommet de la montagne», leur dit-elle, «et vous pourrez prendre un peu de repos.» Les pies étaient si fatiguées qu'elles en devinrent maladroites. Le lourd ciel encombrant leur échappa, s'écrasa bruyamment sur la terre et se brisa en des centaines de morceaux.

Il y eut tout d'abord une terrible confusion parmi les pies qui s'envolèrent dans toutes les directions, horrifiées par ce qu'elles avaient fait. Puis elles réalisèrent qu'elles pouvaient voir le ciel cassé gisant sur le sol. Il y avait de la lumière! Le soleil n'était plus caché et elles purent admirer le ciel supérieur. C'était là une vision inoubliable. Le soleil était visible. Sa lumière et sa chaleur se répandaient maintenant sur la terre.

Les pies se mirent à chanter en choeur, un chant de gloire et de triomphe. Le plan de leur chef avait réussi au-delà de tous leurs espoirs. Comme elles survolaient la terre dans leur joie, elles purent voir tous les peuples qui avaient interrompu leur travail et regardaient le ciel avec admiration et étonnement.

Les gens commencèrent à danser et à chanter, et les pies aussi dansèrent et chantèrent avec eux. Ce fut le plus beau jour de toute leur vie.

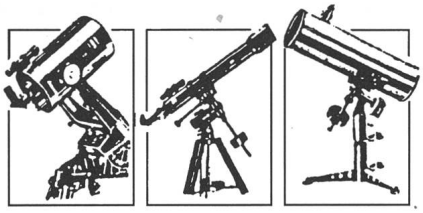
An- und Verkauf / Achat et vente

Zu verkaufen:
SPIEGELTELESKOP 150mm Durchmesser, 4 Okulare, Holzstativ, Instrument i.o. (Aus Nachlass) Preis Fr.1'000.– Anfragen: Frau A. Wenger, Tel.071/ 46 19 37

Zu verkaufen:
NEWTON TELESKOP 150/750 mm (1:5), Kunststoffrohr, Okulare 6mm und l0mm, 5 Farbfilter, Reduktionshülse 35/31.8mm mit 25mm Okular, Sucherfernrohr 8x50 mit Winkelprisma, Sonnenfilter (Doppelfolie), Meade Säulenstativ Modell 652 F mit 220 V Motor und Tangentialarm für Korr. in Dec. NP Fr. 2700.– VP Fr.1400.– Frequenzwandler (Aepli) NP Fr.350.– VP Fr.200.– Auskunft: P. Steiger, Bruggwaldstr. 58, 9008 St.Gallen, Tel. 071/24 01 90 (ab 18 Uhr)

Zu verkaufen:
SPIEGELTELESKOP SC: 200/2000mm, Sucher 8x50, Super Polaris Montierung mit Polsucherfernrohr, Zenitprisma, 1 1/4" Okular 18mm, Vergr. 110x, Objektiv-Sonnenfilter, Computernachführung Skysensor, 730 Objekte gespeichert. Preis: NP 6'200.– VP Fr.3'600.– Tel 041/ 99 15 13.

TIEFPREISE für alle Teleskope und Zubehör / TIEFPREISE für alle Teleskope



Christener

Tel. 031/711 07 30

E. Christener
Meisenweg 5
3506 Grosshöchstetten

Grosse Auswahl aller Marken

Jegliches Zubehör Okulare, Filter

Telradsucher

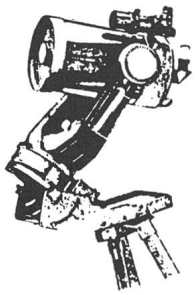
Sternatlanten Astronomische Literatur

Kompetente Beratung!

Volle Garantie

PARKS
Tele Vue
Meade
Vixen
Celestron
TAKAHASHI

Carl Zeiss



Die Sternschnuppen-Nacht auf der Winterthurer Sternwarte Eschenberg

Viele Liebesgrüsse von "Swift-Tuttle"

M. GRIESSER

Die idyllisch gelegene *Sternwarte Eschenberg* der Astronomischen Gesellschaft Winterthur wurde in der Nacht vom 11. auf den 12. August von erlebnishungrigen Sternschnuppen-Guckern geradezu überrannt. Nach einer langanhaltenden Schlechtwetter- und Mondperiode und einer reichlich übertriebenen Ankündigung des Meteorschwarms durch die Schweizerische Depeschenagentur waren die oft von weither angereisten Gäste geradezu begierig darauf, endlich einmal selber in die (fallenden) Sterne zu schauen. Dazu hatte das Demonstratorenteam der Sternwarte Eschenberg zum diesjährigen verstärkten Auftreten der Perseiden ein spezielles Programm vorbereitet, das die Ursachen dieses Naturschauspiels detailliert und auch mit Dias erläuterte. Aufgrund nachträglicher Schätzungen wurden so auf dem Winterthurer Hausberg gegen 400 Gäste Augenzeuge des Himmelsspektakels, das durch den Kometen "Swift-Tuttle" verursacht wurde.

Cartoon aus: Der Landbote, Winterthur, 12.8.93

Im Spätherbst 1992 geisterte "Swivi-Tatti", wie ihn ein etwa dreijähriger Sternwarte-Besucher zu bezeichnen beliebte, bekanntlich durch den Zentralbezirk des Sonnensystems und liess schon damals Hoffnungen auf eine aussergewöhnliche Sternschnuppen-Nacht keimen. Sie haben sich nun erfüllt.

Himmlisches Feuerwerk

Ab Einbruch der Dunkelheit bis zum Aufgang des Mondes kurz vor halb zwei Uhr wurden zusammen mit den Gästen insgesamt gegen 200 Meteore gezählt, darunter auch einige wenige helle, die durch ein mehrere Sekunden langes Nachleuchten die Beobachter begeisterten. Manches "Ah" und "Oh" war auf der Beobachtungsplattform und im Garten der Sternwarte zu hören und erinnerten etwas an die Begeisterungsäusserungen, die jeweils anlässlich von 1. August-Feuerwerken aus dem Publikum zu hören sind. Eine markante Häufung von Sternschnuppen wurde im Zeitraum etwa von 23 Uhr bis Mitternacht registriert, wobei die hübschen Lichtergrüsse aus dem Weltall zur Überraschung vieler Besucher praktisch überall am Firmament aufblitzten, sogar hart an der südlichen Horizontlinie.

Das Stehvermögen der Gäste hielt an. Kein Wunder also, dass etliche Gäste selbst nach dem Aufgang des Mondes, gegen halb zwei Uhr früh, fast gewaltsam aus dem Sternwartegebäude hinauskomplimentiert werden mussten.

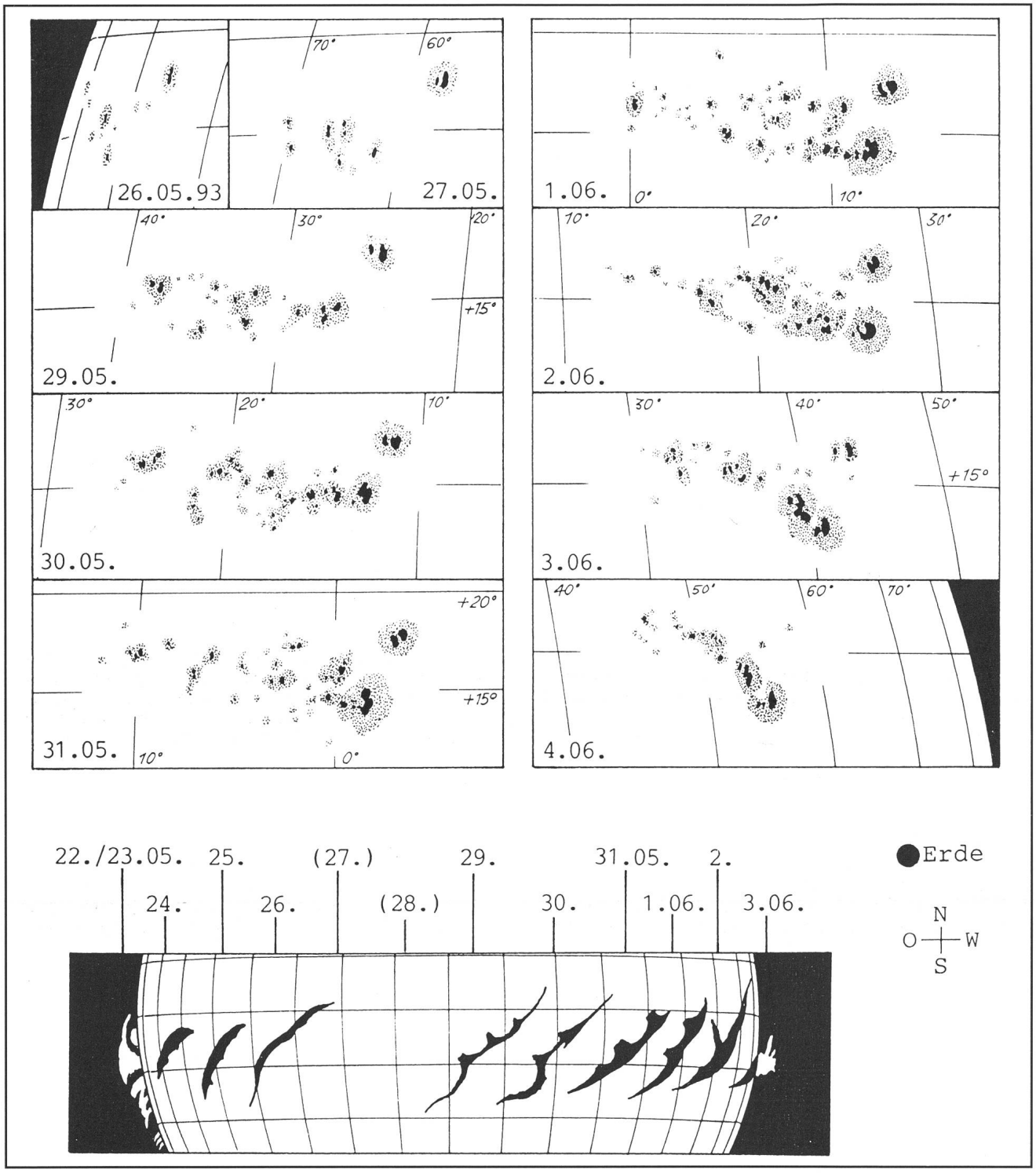
Begeisterte Besucher

Auch wenn das Naturschauspiel weit entfernt vom angekündigten "Jahrhundertereignis" war, wusste es doch die Sternwartebesucher zu begeistern. So erzählte eine freudenstrahlende Besucherin dem Observatoriumschef, sie habe während ihres Aufenthalts nicht weniger als 32 Sternschnuppen gezählt und – wie sie ausdrücklich unterstrich – "mit eigenen Augen gesehen". Und eine andere Dame erklärte auf die Frage, was sie sich denn gewünscht habe, für sie sei allein schon durch die Tatsache, dass sie einmal selber derart viele Sternschnuppen beobachten durfte, ein seit ihrer Jugendzeit gehegter Wunsch in Erfüllung gegangen. Solche Äusserungen freuen natürlich selbst abgebrühte Sternschnuppenfreaks.

In den Frühzügen, die aus der Umgebung in die Stadt Winterthur fuhren, war offenbar der nächtliche Himmelsspuk Gesprächsstoff Nummer Eins. Zahlreiche Beobachter, die sich sonst keinen Deut um himmelskundliche Ereignisse kümmern, hatten sich dem Vernehmen nach mitten in der Nacht aus ihren warmen Federn gewälzt und fröstelnd ins Freie begeben. So bekamen sie wenigstens abschnittweise etwas mit von diesem recht starken Meteorschauer.

"Swift-Tuttle" und seine Perseiden haben uns Amateurastronomen und unserer Tätigkeit also wieder einmal eine erstklassige Empfehlungen geschrieben. Es bleibt jetzt nur zu hoffen, dass ihm schon bald ein heller Komet folgt, der seinerseits über Tage hinweg für volle Sternwarten besorgt wäre. Dies jedenfalls ist der Wunsch des Verfassers, gedacht (nicht ausgesprochen!) beim Fall einer Sternschnuppe in dieser denkwürdigen Augustnacht. Und gemäss Volksmeinung *muss* ja damit dieser Wunsch in Erfüllung gehen ...

MARKUS GRIESSER
Leiter der Sternwarte Eschenberg,
Breitenstrasse 2, CH-8542 Wiesendangen



Aus dem Tagebuch des Sonnenbeobachters.

Die Sonnenaktivität ist seit 1991 deutlich im Abnehmen begriffen. Doch sind hin und wieder grossere Fleckengruppen zu beobachten, wie jene, die ich vom 26. Mai bis 4. Juni 1993 durch Projektion zeichnen konnte und hier zur Abbildung kommen.

Auch im H-alpha-Licht (Day Star Filter) hat sich die Akivität beruhigt.

Dafür sind die grossen "langlebigen" Filamente zu beobachten, die ich während der Maximumsphase nie zu sehen bekam. Ein solches Filament kündigte sich am 22. Mai als Protuberanz am Ostrand zwischen 0° und -20° Breite an. Am folgenden Tag war es in abgeänderter Form immer noch sichtbar. Am 24. hatte sich die Protuberanz vom Sonnenrand abgelöst und erschien als dunkles Filament. Es entpuppte sich als "langlebiges" Gebilde. Verfolgt wurde es bis 3. Juni, wo es sowohl als Filament auf der Sonnenscheibe am Westrand, wie auch als helle Protuberanz auf dunklem Hintergrund das Schauspiel beendete. Der Durchlauf des Filamentes ist in einem Bild dargestellt, wobei die Lücke vom 27. und 28. Mai durch den wetterbedingten Ausfall der Beobachtung entstand.

IVAN GLITSCH

Mitteilungen / Bulletin / Comunicato 5/93
Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Société Astronomique de Suisse
Società Astronomica Svizzera

SAG·SAS

Redaktion: Andreas Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, 6005 Luzern

Jahresbericht 1992 des Zentralsekretärs

Sehr geehrte Damen und Herren, sehr geehrte SAG-Mitglieder

Zuerst bestätige ich die Aussagen unseres Präsidenten, indem ich einige Angaben zur Entwicklung der Mitgliederzahlen in unserer Gesellschaft liefere (siehe auch Tabelle):

Zusammenfassend ist eine leichte Abnahme – übereinstimmend mit der ökonomischen Situation in unserem Land – festzustellen. So erreicht der Totalbestand heute 3'574 Mitglieder, was einem Rückgang von 2% gegenüber dem Vorjahr entspricht. Die Zahl der ORION-Abonnenten sank im gleichen Zeitraum auf 2'424 (minus 1%). Diese Rückgänge sind kein Grund zur Beunruhigung, umsomehr als die momentan laufende Werbekampagne bereits Früchte zu tragen scheint. Hier noch einige Neuigkeiten in Kürze:

- Die Statuten der SAG wurden neu gedruckt (ohne Aenderungen) und stehen zu Ihrer Verfügung. Ich rufe in Erinnerung, dass alle Neumitglieder – sowohl Einzelmitglieder als auch Sektionsmitglieder – diese automatisch durch das Zentralsekretariat erhalten.
- Blöcke mit Mutationsblättern stehen für die Sektionen ebenfalls zur Verfügung. Ich benutze die Gelegenheit um zu wiederholen, dass das Manual alle erforderlichen Informationen zum Mutationsverkehr enthält, wie zum Beispiel: 1 Exemplar für Adressänderungen und Austritte, aber 3(!) Exemplare für Neueintritte, dass die Zustellung vor dem 10. der ungeraden Monate erfolgen muss um auf den nächsten ORION-Versand hin wirksam zu sein...
- Wie vom Zentralvorstand angekündigt, hat eine neue Werbekampagne in diesen Tagen begonnen. Die beim Zentralsekretär eintreffenden Aufnahmegesuche für den Eintritt in eine Sektion werden den Sektionspräsidenten zugestellt mit der Bitte, nach erfolgter Aufnahme die Blätter sofort dem Zentralsekretär zurückzusenden.
- Einer der von den Sektionen vorgebrachten Wünsche betraf die Verschiebung des Datums für die Abgabe der Mitgliederzahlen (heute 10. Januar). Es wurden Lösungen gesucht und festgestellt, dass mit der jetzigen Organisationsstruktur vorerst am alten Datum festgehalten werden muss.
- Während des vergangenen Jahres traf eine umfangreiche Korrespondenz beim Zentralsekretariat ein, welche so rasch wie möglich beantwortet wurde. Ausserordentlich viele Anfragen kamen aus Frankreich, Deutschland und Oesterreich, aber sogar auch aus Algerien.
- Von jeder ORION-Ausgabe drucken wir eine Anzahl Exemplare zuviel und lagern diese im Zentralsekretariat. Dies erlaubt es uns, den Sektionen ältere Ausgaben als Werbematerial zur Verfügung zu stellen. Geben Sie uns Ihren Bedarf bekannt. Zudem erinnere ich daran, dass die gesamte ORION-Ausgabe, das heisst ab Nummer 1, auf Mikrofilm verfügbar ist.

Ich danke allen Mitgliedern der SAG für die angenehme Zusammenarbeit, für das entge-gengebrachte Vertrauen und die gezeigte Geduld.

Rapport annuel du secrétaire 1992

Mesdames et Messieurs, chers membres de la SAS.

Tout d'abord, en confirmation des propos de notre Président, je vous livre quelques chiffres concernant les statistiques de notre société, tels qu'ils apparaissent sur le tableau suivant.

En résumé, la légère régression du nombre de nos membres est à mettre en rapport avec la situation économique du pays. L'effectif des membres de la SAS se monte ainsi à 3574, soit 2% de moins qu'en 1992 et le nombre d'abonnés à ORION est de 2424 soit une baisse d'un peu moins de 1%. Il n'y a donc pas lieu de s'inquiéter, d'autant plus que la campagne de recrutement actuelle semble porter ses fruits. Voici encore quelques brèves nouvelles:

- Les statuts de la SAS ont été réimprimés (sans modifications) et sont à votre disposition. Je rappelle que les nouveaux membres, tant individuels que de section, les reçoivent automatiquement par le secrétariat central.
- Des blocs de feuilles de mutations sont également à disposition. Je rappelle que tous les changements sont à faire au moyen des feuilles ad hoc et ceci en 1 (un) exemplaire pour les changements d'adresse et les annulations, mais, et je me permets d'insister ici, en 3 (trois) exemplaires pour les nouveaux membres. Le manuel donne d'ailleurs toutes les indications à ce sujet. L'envoi de ces feuilles avant le 10 des mois impairs assure leur prise en considération pour le prochain ORION.
- Ainsi que nous vous l'avons annoncé, une nouvelle campagne a débuté ces jours-ci. Les feuilles d'inscription reçues au secrétariat central pour les membres de sections sont envoyées aux présidents de section qui sont priés de me les renvoyer dans les meilleurs délais.
- Parmi les propositions faites par les sections, celle de repousser la date d'annonce des effectifs des membres des sections a été étudiée mais n'a pas été retenue.
- Pendant cette année une nombreuse correspondance a été reçue à laquelle nous avons essayé de répondre dans les meilleurs délais. Beaucoup de demandes provenant en particulier de France, d'Allemagne, d'Autriche et même d'Algérie!
- A chaque parution de notre revue ORION nous imprimons un certain nombre d' exemplaires supplémentaires que nous avons en stock. Ceci permet de mettre à disposition des sections des exemplaires à des fins de publicité. Veuillez faire connaitre vos besoins au secrétariat central.
- Je profite encore de l'occasion pour vous rappeler que l'édition complète d'ORION, c'est-à-dire à partir du numéro 1, est disponible sous forme de microfilms.
- Je remercie encore tous les membres de la SAS pour leur sympathique collaboration, leur gentillesse et leur patience.

PAUL EMILE MULLER
Zentraleskretär SAG

Membres de la SAS / Mitglieder der SAG

	1993	diff.	1992
Einzelmitglieder Inland *Membres individuels en Suisse*	434	–41	475
Einzelmitglieder Ausland *Membres individuels étranger*	105	–9	114
Gesamt Einzelmitglieder *Total membres individuels*	539	–50	589
Sektionsmitglieder *Membres des sections*	3035	–24	3059
Total Mitglieder SAG *Total membres SAS*	3574	–74	3648

Abonnenten Orion / Abonnés Orion

	1993	diff.	1992
Einzelmitglieder *Membres individuels*	539	–52	591
Sektionsmitglieder *Membres des sections*	1665	–20	1685
Total Mitglieder mit ORION *Total membres avec ORION*	2204	–72	2276
Abonnements Nicht-Mitglieder *Abonnements non-membres*	220	+41	179
Total Abonnements ORION *Total abonnements ORION*	2424	–31	2455

49. Generalversammlung vom 15./16. Mai 1993 in Grenchen

Traktandum 6: Bericht des Technischen Leiters

Sehr geehrter Herr Präsident,
Sehr geehrte Damen und Herren,
Liebe Sternfreunde!

Anlässlich der Generalversammlung möchte ich die Gelegenheit wieder wahrnehmen, Sie aus meinem Tätigkeitsbereich vom vergangenen Jahr zu orientieren, Ihnen einige Mitteilungen zu machen und auch einen kleinen Blick in die Zukunft tun.

Zuerst wieder zu den Beobachter- und Arbeitsgruppen:

Sonnenbeobachtergruppe SoGSAG

Es ist mir immer wieder eine grosse Freude mitteilen zu können, dass unsere rund 20 Sonnenbeobachter mit viel Elan und Freude die Sonne beobachten, wenn auch die Sonnenaktivität nun merklich gesunken ist und bis zum Sonnenfleckenminimum, welches in ein bis zwei Jahren eintritt, nicht mehr allzu viele Flecken zu beobachten sind. Letztes Jahr hat am 13./14. Juni die 8. Sonnenbeobachtertagung wiederum in der Feriensternwarte Calina stattgefunden. An dieser Tagung wurde die Gelegenheit genutzt, um eine Standortbestimmung durchzuführen und die Gruppe etwas neu zu organisieren, um die Koordinationsstelle zu entlasten. Ich möchte an dieser Stelle **Herrn Thomas Friedli** aus Schliern bei Bern, für seinen Einsatz die Sonnengruppe zu leiten, sehr herzlich danken und ihm für seinen weitern Einsatz alles Gute wünschen.

Die Sonnenbeobachtergruppe ist nun folgendermassen neu organisiert worden:

Die Relativzahlbestimmung und die Klassifikation der Fleckengruppen nach Waldmeier, werden weiterhin in der Schweiz ausgewertet. Für diese Auswertungen hat sich **Herrn Marcel Bissegger** aus Safnern freundlicherweise zur Verfügung gestellt, herzlichen Dank. Die Beobachtungen von blossem Auge wertet weiterhin Herr Hans-Ulrich Keller aus Zürich zu Handen des SONNE-Netzes aus. Die übrigen Beobachtungsprogramme wie Positionsbestimmung der Flekken, die Pettiszahl und der Inter-Sol-Index werden nach Berlin zu Handen des SONNE-Netzes weitergeleitet.

Demonstratorentagung in Bülach

Am 24. Oktober fand in Bülach wieder einmal eine Demonstratorentagung statt. Nach einem Aufruf im ORION haben sich allerdings nur 12 Teilnehmer angemeldet; das Kontingent wurde leider nicht vollständig ausgeschöpft, was eigentlich sehr schade ist!

Für die Mithilfe an der Organisation und das zur Verfügung stellen der Räumlichkeiten, sowie für das Bereitstellen eines guten Mittagessens oben in der Sternwarte in Eschenmosen, möchte ich der **Astronomischen Gesellschaft Bülach** meinen herzlichen Dank aussprechen.

Astrotagung 1994 in Luzern

Im nächsten Jahr soll im Oktober wieder eine Astrotagung in Luzern stattfinden. Das Thema lautet "Die Zeit". Diese Tagung wird in Zusammenarbeit mit der **Astronomischen Gesellschaft Luzern AGL** organisiert werden.

Termin: 15./16. Oktober 1994

Wir können uns auf diese Tagung sicher sehr freuen und ich kann Ihnen die Teilnahme an dieser Veranstaltung heute schon empfehlen.

Feriensternwarte Calina

Auch im vergangenen Jahr konnten wiederum zahlreiche Wochenkurse sowie das Kolloquium durchgeführt werden. Die Zahl der Teilnehmer an den Kursen ist erfreulicherweise steigend. Diesen Herbst findet noch einmal ein Einführungskurs in Astronomie, sowie ein Kurs für Astrophotographie statt. Für das nächste Jahr werden wiederum einige Kurse ausgeschrieben, ich möchte Sie bitten, die Kursausschreibungen im Inserat des "Sternenhimmels" und im ORION zu beachten.

HANS BODMER
Technischer Leiter SAG
Burstwiesenstrasse 37, CH-8606 Greifensee

Veranstaltungskalender / Calendrier des activités

4. bis 8. Oktober 1993
Einführung in die Astrofotografie. Kurs von H. Bodmer. Feriensternwarte Calina, 6914 Carona/Ti.

11. bis 16. Oktober 1993
Elementarer Einführungskurs in die Astronomie. Dr. M. Howald-Haller. Feriensternwarte Calina, 6914 Carona/Ti.

12. Oktober 1993
Sonnenobservatorien der INKA. Vortrag von Dr. Bernard du Mont. Astronomische Gesellschaft Bern. Naturhistorisches Museum, Bernastrasse 15. 19.30 Uhr.

15 octobre 1993
Société Fribourgeoise d'Astronomie, Ecole Réformée, Av. de Moléson 10, salle de physique, 20 heures. C. Nitschelm (Dijon) «Le paradoxe de Cheseaux-Olbers. Pourquoi la nuit est-elle noire?»

15. Oktober 1993
Zwergnovae, Novae, Supernovae. Vortrag von Dipl. Phys. U. Mürset, ETH ZH. Astronomische Gesellschaft Rheintal.

16. und 17. Oktober 1993
1. Österreichischer CCD-Workshop. Sternwarte St. Sebastian, G. Eder, Hangweg 12, A-8630 Mariazell.

18. bis 22. Oktober 1993
"Woche des offenen Daches" der Sternwarte Bülach. Jeden Abend ab 19.30 Uhr. Tel. Sternwarte: 01/860 84 48

19 novembre 1993
Société Fribourgeoise d'Astronomie, Ecole Réformée, Av. de Moléson 10, salle de physique, 20 heures. S. Berthet (Office Fédéral de l'Education et de la Science, Berne) «Observatoires en orbite»

19. November 1993
Ein bescheidenes Erbe. Filmvortrag von Walter Gonzenbach über die Reste der ursprünglichen Riedtlandschaft im Oberrheintal. Astronomische Gesellschaft Rheintal.

14 janvier 1994
Société Fribourgeoise d'Astronomie, Ecole Réformée, Av. de Moléson 10, salle de physique, 20 heures. P. Bartholdi (Observatoire de Genève) «Les occultations»

18 février 1994
Société Fribourgeoise d'Astronomie, Ecole Réformée, Av. de Moléson 10, salle de physique, 20 heures. N. Cramer (Observatoire de Genève) «Les impacts météoritiques»

22. Februar bis 6. März 1994
"Spaceworld", internationale Wanderausstellung. Shopping-Center Spreitenbach ZH.

18 mars 1994
Société Fribourgeoise d'Astronomie, Ecole Réformée, Av. de Moléson 10, salle de physique, 20 heures. A. Orr (Observatoire de Genève) «Questions ouvertes de l'astrophysique»

15 avril 1994
Société Fribourgeoise d'Astronomie, Ecole Réformée, Av. de Moléson 10, salle de physique, 20 heures. P. North (Institut d'astronomie de l'Université de Lausanne) «Les canaux de Mars: histoire d'un mythe»

2. bis 6. Mai 1994
"Woche des offenen Daches" der Sternwarte Bülach in Eschenmosen. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland, Bülach.

8. bis 12. August 1994
"Woche des offenen Daches" der Sternwarte Bülach in Eschenmosen. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland, Bülach.

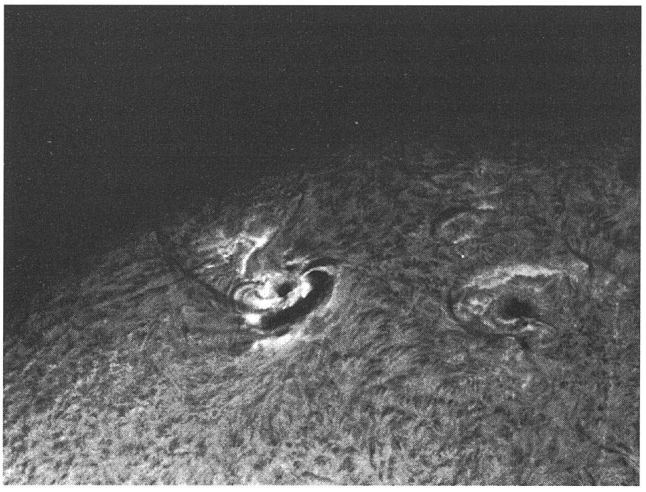
8 au 26 novembre 1993

Exposition de «Space Art»

par Ludek Pesek

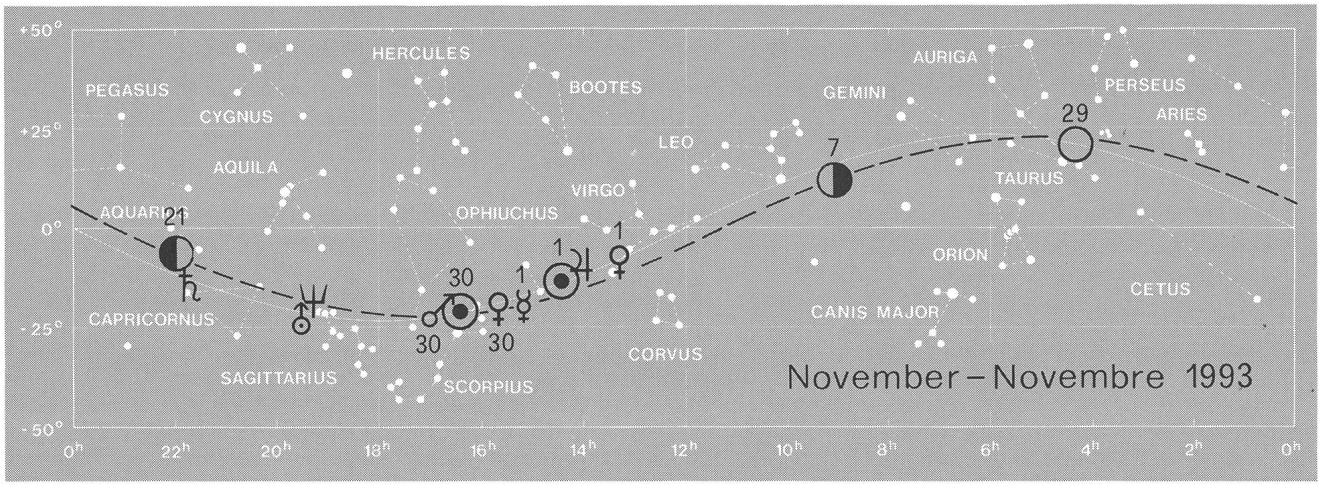
Ouvert au public, heures de bureau, jours ouvrables.

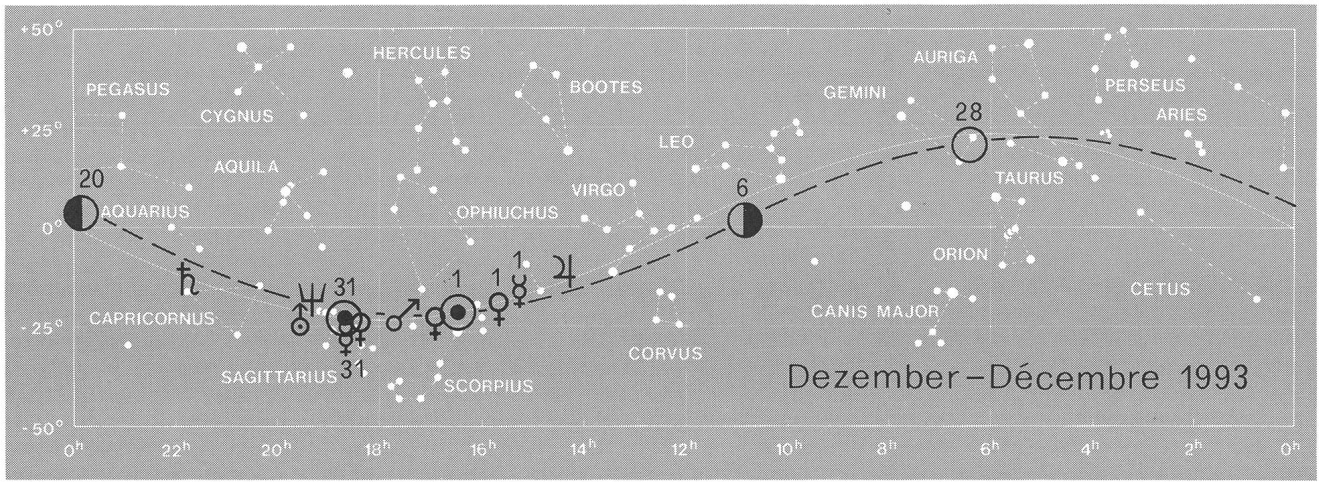
Observatoire de Genève, 1290 Sauverny
Tél.: 022/755 26 11



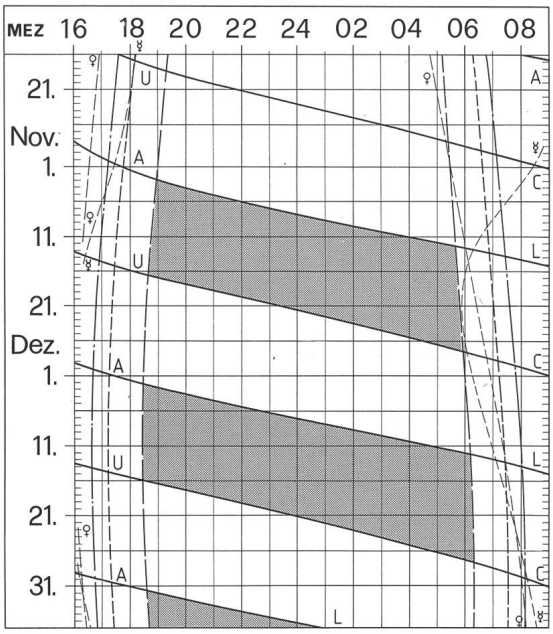
Eruption de protubérences (filaments) à la fin d'un violent flare sur une tache solaire du 28 avril 1991
C14 + H-alpha – 0.6K°

(Photo: J. Dragesco)





Sonne, Mond und innere Planeten



Soleil, Lune et planètes intérieures

Aus dieser Grafik können Auf- und Untergangszeiten von Sonne, Mond, Merkur und Venus abgelesen werden.

Die Daten am linken Rand gelten für die Zeiten vor Mitternacht. Auf derselben waagrechten Linie ist nach 00 Uhr der Beginn des nächsten Tages aufgezeichnet. Die Zeiten (MEZ) gelten für 47° nördl. Breite und 8°30' östl. Länge.

Bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung am Abend sind erst die hellsten Sterne – bestenfalls bis etwa 2. Grösse – von blossem Auge sichtbar. Nur zwischen Ende und Beginn der astronomischen Dämmerung wird der Himmel von der Sonne nicht mehr aufgehellt.

Les heures du lever et du coucher du Soleil, de la Lune, de Mercure et de Vénus peuvent être lues directement du graphique.

Les dates indiquées au bord gauche sont valables pour les heures avant minuit. Sur la même ligne horizontale est indiqué, après minuit, le début du prochain jour. Les heures indiquées (HEC) sont valables pour 47° de latitude nord et 8°30' de longitude est.

Au début du crépuscule civil, le soir, les premières étoiles claires – dans le meilleur des cas jusqu'à la magnitude 2 – sont visibles à l'œil nu. C'est seulement entre le début et la fin du crépuscule astronomique que le ciel n'est plus éclairé par le Soleil.

—·—·— Sonnenaufgang und Sonnenuntergang
Lever et coucher du Soleil

- - - - - - - - Bürgerliche Dämmerung (Sonnenhöhe -6°)
Crépuscule civil (hauteur du Soleil -6°)

———— Astronomische Dämmerung (Sonnenhöhe -18°)
Crépuscule astronomique (hauteur du Soleil -18°)

A L Mondaufgang / Lever de la Lune
U C Monduntergang / Coucher de la Lune

Kein Mondschein, Himmel vollständig dunkel
Pas de clair de Lune, ciel totalement sombre

Die Beobachtung von Sonnenflecken mit blossem Auge – Ein Nachtrag

A. TARNUTZER

In ORION 254 (1993) Seiten 17...20 wurde über die Beobachtung von Sonnenflecken mit blossem Auge berichtet. Für den Vergleich der A-Werte mit den R-Werten des Zürcher Netzes konnten zur Zeit der Herstellung der beiden Diagramme auf Seite 19 nur die Werte bis November 1990 berücksichtigt werden.

Mittlerweile liegen die definitiven R-Werte des Zürcher Netzes bis Juni 1992 vor. Wie sieht der Vergleich heute aus? Bild 1 zeigt die Übereinstimmung von A_{Ta} zu $R_{Zürcher}$ Netz von Juni 1989 bis August 1991. Es hat sich nur sehr wenig geändert. Anschliessend tritt aber wieder eine deutliche Änderung ein, wie Bild 2 für die Zeit vom August 91 bis Juni 92 eindrücklich zeigt. Die A_{Ta}-Werte nähern sich wieder denjenigen vor dem Maximum und werden wohl in Zukunft mehr oder weniger der entsprechenden Geraden entlang nach links unten gleiten. Eine schematische Darstellung der Beobachtungsergebnisse zeigt Bild 3.

Spätestens hier erheben sich nun mehrere Fragen:

1. Die bisher verwendeten Werte sind das Resultat eines einzelnen Beobachters. Obwohl die hohen Korrelationsfaktoren auf eine gesicherte Beobachtung hinweisen, muss doch untersucht werden, ob sie mindestens in ihrer Tendenz von anderen Beobachtern bestätigt werden.
2. Spielen noch andere Einflüsse eine Rolle, wie zum Beispiel Wetter, Altern des Auges, Brillenwechsel?
3. Wird das Abweichen der Werte nach dem Maximum gegenüber denjenigen vor dem Maximum bestätigt, ist zu untersuchen durch welche physikalischen und physischen Vorgänge auf der Sonne dies verursacht wird.
4. Des weitern ist zu bedenken, dass es sich hier nur um Werte eines einzigen Sonnenfleckenzyklus handelt. Ist dies ein Zufallsverhalten der Sonne, oder weisen alle Zyklen das Absacken der A-Werte nach dem Maximum auf?

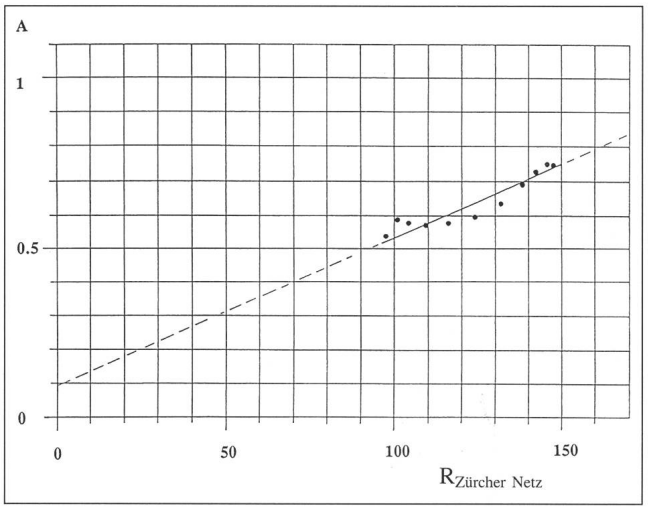


Bild 2: Übereinstimmung von A_{Ta} zu $R_{Zürcher\ Netz}$ von August 1991 bis Juni 1992
$Rz = -19.0 + 225{,}0\ A_{Ta}$

Bild 1: Übereinstimmung von A_{Ta} zu $R_{Zürcher\ Netz}$ von Juni 1989 bis August 1990
Nach dem Maximum Korrelationsfaktor = 0.956 $Rz = 119{,}6 + 41{,}2\ A_{Ta}$

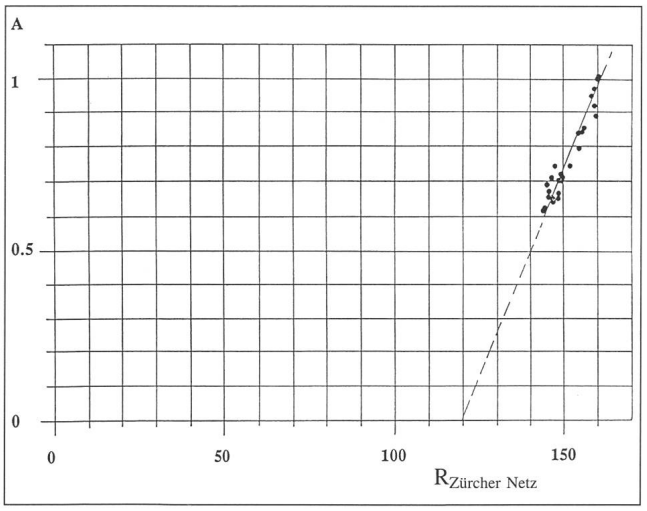
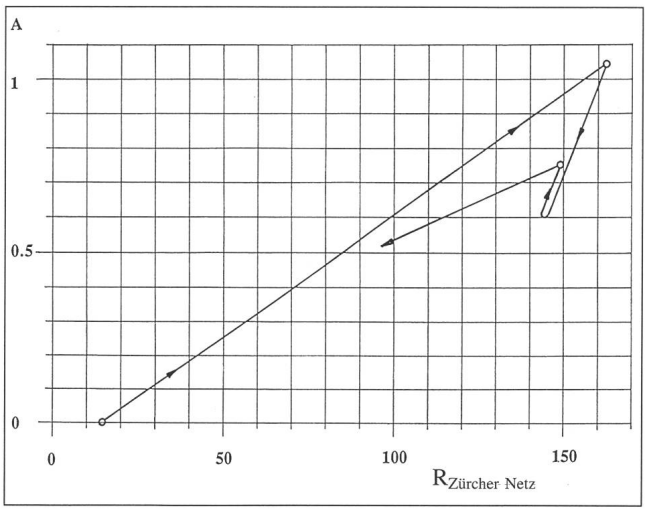


Bild 3: Schematische Darstellung des Verlaufs der Sonnenfleckentätigkeit: Vergleich zwischen den Werten R_z und A_{Ta}.
Von September 1986 bis Juni 1992



Zu 1: Seit Juni 1984 liegen geglättete A-Werte des ganzen A-Beobachternetzes vor [1]. Da auch die Teilnehmer dieses Netzes, das zudem anfänglich verschieden zusammengesetzt war, ihre Lern- und Übungsphase zu durchlaufen hatten, sollten die Werte des A-Netzes frühestens ab 1985 berücksichtigt werden. In Bild 4 sind die Monatsmittel sowie die mit der R13-Methode [2] geglätteten Werte des ganzen A-Netzes im Laufe der Zeit aufgezeichnet, während Bild 5 den entsprechenden Vergleich mit den Werten des Zürcher Netzes zeigt. Daraus lässt sich folgendes herauslesen:

- Auch die Gruppe erkannte das Minimum des jetzigen Zyklus im September 1986 und das Maximum im Juni 1989.
- Der Vergleich des Verlaufs der Sonnenaktivität gemäss den Beobachtungen von *Tarnutzer* (ORION 254, Seite 18) mit demjenigen des A-Netzes zeigt eine gute Übereinstimmung im aufsteigenden Ast vom Minimum bis zum Maximum, wenngleich das Maximum bei der Gruppe weniger hoch erscheint. Auch hier ist die Übereinstimmung zu den Zürcher Zahlen mit einem Korrelationsfaktor von 0,996 sehr gut. Hingegen ist das Nebenmaximum um die Jahreswende 1990/1991 bei der Gruppe des A-Netzes ausgeprägter (Bild 4).
- Die Übereinstimmung zwischen den A-Werten des A-Netzes und den R-Werten des Zürcher Netzes (Bild 5) zeigt ebenfalls ein Absacken der A-Werte direkt nach dem Maximum. Diese Verminderung der A-Werte erscheint auf den ersten Blick aber weniger ausgeprägt. Sie erreicht jedoch mit $A_{Netz} = 0{,}686$ im Juni 1990 ihren tiefsten Wert gegenüber $A_{Ta} = 0{,}615$ im Juli 1990, wiederum eine gute Übereinstimmung. Der kleinere "Sack" bei der Gruppe wirkt wahrscheinlich deshalb kleiner, weil das Maximum

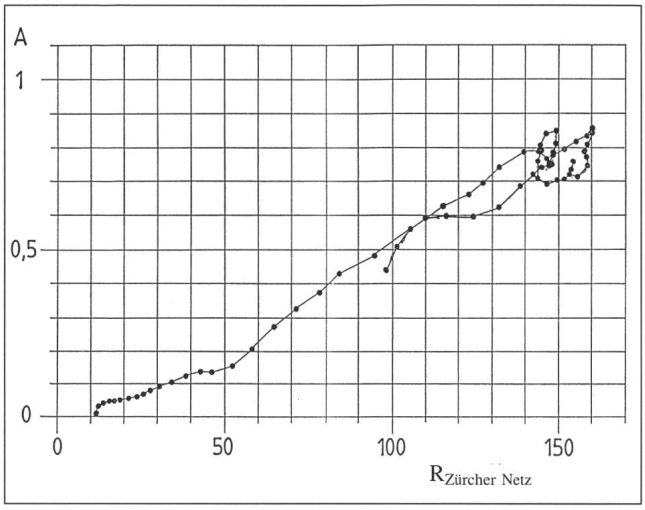
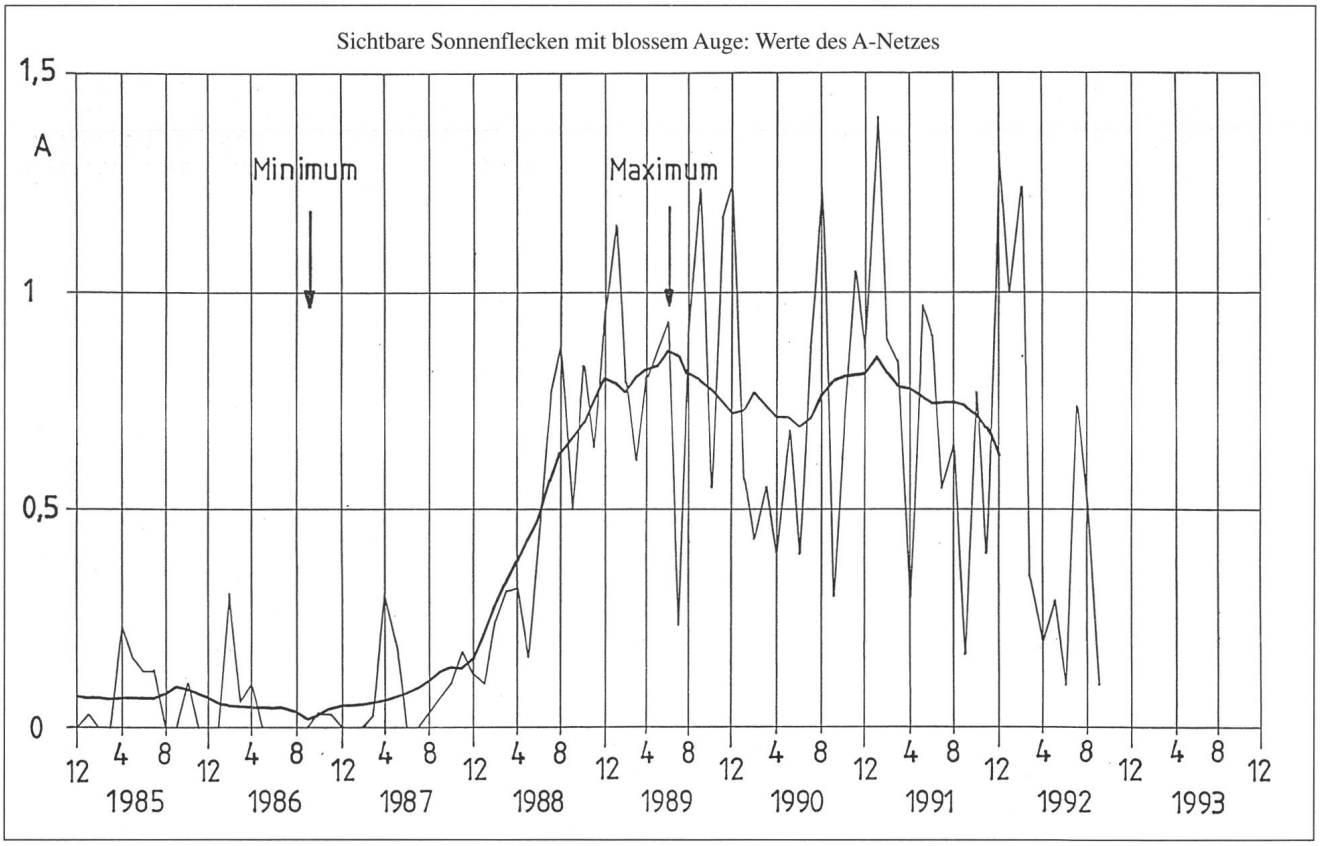


Bild 5: Übereinstimmung der geglätteten Mittel der A-Gruppe zu den $R_{Zürcher\ Netz}$ von September 1986 bis Juni 1992

Bild 4: Sichtbare Sonnenflecken mit blossem Auge: Werte des A-Netzes



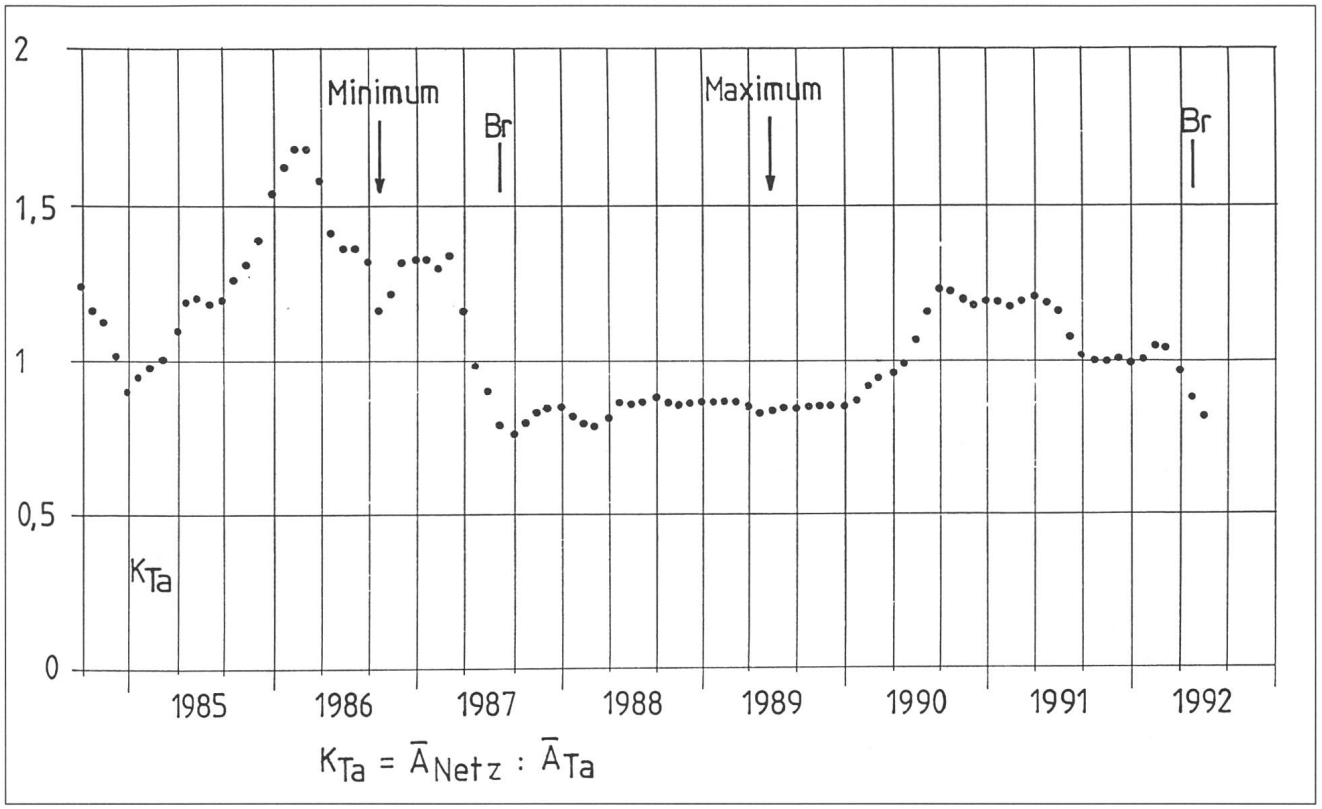


Bild 6: Übereinstimmung von A_{Ta} zu A_{Netz} : Reduktionsfaktor k_{Ta}

tiefer bewertet wurde. Bemerkenswert ist auch die Schlaufe nach oben bei den Werten der Gruppe. Die anschliessende Annäherung an die aufsteigende Gerade ist dann wieder ähnlich wie bei den A_{Ta}-Werten.

Die Beobachtungen von *H.U. Keller* zeigen ebenfalls einen ausgeprägten "Sack", die Werte erreichen jedoch danach rasch wieder diejenigen des aufsteigenden Astes [3].

Zu 2: Um weitere Einflüsse zu suchen, wurde in Bild 6 der k-Faktor für die geglätteten Werte der Beobachtungen von *Tarnutzer* im Vergleich zum A-Netz berechnet, und zwar nach der Formel

$$k_{Ta} = \frac{M_{A\ Netz}}{M_{A\ Ta}}$$

Es ist dies ebenfalls die gleiche Formel, wie sie zur Angleichung der Einzelbeobachtungen an die Wolfsche Zahl verwendet wird.

Die k-Werte schwanken bis Mitte 1987 recht stark, um nachher gleichmässiger zu werden. Zur Erklärung dieser anfänglichen Schwankung kann angeführt werden, dass die A-Netz-Beobachtergruppe zu Beginn aus nur wenigen Beobachtern bestand, die zudem noch über wenig Erfahrung verfügten. Ob diese Interpretation genügt, ist allerdings nicht sicher. Auffallend ist jedenfalls, dass diese Schwankungen um die Zeit des Minimums am grössten sind, wenn nur sporadisch Flecken sichtbar sind.

Ein wesentlicher, die Beobachtungsresultate beeinflussender Faktor ist das Wetter. Dieses übt einen selektiven Einfluss auf die Beobachtung aus, denn es ist denkbar dass ausgerechnet dann, wenn nach langer Zeit wieder Flecken auftauchen, schlechtes Wetter die Beobachtung verhindert. Der selektive Einfluss des Wetters dürfte zur Zeit des Minimums am grössten sein. Hier zeigt sich der Vorteil einer örtlich weit gestreuten Beobachtergruppe, da so der Einfluss des Wetters verkleinert wird.

Ein weiterer Einfluss liegt in der Definition eines Fleckes. Ich berücksichtige einen Fleck erst, wenn er eindeutig und nach mehrmaligem Aufsuchen als schwarzer Punkt erscheint, während andere Beobachter vielleicht schon einen grauen Schatten als Fleck betrachten. Dem ist sicher nichts entgegenzuhalten sofern nur diese Definition vom Beobachter dauernd eingehalten wird.

Wie beeinflusst das Auge die Resultate: Alter und Alterung des Auges, Empfindlichkeit, Brille, verwendetes Filter? Mein Auge ist nicht mehr das jüngste (Jahrgang 1921). Eine Verschlechterung der Sicht ist aber aus Bild 6 kaum herauszulesen. Darin sind auch die Zeiten der Brillenwechsel mit 'Br' bezeichnet. Auf Grund der R13-Mittelung müsste sich ein Wechsel durch eine kontinuierliche Verbesserung des k-Wertes über 13 Monate wiederspiegeln, mit dem Datum des Brillenwechsels in der Mitte. Dies ist aber aus Bild 6 nicht sichtbar.

Zum Filter: Meine ersten Beobachtungen erfolgten ursprünglich mit dem Gucksonn, dann mittels eines SOLAR-SKREEN Folienfilters und seit 1983 mit einem schwarzweiss

Filmstreifen. Seit Mai 1992 verwende ich Schweissfilter Nr. 13 und 14. Diese Wechsel wirken sich auf Bild 6 jedoch nicht aus.

Zu 3: Auch die Beobachtergruppe des A-Netzes bestätigt ein rapides Absinken der von blossem Auge sichtbaren Flecken unmittelbar nach dem Maximum der Sonnenaktivität. Da die Wolfsche Zahl R in dieser Zeit aber nur wenig ändert, muss angenommen werden, dass die Flecken nach dem Maximum kleiner werden. Grössere Fleckengruppen werden "zerrissen" in einzelne kleinere Flecken und entziehen sich so dem blossen Auge. Die Erklärung und die Begründung des genauen physikalischen Vorganges gehört aber in das Gebiet eines Fachmannes.

Zu 4: Hier öffnet sich ein grosses Betätigungsfeld für Amateure. Ich möchte hiermit alle, vor allem die jüngeren unter uns ermuntern, die Beobachtung der Sonne mit blossem Auge aufzunehmen und dann auch über längere Zeiten – sprich Jahrzehnte – durchzuhalten. Nur so kann festgestellt werden, ob sich andere, zukünftige Sonnenfleckenzyklen gleich oder ähnlich wie der jetzige verhalten.

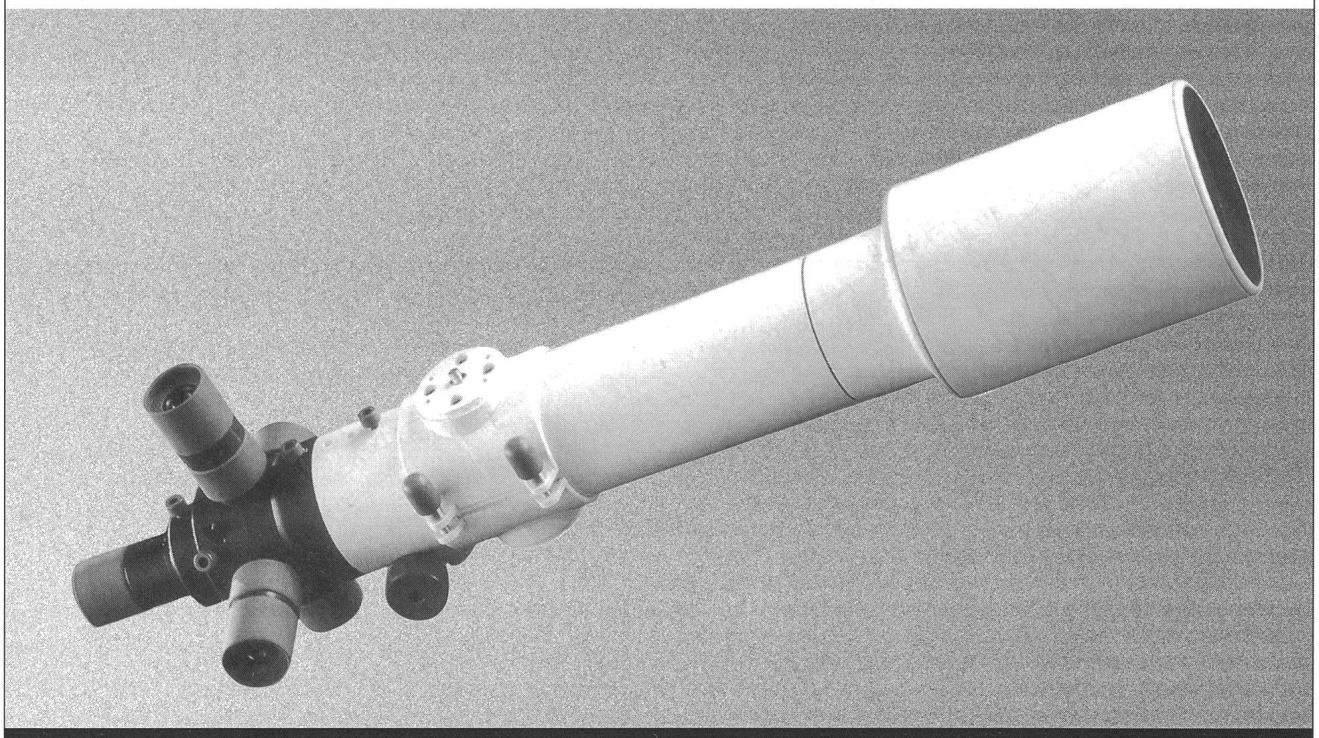
Die Beobachtungen des vorherigen Sonnenfleckenzyklus 21 durch H.U. *Keller* zeigen jedenfalls eine grosse Ähnlichkeit mit demjenigen des jetzigen Zyklus 22 [4]. Wer macht mit? Herr Hans Ulrich Keller, Kolbenhofstrasse 33, CH-8045 Zürich, nimmt gerne Anmeldungen und vor allem Beobachtungsresultate entgegen.

Literaturhinweis:

[1] Werte freundlicherweise von Hrn. Hans Ulrich Keller zur Verfügung gestellt
[2] R13-Mittel: Gewichteter arithmetischer Mittelwert über 13 Monate, wobei die Werte der äussersten Monate (6 Monate vor und nach dem Berichtsmonat) nur halbes Gewicht haben. Es ist dies dieselbe Formel, wie sie für die Wolfsche Zahl verwendet wird. Die entsprechende mathematische Formel ist in ORION 254 (1993) auf Seite 18 dargestellt.
[3] Private Mitteilung von Hr. H.U. Keller
[4] ORION 216 (1986) Seiten 154...156: H.U. Keller: Der Sonnenfleckenzyklus Nr. 21, von blossem Auge registriert.

ANDREAS TARNUTZER
Hirtenhofstrasse 9, CH – 6005 Luzern

BORG 100 ED Refraktor



Schmidt-Cassegrains, Newtons, JSO-Schmidtkameras, Montierungen, Okulare, Spiegel-Sets, Filter, Adapter, etc.
Bestellen Sie unseren GRATISKATALOG!

RYSER OPTIK

Kleinhüningerstrasse 157 4057 Basel ☎ 061/65 32 04

Aussergewöhnliche Beobachtungserfolge

APQ heissen unsere Fluorid-Objektive mit höchster apochromatischer Qualität.

Für Beobachtungserlebnisse von unbeschreiblicher Schönheit.

Refraktor APQ 130/1000

Durchmustern Sie den Himmel mit dem neuen APQ-Refraktor und Sie entdecken eine neue Welt: eine unbekannte Detailfülle auf dem Mond, die Venus glasklar und ohne Farbsaum, Jupiters Atmosphäre in den schönsten Pastelltönen, den Orionnebel in ungewöhnlicher Pracht. Feinste lichtschwache Details jetzt auch bei hohen Vergrösserungen. Erfreuen Sie sich an den beeindruckend hellen und kontrastreichen Bildern: absolut farbrein und brillant.

ZEISS
Germany

Carl Zeiss AG

Grubenstrasse 54
Postfach
8021 Zürich
Telefon 01 465 91 91
Telefax 01 465 93 14

Av. Juste-Olivier 25
1006 Lausanne
Telefon 021 20 62 84
Telefax 021 20 63 14

Lune région Stöfler

250 mm Cass (Newton) Takahashi; F/0 = 45; 2415; 1,5 sec. Photo: J. Dragesco - Cotonou (Bénin)

Die Luftfeuchtigkeit – wann beschlägt sich eine optische Fläche?

H. BODMER

Die Atmosphäre unserer Erde hat eine ganze Reihe von ungünstigen Auswirkungen auf die astronomischen Beobachtungsmöglichkeiten des Amateurs. In gewissen Nächten kann sich an verschiedenen Gegenständen ein Taubelag bilden, welcher besonders an optischen Flächen sich absolut störend auswirkt. Dieser Taubelag tritt vor allem an Fotoobjektiven, Fernrohrobjektiven und Schmidt-Platten auf, wenn sich diese bei hoher Luftfeuchtigkeit wegen der Abstrahlung gegen die kalte Luft unter den Taupunkt abkühlen. Aus diesem Grund ist es ratsam, die Verhältnisse der Luftfeuchtigkeit und Temperatur während der Beobachtungszeit stets um Auge zu behalten.

Die Luftfeuchtigkeit

Die Luftfeuchtigkeit ist der Gehalt der Luft an gasförmigem Wasserdampf, wobei das Wort Wasserdampf im richtigen Sinne zu verstehen ist, wie es in der Wissenschaft verwendet wird, das unsichtbare gasförmige Wasser und nicht die Erscheinung aus dem Alltag, wenn wir Wasser sieden und es in der Küche "dampft". Dieser Dampf ist nämlich nichts anderes als eine Wolke; sie besteht aus vielen kleinen Wassertröpfchen – der richtige Wasserdampf aber ist in der Luft unsichtbar. Man müsste hier eigentlich eher von "Wassergas" sprechen.

Die Luftfeuchtigkeit unterliegt zeitlich und räumlich grossen Schwankungen und ist nicht nur eine für das Wettergeschehen sehr wichtige Grösse, sie hat auch einen sehr grossen Einfluss auf viele andere Vorgänge in der Natur. Alle lebenden Organismen, ob Pflanze, Tier oder Mensch, reagieren auf hohe Werte der Luftfeuchtigkeit anders als auf niedrige Werte. Die Luftfeuchtigkeit wird angegeben als Dampfdruck in Millibar (mbar) oder heute als **Hektopascal; hPa,** die relative Feuchte in Prozent und die absolute Feuchte in Gramm Wasserdampf pro Kubikmeter Luft. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100% ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt. Ueberschüssiger Wasserdampf kondensiert zu Wassertröpfchen (Bildung von Wolken und Nebel) oder sublimiert zu Eiskristallen.

Die absolute Feuchte

Die Menge des Wasserdampfes in der Luft, gemessen in Gramm Wasserdampf pro Kubikmeter wird als **absolute Feuchte** genannt. In der Tabelle 1 ist ersichtlich, wieviel Gramm Wasserdampf jeder Kubikmeter Luft aufnehmen kann, bis er gesättigt ist. Die Tabelle zeigt, wie die maximal mögliche Dampfmenge mit sinkender Temperatur rasch abnimmt, eine Tatsache, die für die Wolkenbildung von zentraler Bedeutung ist.

Die spezifische Feuchte

Denkt man sich ein Luftpaket in ein anderes Niveau verschoben, so ändert sich sein Volumen. Die Menge Wasserdampf dagegen bleibt unverändert, so dass sich dabei die absolute Feuchtigkeit ändert. Man verwendet daher lieber eine andere Grösse, bei der dieses Problem nicht auftritt; die **spezifische Feuchte.** Sie gibt an, wieviele Gramm Wasserdampf in 1 kg feuchter Luft enthalten sind. Diese Angabe ist bei Vertikalbewegungen konstant, solange keine Kondensation oder Verdunstung von Wolken oder Niederschlagsteilchen stattfindet. 1 kg Luft bleibt 1 kg, gleichgültig unter welchem Druck sich das Luftpaket befindet.

Die Sättigungsfeuchte

Die Luft kann also nicht beliebig viel Wasserdampf aufnehmen. Die Höchstmenge an Wasserdampf, welche die Luft enthalten kann, bezeichnet man als **Sättigungsfeuchte A** in Gramm pro Kubikmeter, oder wenn man den Dampfdruck als Einheit nimmt, als **Sättigungsdampfdruck E.**

Tabelle 1: Wasserdampfgehalt gesättigter Luft

Spezifische Feuchte: Angaben bei einem Druck von 1000 hPa

Temperatur in Grad Celsius	Absolute Feuchte g/m³	Spez. Feuchte g/kg	Sättiungsdampfdruck E in Torr	hPa
-20°C	1,1	0,8	0,9	1,2
-15°C	1,6	1,2	1,4	1,9
-10°C	2,4	1,8	2,1	2,8
- 5°C	3,4	2,6	3,2	4,3
- 0°C	4,9	3,8	4,6	6,1
- 5°C	6,8	5,5	6,5	8,7
10°C	9,4	7,8	9,2	12,3
15°C	12,8	10,8	12,8	17,1
20°C	17,3	14,9	17,5	23,3
25°C	23,1	20,4	23,8	31,7
30°C	30,4	27,6	31,8	42,4
35°C	39,6	37,2	42,2	56,3

1 Torr= 1,333224 mbar= 133,3224 Pascal = 1,333224 hPa (Hektopascal) 1 Pa = 1 Newton pro Quadratmeter

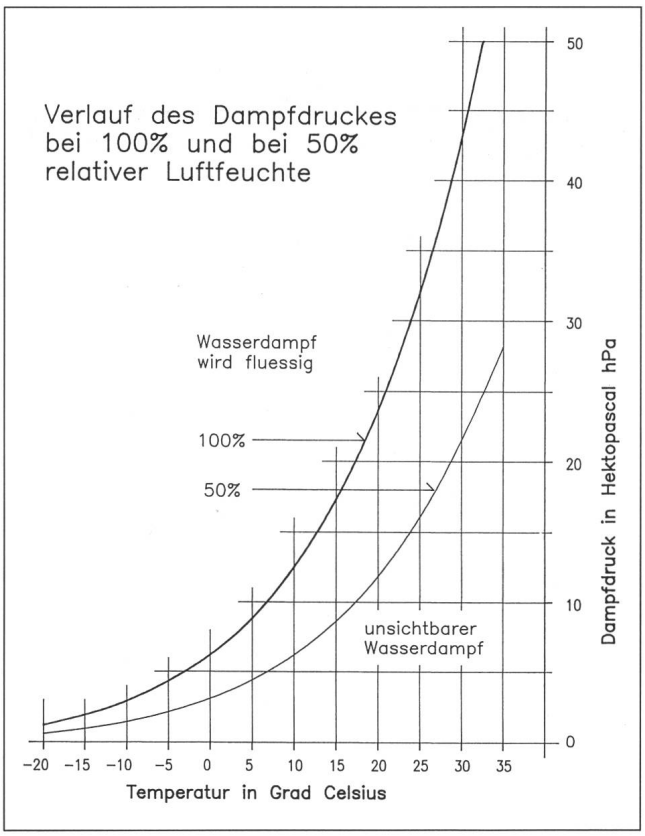
Je höher die Temperatur ist, umso aufnahmefähiger wird die Luf für Wasserdampf – umso grösser also auch der Sättigungsdampfdruck. Der Sättigungsdampfdruck nimmt mit steigender Temperatur zunächst langsam, schliesslich aber immer rascher zu. Ist der Sättigungsdampfdruck erreicht, so ist eine weitere Wasserdampfaufnahme nicht mehr möglich. Kühlt sich die Luft ab, so nimmt mit dem abnehmenden Sättigungsdampfdruck die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf ab. Wird die Aufnahmefähigkeit überschritten, so wird der überschüssige Wasserdampf als Tröpfchen oder Eisteilchen ausgeschieden (Kondensation). In der Abbildung 1 ist der Verlauf des Dampfdruckes in hPa bei 100% und bei 50% Luftfeuchtigkeit dargestellt. 100% entspricht dem Sättigungsdampfdruck.

Die relative Feuchte

In den meisten Fällen ist die vorhandene Luftfeuchte geringer als die Sättigungsfeuchte. Der Anteil des wirklich vorhandenen Wasserdampfgehaltes am maximal möglichen ausgedrückt in Prozent ist die relative **Luftfeuchte f.** Die relative Luftfeuchte ist also das Verhältnis des herrschenden zum jeweils höchstmöglichen Dampfdruck. Es gilt:

$$f = 100 \cdot e/E$$

wobei: e = Dampfdruck in Hektopascal (hPa), früher mbar oder Torr; E = Sättigungsdampfdruck in hPa, früher mbar oder Torr.



Die mit Feuchte gesättigte Luft hat demnach die relative Feuchte von 100%, was bei Regen oder Nebel praktisch der Fall ist.

Der Taupunkt

Bei einer Temperatur von 10°C und einer relativen Luftfeuchte von 50% herrscht ein Dampfdruck von 6,1 hPa, das ist genau gleich viel wie bei 0°C und 100% relativer Feuchte. Die Luft von 10°C und 50% relativer Feuchte kann also noch 6,1 hPa Wasserdampf aufnehmen. Diese noch bestehende Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf nennt man Sättigungsdefizit, es ist die Differenz zwischen dem Sättigungsdampfdruck und dem jeweils herrschenden Dampfdruck. Es gilt also:

$$\text{Sättigungsdefizit} = E - e$$

Bei gleichbleibendem Wasserdampfgehalt und steigender Temperatur geht die relative Feuchte zurück und dabei wächst das Sättigungsdefizit, d.h. die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf nimmt zu. Entsprechend steigt die relative Luftfeuchtigkeit und das Sättigungsdefizit nimmt mit sinkender Temperatur ab. Die relative Feuchtigkeit hat somit den umgekehrten Tagesgang wie die Lufttemperatur – sie ist am geringsten, wenn die Temperatur am höchsten ist. Kühlt sich die Luft immer stärker ab, so erreicht die relative Feuchte bei einer bestimmten Temperatur 100% und das Sättigungsdefizit wird Null. Dieser Punkt wird **Taupunktstemperatur** genannt.

Der Taupunkt ist also diejenige Temperatur, für die der herrschende Dampfdruck gleich dem Sättigungsdampfdruck ist. Bei weiterer Abkühlung bleibt die relative Feuchte 100%, der überschüssige Wasserdampf wird als Tröpfchen oder Eisteilchen ausgeschieden.

Vorgänge, bei denen der Taupunkt unter- bzw. überschritten wird, sind in der Natur und im täglichen Leben ausserordentlich häufig. Man denke nur etwa an die Wolkenbildung.

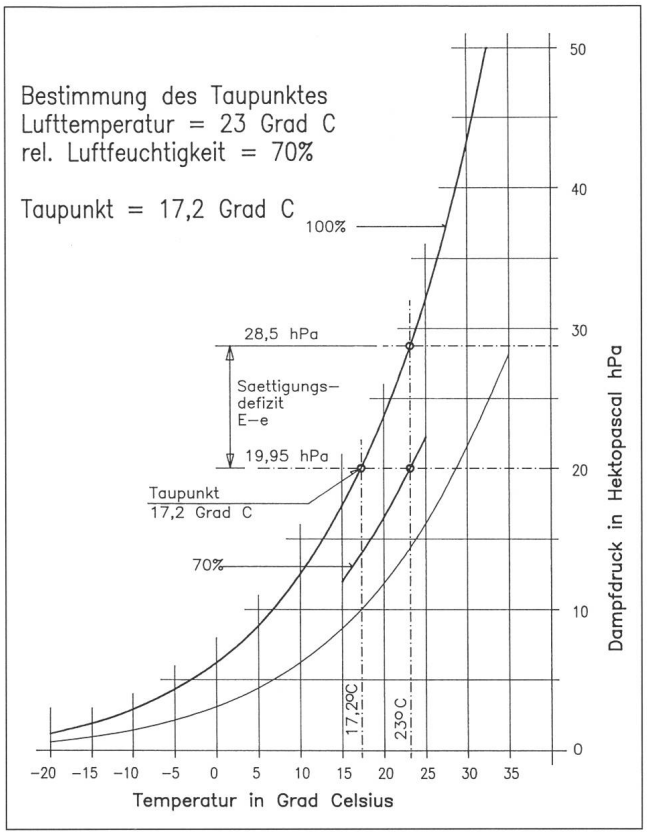
Werden Luftpakete hochgehoben und adiabatisch abgekühlt, d.h. in einem System wo kein Wärmeaustausch stattfindet, wird in einer bestimmten Höhe der Taupunkt unterschritten und die auskondensierenden Wassertröpfchen erscheinen als Wolken. Andererseits wird beim adiabatischen Absinken der Taupunkt in den Wolken überschritten und die Tröpfchen verdunsten zu Wasserdampf, was zu einer allgemeinen Wolkenauflösung führt. Alle diese Zusammenhänge sind für die astronomischen Beobachtungen von entscheidender Bedeutung. Besonders bei der fotografischen Tätigkeit ist es sehr wichtig zu wissen, wann der Taupunkt einsetzt und sich Objektive mit Tau beschlagen. Eine auf Hochglanz polierte Fläche, welche aus diesem Grund auch gut reflektiert, beschlägt sich beim wirklichen Taupunkt, während Flächen welche die erwähnten Bedingungen nicht erfüllen, sich oft abweichend vom Taupunkt beschlagen.

Wie bestimmt man den Taupunkt?

Kurz nach Sonnenuntergang herrsche eine Temperatur von 23°C und eine relative Feuchte von 70%. Der Dampfdruck ist dann das 0,7 fache des Sättigungsdampfdruckes und beträgt:

$$28{,}5\ \text{hPa} \cdot 0{,}7 = 19{,}95\ \text{hPa}$$

Die Luft könnte demnach noch 8,55 hPa Wasserdampf aufnehmen, d.h. wir könnten gemäss der Sättigungsdampfdruckkurve (Abb. 2) die Luft auf 17,2°C abkühlen bis die relative Luftfeuchte 100% beträgt. Die Taupunktstemperatur



beträgt also rund 17°C. Sinkt die Temperatur nun unter diesen Wert, so tritt Tau ein, welcher Fernrohr- und Photoobjektive beschlägt. Aus diesem Grund ist es also wichtig, bei hoher relativer Luftfeuchte den Gang der Temperatur stetig zu verfolgen, damit rechtzeitig Massnahmen gegen das Beschlagen von Photoobjektiven vorgenommen werden können (Anbringen von Taukappen). Gerade bei klaren Nächten, wenn an sich gute Verhältnisse zum fotografieren herrschen, kühlt sich die Luft schneller ab als bei bedecktem Himmel. Im Winter, bei Frostwetter, ist die Sättigungsfeuchte immer niedrig. Hohe Werte der relativen Luftfeuchtigkeit werden leicht erreicht. Im Sommer ist das Aufnahmevermögen der Luft für Wasserdampf gross, der Sättigungsdampfdruck wird nur selten erreicht, wodurch sich die im Sommer geringere Nebelhäufigkeit und geringere mittlere Bewölkung erklärt.

Die Messung der Lufttemperatur und der Luftfeuchte

a) Lufttemperatur

Die im Handel erhältlichen Thermometer sind Flüssigkeitsthermometer mit Alkohol- oder Quecksilberfüllung oder Bimetall-Thermometer. Das Prinzip der Flüssigkeitsthermometer beruht auf der Ausdehnung bzw. Zusammenziehung bei Erwärmung oder Abkühlung, denen die Alkohol- oder Quecksilberfüllung unterworfen ist. Beim Bimetall – Thermometer sind es zwei aufeinandergeschweisste gekrümmte Metallstreifen von unterschiedlichem Wärmeausdehungsvermögen. Sehr nützlich für Zwecke, um den Temperaturverlauf verfolgen zu können, ist das Maximum-Minimum – Thermometer, welches die Höchst- und die Niedrigsttemperatur einer Beobachtungsperiode mit Hilfe von Metallstiften fixiert, welche die Alkohol- oder Quecksilberfüllung bewegt. Bei der Gradeinteilung der Temperatur geht man vom Gefrierpunkt und vom Siedepunkt des Wassers aus. Die zwischen beiden Punkten liegende Strecke wird gleichmässig in Grade eingeteilt. Bei der Celsius Skala, welche nach dem schwedischen Astronomen Anders Celsius (1701 – 1744) benannt ist, sind es 100 Grade.

Um auch tatsächlich die Lufttemperatur zu messen, ist neben der Eichung des Thermometers vor allem darauf zu achten, dass das Thermometer an einem gut durchlüfteten und nicht der Sonneneinstrahlung ausgesetzten Ort aufgestellt wird. Fenster oder Hausnähe führen zu verfälschten Werten. Die ideale Temperaturmessung ist in einer Wetterhütte, weiss gestrichen und nach Norden geöffnet, zwei Meter über einem grasbewachsenen Boden, so wie sie die Meteorologen auch für die andern Messinstrumente verwenden.

b) Die Luftfeuchtigkeit

Zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit gibt es zwei Prinzipien:

1. Das Haar- Hygrometer

Hier wird die Eigenschaft von Menschenhaaren oder von Kunstfasern genutzt, die sich in feuchter Luft ausdehnen und in trockener wieder zusammenziehen. Die Bewegungen der Haare oder der Fasern werden auf einen Zeiger übertragen. Das Haar – Hygrometer soll von Zeit zu Zeit geeicht werden, indem man es in ein feuchtes Tuch wickelt und nach einer Weile den Zeiger auf ca. 95% relative Luftfeuchtigkeit justiert. Bei dichtem Nebel oder bei Regen müsste ein richtig geeichtes Haar – Hygrometer 100% relative Luftfeuchtigkeit anzeigen.

2. Das Psychrometer

Hier wird die Tatsache genutzt, dass trockene Luft die Verdunstung fördert, feuchte Luft hemmt sie. Das Psychrometer besteht aus zwei gleichen, identisch geeichten Thermometern. Die Quecksilberkugel des einen ist mit einer saugfähigen Baumwollbinde umwickelt, welche unten in einen Wasserbehälter eintaucht, sodass die Binde ständig feucht bleibt. An der anderen Thermometerkugel, welche dem Luftstrom offen ausgesetzt sein muss, verdunstet permanent Wasser, wobei dazu Wärme benötigt wird, die der Thermometerfüllung abgeht. Das "feuchte" Thermometer zeigt gegenüber dem "trockenen" Thermometer stets eine niedrigere Temperatur an. Dieser Temperaturunterschied erlaubt die Berechnung der relativen Luftfeuchte mit recht guter Genauigkeit. Der Unterschied sinkt auf 0°C, wenn die relative Luftfeuchtigkeit 100% erreicht hat. Da die Anwendung der Psychrometerformel etwas unbequem sein kann, benutzt man Graphiken oder Psychrometertafeln. Dies sind Tabellen, welche den Wasserdampfgehalt für sämtliche denkbaren Trocken- und Feuchttemperaturen enthalten. Wichtig ist dabei, dass das Psychrometer erst abgelesen werden darf, wenn sich die Temperatur am feuchten Thermometer nicht mehr ändert.

2a. Das Schleuderpsychrometer

Auch mit dem Schleuderpsychrometer besteht eine elegante Messmethode, um die Bestimmung von Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit genau zu ermitteln. Es wird wegen seines geringen Gewichtes, besonders aber auch wegen seines einfachen und wenig zu Störungen Anlass gebenden Aufbaues, vorwiegend für Messungen im Felde verwendet. Als Messelemente werden wiederum zwei identische Quecksilber-Glasther-

mometer verwendet. Ueber das eine Quecksilbergefäss ist ein Gewebedocht gezogen, welcher soviel Wasser aufnehmen kann wie zur Befeuchtung des Gefässes während der Dauer einer Messung notwendig ist. Das zweite Thermometer wird dagegen stets trocken gehalten. Beide Thermometer liegen parallel und dicht nebeneinander in einem Schutzgehäuse. Wird das Schleuderpsychrometer durch kreisförmige Bewegungen mit dem ausklappbaren Handgriff in Drehung versetzt, strömt Luft an den Thermometergefässen vorbei. Auf diese Weise wird die für psychrometrische Messungen erforderliche Ventilation von rund 2 m/s erzeugt. Der Griff ist derart kreisförmig zu bewegen, dass das Gerät mit etwa 2,5 bis 3 Umdrehungen pro Sekunde rotiert. Die ersten verwertbaren Temperaturen können nach ungefähr 3 Minuten abgelesen werden.

Aus der abgelesenen Trocken und Feuchttemperaturen kann der herrschende Dampdruck mit Hilfe der Sprung'schen Formel berechnet werden:

$$e = E' - A\,(\vartheta - \vartheta') \cdot b/1006{,}6\ [\mathrm{hPa}]$$
$$f = e/E\ [\%]$$

e = gesuchter Dampfdruck [hPa]
E = maximaler Dampfdruck bei der Temperatur des trockenen Thermometers [hPa]
E' = maximaler Dampfdruck bei der Temperatur des feuchten Thermometers [hPa]
A = Psychrometerkonstante = 0,66 bei Wasser; 0,57 bei Eis am feuchten Thermometer
ϑ = Temperatur des trockenen Thermometers [°C]
ϑ' = Temperatur des feuchten Thermometers [°C]
b = Luftdruck [hPa]
f = relative Luftfeuchtigkeit [%]

Der Sättigungsdampfdruck ist jedoch einschlägigen Tabellen zu entnehmen. Zweckmässiger ist jedoch, die Auswertung der Ergebnisse an Hand der jedem Gerät beiliegenden Psychrometertafel zu entnehmen, wo die relative Luflfeuchtigkeit unmittelbar abgelesen werden kann. Diese Tafeln sind unter Berücksichtigung eines Luftdruckes von 1006,6 hPa erstellt.

HANS BODMER
Burstwiesenstrasse 37, CH-8606 Greifensee

Militäroptik – Sofortverkauf

NEUE LIEFERUNG

					DM
• WF Okular	2"	F 50	Leitz	~~NP 2.200.–~~	**300.–**
• WF Okular	2"	F 32	Zeiss Oberc.	~~NP 1.400.–~~	**240.–**
• WF Okular	2"	F 35	Steinheil	~~NP 1.200.–~~	**200.–**
• WF Okular	2"	F 30	Steinheil	~~NP 1.250.–~~	**200.–**
• WF Okular	1 1/4"	F 16	russ. 6-linser		**150.–**
• Präz. Okular	1 1/4"	F 22	Zeiss Oberc.	~~NP 700.–~~	**130.–**
• Zenit Prisma	2"		Zeiss Oberc.	~~NP 650.–~~	**150.–**
• Zenit Gehäuse	2"				**85.–**
• Amici Prisma	1 1/4"		Leitz	~~NP 410.–~~	**85.–**
• Zenit Prisma	3" m. Geh.		Zeiss Oberc.	~~NP 3.000.–~~	**550.–**

• über 200 weitere Restposten •

Russisches Forschungs-Stereomikroskop, original verpackt, neu professionelle Qualität, Baujahr 1992, 5 Stück, Stückpreis DM 560.– Neupreis ca. DM 1700.–. 5 Stück Maksutov 100/1000/MC/MTO Bauj. 92 original verpackt, Anschluß M42 + Adapter M42 11 1/4-Zoll erstklassige Abbildungsgüte, komplett Stck. DM 450.–. Über 200 verschiedene Optiken, Lagerbestände Bauj. 92/93, original verpackt, Katalog inkl. 15 Farbfotos, SFr. 5.–.

BW Optik Versand LANGNER VOSS
Lindenstr. 52, 45894 Gelsenkirchen, West-Deutschland

Telefon 0049 209 39 47 45

Meteorite

Urmaterie aus dem interplanetaren Raum
direkt vom spezialisierten Museum
Neufunde sowie klassische Fund- und Fall-Lokalitäten
Kleinstufen – Museumsstücke
Verlangen Sie unsere kostenlose Angebotsliste!

Swiss Meteorite Laboratory
Postfach 126 CH-8750 Glarus
Tél. 077/57 26 01 – Fax: 058/61 86 38

Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen

HANS BODMER, Burstwiesenstr. 37, CH-8606 Greifensee

Juni 1993 (Mittelwert 50,9)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	101	102	101	76	72	83	82	62	52	45
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	35	22	14	9	8	15	18	18	13	24
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R	29	34	43	46	64	48	66	76	92	77

Nombres de Wolf

Juli 1993 (Mittelwert 57,1)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R	55	56	87	78	76	56	46	32	44	35	
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
R	28	36	48	59	63	70	61	69	70	58	
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	68	52	72	72	62	57	56	63	56	41	43

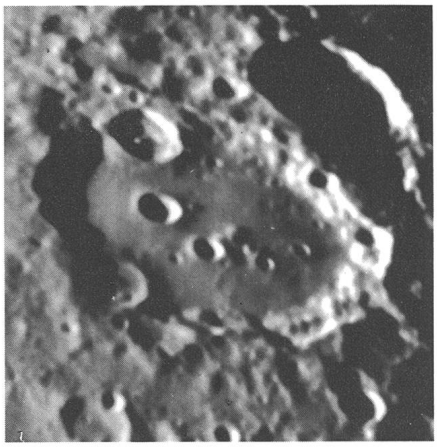
Les Apennins

Cette région lunaire est très intéressante à observer du fait du fort contraste qui fait ressortir de nombreux fins détails. La chaîne montagneuse se compose principalement des monts Huygens, Hadley, Bradley, Wolff et Ampère, qui ont une altitude de 3000 à 5500 m. Au bas de la photo, on reconnaît Archimède (Ø 83 km), et à droite le cratère Eratosthène (Ø 58 km).

Voici quelques phénomènes facilement observables par l'amateur:

1) Rima Conon (longueur 50 km)
2) Rima Hadley (longueur 80 km, largeur 1500 m, profondeur 400 m)
3) Rima Bradley (longueur 130 km)
4) Rima Fresnel (longueur 90 km)
5) Rima Archimedes (plusieurs, longueur 150 km)
6) Site d'alunissage d'Apollo 15.

A. Behrend



Mondkrater Clavius, fotografiert mit Vixen FL-80 S

Die Vixen-Erfolgsformel für Freude an der Astronomie

Top Qualität
Top Preis
Top Service

Vixen

Sirius 50 L

Mit 800 mm Brennweite und 50 mm Objektivdurchmesser zeigt Ihnen dieses Linsenteleskop Mondkrater, die Jupitermonde, den Saturnring, den Gasnebel im Orion, Kugelsternhaufen, Doppelsterne und vieles mehr!

613301 **Fr. 318.–**

New Polaris R-114 S

Unser meistverkauftes Teleskop hat mit 114 mm Spiegeldurchmesser und 900 mm Brennweite die nötige Optik-Power um auch Sie für die Astronomie zu begeistern! Hochwertige Ausstattung, günstiger Preis!

609935 **Fr. 1195.–**

New Polaris 80 L

Linsenteleskop mit hohem Bildkontrast. Kristallklar und knackig scharf sehen Sie Wolkenstrukturen auf Jupiter, die Teilung der Saturnringe sowie Mondkrater-Details. Brennweite 1200 mm, Öffnung 80 mm.

609930 **Fr. 1595.–**

GP-90 M

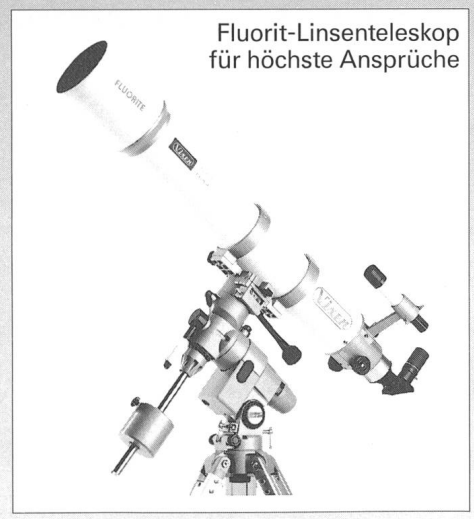
90 mm Öffnung und 1000 mm Brennweite machen dieses Universalteleskop zusätzlich ideal für Astronomen, die am Grossstadthimmel beobachten und sich daher auf Sonne, Mond, Planeten und Doppelsterne spezialisieren.

617320 **Fr. 2690.–**

GP-R 150 S

Bei dunklem Himmel die helle Freude: Lichtstärke f/5, 150 mm Öffnung und 750 mm Brennweite erschliessen Ihnen visuell und fotografisch die stille Pracht funkelnder Kugelsternhaufen, lichtschwacher Galaxien und Gasnebel.

617250 **Fr. 3290.–**



GP-FL 102 S

Mit diesem Teleskop der Spitzenklasse wird Astronomie zum ästhetischen Erlebnis! Durch die spektakuläre Abbildungsleistung der apochromatischen 102/900-FL-Optik sehen Sie die Sterne wie Diamanten auf schwarzem Samt.

617430 **Fr. 6290.–**

Gerne senden wir Ihnen umfangreiches Info-Material über unser gesamtes Astro-Programm: Teleskope · Spektive · Feldstecher · Zubehör · Astro-Poster · Diaserien · Bücher · Himmelsatlanten · Astro-Software ...

Generalvertretung für die Schweiz:

proastro

P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstr. 124
8034 Zürich

Telefon 01 383 01 08
Telefax 01 383 00 94

Astrophotographie de Y-Cygni

Région nébuleuse H 11 – IC 1318

Au milieu Y-Cygni, à gauche IC 1318, au-dessous de Y-Cygni l'amas ouvert NGC 6910, à droite en haut encore une partie claire de IC 1318. En bas, au milieu, NGC 6913 ou Messier 29, tout à droite, NGC 6888.

Instrument: Caméra Schmidt, 1:2, / 454; exposition: 30 minutes; film: Kodak Ektachrome 200.

Ce film possède un bon contraste, mais malheureusement aussi un très gros grain.

Photo: H.R. Frei, Laurenzgasse 3, 8006 Zürich

Optische Erscheinungen in der Atmosphäre

H. JOST-HEDIGER

Wie entsteht eigentlich eine optische Spiegelung? Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit ein Regenbogen entsteht? Was ist eine Nebensonne oder eine Unternebensonne? Und wie entstehen eigentlich Halos? Wie fällt ein "Bleistift-Eiskristall"? waagerecht oder senkrecht?

Diese Themen beschäftigten uns dieses Jahr am **Kolloquium in Carona,** welches von **Professor Dr. Paul Wild** geleitet wurde.

Wie jedes Jahr am ersten Wochenende nach Fronleichnam trafen sich auch dieses Jahr wieder gut 20 Teilnehmer zum alljährlichen Kolloquium in der Calina in Carona. Nach einem heftigen Gewitter in der Nacht vom Freitag zum Samstag (einzelne Donnerschläge liessen buchstäblich die Calina erzittern), erwarte uns am Samstagmorgen ein wolkenloser Himmel. Eine gute Gelegenheit, den Samstagmorgen noch zu einer kleinen Besichtigung von Carona zu benützen.

Am Samstagnachmittag begann dann das eigentliche Kolloquium, welches auf bewährte Art und Weise von Professor Dr. P. Wild bestritten wurde.

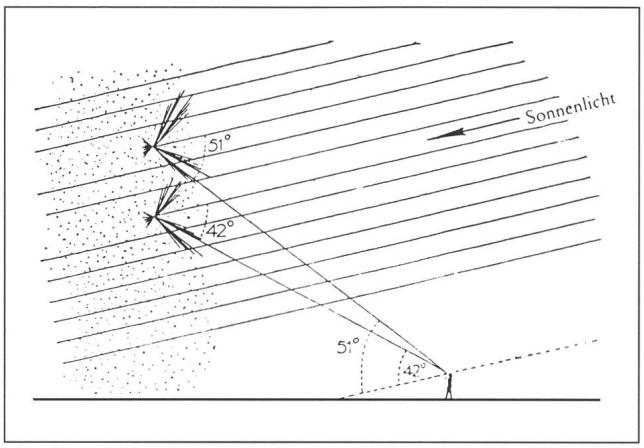
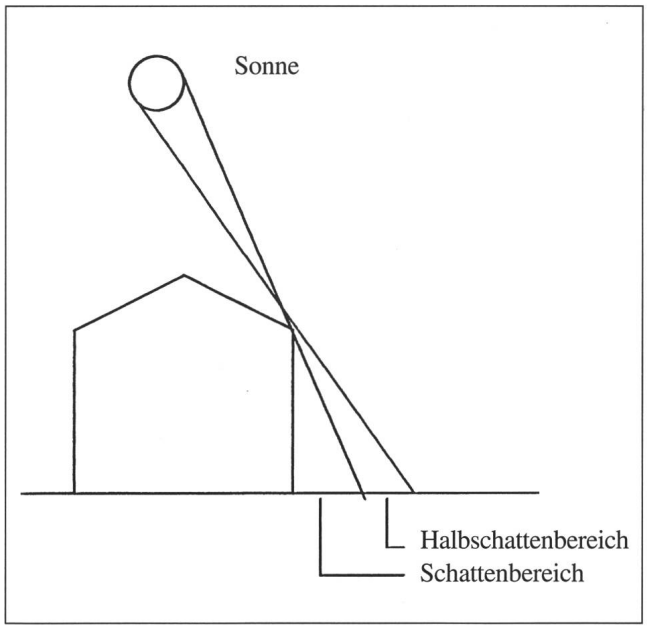


Bild 2: Sonnenlicht das auf Regentropfen fällt, zaubert einen Hauptregenbogen und einen Nebenregenbogen

Schattenwürfe,

dies war das erste Thema, welches uns vorgestellt wurde. Haben Sie eigentlich schon einmal beobachtet, dass der Schatten immer weniger scharf wird, wenn zum Beispiel ein schattenspendendes Blatt Papier immer weiter von der Fläche, auf welcher der Schatten abgebildet wird, entfernt wird. Woran das wohl liegt? Nun, dies ist sehr einfach zu verstehen, wie uns erklärt wurde. Da die Sonne keine punktförmige Lichtquelle ist, sondern einen Durchmesser von ca. 0,5 Grad am Himmel hat, erreichen die Kanten des schattenspendenden Papiers die Lichtstrahlen der Sonne von Punkten, welche im Maximum 0,5 Grad voneinander entfernt sind, was zu einem Kernschatten und zu einem Halbschatten führt. Der Rand des Schattens wird unscharf (Bild 1). Und der Schatten eines hoch fliegenden Vogels, wie wird der abgebildet? Natürlich als Kreis, denn er erscheint eigentlich als Schatten der Sonne. Und wie verhält es sich wenn die Sonne im Wald durch kleine Öffnungen zwischen den Blättern scheint? Wird sie dann wirklich kreisrund abgebildet und kann man unter guten Bedingungen in der Projektion sogar Sonnenflecken sehen? Ja! man kann.

Bild 1: Schattenwurf durch die Sonne



Regenbogen

wie entstehen die eigentlich und wie sehen sie genau aus. Haben Sie schon einmal einen Regenbogen genau beobachtet. Hand aufs Herz: wissen Sie, welche Farbe aussen liegt und welches die kräftigste Farbe ist? Und wie sieht das innerhalb und ausserhalb des Regenbogens aus? Wo ist der Himmel heller? Diesen Fragen galt es nachzugehen und sie sind recht interessant.

Der innere Bogen (Hauptregenbogen von 42 Grad entsprechend einer Ablenkung von 138 Grad) ist der kräftige Regenbogen und seine Farbe ist von innen nach aussen violett, blau, grün, gelb, orange, rot. Er entsteht durch Beugung und Brechung von Sonnenstrahlen in Regentropfen von ca. 0,1 bis 2mm Durchmesser in einer Entfernung von ca. 1 bis 2 Kilometern vom Beobachter. Je nach Durchmesser der Regentropfen treten die verschiedenen Farben in unterschiedlicher Intensität auf. Innerhalb des Regenbogens ist der Himmel deutlich heller als ausserhalb des Bogens, was von den mehr als 138 Grad abgelenkten Lichtstrahlen herrührt (diffuses Licht). Der äussere Regenbogen (Nebenregenbogen von 51 Grad) zeigt gegenüber dem Hauptregenbogen die

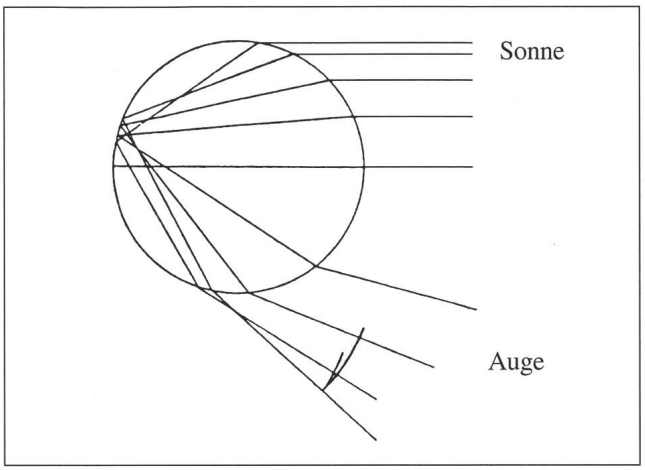


Bild 3: Verlauf der Lichtstrahlen im Regentropfen für die Bildung des Hauptregenbogens

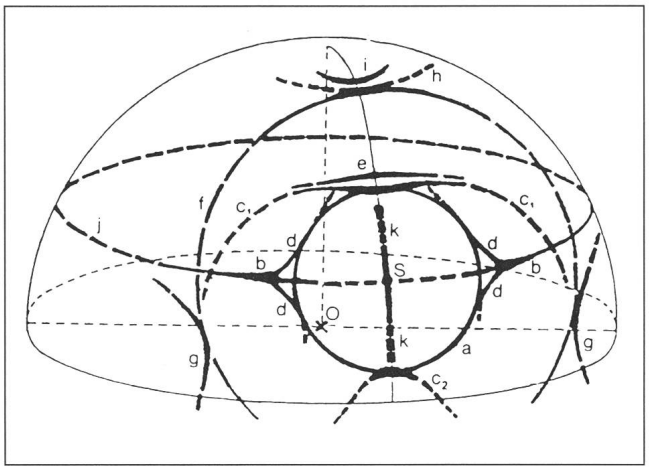


Bild 4: Die häufigsten Halos am Himmel (fette Striche)

umgekehrte Farbreihenfolge und ist schwächer. Dass Regenbogen nur bei tiefstehender Sonne vor einem dunklen Hintergrund gesehen werden können, muss vermutlich nicht erwähnt werden.

Halos

Dies war der ausführlichste und wohl auch der interessanteste Teil des Kolloquiums. Schon nur die Fragen, unter welchen Umständen überhaupt Halos entstehen können, und wie die vielfältigen Halos erklärt werden können (oder teilweise auch nicht) könnte Gegenstand von tagelangen Diskussionen sein. Halos werden von der Brechung des Sonnenlichtes in kleinen, sechseckigen Eiskristallen, welche entweder wie Bleistifte senkrecht fallen oder als Plättchen schweben, verursacht. Von Lichtsäulen über Nebensonnen, Nebenuntersonnen bis zu komplexen Halbkreisen und sogar fast ganzen Kreisen sind alle möglichen Erscheinungen beobachtbar und teilweise auch noch nicht ganz verstanden. Zu stark sind die einzelnen Erscheinungen von der Grösse der Eiskristalle, der Anzahl der Eiskristalle, vom Zustand der Atmosphäre, der Fallgeschwindigkeit der Kristalle und vielem anderen mehr abhängig. Es muss an dieser Stelle genügen, im Rahmen von Bild 4 die häufigsten Formen der Halos darzustellen.

Wie oft können aber nun Halos beobachtet werden? Die Antwort überrascht sicher: Alle paar Tage sollte im Durchschnitt ein Halo oder zumindest ein Teil eines Halos beobachtbar sein. Nebensonnen sollten ebenso oft beobachtbar sein, wenn sie auch selten wie wirkliche Sonnen, sondern vielmehr einfach wie Lichtflecke aussehen. Einzige Bedingung: Die Sonne muss tief stehen und der Himmel möglichst gleichmässig mit Zirren bedeckt sein. Aber Achtung: Halos stehen viel näher am Zenit als am Horizont und sind in der Regel recht schwach.

Zum Schluss möchte ich, sicher im Namen aller Teilnehmer, Herr Professor Dr. P. Wild recht herzlich für seine Vorträge und seine grosse Arbeit danken. Es war ein schönes und lehrreiches Wochenende. Und übrigens, noch ein Geheimtyp: Das Nachtessen, welches am Samstagabend traditionsweise jeweils von Frau Nicoli und ihren Helfern gekocht und serviert wird, ist immer super. Die Stimmung wird mit dem Fortschreiten des Abends jeweils auch immer fröhlicher (scheint an den guten Getränken zu liegen) und das Zusammensitzen und die Diskussionen unter Amateuren kommen jeweils auch nicht zu kurz.

Bibliographie:

Vorträge von Prof. Dr. P. Wild zum Thema
Licht und Farbe in der Natur, M. Minnaert, Verlag Birkhäuser, ISBN 3-7643-2496-1 (ein wirklich empfehlenswertes Buch zum Thema)

H. JOST-HEDIGER
Lingeriz 89, 2540 Grenchen

Buchbesprechungen • Bibliographies

DON E. WILHELMS: *To a Rocky Moon: A Geologists History of Lunar Exploration,* 1993, University of Arizona Press, 477 pp., Hb, ISBN 0-8165-1065-2, $ 29.95.

E. H. Levy, J. I. Lunine (Editors): *Protostars and Planets III,* 1993, University of Arizona Press, 1596 pp., Hb, ISBN 0-8165-1334-1, $ 90.00.

Deux nouvelles parutions chez University of Arizona Press: Une monographie sur l'aventure de l'exploration lunaire vue par un géologue qui y a participé, et un ouvrage collectif traitant du sujet très actuel de la formation stellaire et des systèmes planétaires.

Don Wilhelms est l'auteur de *Geologic History of the Moon,* publié par le US Geological Survey en 1987, et qui est considéré comme étant l'ouvrage définitif sur ce sujet. *To a Rocky Moon* aborde le même sujet, mais d'une façon très différente. C'est l'histoire du programme Apollo tel que l'a vécu un de ses principaux acteurs. Ce livre intéressera toute personne qui a suivi, dans les années 60 et 70, les six expéditions lunaires réussies et, en particulier, les historiens des sciences. On y trouve un récit de l'évolution de notre perception des mécanismes qui ont produit les formations lunaires, le débat entre protagonistes du volcanisme et de ceux des impacts météoritiques, la manière

dont les connaissances imparfaites de l'époque ont influencé les choix des objectifs des missions. Mais, avant tout, ce texte nous procure une vision «de l'intérieur» de l'entreprise humaine, avec ses querelles et rivalités, des risques consciemment acceptés et des décisions importantes qui ont parfois dû être prises rapidement à des moments cruciaux. Chaque mission lunaire est décrite en détail et, avec l'auteur, on déplore la décision politique démagogique prise par l'administration Nixon qui a supprimé les trois derniers vols prévus, alors que toute l'infrastructure et le matériel nécessaires étaient à disposition et que la véritable exploration géologique avait débuté avec le vol Apollo 17 (les vols Apollo 18, 19 et 20 prévoyaient l'exploration des cratères Gassendi, Copernic et Tycho). Des raisons économiques ont toujours été évoquées pour justifier l'abandon du programme Apollo, mais il est moins connu du public en général que le coût total d'une expédition lunaire ne dépassait pas celui de deux jours de guerre au Vietnam! L'auteur met aussi en évidence la complexité technologique du projet qui, en comparaison avec les entreprises plus récentes de la NASA, a connu un taux remarquablement faible d'échecs. Il répond également aux objections soulevées par les opposants aux vols spatiaux habités: contrairement aux petites quantités de sol et de fragments de roche rapportées par les sondes automatiques soviétiques, seuls des échantillons de roche recueillis sélectivement sur le terrain par des astronautes formés pour la prospection géologique ont été susceptibles de fournir des âges isotopiques corrects et d'aider ainsi à décrypter l'histoire de la Lune. Ce récit historique est important et, comme dit l'auteur dans la préface *«Peu de cette histoire a été rédigé jusqu'à présent, et il est grand temps de le faire avant que les cerveaux et les corps de ceux qui y ont contribué ne soient trop usés»*

Protostars and Planets III est le troisième recueil de textes consacrés à ce sujet édité par University of Arizona Press (les autres l'ont été en 1978 et 1985) dans le cadre de l'importante collection *Space Science Series* dirigée par Tom Gehrels. Il ne s'agit pas d'une simple mise à jour, mais d'une nouvelle compilation d'articles de revue contribués par des spécialistes qui exposent, chacun dans son domaine, l'état actuel de nos connaissances. Le livre aborde la discussion générale des processus qui mènent à la formation stellaire, des phases initiales de l'évolution stellaire et, en particulier, de la formation de systèmes planétaires comme le nôtre. Les 91 auteurs couvrent en 39 chapitres les sujets liés aux nuages interstellaires, leur composition et leur effondrement, aux conditions de la formation stellaire et les premières phases de la vie stellaire, aux disques et leur éjection de matière, aux propriétés physiques des disques et de la matière planétaire, à la formation des planétoïdes et des planètes. Les textes sont accompagnés de plus de 100 illustrations, dont 8 sont en couleurs. Un attrait majeur, propre aussi aux autres volumes de la *Space Science Series* du présent éditeur, est la présence en fin de volume d'un glossaire, d'une importante bibliographie de presque 160 pages et d'un index bien structuré. Ce livre, destiné aussi bien au spécialiste qu'à l'étudiant qui veut s'initier au sujet, a le mérite de rassembler en un seul volume une vue d'ensemble pratiquement exhaustive du sujet tout en facilitant l'accès à des lectures plus approfondies par le biais des références bibliographiques.

N. Cramer

Joachim Gürtler, Johann Dorschner, *Das Sonnensystem.* 253 Seiten mit 178 Abbildungen, gebunden; Fr. 98.–. Wissenschaftliche Schriften zur Astronomie – Herausgegeben von Siegfried Marx Barth Verlagsgesellschaft mbH, Leipzig Berlin Heidelberg ISBN 0-335-00281-4

Die Erforschung des Sonnensystems hat sich in den drei letzten Jahrzehnten explosionsartig entwickelt. Das Sonnensystem ist heute nicht mehr allein Forschungsgegenstand der Astronomie, sondern ist durch die Raumfahrt in weiten Teilen geowissenschaftlichen Untersuchungsmethoden zugänglich geworden.

Das vorliegende Buch will sowohl eine Bestandesaufnahme des enormen Erkenntniszuwachses als auch eine systematische Einführung in das komplex gewordene Forschungsgebiet "Sonnensystem" sein. Der Zentralkörper des Systems, die Sonne, ist ebenso berücksichtigt wie die neuen Erkenntnisse über die Planetengeologie, -aeronomie und -magnetosphärenphysik. Meteoritenkunde, Planetoiden- und Kometenforschung sowie die heutige Vorstellungen über die Entstehung des Sonnensystems sind in den abschliessenden Kapiteln ausdrücklich eingeschlossen.

Das gut gelungene Buch mit den zahlreichen schwarz-weiss und Farbaufnahmen sowie sauber dargestellten Graphiken wendet sich an alle, welche sich für eine moderne wissenschaftliche Gesamtschau interessieren, aber auch an jene, die in dieses faszinierende Gebiet ernsthaft einsteigen wollen. Formelmässigen Zusammenhängen wurde in diesem Buch nicht grundsätzlich aus dem Weg gegangen, doch sind sie auf das Minimum beschränkt und meist leicht verständlich. Wer den modernen Wissensstand mehr beschaulich erleben will, der möge an den Gleichungen vorbeigehen. Ich meine, dieses Werk sollte in der Bibliothek des interessierten Amateurastronomen nicht fehlen.

Hans Bodmer

Heinz Oberhummer; *Kerne und Sterne*; 184 Seiten mit 65 Abbildungen, gebunden; DM 68.–. Barth Verlagsgesellschaft mbH, Leipzig Berlin Heidelberg ISBN 0-335-00319-5

Dieses Buch gibt eine Einführung in die Nukleare Astrophysik – ein interdisziplinäres Forschungsgebiet, welches Elementar-, Kern- und Astrophysik sowie die Astronomie einschliesst.

Der lange Lebensweg der Sterne von ihrer Geburt bis zu deren Tod wird eingehend beschrieben, wobei insbesondere darauf eingegangen wird, welche überragende Bedeutung die Kernprozesse in der Evolution der Sterne besitzen. Von zentraler Bedeutung für dieses Buch ist die sogenannte Nukleosynthese, d.h. die Entstehung der Elemente beim Urknall, in Sternen und in der interstellaren Materie. Dabei erzeugen die Sterne auch Elemente, die eine unabdingbare Notwendigkeit von Leben darstellen.

Nach der Einleitung werden einige kernphysikalische Grundlagen vermittelt, um dann zum Aufbau des Universums überzugehen. Das zentrale Kapitel behandelt die Entstehung der Elemente in unserm Universum. In den übrigen Kapiteln werden dann spezielle Themen der Nuklearen Astrophysik, wie der physikalische Zustand der Sterne und die Beschreibung von Kernreaktionen, welche in der Astrophysik von Bedeutung sind, abgehandelt. Im Anhang wird das anthropische Prinzip behandelt, das wohl in der Nuklearen Astrophysik am klarsten hervortritt und besagt, dass unser Universum für die Entstehung von Leben "massgeschneidert" scheint.

Das Buch ist klar gegliedert enthält in einzelnen Kapiteln jedoch viele mathematische Formeln und es bedarf doch einiger Vorkenntnisse aus der Mathematik, Physik und Chemie, um das Buch zu verstehen. Für den einfachen Amateur, der sich wenig mit Physik und Mathematik beschäftigt oder gar den Laien ist dieses Buch teilweise leider eher etwas schwer zu begreifen.

Hans Bodmer

BURKHARDT, G.; ESSER, U.; HEFELE, H. et al (Eds.): *Astronomy and Astrophysics Abstracts, Vol 55A-Vol 55B, Literature 1992, Part 1*, 1993, Springer Verlag, 1447 pp., Hb, ISBN 3-540-56436-5, DM 508.–.

Si un seul ouvrage devait servir à illustrer la progression impressionnante de l'astronomie durant ces dernières années, ce serait bien le cas de *Astronomy and Astrophysics Abstracts* que les éditions Springer ont entrepris de publier régulièrement. Cette compilation périodique de toutes les publications en rapport avec l'astronomie qui sont parues dans l'année écoulée est unique en son genre. Alors que les premiers volumes, édités il y a bientôt 20 ans, arrivaient à contenir tous les sommaires des articles parus dans l'année en un seul livre de dimensions peu spectaculaires, la présente édition, qui résume 10'636 articles, nécessite deux épais volumes pour lister les publications de la première moitié de 1992 seulement. Cette compilation, patronnée maintenant par l'Union Astronomique Internationale (UAI), est devenue un outil indispensable pour tout chercheur en astrophysique ou en ses disciplines apparentées et doit obligatoirement figurer dans toute bibliothèque d'institut.

N. CRAMER

J. PALOUŠ, W. B. BURTON AND P.O. LINDBLAD (Eds) *Evolution of Interstellar Matter and Dynamics of Galaxies* Proceedings of the International Conference, Prague, 21-25 May 1991, 420 pp., Cambridge University Press, 1992. ISBN 0-521-41984-0. $ 69.95.

Presque 10% de la masse de notre propre galaxie est sous la forme de matière interstellaire. Bien que cette proportion varie selon le type de galaxie, l'étude de la matière interstellaire est essentielle pour comprendre l'évolution dynamique et chimique d'une galaxie. La découverte que l'espace entre les étoiles n'est pas totalement vide, mais qu'il est rempli d'un mélange ténu de gaz et de grains de poussière, ne date guère plus de 60 ans. C'est d'abord l'effet d'absorption et de rougissement de la lumière stellaire par la poussière interstellaire qui fut mis en évidence. Dans les années 50, le développement de la radioastronomie permit l'observation du gaz interstellaire et la cartographie des bras spiraux de notre galaxie. Plus récemment encore, à partir de 1970, on s'intéressa à la morphologie de la matière interstellaire elle-même.

«Evolution of Interstellar Matter and Dynamics of Galaxies» édité par Palouš, Burton et Lindblad, est le compte rendu de la conférence internationale organisée au printemps 1991, à Prague. Ce livre assez dense regroupe une soixantaine d'exposés couvrant quatre thèmes majeurs: 1) stuctures de matière interstellaire et supernovae, 2) nuages interstellaires et formation stellaire, 3) évolution des galaxies, 4) galaxies en interaction et sursauts de formation stellaire. Cette publication est destinée au chercheur et à l'étudiant universitaire. Mais l'amateur curieux et assidu découvira en le feuilletant un monde interstellaire d'une richesse de structures insoupçonnée, truffé de «coquilles», «cheminées», «bulles», «vers» et «fontaines». Tels sont en effet les termes évocateurs du jargon des observateurs de la matière interstellaire.

Outre le fait de combiner deux domaines importants de l'astrophysique moderne, l'évolution de la matière interstellaire et la dynamique des galaxies, cet ouvrage, et la conférence qui en est à l'origine, ont aussi le mérite historique d'avoir réuni des astrophysiciens occidentaux et leurs collègues des pays de l'Est, peu après les premières fêlures du rideau de fer.

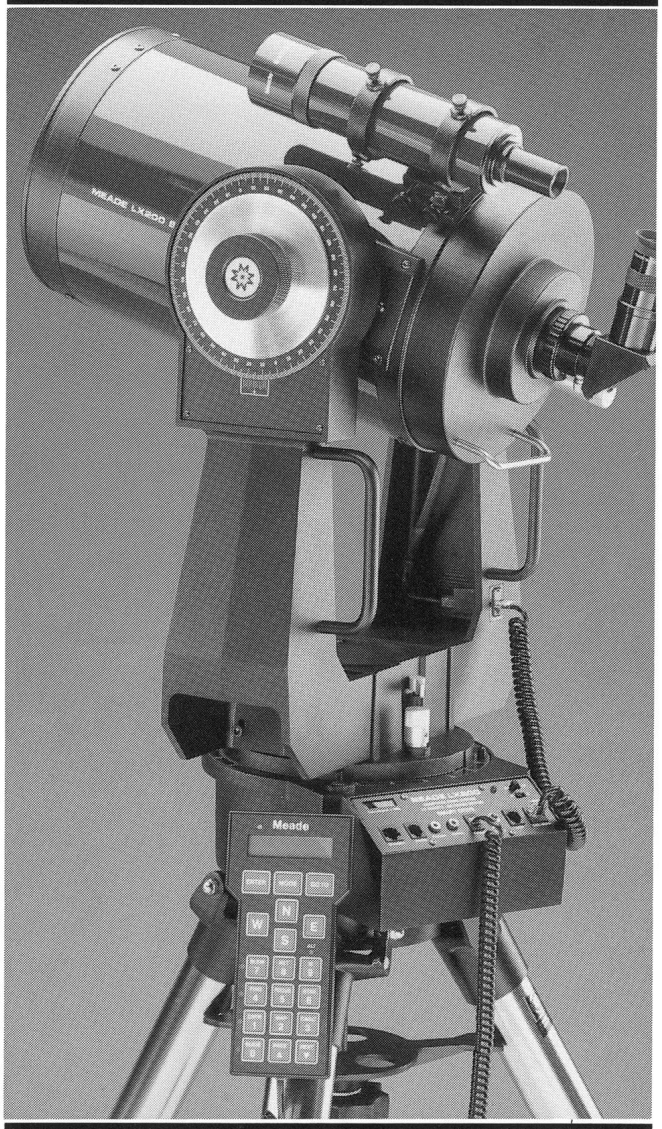
ASTRID ORR

MEADE

F/6.3 & F/10 Schmidt-Cassegrain

Durch Computersteuerung beider Achsen muss das LX200-Teleskop nicht mehr parallaktisch montiert und auf den Polarstern justiert werden. Das macht sie zu den stabilsten Schmidt-Cassegrain Teleskopen auf dem Markt ! Sogar ein Föhnsturm lässt das Bild ruhig stehen und der Computer findet immer das gewünschte Objekt ! Die grosse Oeffnung für Deep-Space-Beobachtungen, die lange Brennweite für Planeten und die geschlossene, wartungsfreie, kurze Bauweise machen sie zum idealen transportablen Allzweck-Teleskop. Die neue Qualitätsoptik hält jedem Vergleich stand.

8" Mod. 'STANDARD' mit Stativ, Aufsatz, Nachführmotor **Fr. 2976.-**
8" LX100 mit Stativ, Aufsatz, elektronischer Nachführung, PPEC **Fr. 4628.-**
8" LX200 mit Stativ, 100% Computer-Steuerung, PPEC, wie Foto **Fr. 5277.-**
10" 'STANDARD' Fr. 3995.- / 10" LX100 Fr. 6152.- / 10" LX200 Fr. 6987.-
10" Mod.'PREMIER' mit Stativ u. Digital-Anzeige (solange Vorrat) **Fr. 4990.-**
Alle Preise sind unverbindlich - Preis-Änderungen jederzeit vorbehalten.



LX100/200 Gratis-Katalog: 01 / 841'05'40
Autorisierte MEADE - JMI - LUMICON - Vertretung für die Schweiz:
E. Aeppli, Loowiesenstr. 60, 8106 ADLIKON

CELESTRON

CG-11
Nichts kann Öffnung ersetzen

Öffnung Ø 280mm (11"), Brennweite f - 2800mm

. . . solche Astrofotos allerdings gelingen Ihnen nur mit einem Instrument, welches auch bei grossen Öffnungen Zentimeter für Zentimeter exzellente optische Qualität bietet. Für diesen «kleinen Unterschied» ist

Celestron - Fotos: Tony Hallas / Daphne Mount

Celestron ja hinreichend bekannt! Doch auch die beste Optik ist stets nur so gut, wie ihre Montierung es zulässt. Und jeder, der etwas von Astrofotografie versteht, kennt die Anforderungen, welche in der Praxis an eine Montierung gestellt werden:

- Stabilität durch geringstmögliches Lagerspiel, extreme Steifigkeit und kürzeste Ausschwingzeiten
- Sichere Nachführung durch elektronisch optimierte Steuerung, präzise Mechanik und übersichtliche Bedienelemente
- Feldtauglichkeit durch kurze Aufbauzeit, schnellste Poljustierung und vom Stromnetz unabhängigen Betrieb

Die gelungene Kombination dieser Merkmale mit einer Optik der absoluten Spitzenklasse heisst CG-11 und kostet Fr. 11'900.—.

Preis freibleibend

Celestron CG-11 Teleskop

Grundausstattung incl. C-11 Optik (280/2800), Tubus, 1 1/4" Zenitprisma, 1 1/4" Ultima-Okular 30mm, Sucher 8×50, Montierung G-11 mit Schwalbenschwanz, Polsucher f. N/S—Himmel, Motorsteuerung in beiden Achsen, 2 Gegengewichte je 5kg, Säulenstativ, Koffer für Optik und Montierung.

Bitte Datenblatt anfordern!

Generalvertretung für die Schweiz:

proastro

P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Dufourstr. 124
8034 Zürich

Telefon 01 383 01 08
Telefax 01 383 00 94