

Objektyp: **Issue**

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

Band (Jahr): **52 (1994)**

Heft 262

PDF erstellt am: **16.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

262

Juni · Juin · Giugno 1994



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:

Dr. 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 263: 10.06.1994**
 ORION 264: 05.08.1994

Dernier délai pour l'envoi des articles **ORION 263: 10.06.1994**
 ORION 264: 05.08.1994

Ständige Redaktionsmitarbeiter/Collaborateurs permanents de la rédaction:

Astrofotografie/Astrophotographie:

Armin Behrend, Les Parcs, CH-2127 Les Bayards /NE
Werner Maeder, 1261 Burtigny

Neues aus der Forschung/Nouvelles scientifiques:

Dr. Charles Trefzger, Astr. Inst. Uni Basel, Venusstrasse 7,
CH-4102 Binningen
Dr. Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51,
CH-1290 Sauverny
Dr. Fabio Barblan, Ch. Mouille-Galand 2a, CH-1214 Vernier/GE

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, Schlottenbuelstrasse 9b, CH-8625 Gossau

Weitere Redaktoren/Autres rédacteurs:

M. Griesser, Breitenstrasse 2, CH-8542 Wiesendangen
Hugo Jost-Hediger, Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

Reinzeichnungen/Dessins:

H. Bodmer, Gossau; 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:

Urs Stampfli, Däleweidweg 11, (Bramberg) 3176 Neueneegg, Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.

Einzelhefte sind für SFr. 9.– zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretär erhältlich.

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: Urs Stampfli, Däleweidweg 11, (Bramberg) 3176 Neueneegg. 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

ISSN 0030-557 X

Inhaltsverzeichnis / Sommaire

H. Bodmer: Wolken als Wettervorboten	104
M. Zavadsky: Les nébuleuses planétaires	135

Neues aus der Forschung • Nouvelles scientifiques

G. Fischer: Une retombée pacifique de la guerre des étoiles/ Eine friedliche Nebenerscheinung des Kriegs der Sterne	131
G. Klaus, D. Cardoen: Die Supernova 1994D in der Galaxie NGC 4526	134
Ph. Jetzer: Gravitationslinsen	138
Men J. Schmidt: Riesiger Komet stürzt auf den Riesenplanet Jupiter	144

Sonnensystem • Système Solaire

H.-J. Mettig: JUPOS: Datenbank für Objektpositionen auf Jupiter	118
F. Egger: Der Peekskill Meteorit	118
F. Barblan: L'Univers, dis-moi ce que c'est? Planètes; épisode 1	119
M. Willemin, H. Lehmann: Identification d'un astéroïde	142
R.O. Montandon: Bei Azimutangaben: Aufgepasst!	147
J.G. Bosch: Comètes et variables / Kometen und Veränderliche	148
U. Straumann: Comète McNaught-Russell 1993V	150

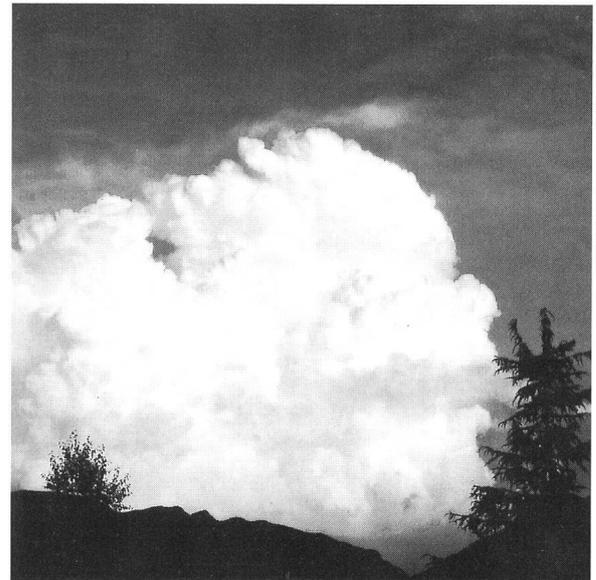
Mitteilungen / Bulletin / Comunicato

H. Bodmer: Astrofotokurse in Calina, Carona/Tessin	123/21
Veranstaltungskalender / Calendrier des activités	123/21
F. Egger: Robert A. Naef Preis 1993 / Prix Robert A. Naef 1993	124/22
W. Maeder: E. Antonini nous a quittés / Abschied von E. Antonini	125/23
U. Stich: ASTRO!NFO	126/24
D. Ursprung: 12. Schweizerische Astronomie Tagung, Luzern	126/24
A. Tarnutzer: Kann man mit einem azimutal aufge- stellten Fernrohr nachgeführte Astro-Fotos machen?	127/25
B. Zill: 19. Schneeberger Astronomische Tage	128/28
U. Straumann: Komet McNaught-Russel 1993V	128/26
A. Behrend: McNaught-Russel 1993V	129/27
H. Lehmann: NGC 2903	129/27
H. Bodmer: Planetendiagramme / Diagrammes planétaires	130/28
H. Bodmer: Sonne, Mond und innere Planeten / Soleil, Lune et planètes intérieures	130/28

Instrumententechnik • Techniques instrumentales

J. Alean: Praktische Astronomie	112
An- und Verkauf / Achat et vente	129,137
H. Bodmer: Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen / Nombres de Wolf	122

Titelbild/Couverture



*Gewitterwolken über dem Monte Generoso/Tessin am
21. Juli 1993.*
(Foto H. Bodmer)

*Nuages d'orage sur le Monte Generoso/Tessin, le
21 juillet 1993.*
(Photo H. Bodmer)

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



Wolken als Wettervorboten

H. BODMER

Sicher haben Sie sich auch schon als Amateurastronom in den Abendstunden gefragt: Wie wird wohl das Wetter diese Nacht sein, lohnt es sich, die Sternwarte für das Publikum zu öffnen? Oder kann ich diese Nacht fotografieren? Was sind das für Wolken dort am Horizont? Was bedeuten sie – lösen sie sich auf oder vermehren sie sich und steht ein Wetterumschlag bevor? Im folgenden soll ein Hinweis gegeben werden, wie eine Wetterlage anhand von Wolken beurteilt werden kann.

1. Die Atmosphäre

Die Lufthülle der Erde wird nach oben immer dünner und geht allmählich – ohne scharfe Grenzen – in den luftleeren Weltraum über. Sie besteht aus mehreren Schichten, die durch sogenannte «Pausen» voneinander abgetrennt sind. Die unterste Schicht nennt man Troposphäre; sie wird von der Tropopause begrenzt. Darüber liegen die Stratosphäre, die Mesosphäre und schliesslich die Thermosphäre. Die Abb. 1 zeigt diesen Aufbau mit dem jeweiligen Verlauf der Temperatur.

Die Troposphäre

Die Troposphäre ist die eigentliche Heimat der Wolken und mit diesem Gebiet wollen wir uns jetzt etwas näher beschäftigen. Die Höhe der Troposphäre hängt von der geographischen

Breite ab. Über den Polen reicht sie etwa auf 6 km, über den Tropen bis 17 km hinauf. Da die Temperatur in der Troposphäre mit zunehmender Höhe abnimmt, ist es in den niedrigen Breiten an der Tropopause sehr viel kälter als in den höheren Breiten. Aequator: -80°C ; mittlere Breiten -60°C ; über den Polen ca. -40°C .

Nach unten hin steht die Troposphäre mit der Erdoberfläche in Verbindung, wo die Umsetzung von Sonnenstrahlung in Wärme erfolgt. Von der Erdoberfläche aus wird Wärme mit der aufsteigenden Luft in die Troposphäre getragen; es findet eine Konvektion statt. Aber auch der von den Wasser- und Landflächen der Erde sowie von der Vegetation in die Luft übergehende Wasserdampf bringt Wärme mit: die Wärme nämlich die zum Verdunsten des Wassers aufgewendet werden musste. Da diese Wärme gewissermassen im Wasserdampf versteckt ist, heisst sie «latente» Wärme. Wenn der Wasserdampf zu Wolken kondensiert, wird latente Wärme frei und steht zur Erwärmung der Umgebung wieder zur Verfügung.

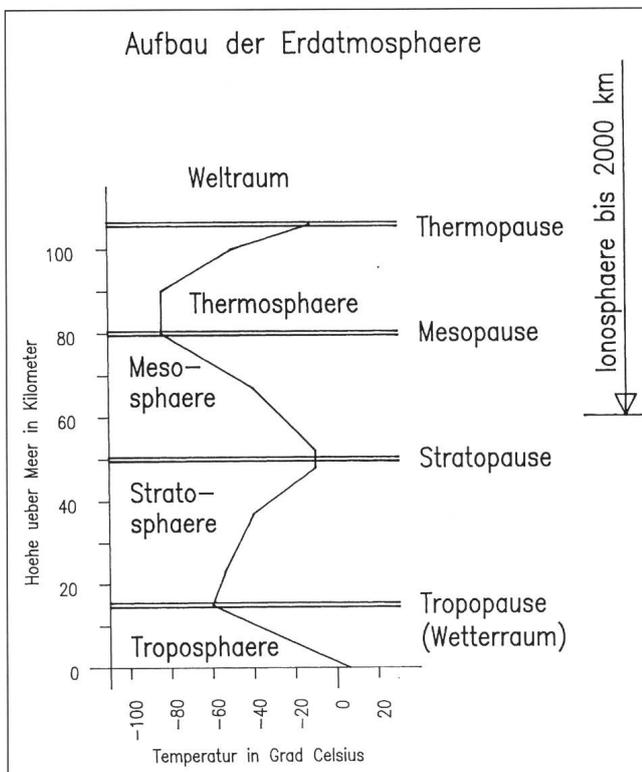
Die horizontalen Luftströmungen

Während die tropische Zone im Energieüberfluss schwelgt, werden die Polargebiete von der Sonne sehr benachteiligt. Daraus entsteht das globale Import-Export-Unternehmen Atmosphäre und bedient sich zweier Transportsysteme, den Meeresströmungen und den Luftströmungen. Der Energietransport zu den Polen ist mit einer Ofenheizung zu vergleichen. Über dem heissen Ofen steigt die erwärmte Luft zur Zimmerdecke und strömt zur gegenüberliegenden Wand, kühlt sich an den Fenstern ab, sinkt zu Boden und fliesst zum Ofen zurück wo sie sich wieder erwärmt. Auf unsere Erde übertragen, würde also die warme Luft über dem Aequator in die Höhe steigen, zu den Polen fließen, sich abkühlen und als kalte Luft an der Erdoberfläche wieder zum Aequator zurückfliessen. Da warme Luft leichter ist als kalte, steigende Luft am Boden zu einem Druckfall und sinkende Luft zu einem Druckanstieg führt, herrscht am Aequator tiefer, an den Polen hoher Druck. In der Wirklichkeit sieht es jedoch etwas anders aus, sonst würde die Luft am Boden ja ständig vom kalten Nordpol zum warmen Aequator strömen, das heisst, wir hätten immer einen kalten Nordwind. Dass dies nicht so ist, verdanken wir der Tatsache, dass die Erde sich einmal pro Tag um die eigene Achse dreht.

Aequatoriale Zirkulation

Durch die Krümmung der Erdoberfläche ist die Geschwindigkeit der Umdrehung am Aequator am grössten, ungefähr 1670 km/h. Diese hohe Geschwindigkeit behält die warme am Aequator aufsteigende Luft bei, wenn sie sich in 12 – 16 km Höhe zu den Polen in Bewegung setzt und wird so der Erdoberfläche umso mehr vorausseilen, je weiter sie gegen Norden fliesst. Schliesslich strömt sie genau nach Osten und erreicht die Pole nie. Beim Blick vom Aequator aus gegen Norden scheint die Luft gegen rechts abgelenkt zu werden, beim Blick nach Süden nach links. In jeweils etwa 30° Nord und Süd ist aus der polwärts fliessenden Luft ein reiner Westwind

Abb. 1





geworden, welcher sich bandenförmig rund um die Erde zieht. Inzwischen hat sich die Luft soweit abgekühlt, dass sie zu Boden sinkt und wieder zum Äquator zurückfliesst. Wegen der Ablenkung durch die Erdrotation strömen die Winde auf der Nordhalbkugel aus Nordost und auf der Südhalbkugel aus Südost. Diese als Nordost- und Südostpassat bekannten Winde hatten wegen ihrer Beständigkeit eine grosse Bedeutung für die Segelschifffahrt.

2. Wolken

Eine Wolke ist eine Ansammlung von Wassertropfchen und Eiskristallen verschiedener Grösse. Der Durchmesser der flüssigen Tropfchen bewegt sich zwischen 4 und 20µm; doch können in bestimmten Wolken noch grössere Tropfen vorkommen. Regentropfen haben Durchmesser bis zu 6 mm.

Wolken haben eine ausgeprägte Dynamik; während sie sich auf der einen Seite auflösen, entstehen sie auf der andern Seite ständig neu; eine Wolke ist kein Gegenstand, sondern ein Zustand. Wolken vermitteln nicht nur eine vielseitige Aesthetik, sondern sind auch Ausdruck und Folgeerscheinungen einer Vielzahl atmosphärischer Prozesse. Sie sind die offensichtlichen Zeichen von Wettervorgängen und aus ihrer Form kann der Schichtungszustand der Atmosphäre erkannt werden. Ausserdem geben die Wolken mit ihrem Zug Hinweise auf die herrschenden Windverhältnisse. Durch richtiges Deuten des Wolkenbildes kann man den amtlichen Wetterbericht auf lokale Verhältnisse modifizieren.

Wolkenbildung

Im wesentlichen können Wolken auf zweierlei Weisen entstehen:

1. ungeordnete Hebung von Luftpaketen, d.h. Wolken mit vertikaler Entwicklung
2. grossflächiges Aufgleiten von Luft; es entstehen sogenannte Schichtwolken

Zur ersten Gruppe gehören die Haufenwolken, die das Wort «cumulus» in ihrem Namen stehen haben. Zur zweiten Gruppe der schichtförmigen Wolken zählen die mit dem Wort «stratus» im Namen. Zu den Schichtwolken gehört auch der Nebel, eine Wolkendecke die auf der Erdoberfläche aufliegt.

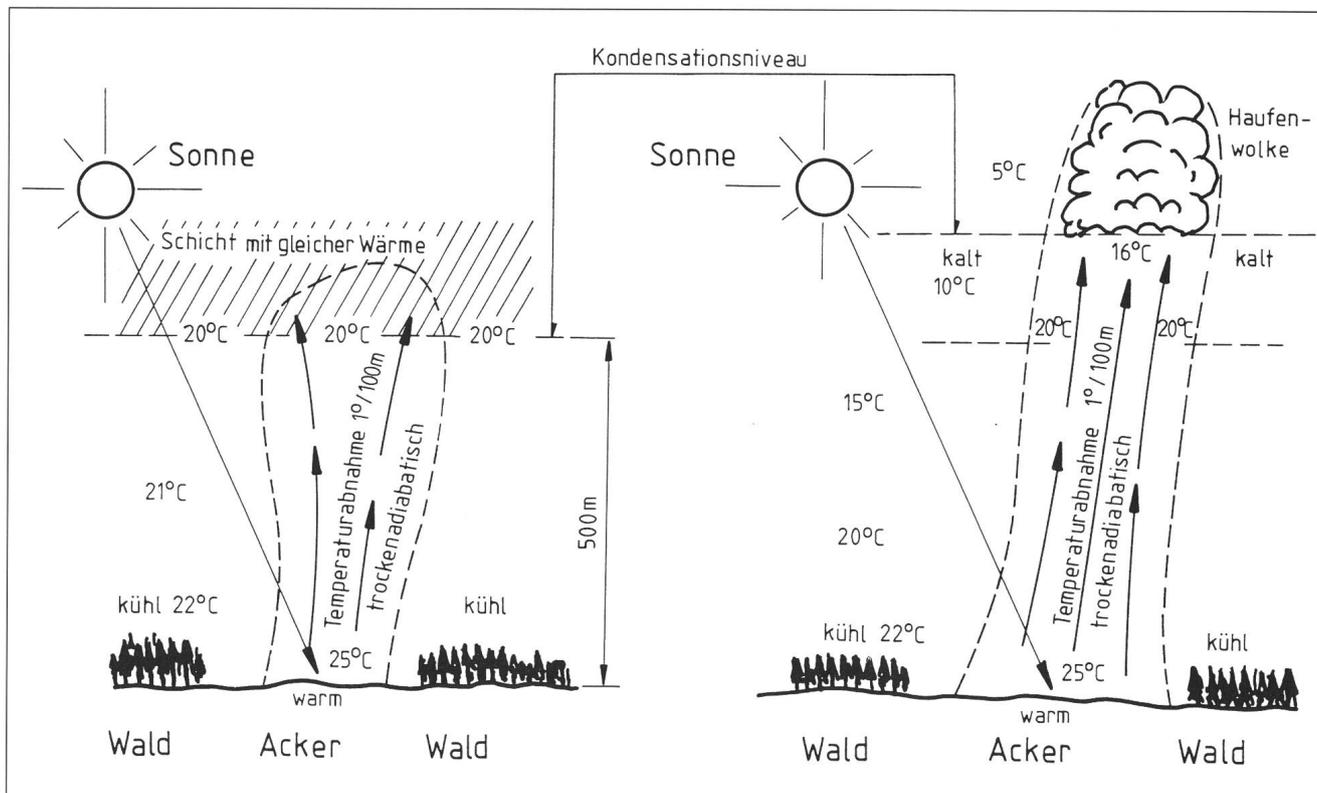
Thermik und Konvektion erzeugen Haufenwolken

Die Erdoberfläche nimmt innerhalb recht kleiner Areale ganz unterschiedliche Temperaturen an. Im allgemeinen werden feuchte Gebiete weniger warm als trockene, weil in den feuchten die Verdunstung viel Sonnenwärme aufzehrt. So bleiben offene Wasserflächen wie Seen oder Flüsse, aber auch Wiesen und Wälder relativ kühl, während sich Sand, Siedlungen, Ackerland stärker erwärmen.

Die auf der Erdoberfläche aufliegende Luft nimmt aber die Temperatur des Untergrundes an. Dadurch kommen wärmere und kühlere Luftvolumen nebeneinander zu liegen. Da die wärmere Luft leichter ist als die kühlere, beginnt diese, in Form von einzelnen Blasen wie Heissluftballone aufzusteigen. Während des Aufsteigens kühlen sich die Luftblasen allmählich ab. Solange keine Kondensation stattfindet, beträgt die Abkühlung genau 1°C pro 100 m Höhendifferenz.

Die Temperatur unserer Thermikblase darf während ihrer Reise nach oben nicht isoliert betrachtet werden, sondern immer im Vergleich mit der Temperatur der Umgebung. Geht die Temperatur der Umgebungsluft mit der Höhe langsamer zurück als die Luftblasen, dann werden diese bald kälter und damit schwerer als die Umgebung. Mit dem Auftrieb ist es

Abb. 2





damit schnell vorbei und die Blase sinkt wieder zum Boden zurück. (Abb. 2, links) Ist jedoch die Umgebungsluft in der Höhe kälter als die Luftblase selbst, so wächst deren Auftrieb weiter und sie sprudelt noch schneller in die Höhe. (Abb. 2, rechts)

Wir müssen uns jedoch bewusst sein, dass unsere Thermikblase auch Wasserdampf enthält. Kalte Luft kann nicht so viel Wasserdampf mit sich führen wie warme. Wegen der beim Aufsteigen erfolgenden Abkühlung wird irgendwo die Temperatur erreicht bei deren Unterschreiten das Wasserhaltevermögen der Luft überfordert wäre. Man sagt, die Luft sei jetzt «gesättigt». Bei noch weiterer Abkühlung muss dann ein Teil des Wasserdampfes in Form von Tröpfchen ausgeschieden werden; man nennt dies Kondensation. Die ausgeschiedenen Tröpfchen bilden nun unsere Wolke. Die Temperatur, bei der die Kondensation eintritt, nennt man **Taupunkt**. Da die Kondensation innerhalb der Blasen erfolgt, erscheinen die Wolken als isolierte Haufen; d.h. als sogenannte Cumuluswolken.

Solche Haufenwolken entwickeln sich bei Schönwetterlagen im Frühling und im Sommer meist in grosser Zahl, alle in gleicher Höhe entsprechend dem Kondensationsniveau. (Abb. 3) In den Nachmittagstunden, wenn die Sonneneinstrahlung am intensivsten ist, sind auch die Quellungen am stärksten. Abends wenn die Temperatur am Erdboden sinkt, hört die Thermik auf und die Wolken lösen sich wieder auf, d.h. es erfolgt eine klare Nacht.

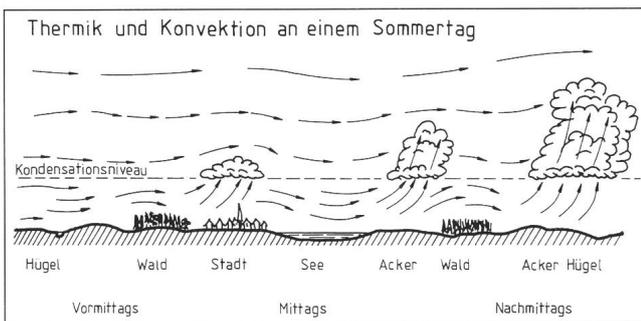


Abb. 3

Die vertikale Erstreckung der Thermik- und Konvektionswolken wird wesentlich durch die Schichtung der Luft bestimmt. Bei stabiler Schichtung reicht die Thermik meist nicht sehr hoch, sodass sich nur flache Schönwetterwolken bilden. Gibt es dagegen in den untern Lagen feuchtlabile Schichten, (schwüles Wetter) entstehen blumenkohlartig aufquellende Haufenwolken mit einer Mächtigkeit von mehreren Kilometern (Cumulus congestus). Schliesslich entwickeln sich bei noch stärkerer Konvektion Cumulonimbuswolken, (Gewitterwolken) welche bis zur Tropopause hinauf reichen können. In den Sommermonaten können solche Entwicklungen in den Nachmittagstunden sehr oft beobachtet werden, wenn ein Wärmegewitter entsteht. In der Regel sind solche Wärmegewitter harmlos und leiten keinen generellen Wetterumschlag ein. Nach dem Durchzug des Gewitters tritt meist eine angenehme Abkühlung ein, die Wolken lösen sich rasch wieder auf und in der folgenden Nacht ist die Luft wie reingewaschen, sehr klar und meist auch sehr ruhig, weil die Abkühlung schon erfolgt ist.

Schichtwolken

Die Sättigung der Luft mit Wasserdampf kann ausser durch das Aufsteigen warmer Luftblasen auch noch auf eine andere Art erfolgen:

1. durch Abkühlen infolge langsamen Aufgleitens ausgedehnter Luftschichten auf kältere Luftmassen; sog. Warmfront
 - 1a. erzwungene Hebung von Luftmassen über orographische Hindernisse; (Alpenkamm) Föhnlage
 2. durch Abkühlung als Folge von Kontakt mit einer kalten Oberfläche;
 3. durch Verdunstung aus einer Wasserfläche;
 4. durch Mischung mit kühler Luft.

Der erste Prozess läuft bei der Entstehung frontaler Bewölkung ab. Der Vorgang kann tagelang andauern. Es ist wesentlich, dass für diese Vorgänge sogenannte Kondensationskerne notwendig sind. Die Luft, insbesondere verschmutzte Luft enthält eine Fülle solcher Kerne, welche überwiegend aus mikroskopisch kleinen Meersalzkriställchen besteht. Durch Stürme gelangen Meersalztröpfchen in die Luft, das Wasser verdunstet und die Salzkristalle bleiben zurück. Der Wind verteilt sie über die ganze Erde und ermöglicht dadurch überall eine Wolkenbildung. Kondensationskerne können auch industriellen Ursprungs sein. Oft bestehen diese Tröpfchen aus Säuren. In Industriegebieten enthält die Atmosphäre oft mehr künstliche als natürliche Kondensationskerne.

Eine Warmfront zieht vorüber

Beim Durchzug einer Warmfront gleitet warme Luft auf kalte, ein Vorgang welcher in unserer Wetterzone recht häufig vorkommt und jeweils mit einem Wetterumschlag in Schlechtwetter verbunden ist. (Abb. 4)

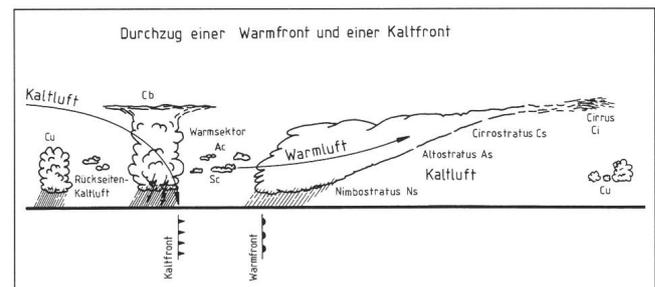


Abb. 4

Die wärmere Luft schiebt sich wegen ihres geringen Gewichtes auf einer schiefen Ebene über die kältere Luftmasse. Sie steigt dabei auf und kühlt sich dadurch ab, dass es grossflächig zu einer Wolkenbildung kommt. Es entstehen immer dichtere Wolkenschichten mit immer grösseren Temperaturunterschieden zwischen den unteren und oberen Schichten. So kann die Temperatur unten im Bereich des Gefrierpunktes liegen und gleichzeitig oben bei -20°C bis -30°C so kalt sein, dass sich Eiskristalle bilden. In den Wolken, in denen flüssige Tröpfchen und Eiskristalle nebeneinander vorkommen, setzt rasch Niederschlagsbildung ein. An einer Warmfront sind die Voraussetzungen dafür in einem sehr weitläufigen Gebiet erfüllt; die Folge ist, dass über weite Areale langanhaltende, gleichmässige Regenfälle stattfinden. (Landregen)

Wenn sich eine Warmfront nähert, kann man folgendes beobachten:

Es erscheint zunächst eine hohe Bewölkung; die noch vorhandenen Haufenwolken werden weniger und verschwinden allmählich ganz. In der hohen Bewölkung treten oft bei der Sonne sogenannte Haloerscheinungen auf. Das Licht der Sonne wird an den Eiskristallwolken gebrochen, sodass meist ein Kreis um die Sonne zu beobachten ist. Die Wolken,



welche hier mitspielen, sind die federartigen **Cirrus**-Wolken. Auf diese hohen Wolken folgt bald eine Schicht mittelhoher Bewölkung, durch die die Sonne nur noch verschwommen zu sehen ist. Es sind Wolken die der Meteorologe **Cirrostratus** nennt. Die Wolkenschicht wird immer grauer, die Sonne verschwindet schliesslich und aus tiefen Wolkenfetzen fällt langsam Regen oder Schnee. Die Bewölkung geht vom **Altostratus** in einen **Nimbostratus** über. Nach dem Durchzug einer Warmfront klart es nicht immer völlig auf, da die eingeströmte Meeresluft meist sehr feucht ist; es bleibt dunstig. Markant für einen Durchzug einer Warmfront ist, dass dieser Wetterumschlag nicht sehr spektakulär erfolgt. Stürmische Winde, Blitz und Donner sowie markante Temperaturunterschiede fehlen. Ganz anders ist es beim Durchzug einer Kaltfront, welche meist nach einer Warmfront nach einer kurzen Pause folgt. (Abb. 4)

Die Kaltfront

An einer Kaltfront treten wiederum ganz andere Wolkenformen auf als an einer Warmfront. Die Grenzfläche zwischen der Warmfront und der nachfolgenden Kaltluft verläuft viel steiler als bei der Warmfront. Die Kaltluft schiebt sich aufgrund ihres schwereren Gewichtes unter die leichtere Warmluft, sodass unmittelbar vor der Kaltfront kräftige Hebungsvorgänge ablaufen. Die Warmluft wird buchstäblich in die Höhe gewirbelt und das Herannahen einer Kaltfront ist recht spektakulär und unübersehbar. Sehr oft wälzt sie sich mit einer bedrohlich schwarzen Wolkenwand heran, welche von Gewittern begleitet ist (Böenwalze). Ein typisches Kennzeichen eines Kaltluftdurchganges sind Regen- Schnee oder Hagelschauer, oft begleitet von heftigen Sturmböen. Solche Kaltluftvorübergänge sind besonders im Frühling sehr markant, wenn vielfach mehrere solcher Schübe hinwegziehen und markante Temperaturstürze verursachen (Aprilwetter, sog. Rückseitenwetter).

Unmittelbar hinter einer Kaltfront kommt es zu absinkenden Luftbewegungen, welche die Wolken auflösen. Dieses Aufklaren ist aber meist nur von kurzer Dauer. In den meisten Fällen ist die Kaltluft labil geschichtet. Besonders wenn der Erdboden noch warm ist, oder die Sonne durch die Wolkenlücken den Boden rasch aufheizt, sind beste Voraussetzungen für die Entwicklung einer konvektiven Bewölkung gegeben, die immer wieder zu Schauern führen.

Bildung und Auflösung von Wolken im Gebirge durch steigende und fallende Luftbewegungen

Die Mehrzahl aller Wolkenbildungen ist das Ergebnis einer adiabatischen Abkühlung durch Vertikalbewegungen. (Adiabatischer Prozess bedeutet: physikalischer Prozess, bei dem kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet). Bei der thermischen Konvektion entstehen Cumuluswolken, beim Aufgleiten feuchtwarmer Luftmassen entsteht Frontbewölkung, bestehend vorwiegend aus Schichtwolken: Cirrostratus, Altostratus, Nimbostratus. Als dritte Möglichkeit ist nun diejenige noch zu beachten, wo Luftmassen gezwungen werden, an Bergketten aufzusteigen. Auch diese Wetterlage ist bei uns im Alpenraum eine recht häufig zu beobachtende Erscheinung. Bei einer **Föhnlage** (Abb. 5) werden Luftmassen von Süden her gegen die Alpen geführt und gezwungen, an der Alpensüdseite aufzusteigen. Dabei kühlt sich die Luft zunächst trockenadiabatisch bis zum Kondensationsniveau ab. Die Temperaturabnahme beträgt 1°C pro 100 m Höhendifferenz. Von hier aus geht die Abkühlung unter Bildung von Wolken

feuchtadiabatisch weiter. Die Temperaturabnahme ist nun geringer und beträgt nur noch $0,65^\circ\text{C}$ pro 100 m Höhendifferenz. Ab dieser Höhe setzt nun auch der Niederschlag ein, wo der Luft Wasser entzogen wird. So kommt es, dass auf der Alpensüdseite während ausgeprägter Föhnlagen tagelange und sehr ergiebige Niederschläge fallen. Nach dem Überschreiten des Alpenkammes beginnt die Luft auf der Nordseite wieder feuchtadiabatisch abzusinken, wobei die verbliebenen Wassertröpfchen zu Wasserdampf verdunsten; die Wolken lösen sich rasch auf. Da durch den Regen die Luft aber trockener geworden ist, setzt die Erwärmung trockenadiabatisch schneller ein, sodass die Temperatur auf der Nordseite höher ist als die Ausgangstemperatur auf der Südseite. So erklärt es sich, dass bei Föhnlagen die Temperaturen auf der Alpennordseite in den Föhntälern bei stürmischen Winden manchmal fast sommerliche Werte annehmen, wobei die Luftfeuchtigkeit sehr niedrig ist. Bei Staulagen ist es manchmal aber auch umgekehrt; im Norden haben wir schlechtes Wetter und auf der Alpensüdseite ist der Himmel heiter und die Luft trocken und ausserordentlich klar. Man spricht dann vom «Nordföhn». Für astronomische Beobachtungen ist diese Wetterlage nur beschränkt geeignet; die Luft ist wohl klar, aber sehr unruhig.

Der Föhn zaubert uns aber auch noch ganz besondere Wolkenformen. Die typischen Föhnfische entstehen dadurch, dass die Luft nach dem Überqueren des Alpenkammes in eine wellenartige Bewegung gerät und so knapp um das Kondensationsniveau hin und her pendelt. Die Lenticularis-Wolken, wie der Wetterfachmann diese Föhnfische nennt, markieren damit die einzelnen Wellenberge der Föhnstömung

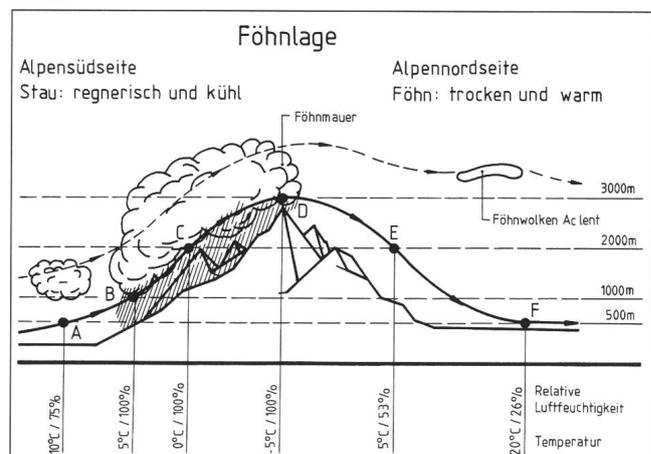
Die Auflösung von Wolken

Haufenwolken haben nur eine kurze Lebensdauer – je nach Grösse bis höchstens wenige Stunden. Frontale Bewölkung dagegen kann sich tagelang halten.

Das Verschwinden der Bewölkung kann drei Ursachen haben:

1. die Wolke entwickelt sich in eine Schicht mit trockener Luft hinein;
2. die Wolke geht in Niederschlag über;
3. die Wolke löst sich durch absinkende Luftbewegungen und daraus folgende Erwärmung auf.

Abb. 5





Diese Prozesse sind aber nur schwer voneinander zu trennen. Luftdruckanstieg verursacht absinkende Luftbewegung (Hochdruckgebiet). Dadurch wird die Luft wärmer und kann mehr Wasserdampf aufnehmen. Auch der Übergang der Wolkenelemente in Niederschlags-elemente kann meist nur teilweise vom Einfluss der abtrocknenden Luft getrennt werden. Eine Schauerwolke kann sich viel länger halten, wenn ihr vom Meer her kontinuierlich Wasserdampf zugeführt wird. Über kontinentalen Gebieten versiegt diese Quelle; die Wolke «regnet aus». Die Auflösung von Wolken durch absinkende Luftbewegung erlebt man häufig im Gebirge. Sie ist ein Begleitphänomen des Föhns, eines warmen Fallwindes.

3. Die Einteilung der Wolken und was sie für das bevorstehende Wetter bedeuten

Wegen der hohen Aussagekraft des Wolkenbildes hat man schon frühzeitig damit begonnen, die Vielseitigkeit der Wolken in ein einfaches Schema zu kleiden. 1896 kam so der erste Wolkenatlas durch HOWARD zustande.

Generell unterscheidet man zwischen tiefen, mittelhohen und hohen Wolken, je nach der Höhe der Untergrenze. Für unsere geographische Breite werden diese wie folgt definiert:

- hohe Wolken 7 bis 13 km
- mittelhohe Wolken 2 bis 7 km
- tiefe Wolken 0 bis 2 km

Bezüglich des allgemeinen Aussehens unterscheidet man drei Hauptformen: schleierförmig, schichtförmig und haufenförmig (siehe Tabelle).

Diese Klassifikation ist gegenüber dem offiziellen Wolkenatlas vereinfacht und soll das Verständnis erleichtern. (Abb. 6)

Wolkenfamilien

Von den hohen Wolken sind die **Cirruswolken** die eindrucksvollsten. Sie haben ein schleier- oder federartiges, oft auch krallenförmiges Aussehen und bestehen aus Eiskristallen. Cirren vereinzelt und unregelmässig am Himmel verteilt und aus östlicher Richtung ziehend, bedeuten noch keine wesentliche Änderung der Wetterlage. Der **Cirrocumulus** kann oft nur schwer vom **Altostratus** unterschieden werden. Er besteht aus Flocken, Bällen, Bauschen oder parallelen Wolkenbändern. Diese Wolken treten oft zusammen mit den Cirruswolken auf. Der **Cirrostratus** ist eine dünne Schleierwolke, durch die die Sonne ungehindert durchscheinen kann. Dabei entstehen oft

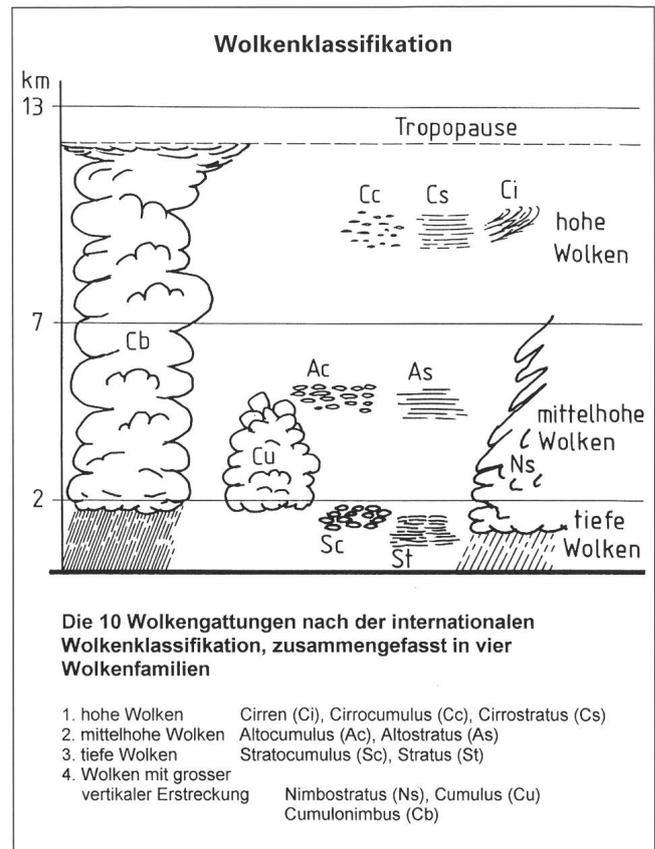


Abb. 6

eindrucksvolle Haloerscheinungen: Ringe, Lichtsäulen, Nebensonnen, welche auf das Vorhandensein von Eiskristallen schliessen lassen. Die Cirrostratusschicht kann den ganzen Himmel bedecken. Langsam geht diese in einen tieferliegenden Altostratus über, besonders bei einem Warmfrontaufzug.

Die mittelhohen Wolken der Familie **Altostratus** bilden häufig eine durchgehende, gleichmässige strukturlose Schicht. Anfangs scheint die Sonne noch mit einem unscharfen Rand durch die Schicht hindurch; mit zunehmender Dicke verschwindet sie allerdings. Bei Mondschein bildet sich ein sogenannter Hof. Der Altostratus enthält Wassertropfen und

Mit Hilfe dieser Unterscheidungsmerkmale lassen sich folgende Wolkenfamilien festlegen:

Höhe	Form	Namen der Wolkenfamilie	Bezeichnung
hoch	schleierförmig	Cirrus (Ci)	Federwolken
hoch	schichtförmig	Cirrostratus (Cs)	Schleierwolken
hoch	haufenförmig	Cirrocumulus (Cc)	zarte Schäfchen
mittelhoch	schichtförmig	Altostratus (As)	Warmluftbewölkung
mittelhoch	haufenförmig	Altostratus (Ac)	grobe Schäfchen
tief	schichtförmig	Stratus (St)	strukturlose graue Wolken
	haufenförmig	Stratocumulus (Sc)	Schönwetterwolken
		Cumulus (Cu)	Schönwetterwolken
tiefe Untergrenze, jedoch grosse Höhe:			
	schichtförmig	Nimbostratus (Ns)	Regenwolken
	haufenförmig	Cumulonimbus (Cb)	Gewitterwolken



Eiskristalle nebeneinander und es ist mit baldigem Regen zu rechnen. Cirruswolken, Cirrocumuluswolken, Cirrostratus und Altostratus sind also Hinweise auf eine Wetterverschlechterung. Besonders wenn diese Wolken aus Südwesten heranziehen und sich verdichten, erfolgt ein Warmluftaufzug, welcher Regen in den nächsten Stunden bringt. Eine Wetterbesserung ist nicht allzu schnell zu erwarten. Der **Nimbostratus** ist die eigentliche Regenwolke aus der anhaltender Niederschlag fällt.

Die Haufenform der mittelhohen Wolken heisst **Alto-cumulus**. Diese Familie tritt uns in der Form von Ballen, Bauschen, Schollen, Bänken oder Wogen entgegen. Manchmal bilden sich mehr oder weniger strukturierte Schichten oder parallele Bänder. Auch diese Wolkenform kündigt uns veränderliches Wetter an, besonders dann, wenn sie aus Südwesten heranzieht. Beim Alto-cumulus gibt es noch zwei bedeutsame Sonderformen. Die eine ist die typische Föhnwolke mit ihrem langen zeppeleinfrörmigen Aussehen der der Wolke den Namen **Alto-cumulus lenticularis** verhalf. Diese Föhnwolken bedeuten eine Wetterverschlechterung auf der Alpennordseite, sobald der Föhn zusammenbricht. Gelegentlich kann man aus einer Alto-cumulus-Bank kleine Auswüchse emporschiessen sehen. Meist sind sie regelmässig nebeneinander angeordnet und geben der Wolke das Aussehen einer zinnenbewehrten Burg. Es sind die **Alto-cumulus-Castellanus** welche sich zu selbständigen Ballen, die sich von der Wolkenbank lösen und allmählich nach oben verschwinden. Das Bedeutsame an dieser Wolkenform ist, dass sie meist ein verlässliches Gewittervorzeichen darstellt, besonders dann, wenn sie schon in den Morgenstunden am Himmel zu sehen ist. Man kann bereits in einigen Stunden mit grosser Wahrscheinlichkeit Gewitter erwarten.

Stratus ist die tiefe Schichtwolke, welche landläufig als Hochnebel bezeichnet wird. Bleibt die Obergrenze des Hochnebels auf gleicher Höhe oder sinkt sie sogar ab, so bleibt das hochdruckbeeinflusste Wetter weiter bestehen. Löst sich der Nebel in den Niederungen zu ungewohnten Tageszeiten auf, so ist eine Wetterverschlechterung im Anzug. Die Haufenwolken des unteren Niveaus heissen **Stratocumulus** und **Cumulus**. Die Stratocumuluswolke schaut aus wie Wattebauschen, keine scharfe Grenze, kein deutliches Kondensationsniveau, keine feste Form und ist nur wenig mächtig. Sie

ist die typische Schönwetterwolke und löst sich nach Sonnenuntergang auf – eine klare Nacht folgt meistens. Der **Cumulus** unterscheidet sich von ihr durch eine glatte, scharfe Untergrenze und bildet sich an Blumenkohl erinnernde Form aus. Je nach Höhenentwicklung unterscheidet man drei Arten Cumuluswolken. Es ist die flache Cumulus humilis, die Cumulus mediocris und die Cumulus congestus. Die beiden letztgenannten Cumulusarten sind die typischen Wolken einer labil geschichteten Atmosphäre. Cumulus congestus leitet über zu den sich über mehrere Atmosphärenetagen erstreckenden Wolken; die Haufenform ist die Gewitterwolke, der **Cumulonimbus**. Sind Quellwolken schon in den Morgenstunden am Himmel und nimmt ihre vertikale Erstreckung zu, so sind Schauer oder Gewitter bald möglich.

Abend- und Morgenrot

Wenn die Sonne hinter den westlichen Höhenzügen verschwunden ist, leuchten die Wolkenresten noch in wundervollen Farben; Abendrot. Haben Sie sich schon einmal überlegt, warum diese Wetterregel meistens richtig ist, welche lautet «Abendrot Schönwetterbot». Damit die Sonne die hohen Wolken noch lange nach dem Untergang beleuchten kann, muss im Westen bis auf mehrere hundert Kilometer Distanz der Himmel heiter oder doch mindestens wolkenarm sein. Da besonders im Sommerhalbjahr das schlechte Wetter fast ausschliesslich von Westen oder Nordwesten herannaht, kann sich also nicht in unmittelbarer Nähe eine Schlechtwetterzone befinden.

Doch ganz anders beim Morgenrot – ein Zeichen, dass wahrscheinlich eine Störung naht. Auf alle Fälle zeigt es uns, dass im Osten noch heiteres, im Westen aber bewölktes Wetter herrscht. Cirren leuchten im Morgenrot sehr intensiv und täuschen uns zum Teil eine recht dichte Bewölkung vor. Im normalen Tageslicht aber werden sie zu dünnen, weissglänzenden Feldern, welche die Sonnenstrahlen nur wenig dämpfen. Gegen Westen wird die Decke jedoch dichter, deutliche Zeichen für einen Warmfrontaufzug, welcher in den nächsten 8 Stunden Regen bringt.

HANS BODMER

Schlottenbüelstrasse 9b, CH 8625 Gossau / ZH

Gewitter: Deutlich sichtbar sind die Aufwinde, welche in einer sich entwickelnden Gewitterwolke vorhanden sind. Diese mächtige Gewitterwolke war über dem Monte Generoso/Tessin am Abend des 21. Juli 1993 zu beobachten. (Siehe auch Titelbild) Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Bald donnert's: Aufzug eines Gewitters an einem Sommerabend. Die Sonnenstrahlen scheinen durch ein paar Wolkenlöcher und zeigen an, dass die Luft schon sehr feucht ist.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH





Föhnmauer über den Alpen: Am 24. September 1993 war eine ausgesprochene Föhnlage. Das Bild wurde vom Bachtelturm im Zürcher Oberland in Blickrichtung Linthebene aufgenommen. Vier Stunden später war der Föhn bereits zusammengebrochen und sechs Stunden später fielen schon die ersten Regentropfen.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Haufenwolken über dem Glattal. Diese Wolkenart des Typs Cumulus bildet sich sehr oft, wenn Kaltluft in den oberen Schichten liegt. Das Wetter bleibt eher unsicher und es ist nicht ausgeschlossen, dass aus diesen Wolken Niederschlag fallen kann. Aufnahme:

Hans Bodmer, Gossau/ZH



Föhnfenster und Morgenröte über den Alpen. Noch ist es trocken. Dieses prächtige Farbenspiel hält jedoch nicht lange und ist ein sicheres Zeichen für Föhnzusammenbruch und baldigen Regen.

Aufnahme: H. U. Keller, Zürich



Cirren, so nennen sich diese Wolken, welche zu den hohen Wolken gehören und aus Eiskristallen bestehen. Einzelne solche Wolken sind meist bedeutungslos, wenn sie jedoch aus Südwesten her immer dichter werden, steht ein Warmluftaufzug mit Regen bevor.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Schönwettercumuli über dem Greifensee. Das Wetter bleibt schön, die Wolken lösen sich am Abend auf und es kann eine klare Sternennacht erwartet werden.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Schauerwolken über dem Schwarzwald, typisches Aprilwetter. Die Aufnahme entstand am 14. April 1993 vom Hallauerberg aus in Richtung Norden.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



*Cirrocumulus: Der Aufzug solcher Wolken ist ein schlechtes Wetterzeichen. In spätestens 36-48 Stunden wird es regnen.
Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH*



*Warmluftaufzug: Die Wolken Cirrocumulus / Cirrostratus werden immer dichter, die Sonne scheint nur noch blass durch die Wolken, bald regnet's!
Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH*



*Aufzug eines Cirrostratus von Südwesten her – ein schlechtes Wetterzeichen, in den nächsten Stunden fallen die ersten Regentropfen.
Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH*

TIEFPREISE für alle Teleskope und Zubehör / TIEFPREISE für alle Teleskope

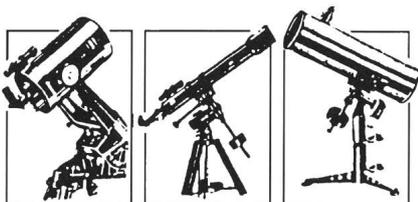


FOTO VIDEO
Zumstein
 Casinoplatz 8 Bern

In Zusammenarbeit mit
E. Christener
 Tel. 031/311 21 13
 Fax. 031/312 27 14

Grosse Auswahl
 aller Marken

Jegliches Zubehör
 Okulare, Filter

Telradsucher

Sternatlanten
 Astronomische
 Literatur

Kompetente
 Beratung!

Volle Garantie

PARKS

Tele Vue

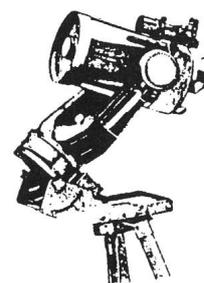
Meade

Vixen

Celestron

TAKAHASHI

Carl Zeiss





Praktische Astronomie

Ein Weiterbildungskurs für Mittelschullehrer auf der Schul- und Volkssternwarte Bülach

J. ALEAN

Die «Weiterbildungszentrale für Mittelschullehrer» (WBZ) organisiert jährlich eine reiche Palette von Kursen für Lehrerinnen und Lehrer an Mittelschulen. Vom 14. bis 18. März 1994 leitete der Verfasser eine solche Veranstaltung auf der Schul- und Volkssternwarte Bülach. Dabei wurde tatkräftig durch Hans Roth («Der Sternenhimmel») und Thomas Baer, einem junge Demonstrator unserer Sternwarte, unterstützt. Im folgenden werden die Aktivitäten in etwa chronologischer Reihenfolge skizziert.

Im Bulletin der WBZ stand zu lesen, was wir Kursleiter vorhatten: «Die Teilnehmer sollen in praktische astronomische Arbeiten eingeführt werden, die sich für kleinere oder grössere Gruppen von Schülerinnen und Schülern eignen. Im Vordergrund steht das Beobachten mit freiem Auge, kleinen und grossen Fernrohren sowie über den Umweg der Fotografie. Soweit es das Wetter zulässt, führen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Tätigkeiten selbst aus. Bei bedecktem Himmel werden schülergerechte Schlechtwetterprogramme durchgeführt. Instrumentelle Erfahrungen werden nicht vorausgesetzt, elementare astronomische Vorkenntnisse sind von Nutzen.

Kolleginnen und Kollegen sollen dazu ermuntert werden, mit oder ohne technische Hilfsmittel astronomische Beobachtungen mit Schülergruppen durchzuführen, sei es an einzelnen Beobachtungsabenden, sei es tagsüber oder während Arbeitswochen. Es werden auch Möglichkeiten aufgezeigt, ein grösseres oder kleineres Instrumentarium aufzubauen und einfachste Hilfsmittel für wertvolle astronomische Beobachtungen einzusetzen.»

Durch die Betonung der weiblichen Form hofften wir, auch Frauen anzusprechen. Von einundzwanzig Teilnehmenden sind schliesslich zwei weiblich, davon eine Dame aus Polen. Es besteht ein internationales Austauschprogramm, das Gastaufenthalte ermöglicht. Die Astronomie (man beachte die weibliche Form) scheint eine durchaus männliche Angelegenheit zu sein, meint ein Teilnehmer gleich zu Beginn, wobei wir bereits beim Thema weiblicher Rollenbilder im naturwissenschaftlichen Unterricht angelangt sind (ein Thema, das wohl durchaus ein paar Druckseiten im ORION wert wäre). Immerhin war der Kurs kurz nach der Publikation überbucht, so dass eine Wiederholung (wahrscheinlich im März 1996) ins Auge gefasst werden kann.

Montag 14. März: Sonne «live»

Die inländische Kollegin und die Kollegen reisen aus allen Ecken der Deutschschweiz an – vom Wallis bis Appenzel. Nach dem Mittagessen und Zimmerbezug im Hotel trifft man sich zum Begrüssungsapero im Beobachtungsraum unserer Sternwarte.

Die Wettervorhersage ist katastrophal (kaltes West- bis Nordwestwindwetter), doch verflüchtigen sich die Wolken wie auf Bestellung. Sofort wird in die Tat umgesetzt, was als Motto der Woche angekündigt wurde: Erste Priorität hat immer die Beobachtung. Im Rotationsverfahren arbeiten die vier schnell zusammengestellten Gruppen am Coelostat (Lit. 1; genaue

Sonnenfleckenzeichnung), am 20cm-Maksutow-Teleskop (Weisslicht-Sonnenfotografie), am 15cm-Newton (Sonnenprojektion, inkl. Löcherbrennen in Zeitungspapier als Demonstration der Gefahren unsachgemässer Sonnenbeobachtung) sowie am Hauptgerät (50cm-Newton-/Cassegrainteleskop, ausgerüstet für direkte Halpa-Beobachtung, 0.5A halbe Bandbreite, 20cm Energieschutzfilter). Absolut planungskonform bricht auch prompt eine aktive Protuberanz aus, die wir sogleich auf den Film bannen. Zwei Tage später verfügt jedermann über Kopien der Serienaufnahme (Bilder 1a bis 1d).

Da am gleichen Abend das einzige beobachtbare Algol-Minimum dieser Woche «vorgesehen» ist, erfolgt vor dem Nachtessen noch eine eilige Orientierung über die wichtigsten Sternbilder sowie Helligkeitsschätzmethoden.

Tatsächlich haben wir aber unser Wetterglück fürs erste aufgebraucht. So kann der Kursleiter abends in aller Ruhe in Form eines Diavortrages für die Astrofotografie als durchaus schülerinnengerechtes Medium in der beobachtenden Astronomie werben. Erstaunt ist man allerseits, was Schüler mit und ohne Fernrohr an fotografischen Dokumenten zustande bringen, wenn sie richtig angeleitet werden (Lit. 2 und 3). Als Kursleiter ist es mir ein Anliegen zu zeigen, (1) dass manchmal sogar mässig gute Fotos mit modernen Farbfilmern mehr zeigen als die direkte Beobachtung (schwache Nebel, Spektren), (2) dass Objekte gruppenweise anhand des Fotos besser besprochen werden können, weil alle das Bild gleichzeitig sehen und (3) dass es für angehende Astronominnen ein besonderes Erlebnis ist, wenn sie das selbstgemachte Bild mitnehmen und anderswo vorzeigen können. Die Kursteilnehmer sollten diese Erfahrungen in den nächsten Tagen möglichst selber machen können.

Dienstag 15. März: Spektrographie und vieles mehr

Nun scheint sich das schlechte Wetter mit Westwindsturm definitiv über Bülach installiert zu haben. Davon lassen wir uns aber keineswegs beeindrucken. Genauso geht es ja auf Arbeitswochen zu und her: Man plant all die prächtigen Beobachtungen – und dann regnet es sechs Tage lang (im Ernst, alles erlebt) und die Klasse ist dennoch sinnvoll zu beschäftigen. Also sei auch das geübt.

Vormittags gibt es zunächst eine Einführung in die hausgemachte Spektrographie. Mit einem 5x5cm-Flintprisma vor dem Teleobjektiv ist das (fast) die einfachste Sache der Welt, da man nicht einmal nachführen muss. Ein Beitrag zu diesem Thema im ORION ist für einen späteren Zeitpunkt geplant. Bis zu Sternen zweiter, bestenfalls dritter Grösse bekommt man ohne weiteres klassifizierbare Spektren, und man kann sich

Bilder 1a-d

Die kleine aktive Protuberanz, die während des ersten Kursnachmittages fotografiert werden konnte: 14.3.1994 um 15h10, 15h30, 15h45 und 15h58; jeweils 0.5 sek. auf Kodak Ektar 100; Brennweite 10 Meter, freie Teleskopöffnung 20cm, 0.5A-H-alpha-Filter. Erhebliche Luftunruhe. ▶



seine eigene Spektralserie von O bis M zusammenstellen. Im Sommer geht es vielleicht nur von B bis M, da nur eben der Orion mit einigen hellen O9- oder mindestens B0-Sternen aufwartet. Wenn es regnet, müssen als Ausweichlösung bereits vervielfältigte Spektren vorliegen. Natürlich lässt man sie zuerst aufgrund einfacher Kriterien klassifizieren und gibt die Lösungen erst anschliessend bekannt. Erfolgserlebnisse nach getaner Knobelei sind vorprogrammiert.

Nebenher werden Folienfilter für Feldstecher gebastelt, mit denen wir später Flecken beobachten, und die anlässlich der partiellen Sonnenfinsternis vom 10. Mai dieses Jahres gute Dienste leisten dürften.

Bewegung verschafft nach dem Mittagessen ein Marsch entlang des Planetenweges. Einzelne Wanderer zeigen sich bezüglich der Überlegung beeindruckt, dass man ja von jedem Planeten aus die Modell-Sonne und die anderen Modell-Planeten in den wirklichen Winkelgrössen sieht – jetzt ist es auch klar, weshalb es schon für den Rundblick im Sonnensystem ein Fernrohr braucht! Was tun, wenn kein Planetenweg vorhanden ist (gibt es noch solche Orte in der Schweiz?): Man bastle seinen eigenen! Massstäblich gezeichnete Planeten werden von Schülerinnen in der Landschaft ausgelegt, eine Übung, die nebenbei auch noch das Kartenlesen und Massstabrechnen fördert.

Zurück auf der Sternwarte tut sich wie bestellt das nächste Wolkenfenster auf, und sofort kann die Sonne erneut fotografiert und gezeichnet werden, so dass die Fleckenwanderung zwecks Rotationsmessung sicher dokumentiert ist. Nach zwei Stunden Himmelsblau zieht es aber rasch wieder zu, so dass uns Hans Roth abends in ferne Länder entführen kann, wo er seit Jahren dem Mondschatten auflauert. Seine Sonnenfinsternisbilder untermalt er mit abenteuerlichen und kuriosen Erlebnisberichten. Und da es von der Sonnenkorona zu den Polarlichtern nicht allzu weit ist, zeigt er von den letzteren ein paar Prachtexemplare, die er anlässlich einer Weihnachts-Reise nach Island sehen konnte.

Mittwoch, 16. März: Stürmische Sonne, Modelle self made und Beobachtungssprint

Heute überschlagen sich die Ereignisse. Relativ ruhig verläuft zunächst noch der Morgen: Mittels Coelostatenzeichnungen wird die Sonnenrotation bestimmt (wären keine Flecken da gewesen, hätte man sich mit vorbereiteten Bildern

Bild 2

Die zwei einzigen Kursteilnehmerinnen und ein Teilnehmer bestimmen mit Coelostatenzeichnungen die Dauer der Sonnenrotation.





behelfen; Bild 2). Dabei tauchen planmässig Probleme der Neigung der Sonnenachse auf, was die Sache noch etwas interessanter macht.

Dann wird an Protuberanzenbildern die Bewegungsgeschwindigkeit der Gase bestimmt, wobei man feststellt, dass es in Bogenprotuberanzen auf beiden Seiten abwärts geht (nein, die Fotos sind definitiv nicht vertauscht!).

Nachmittags basteln wir unter Anleitung von Thomas Baer seine patentreife, drehbare Sternkarte (Bilder 3 und 4) und üben gleich das Einstellen des Himmelsausschnittes und einiger Objekte (Preisfrage: Wie viele Kursteilnehmer haben am Abend die Sternkarte bei sich und wie viele lassen sie im Hotelzimmer liegen? Auflösung in einer der nächsten Nummern).

In einer zweiten Gruppe zeigt Geri Hildebrandt, Präsident der Astronomischen Gesellschaft Zürcher Unterland und «geistiger Vater» unserer Sternwarte, wie er Sternbilder mit

ebenso einfachen wie eindrucklichen Hilfsmitteln erklärt. Er erklärt uns auch sein wunderschönes Modell, mit dem er die Entstehung der Jahreszeiten veranschaulicht (Bild 5).

90 Minuten vor dem Nachtessen erstrahlt wider Erwarten und entgegen der Prognose blauer Himmel. Jetzt trennt sich der Weizen von der Spreu. Die Hartgesotteten hetzen flugs zur Sternwarte. Ein Blick durchs «H-alpha» genügt. Es ist nichts los, so dass wir endlich Zeit finden, die Venus nach Koordinaten einzustellen. Dem Profi ist es klar, dem Anfänger ein eindruckliches Erlebnis, was zu tun ist: zuerst am Mond oder fernem Horizont scharfstellen, sonst kann man beim Schwenken tagsüber durchaus die Venus übersehen, dann auf die Sonne zielen, natürlich ohne durchzuschauen; dann um die Rektaszensionsdifferenz schwenken (welche man im «Sternenhimmel» zwischen den benachbarten Daten interpoliert hat), die Deklination einstellen und durch den Sucher spähen. Wo ist sie? Nirgends! Doch, hinter dem Fadenkreuz – das sollte für Eingeweihte ein Witz bis zum Kursende bleiben, wenn man



Bild 3
Basteln der persönlichen drehbaren Sternkarte: Die Basiskarte wird auf einen Karton aufgeklebt. Darüber kommt der auf Hellraumprojektor-Folie kopierte Deklinationszeiger und das Deckblatt mit dem Himmelsausschnitt zu liegen.

Bild 4
Drehbare Sternkarte: Deckblatt, Deklinationszeiger und Basiskarte samt Karton werden (am richtigen Ort!) zwecks Aufnahme der Achse durchlöchert.

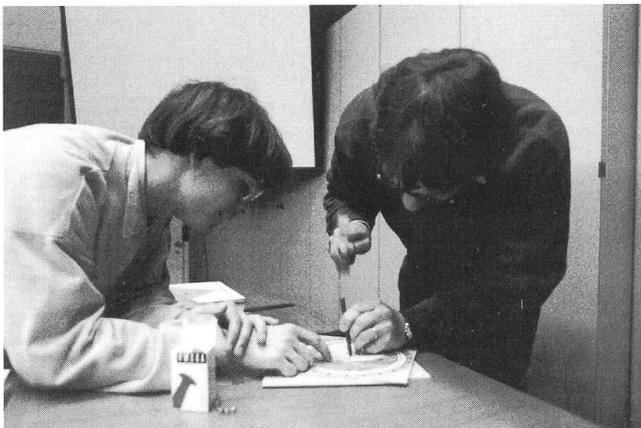


Bild 5
Geri Hildebrandt demonstriert uns bei heimelig gelbem «Sonnenlicht» sein raffiniertes Modell zur Erklärung der Jahreszeiten. Besonders reizvoll ist, dass man die Modell-Erden (Bleistiftspitzer!) an Stricknadeln sowohl im korrekten, um 23.5° geneigten Winkel, als auch senkrecht zur Ekliptik einstecken kann. Was wäre wenn...?

Bild 6
Mit dem 50cm-Teleskop und seinen verschiedenen Suchern können wir durch eine grosse Wolkenlücke die Venus beobachten. Zuvor ergab sich die willkommene Gelegenheit, den Planeten nach Koordinaten einzustellen.





etwas nicht gleich fand. Planetenbeobachtung am Tag, für Unerfahrene ein Erlebnis der besonderen Art (Bild 6). Und schon zieht sich der Himmel wieder zu: Nachtessen.

Doch was passiert beim Dessert? Jemand bemerkt den erneut strahlend klaren Himmel. Martin, wir danken es Dir! Auch kulinarisch gewissenhaftere Teilnehmer sind damit einverstanden, das Kaffee-Verfahren zugunsten eines früheren Beobachtungsbeginns abzukürzen. Ich selber fahre schon voraus, richte alle verfügbaren Rohre der Sternwarte auf den Mond, dazu noch ein weiteres Maksutow von der Kantonschule, und Hans Roth installiert noch sein gutes, altes Celestron. Alle kommen in den Genuss eines kurzen «Mondspazierganges». Der Erdtrabant steht allerdings tief im Westen, von wo die nächste Front unerbittlich heranrollt. So werden alle Optiken schrittweise ostwärts geschwenkt, immer ein Stück weit den Wolken voraus: Wir sehen kurz den Orionnebel, den Eskimonebel (das Bülacher Schaustück, da sehr flächenhell), die Doppelsterne Castor und Beta Leonis sowie die Galaxie M66. Zum Schluss kann ich allen Beobachtern nur noch 30 Sekunden pro Person zugestehen, damit alle drankommen bevor der Himmel endgültig überzogen ist.

Der ereignisreiche Tag klingt aus mit der hausgemachten Tonbildschau über die «Stürmische Sonne» und einem Geheimtip der Kinematografie (Bülacher Zeitrafferaufnahmen von Protuberanzen, vergleiche Lit. 4).

Donnerstag, 17. März: Computer, Stereobilder, Puzzle Arbeit und Fernrohrdemo

Regenwetter: So beginnt ein weiterer, reich befrachteter Arbeitstag in einem Informatikzimmer an der Kantonschule. Ich zeige eine genau strukturierte Lektion zum Thema «Jahreszeiten und Sonnenbahn» (vergleiche Lit. 5). Dabei setze ich in wohl dosierter Menge das Astro-Computerprogramm Voyager für den Macintosh ein. Ich versuche (natürlich erst recht mit Schülern) folgende Regeln einzuhalten: (1) Die Lektion ist durch abgespeicherte und nummerierte Dokumente genau vorbereitet; (2) es wird nur das Minimum gezeigt, das zum Verständnis nötig ist, und nicht etwa alles, was das Programm kann; (3) wo immer möglich muss das Publikum voraussagen, was passiert wenn..., dann erst wird der entsprechende Schritt gezeigt und (4) die Grenzen des Programms werden offengelegt und es wird betont, dass das Programm das

Bild 7

Konzentrierte Auseinandersetzung mit dem Thema «Astronomische Distanzmessung» während der Gruppenarbeit mit der «Puzzle-Technik» im Schulungsraum der Sternwarte.



Himmelsgeschehen simuliert, und nicht umgekehrt: Der Himmel macht nicht etwa das, was ihm das Modell vorschreibt.

Anschliessend eröffnet uns Hans Roth die dritte Dimension: Mit einer Stereo-Projektionsanlage zeigt er eindruckliche Raumbilder von irdischen und lunaren Landschaften, und auch die Jupitermonde sehen wir in «3D».

Auch nachmittags bleibt der Himmel verhangen. Deshalb führen wir eine «Gruppenarbeit nach der Puzzle-Methode,» (Lit. 6) durch. Wir gehen im Eilzugtempo vor, im Unterrichtseinsatz wäre viel mehr Zeit zu veranschlagen. Vereinfacht erklärt, geht es darum, dass Schülergruppen zunächst vier Themen aufgrund vorliegenden Materials erarbeiten. In unserem Fall geht es um Entfernungsmessmethoden in der Astronomie (Parallaxen im Sonnensystem, Stellarparallaxen, Cepheiden, Rotverschiebung bei Galaxien). Alle Gruppen können ohne Vorkenntnisse der jeweils drei anderen Themen arbeiten. Anschliessend bereiten sich alle Gruppenmitglieder (unter anderem durch eine Lernkontrolle) darauf vor, Kolleginnen und Kollegen aus den anderen Gruppen zu unterrichten.

Wenn es soweit ist, werden neue Gruppen gebildet, in denen alle unterrichten. Erfahrungen im Alltagsunterricht zeigen immer wieder, wie intensiv sich die Lernenden bei der «Puzzle-Methode» mit dem Material auseinandersetzen, um Verständnis ringen und sich bemühen, ihr Wissen und Können weiterzugeben. Nicht alle Themen eignen sich für «Puzzles», natürlich vor allem jene nicht, bei denen ein chronologischer Ablauf erforderlich ist. Auch kann man sie aus Zeitgründen nicht andauernd einsetzen. Aber: Die Methode funktioniert, ergibt einen spektakulären Gewinn an Aufmerksamkeit und fördert die Eigenverantwortlichkeit der Schülerinnen. Reaktionen und Verhalten der Kursteilnehmer während dieser Gruppenarbeit bestätigt dies auf das Eindrücklichste.

Themawechsel nach dem Nachtessen: Bei zunächst misslichen, später immer besseren Wetterbedingungen demonstriert uns Eugen Aepli, Mitglied der Astronomischen Gesellschaft Zürcher Unterland sowie Erbauer unseres grossartigen Hauptinstruments auf dem Kantonsschulareal käufliche Teleskope. (Die Sternwarte ist nämlich momentan durch den obligaten «öffentlichen Donnerstagabend» besetzt). Dass er dabei Werbung für seine Hausmarke Meade macht, ist durchaus legitim, denn nun kennen die Kursteilnehmer beide grossen amerikanischen Hersteller serienmässiger Instrumente.

Wir sehen ein sauberes, schönes Bild des Mondes am preiswerten 6 Zoll-Newton, das wirklich farbsaum-freie, kristallklare Bild am 5 Zoll-Apochromaten und das magische Ansteuern des computerisierten, azimutal montierten 8 Zoll-Schmidt-Cassegrain. Auf der einen Seite der Mausclick in den Display des Notebook-Computers, der das Fernrohr ohne weiteres Zutun auf jedes gewünschte Objekt dirigiert, auf der anderen das manuelle Einstellen mit einer einfachen parallaktischen Montierung – die Diskussion über Vor- und Nachteile sind im Gang: Will man didaktisch «richtig» vorgehen, oder will man nötigenfalls möglichst schnell auch schwierige Objekte finden können? Eine allgemeingültige Antwort gibt es nicht, jedermann muss für sich selbst entscheiden. Besten Dank, Eugen!

Später fahre ich mit ein paar Unentwegten doch noch zur Sternwarte. Bis wir dort ankommen, ist es aber wieder zu, und wir lassen uns zu später Stunde von ein paar eingefleischten AGZU-lern einen Tee kochen.



Freitag, 18. März: Koronen krönen den Abschluss

Nun regnet es definitiv und wir können ohne jegliche Ablenkung den Ausführungen eines Fachastronomen folgen: Professor Dr. Arnold Benz gibt uns einen faszinierenden Einblick in seine Forschungsarbeiten über Koronen aktiver Sterne und der Sonne. Wie immer findet er die für uns Laien oder Fast-Laien verständliche Sprache, und wir haben Gelegenheit, nach «gehabter Chromosphäre» in die höheren und energiereicheren Gefilde der Korona aufzusteigen. Als Schweizer sind wir stolz zu vernehmen, dass die Breitband-Beobachtungen des Radioteleskops in Gränichen auf der Welt einmalig sind und unverhofft stellt sich heraus, dass einer der Kursteilnehmer gar an der Programmierung des Computers am selbigen Instrument beteiligt war. Ohne viel Zeremoniell beschliessen wir den Kurs.

Ein Blick zurück: Ein schriftliches und anonymes Feedback zeigt, dass die grosse Mehrheit sehr zufrieden ist mit dem Gelernten und Erreichten. Das Programm war eher zu dicht. Die Zeit für Reflexion oder den Gedankenaustausch mit Kollegen war knapp. Freude macht mir, dass das ziemlich, wenn auch nicht völlig unkooperative Wetter kaum bemängelt wurde. Diese Lektion wurde offenbar verstanden. Wie immer, kann man es nicht allen recht machen. Einem Teilnehmer passte es nicht so, was er auch gelegentlich zu verstehen gab. Viele andere unterstützten die Kursleiter durch aufmunternde

Anerkennung und kritische Gedanken und schon während der Woche. Einige realisierten gar, dass der enorme technische und logistische Aufwand gelegentliche Handreichungen auch seitens der Teilnehmer erforderlich machte und erledigten diese unspektakulär im Hintergrund.

Ich bin froh, dass es so gut gelang und freue mich auf einen weiteren WBZ-Kurs auf unserer Sternwarte bei Bülach.

Literatur

(1) Alean, J. *Coelostat und Zusatzgeräte der Sternwarte Bülach*, ORION 242, S. 30 – 32.

(2) Alean, J. *Astrophotographie – ein geeigneter Einstieg in die Astronomie*, ORION 243, S. 57 – 60.

(3) Frauenfelder, Ph. *Astrofotografie als Anfänger* ORION 250, S. 123 – 127.

(4) Alean, J. *Hochauflösende Sonnenphotographie und Zeitrafferaufnahmen im H-alpha-Licht*, Sterne und Weltraum 2/90, S. 112 – 119.

(5) Alean, J. *Beobachtungen der Sonnenbahn durch Schüler* Sterne und Weltraum 5/92, S. 306–309.

(6) Frey, K & A. *Allgemeine Didaktik* Verlag der Fachvereine ETH Zürich.

JÜRGEN ALEAN
Rheinstrasse 6
8193 Eglisau

Alles für die Astronomie von PRO ASTRO

- **CELESTRON** C 8 / C 11 / C 14 Schmidt-Cassegrain
NEU! **ULTIMA 2000** 8" und 11" computergesteuert und nachgeführt
- **VIXEN** Refraktoren und Newton-Teleskope auf der **neuen** Great Polaris Montierung mit eingebautem Polsucher. **Skysensor 3** zum Nachführen und Suchen.
NEU! **GP R 200 S**: Ø 200 mm / Brennweite 800 mm / f/4
- **TELEVUE** Refraktoren und Zubehör
NEU! **GENESIS SDF** Refraktor: Ø 101 mm / Brennweite 540 mm / f/5.4
- **SBIG** CCD-Kameras ST-4 und ST-6
NEU! **ST-5** - die Planetenkamera mit Höchst-Auflösung für feinste Details
- **DayStar** H-Alpha-Filter für die einfache und perfekte Sonnenbeobachtung (Protuberanzen und Oberfläche)
NEU! **T-Scanner** 0.5 Angström

proastro
P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

Ausführliche Unterlagen erhalten Sie bei:

Dufourstrasse 124, CH-8034 Zürich
Tel. 01 383 01 08, Fax 01 383 00 94



Mondkrater Clavius, fotografiert mit Vixen FL-80 S

Top Qualität Top Preis Top Service



Ideales
Schülerfernrohr

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.—



Spiegelteleskop
für Einsteiger

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.—



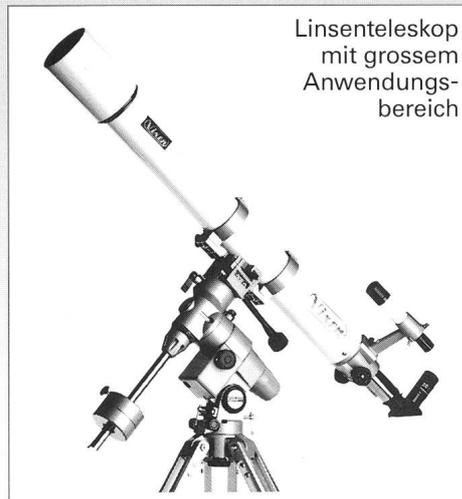
Linsenteleskop
für Einsteiger

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.—



Linsenteleskop
mit grossem
Anwendungsbereich

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.—



Spiegelteleskop
für Astro-
fotografen
und
Deep-Sky-Fans

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.—



Fluorit-Linsenteleskop
für höchste Ansprüche

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



JUPOS: Datenbank für Objektpositionen auf Jupiter

H.-J. METTIG

Die ersten Angaben zur Rotationszeit Jupiters stammen von CASSINI und sind über 300 Jahre alt. Mit der Wiederentdeckung des Großen Roten Flecks im Jahre 1878 setzte ein Boom von Positionsbeobachtungen auf dem Planeten ein. Sowohl CASSINI als auch Beobachter vor 100 Jahren schätzten die Zeit, zu der ein bestimmtes Objekt im Mittelpunkt seiner Bahn über die Jupiterscheibe, dem Zentralmeridian, stand. Diese Zeit gibt unmittelbar Rückschluß auf die Position des Objekts in jovigraphischer Länge. Noch heute ist das die gebräuchlichste Methode, um genauere Längenpositionen auf Jupiter abzuleiten. Ein anderes klassisches Verfahren zur Längenbestimmung sind Mikrometermessungen direkt am Okular.

Die Positionsbeobachtungen haben mittlerweile einen riesigen Umfang erreicht, sind aber an den verschiedensten Stellen verstreut. Besonders in früheren Jahren wurden sie, wenn überhaupt – meist nur auf Länderebene oder im Rahmen kleinerer lokaler Arbeitsgruppen, ausgewertet. Es ist zu erwarten, daß die zusammengefaßte Bearbeitung älterer und aktueller Positionen Aufschlüsse über Einzelheiten bringt, die bisher unerkannt geblieben sind. Dies betrifft z.B. schwache Variationen in den Längenpositionen langlebiger Objekte – wie des Großen Roten Flecks – und eine detailliertere Beschreibung systematischer Beobachtungsfehler.

Um alle beobachteten Positionen aus Zentralmeridianpassagen und Mikrometermessungen zu sammeln und den interessierten Jupiter-Auswertern zur Verfügung zu stellen, haben wir das Projekt JUPOS ins Leben gerufen. Kern von JUPOS ist eine Datenbank, die auf PC und dem Betriebssystem DOS mit einem speziellen Erfassungs- und Auswertprogramm bearbeitet werden kann. JUPOS ist eine Fortführung des 1979er

«International Jupiter Voyager Telescope Observations Programme» (IJVTOP), das sich in erster Linie auf Beobachtungen während der VOYAGER-Vorbeiflüge richtete.

Bis jetzt in JUPOS erfaßt sind etwa 16000 Positionen verschiedenster Objekte der letzten 25 Jahre (incl. 11000 des IJVTOP) sowie 2600 Positionen des Großen Roten Flecks und seiner SEB-Bucht aus der Zeit von 1879 bis etwa 1910. Zehntausende weitere Positionen, auch der jüngsten Vergangenheit, warten noch auf ihre Sammlung. Sie befinden sich in einer Vielzahl von periodischen und Einzelpublikationen, bei den Auswertern der einzelnen Länder oder liegen unveröffentlicht in diversen Schubladen.

Wir rufen daher alle (ehemals oder z.Zt.) aktiven Jupiterbeobachter auf, ihre Positionsbeobachtungen JUPOS zur Verfügung zu stellen. Genauso sehr suchen wir Sternfreunde, die Zugang zu Bibliotheken mit einem guten astronomischen Bestand haben und dort umfangreichere Recherchen durchführen können. Von grossem Interesse sind auch unausgewertete bzw. unpublizierte Positionen.

Beteiligen können Sie sich, indem Sie Kopien der Beobachtungen anfertigen, die Daten auf vorgefertigte Formulare übertragen oder aber sofort am PC erfassen. Sind Sie an einer Mitarbeit interessiert, so setzen Sie sich bitte mit den JUPOS-Koordinatoren in Verbindung. Sie erhalten dann nähere Informationen. Vorgesehen ist eine Erweiterung des Programms auf fotografische Positionen.

HANS-JÖRG METTIG

Böhmische Straße 11, D-01099Dresden, oder

GRISCHA HAHN

Wienerstraße 61a, D-01219 Dresden

Der Peekskill Meteorit

Jedes Jahr fallen Tausende von Meteoriten auf die Erde. Zum Leidwesen von Museen und Sammlern werden aber nur ganz wenige von ihnen aufgefunden. Unter den Ereignissen neuerer Zeit nimmt der Fall eines 12 kg schweren Steinmeteoriten (Chondrit), der am 9. Oktober 1992 das Heck des Chevrolet, Modell 1980, von Michelle Knapp in Peekskill (New York) beschädigte, einen besonderen Platz ein. Die Besitzer von Wagen und Meteorit sollen nun mit ihren Trophäen herumreisen und dabei ein kleines Vermögen verdienen ...

Noch in anderer Hinsicht sind dieser Einschlag und seine Begleitumstände interessant. Infolge seiner die Erde nahezu streifenden Bahn konnte der Meteorit auf seinem Weg durch die Erdatmosphäre auf über 700 km während mehr als 40 Sekunden verfolgt werden. Zuerst über Kentucky gesehen, überflog er West-Virginia, Pennsylvanien und New Jersey um schliesslich in Peekskill/N.Y. zu Boden zu gehen. Der Zeitpunkt hätte kaum besser gewählt werden können: Es war kurz vor 20 Uhr Lokalzeit (23:48 UT), viel Volk wohnte Fussballspielen bei. Manche Zuschauer waren mit Videokameras ausgerüstet, wandten sich vom Fussballfeld ab, der grün leuchtenden Erscheinung zu und filmten sie. Kanadische, tschechische und amerikanische Astronomen untersuchten über ein Dutzend dieser Videoaufnahmen, die Aufschluss über die Bahn des Meteoriten, seine Geschwindigkeit und seinen Zerfall geben.

Der Meteorit hatte eine Bahn um die Sonne mit der Periheldistanz von 0.886 AE und dem Aphel in rund 2.1 AE Entfernung, d.h. etwas ausserhalb der Marsbahn am innern Rand des Asteroidengürtels. Seine Umlaufzeit betrug 1.82 Jahre; er traf die Erde ca. 41 Tage nach seinem Periheldurchgang.

Bei seinem fast streifenden Eintritt in die Erdatmosphäre (Neigungswinkel der Bahn nur 3.4°) in über 50 km Höhe hatte der Meteorit eine Geschwindigkeit von 15 km/s. Die ersten Leuchterscheinungen wurden auf 46 km, die letzten, sehr hellen, auf 33 km Höhe bei einer Geschwindigkeit von noch knapp 5 km/s registriert.

Vor allem während der zweiten Hälfte seines Fluges zerfiel er in gegen 70 Teile und erzeugte eindruckliche Leuchterscheinungen von der Helligkeit des gleichzeitig sichtbaren nahezu vollen Mondes (-12.8^m), die auf den zahlreichen Videobildern aufgezeichnet sind. Zwei bis vier dieser Bruchstücke waren bis gegen das Ende der Bahn sichtbar, eines davon beschädigte den geparkten Wagen in Peekskill. Mehrere weitere dürften über eine Fläche von über 1000 km² verstreut sein.

Quellen

Nature 367 (17. Februar 1994), S. 596 und 624. Sky & Telescope Februar 1993 Vgl. auch ORION 261, S. 59

FRITZ EGGER



L'univers, dis-moi ce que c'est?

Planètes; épisode 1

F. BARBLAN

Introduction

Sous ce titre va désormais paraître, dans chaque numéro d'Orion, pendant un certain temps, une série d'articles constituant un survol de nos connaissances astronomiques actuelles. Des planètes aux galaxies, de la matière interstellaire aux étoiles, nous allons essayer en quelques mots de caractériser et de décrire les différents objets peuplant notre univers. Tout en restant dans un cadre de «rigueur scientifique», les sujets ne seront abordés que d'un côté strictement descriptif, sans entrer dans le développement des théories formelles qui permettent aux scientifiques de modéliser physiquement ces objets. C'est un essai modeste de vulgarisation scientifique, dont le but est de porter à la connaissance de toutes les personnes intéressées, d'une façon systématique, l'énorme masse de connaissances acquises par les astronomes sur notre univers. Une première série (7 à 8 épisodes) sera consacrée aux planètes, astéroïdes et comètes, en commençant par quelques éléments de cosmogonie. Ensuite, chaque planète (sauf la Terre) sera passée à la loupe, à la lumière des informations transmises par les différentes sondes spatiales qui ont exploré notre système planétaire. Le tout se termine avec quelques indications concernant les astéroïdes et les comètes. En espérant vous compter parmi les lecteurs réguliers de cette série, et surtout qu'elle puisse vous intéresser et satisfaire votre curiosité, je vous souhaite une bonne lecture.

Les Planètes

La recherche spatiale a permis de faire des progrès spectaculaires sur la connaissance de notre système planétaire, seul Pluton a échappé pour le moment à la visite d'une sonde. Parmi les découvertes les plus extraordinaires, on peut citer celle d'un volcanisme actif sur Io et l'existence d'anneaux autour de toutes les planètes géantes. Mais ce que cette exploration spatiale ne permet pas de résoudre, aux maximum elle permet d'apporter des éléments de confirmations, par rapport à des spéculations théoriques, c'est le problème de la formation du système planétaire lui-même. Il est donc intéressant de prendre connaissance des différentes argumentations et théories développées, au cours des siècles, par les chercheurs à ce sujet.

1. Les différentes conceptions cosmogoniques

L'origine des planètes a toujours occupé l'esprit humain et les différentes théories se sont succédées, souvent postulées par les autorités les plus éminentes du monde scientifique. L'évolution historique de ces théories, du moment où elles partent de suppositions initiales différentes et utilisent des effets physiques différents, ne permet pas de se construire une image claire et satisfaisante de l'état de la question. Il est des lors préférable de les subdiviser en différentes catégories ayant un aspect commun, l'évolution des idées étant alors mieux perçue. On peut prendre en considération les trois catégories suivantes:

- a) Les théories où la formation des planètes n'est pas reliée à celle du soleil, leur formation intervenant après que le soleil ait atteint le stade d'une étoile normale, avec des matériaux en provenance du soleil ou d'une autre étoile.
- b) Même situation qu'en a) mais avec des matériaux en provenance de l'espace interstellaire.
- c) Les théories qui regardent la formation des planètes comme une conséquence directe de celle du soleil, les deux phénomènes pouvant être simultanés ou consécutifs.

Il est clair que, quelle que soit la théorie, elle doit pouvoir expliquer les caractéristiques dynamiques observées du système planétaire; résumons-les ici:

- 1) toutes les planètes tournent dans le même sens autour du soleil,
- 2) toutes les planètes possèdent une rotation propre,
- 3) les plans des orbites des planètes autour du soleil sont distribués dans un angle de 7 degrés par rapport à l'écliptique (à l'exception de Pluton 17.2 degrés),
- 4) la distribution des masses des planètes,
- 5) la distribution des moments angulaires,
- 6) la distribution des distances des planètes au soleil (loi de Titius-Bode)¹.

1.2) Théories du type a): les théories des marées

Ces théories sont basées sur l'effet gravitationnel mutuel du soleil avec une autre étoile (ont été considérées dans les toutes premières approches aussi des comètes (Buffon 1745)) et l'éjection de matière qui en découle de la part de ces objets. C'est Jeans (1916, 1917) qui le premier démontra mathématiquement que l'action gravitationnelle mutuelle de deux étoiles pouvait produire un effet de marée et l'éjection de matériel de la part des étoiles. Il a aussi montré que cette matière éjectée se désagrège très rapidement en lambeaux isolés qui se condensent vers des densités planétaires. Cette théorie a reçu encore plus de crédibilité lorsque Jeffreys (1918) a montré que la condensation lente d'un nuage de gaz ne pouvait pas rendre compte du système planétaire actuel par sa masse et sa distribution des moments angulaires. Jeans lui-même soulève pourtant le problème majeur de sa théorie, à savoir la rotation individuelle des planètes, qu'elle est incapable d'expliquer.

Jeffreys reprend alors l'idée de collision de Buffon en remplaçant la comète par une autre étoile qui, en frôlant dans son passage le soleil, lui arrache un filament de matière, ayant la forme d'un cigare et qui est situé dans le plan défini par le mouvement relatif des deux étoiles. Cette hypothèse permet

¹ La loi de Titius-Bode dit que la distance des planètes au soleil suit avec une bonne approximation la règle suivante: $(4 + 3 \cdot 2^n) / 10$

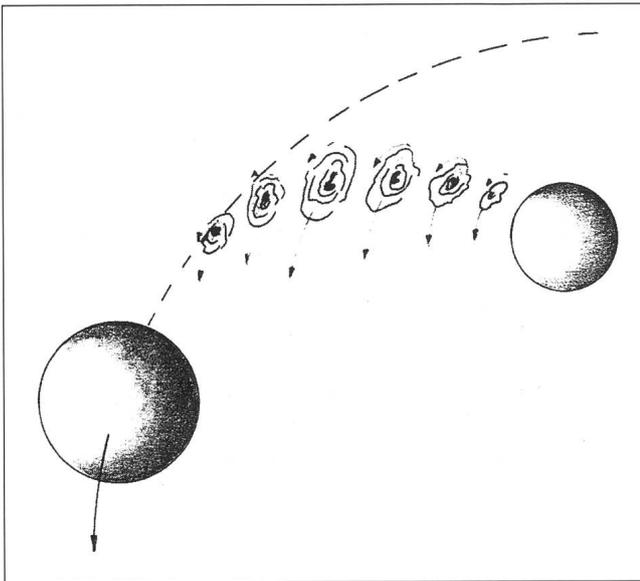


Figure 1. Formation du système planétaire selon la conception de Jeans, par la collision entre le soleil et une autre étoile.

d'expliquer la distribution des masses et la rotation individuelle des planètes. Toutefois de sévères critiques sont émises sur cette théorie, en particulier qu'il n'est pas possible de transmettre un moment angulaire sans transmettre en même temps de l'énergie. Si la matière constituant les planètes avait reçu l'énergie correspondante aux moments angulaires observés maintenant, elle aurait atteint la vitesse de libération et par conséquent n'aurait pas pu donner naissance aux planètes. Pour tenir compte de ces critiques, des variantes de cette théorie ont été proposées, entre autres, celle à étoiles multiples. Le soleil étant une des composantes d'un système binaire, l'autre composante ayant subi une collision avec une troisième étoile. Cette collision a engendré le filament planétaire et a éjecté le compagnon du soleil. Subsiste encore la critique majeure que la collision de deux étoiles reste un événement ayant une probabilité très faible de se réaliser. Pour pallier cet inconvénient on a fait intervenir des étoiles magnétiques pulsantes (Banerji, Sirvastava 1963) ou bien le couple soleil proto-étoile dans un amas en formation (Woolfson 1960).

1.3 Théories de type b): l'accrétion de matériel interstellaire

Que les étoiles puissent capter du matériel à partir de l'espace interstellaire est évident et les mécanismes impliqués sont décrits par différents auteurs (Hoyle et Lyttleton 1939, Bondi 1952, Cremin 1969).

La Théorie de Schmidt (1944)

Schmidt émet l'hypothèse que le soleil n'est pas la seule étoile passant à travers le nuage de gaz, mais qu'il y en a au moins une autre. La fonction de cette dernière est d'introduire une asymétrie dans le processus d'accrétion pour imprimer aux matériels accrés un moment angulaire suffisant pour créer le système planétaire. D'autre part, Schmidt postule que l'existence du nuage de gaz va engendrer un gradient de température très grand à cause de l'absorption due à ce dernier et que l'effet de ce gradient est double. D'un côté, dans la région à haute température du nuage ne peuvent

subsister, dans un état non gazeux, que les éléments hautement non volatiles comme les silicates et les produits de la famille du fer. Ces matériaux sont sous forme de grains et, paradoxalement, la vitesse de croissance de ces grains est plus grande que sous conditions normales puisque la haute température augmente le nombre de collisions entre eux. Ils croissent jusqu'à une taille qui leur permet la capture gravitationnelle et peuvent ainsi constituer des corps de grandes dimensions. D'autre part, le vent solaire éloigne de ces régions intérieures les gaz du nuage; on explique ainsi la formation des planètes du type terrestre constituées principalement de silicates de fer. Dans les parties plus éloignées, là où la température est beaucoup plus basse, des grains de matière croissent d'une façon analogue et, lorsque la capture gravitationnelle peut commencer, la partie gazeuse du nuage peut être accrée et donner ainsi lieu à des objets plus grands: les planètes majeures. Dans les parties encore plus externes, où la température est encore plus basse, a lieu une évaporation continue du nuage de gaz, surtout pour les éléments les plus légers comme l'hydrogène et l'hélium. Ainsi, si des planètes se forment dans cette région elles seront totalement dépourvues de ces deux éléments, ce qui est exactement le cas dans le système solaire.

La Théorie de Alfvén (1942-1954)

La contribution majeure de Alfvén à la théorie cosmogonique est d'avoir montré que les effets électromagnétiques dans un plasma jouent un rôle important, soit comme agent de transfert du moment angulaire à la matière planétaire, soit comme mécanisme de séparation des grains de poussière contenus dans le gaz. Il montre que, pour une particule chargée électriquement qui se déplace dans le champ magnétique du soleil, il existe une distance minimale, au-delà de laquelle la particule ne peut plus se rapprocher du soleil et que cette distance dépend essentiellement du rapport charge sur masse. Ainsi la distance minimale pour les poussières est plus petite que pour les gaz. Alfvén arrive donc à la conclusion que le système planétaire a été engendré par deux nuages de matière interstellaire, un nuage de poussière qui a donné lieu aux planètes de type terrestre et un nuage de gaz avec une distance minimale plus grande qui a donné lieu aux planètes majeures.

La Théorie de Pendred et Williams (1968)

Les auteurs considèrent que la masse de gaz et de poussière, à partir de laquelle se forment les planètes, est la partie finale du processus de formation du soleil. Dans ce sens, cette théorie ne fait pas partie de cette catégorie. Mais, puisqu'elle contient de nombreuses caractéristiques essentielles des théories d'accrétion et que le soleil ne joue aucun rôle particulier, elle a sa place dans ce chapitre. On considère que le soleil a été formé à partir d'un nuage de gaz dans la galaxie. Après cet événement, il reste autour du soleil une quantité importante de gaz qui possède un mouvement de rotation, par rapport auquel le soleil possède une vitesse relative faible. Ce matériel sera accrée par le soleil mais le processus d'accrétion est maintenant singulièrement différent à cause du mouvement de rotation du gaz. On émet l'hypothèse que le moment angulaire est conservé, soit par rapport à l'axe de rotation du soleil, soit par rapport à celle du gaz. Le matériel qui se trouve près du soleil est évidemment capturé par ce dernier, mais le matériel qui se trouve à une certaine distance ne peut pas approcher le soleil au-delà d'une distance minimale à cause du moment angulaire; c'est ce matériel-là qui est intéressant pour la formation des planètes. Pendred et Williams montrent qu'il y a une formation



successive d'anneaux de haute densité au voisinage du soleil, dans le plan équatorial de celui-ci. Ils sont munis d'un mouvement d'expansion vers l'extérieur et par effet de condensation, vont donner lieu aux planètes.

1.4) Théories de type c):

Ces théories, comme déjà indiqué précédemment, sont liées à la formation du soleil lui-même, donc à la formation stellaire d'une façon générale. On peut les subdiviser, en fait, en trois courants de pensées qui sont les théories inspirées des idées de Descartes (1644), de Kant (1755) et de Laplace (1796).

Les théories descartiennes

L'idée de base de Descartes était que, à l'origine, l'univers était rempli de matière et que des mouvements tourbillonnaires se sont formés, engendrant ainsi les corps célestes. Donc, ce type de théorie base la formation des étoiles et des planètes sur l'existence de tourbillons dans les nuages de gaz ou de poussière. Sans faire l'historique de tous les perfectionnements successifs de ce type de théorie Weizsäcker (1944), Ter Haar (1948, 1950), Kuiper (1949, 1951), Whipple (1946, 1948), Edgeworth (1946)), résumons en quelques mots celle de McCrea (1960). Il postule que le soleil s'est formé dans un amas. Il prend donc un nuage de gaz interstellaire de 100 masses solaires comme état initial. Il admet que la densité de ce nuage est de $4 \cdot 10^{-9}$ kg/m³ et qu'il est essentiellement constitué d'hydrogène, donc un radiateur d'énergie efficace qui maintient une température de 50 degrés Kelvin dans le nuage. McCrea affirme qu'un tel nuage est supersoniquement turbulent, c'est-à-dire qu'il est, en fait, subdivisé en essaims chaotiques de petits nuages qu'il appelle des 'flocules'. Ces flocules sont continuellement détruits et reformés; ils ne peuvent donc pas être liés gravitationnellement. Il admet que leur vitesse moyenne est celle du son et que le libre parcours moyen d'un flocule est de $5 \cdot 10^{12}$ mètres, 10^5 flocules se trouvent en moyenne dans une sphère ayant ce rayon. Cette liste d'hypothèses est longue mais à partir de là tout le reste se déduit logiquement. Ces flocules effectuent des collisions qui peuvent donner lieu à des flocules plus grands ou plus petits. Si une succession favorables de collisions amène la masse finale à celle équivalente de 18 flocules, ce flocule 'géant' reste lié gravitationnellement et sa masse est d'environ $2 \cdot 10^{30}$ kg c'est à dire de une masse solaire; c'est la formation d'une étoile (proto-étoile). McCrea calcule qu'une telle proto-étoile peut capter jusqu'à 1000 flocules qui, en effectuant des collisions mutuelles, augmentent de masse tout comme la proto-étoile. Si la collision de deux flocules produit un flocule de faible moment angulaire, ce flocule sera absorbé par la proto-étoile. On élimine ainsi des flocules rétrogrades et on obtient un produit 'final' correspondant à environ 200 masses-flocules.

D'autre part, ce processus a tendance à aplatir le système et, puisque environ 20 flocules forment un noyau stable, McCrea suggère que le système se stabilise sur une masse finale capturée de 10 proto-planètes.

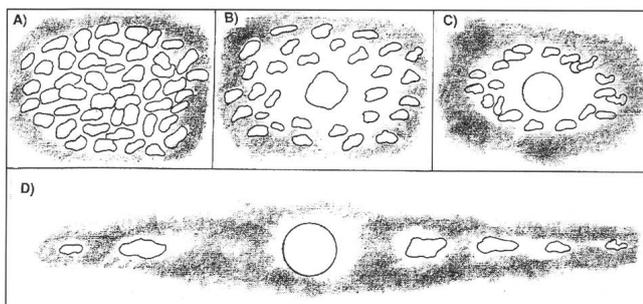
Les théories kantienne

L'idée de Kant est la suivante: au départ, l'univers est rempli avec un gaz distribué pratiquement uniformément, mais avec de faibles variations de densité. Il postule que ces régions à densité plus haute agissent comme des centres de condensation qui finissent par se contracter gravitationnellement avec un mouvement de rotation et en formant des disques. Des centres de condensations secondaires se forment dans le disque. La condensation centrale donne lieu au soleil et les autres aux planètes. On peut facilement montrer que plus un nuage est dense plus le temps de contraction est faible. Ce qui permet d'affirmer que le centre d'un nuage en contraction peut devenir suffisamment dense pour former une proto-étoile pendant que le reste du nuage se trouve encore à un stade primitif de concentration avec une faible densité. S'il existe, au départ, un mouvement de rotation dans le nuage, la force centrifuge l'empêche de se contracter davantage dans le plan de rotation. Il y aura la formation d'un disque avec au centre une jeune étoile. L'existence d'un gradient de température permet d'expliquer la condensation des éléments non volatiles dans le voisinage du soleil avec formation des planètes telluriques, par contre, plus éloignée du soleil, la condensation des éléments solides permet aussi la capture de la partie gazeuse du nuage avec formation des planètes majeures².

Les théories laplaciennes

Pour Laplace (1796), le soleil s'est formé à partir d'un large nuage de gaz avec un moment angulaire faible. Lorsque le nuage se contracte, sa rotation augmente jusqu'au moment où la force centrifuge équilibre la force gravitationnelle. La contraction ne peut continuer que si il y a éjection d'un anneau de matériel. Selon Laplace il y a eu éjections successives de différents anneaux jusqu'à obtention de la dimension actuelle du soleil, chaque anneau éjecté ayant donné naissance à une planète.

Hoyle (1955-1960) propose une théorie qui part du point de vue de Laplace. Il suppose donc que le soleil se forme à partir d'un nuage en rotation ayant un moment angulaire par unité de masse de $2 \cdot 10^{15}$ m²s⁻¹. Avec cette valeur, l'instabilité rotationnelle du soleil a lieu pour un rayon de $3 \cdot 10^{10}$ mètres, ce qui correspond à l'orbite de Mercure. Un anneau de matière est éjecté. A partir de là, Hoyle introduit un fait nouveau. Il affirme que le champ magnétique du soleil joue un rôle important; si l'anneau de matière est conducteur, alors il est couplé au champ magnétique et il y a transfert de moment angulaire du soleil à



◀ Figure 2. Représentation schématique de la formation du système solaire selon la conception de MacCrea. A) Nuage initial, subdivisé en essaims chaotiques de petits nuages, les «flocules». B) Formation de la proto-étoile «soleil» par liaison gravitationnelle d'un certain nombre de flocules. C) Captage gravitationnel par le «soleil» de flocules, les futures planètes. D) Stabilisation, par collision, du nombre de flocules captés et aplatissement sous forme d'un disque de tout le système.

² Ceci est à mettre en relation avec l'hypothèse sur l'existence d'un noyau solide dans les planètes majeures.



l'anneau. Si un tel couplage peut exister, son effet est alors évident. En effet, le transfert du moment angulaire oblige l'anneau à s'éloigner du soleil et, conséquence immédiate, le soleil doit se contracter. Il est aussi clair que c'est le gaz ionisé de l'anneau qui est couplé au champ magnétique et que c'est ce gaz là qui s'éloigne du soleil. Hoyle montre que ce gaz en mouvement est capable d'entraîner avec lui des grains solides jusqu'à une distance correspondante à l'orbite terrestre. Il en conclut que ce mécanisme a formé une ceinture de grains à une distance correspondante aux planètes telluriques. Plus loin du soleil, une condensation analogue a lieu, mais avec une enveloppe de gaz.

Pour terminer, indiquons, que pour la majorité des astronomes et astrophysiciens actuels, il ne fait plus aucun doute, que la naissance d'un système planétaire est intimement liée à celle d'une étoile. Il existe donc probablement, dans notre galaxie et dans l'univers, des millions voir des milliards de systèmes planétaires. Dans la mesure où la composition chimique de l'univers semble avoir une certaine homogénéité, on peut même émettre l'hypothèse que les systèmes planétaires engendrés par la formation d'une étoile de la même génération et du même type que le soleil peuvent manifester une certaine ressemblance avec notre propre système planétaire. Pour cette raison, une importance non négligeable est consacrée, les performances des instruments modernes aidant, à la recherche de planètes extra-système solaire.

Bibliographie:

On the Origin of the Solar System, H. Alfvén, At the Clarendon Press Oxford, 1954.

The Origin of the Solar System, P. Thorton P. L. Williams, Vol. 3 Sky and Telescope Library of Astronomy, The MacMillan Comp. NY, 1966.

The Origin of the Solar System, H. P. Berlage, Pergamon Press, 1968.

Structure and Evolutionary History of the Solar System, H. Alfvén, G. Arrhenius, D. Reidel Publishing Company, 1975.

The Origin of the Planets, I. P. Williams, Monographs on Astronomical Subjects 1, Adams Hilger Ltd Bristol, 1975.

The Cosmogony of the Solar System, F. Hoyle, University College Cardiff Press, 1978.

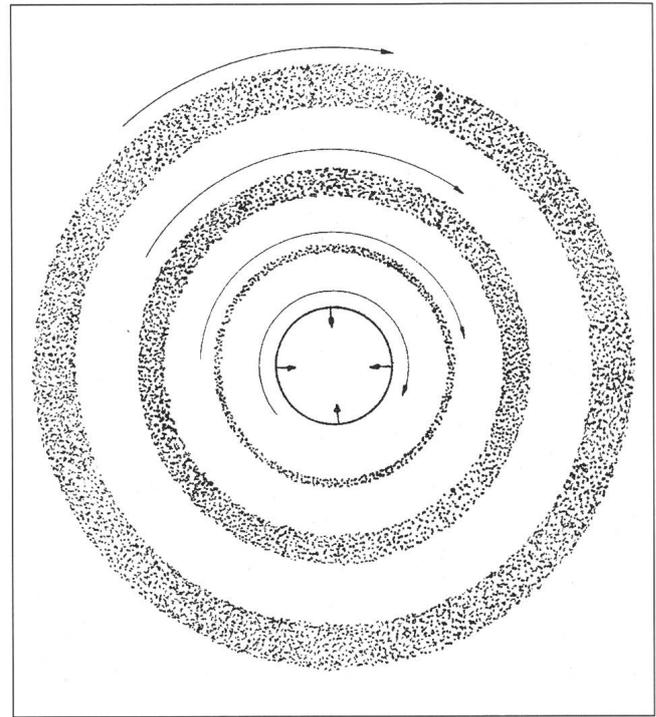


Figure 3. Formation du système solaire selon la conception de Laplace, par formation d'anneaux concentriques autour du soleil en phase de contraction.

Formation des systèmes planétaires, Edited by A. Brahic, Centre National d'Études Spatiales, 1982.

Le système solaire, Bibliothèque Pour la Science, Edition Pour la Science S.A.R.L., 1982.

La naissance du système solaire, L. Romani, Librairie Albert Blanchard Paris, 1983.

FABIO BARBLAN
Ch. Mouille-Galand 2a, CH-1214 Vernier/GE

Zürcher Sonnenfleckenrelativzahlen

Februar 1994 (Mittelwert 37,0)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	33	26	37	48	32	29	35	38	48	33
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	34	34	49	41	37	46	44	48	38	20
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28		
R	30	41	39	39	27	29	32	48		

Nombres de Wolf

HANS BODMER, Schlottenbüelstrasse 9b, CH-8625 Gossau

März 1994 (Mittelwert 32,7)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R	51	54	59	54	52	64	64	46	40	30	
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
R	38	36	33	21	25	20	24	17	15	8	
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	16	24	26	33	35	23	19	21	15	26	25

Astrofotokurse in der Feriensternwarte Calina in Carona / Tessin

Astrofotokurse in der Feriensternwarte Calina in Carona / Tessin sind nach wie vor beliebt und haben eine grosse Nachfrage. Um diese Kurse etwas effizienter zu gestalten, sollen diese neu in verschiedene Teilthemen gegliedert werden.

Dieses Kursprogramm gestaltet sich in drei Hauptthemen:

- Einführung in die Optik
- Allgemeine Astrofotografie
- Astrofotografie mit der Schmidt – Kamera

1. Einführung in die Optik (10. – 14. Oktober 1994)

Das Licht und die Lehre vom Licht spielt in der Astrofotografie eine ganz besondere Rolle und soll als Grundlage für die weiteren Astrofotokurse dienen. Für den Kurs werden keinerlei Vorkenntnisse aus der Optik und Mathematik vorausgesetzt. Während des Kurses werden zahlreiche Experimente den Kursinhalt in abwechslungsweiser Folge bereichern.

Aus dem Kursinhalt:

- Die Entstehung und Ausbreitung des Lichtes
- Die Reflexion des Lichtes
- Die Refraktion des Lichtes
- Optische Linsen und Linsensysteme
- Das Auge und seine optischen Eigenschaften
- Optische Geräte
- Lichtmessung – Fotometrie
- Die Farberlegung des Lichtes – das Spektrum

2. Allgemeine Astrofotografie (vorgesehen im Frühling 1995)

Dieser Kurs bildet den eigentlichen Kernpunkt der schon lange zur Tradition gewordenen Astrofotokurse. In diesem Kurs werden einige Grundlagen aus der Optik nochmals kurz und bündig gestreift. Das Hauptschwergewicht liegt nun in den verschiedenen Methoden der Astrofotografie. Von der einfachen Polaufnahme über Sternfeldaufnahmen mit der ruhenden und der nachgeführten Kamera bis zu Aufnahmen von Sonne, Mond und Planeten im Primärfokus und in Okularprojektion

sollen gezeigt und praktisch geübt werden. Weiteres Thema sind die einzelnen zu verwendenden Filme und deren Verarbeitung in der Dunkelkammer. Auch die Dunkelkammertechnik stellt einen Teil der praktischen Arbeit dar.

Aus dem Kursinhalt:

- Einige Grundlagen aus der Optik (Kurzrepetition aus Kurs Optik)
- Methoden der Astrofotografie
- Das Filmmaterial für die Astrofotografie
- Dunkelkammertechnik
- Praktische Arbeiten in der Sternwarte

3. Astrofotografie mit der Schmidt-Kamera (3.-7. Oktober 1994)

Die Feriensternwarte Calina ist schon seit langem mit einer Schmidt-Kamera ausgerüstet. Bis anhin fanden jeweils Astrofoto-Kurse statt, wo dieses Instrument aus Zeitgründen jeweils nur kurz behandelt werden konnte. Herr Dieter Maiwald aus Berlin hat in den vergangenen Jahren eine reiche Erfahrung an der Schmidt-Kamera gesammelt und hat sich nun bereit erklärt, einen speziellen Kurs mit dem Umgang dieses Instrumentes anzubieten. Der Kurs setzt jedoch die einfachen Kenntnisse der Astronomie, insbesondere der Himmelsmechanik, voraus.

Aus dem Kursprogramm:

- Optik von Spiegelsystemen
- Anweisung für die Bedienung der Schmidt-Kamera
- Geeignete Filme für die Schmidt-Kamera
- Dunkelkammertechnik speziell für Schmidt-Aufnahmen
- Der Himmel für die Schmidt-Kamera
- Übungen für die Kursteilnehmer

Kursprogramme und Informationen, sowie Anmeldeformulare sind erhältlich bei der Kursadministration und technischen Leitung:

Hans Bodmer, Schlottenbüelstrasse 9b, CH-8625 Gossau / ZH, Tel. 01/936 18 30

HANS BODMER
CH – 8625 Gossau / ZH

Veranstaltungskalender / Calendrier des activités

4./5. Juni 1994

‘CCD-Astronomie’, Kolloquium unter der Leitung von H. Bodmer. Info: H. Bodmer, 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

11. Juni 1994, ab 14.00 Uhr

Sonnen-Party. Verschiebungsdatum: 25. Juni. Info: Tel. 181 ab 9.00 Uhr. Astronomische Vereinigung St. Gallen. Sternwarte Brand, St. Gallen.

11./12. Juni 1994

10. Sonnenbeobachtertagung der SAG. Info: H. Bodmer, 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

28. Juni 1994, 19.30 Uhr

‘Vesta, Mars und Mond als Ursprungskörper von Meteoriten’, Vortrag von Prof. O. Eugster. Astronomische Gesellschaft Bern. Naturhistorisches Museum, Bernastr. 15, Bern.

9. Juli 1994

Planetenweg-Wanderung Willisau. Astronomische Gesellschaft Luzern. Information bei D. Ursprung, Rotseehöhe 12, CH-6006 Luzern. Tel. 041/36 05 74.

24. Juli bis 14. August 1994

IAYC 1994, 30th International Astronomical Youth Camp in Schaephuysen, Germany. Information and application form from: IWA e.V., c/o Erwin van Ballegoij, Dirkje Mariastraat 17 bis, NL-3551 SK Utrecht.

8. bis 12. August 1994

'Woche des offenen Daches' der Sternwarte Bülach in Eschenmosen. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland, Bülach.

2. bis 4. September 1994

6. Starparty in den Freiburger Alpen. Info: P. Stuessi, Breitenried, 8342 Wernetshausen.

3./4. September 1994

Beobachtungsweekend auf der Rigi. Astronomische Gesellschaft Luzern.

26. bis 30. September 1994

Elementarer Einführungskurs in die Astronomie von Dr. M. Howald-Haller. Info: H. Bodmer, 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

3. bis 8. Oktober 1994

'Astrofotografie mit der Schmidt-Kamera', Kurs von D. Maiwald. Info: H. Bodmer, 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

8./9. Oktober 1994

2. Oesterreichischer CCD-Workshop in Mariazell. Info: G. Eder, Hangweg 12, A-8630 Mariazell.

10. bis 14. Oktober 1994

'Woche des offenen Daches' der Sternwarte Bülach in Eschenmosen. Astronomische Gesellschaft Zürcher Unterland, Bülach.

10. bis 14. Oktober 1994

'Einführung in die Optik', Kurs von H. Bodmer. Info: H. Bodmer, 01/936 18 30. Ferien-Sternwarte Calina, Carona/TI.

15./16. Oktober 1994

Amateur-Astronomie-Tagung AAT '94. Kantonsschule Alpenquai, Luzern. Astronomische Gesellschaft Luzern.

Robert A. Naef Preis 1993

Auf Antrag der Jury verleiht der Zentralvorstand der SAG den Robert A. Naef Preis für 1993

Herrn Fernand ZUBER

in Veyras (VS), für seinen Artikel *Die Auswahl eines ersten astronomischen Fernrohres* im ORION Nummer 259 (Dezember 1993), Seiten 248-266.

Der Artikel gibt einen Überblick über Probleme und Fragen, denen sich der Amateur gegenüber sieht, wenn er ein astronomisches Instrument beschaffen will. Der Autor versteht es, in lebendiger Sprache seine Erfahrungen zu vermitteln. Inzwischen eingegangene Leserreaktionen zeigen, dass ein wirklicher Bedarf für Hinweise dieser Art auf Eigenschaften, Qualität, Kauf von Instrumenten besteht.

Herr Zuber hat in Chemie doktriert und war in der Petrochemie in den Niederlanden tätig. Seit seiner Pensionierung im Wallis hat er sich, zusammen mit seiner Frau, der astronomischen Beobachtung verschrieben. Er präsidiert die Astronomische Gesellschaft Oberwallis.

Der Preis, mit 500 Franken dotiert, wurde 1984 in Würdigung des Wirkens von Robert A. NAEF geschaffen. Naef war Gründungsmitglied der SAG und langjähriger Redaktor des Orion; er verstarb 1975. Der Preis wird jährlich vom Zentralvorstand an den Verfasser eines ORION-Artikels verliehen, der von der Jury aufgrund seiner Qualitäten (Inhalt, Darstellung, Interesse für den Amateur etc.) ausgewählt wird.

Die Jury besteht aus den Herren Hans-Rudolf Brugger, Schiers, Sergio Cortesi, Locarno-Monti, René Durussel, Vevey, Fritz Egger, Peseux, und Gerhart Klaus, Grenchen.

Fritz Egger

Prix Robert. A. Naef 1993

Sur proposition du Jury, le Comité central de la SAS attribue le Prix Robert A. Naef pour l'année 1993 à

Monsieur Fernand ZUBER

à Veyras (VS), pour son article: *Comment choisir son premier télescope astronomique* dans ORION N° 259 (décembre 1993) pages 248 à 266.

L'article donne un aperçu des problèmes et des questions devant lesquels l'amateur se trouve placé lorsqu'il envisage d'acheter un instrument. L'auteur, dans un langage vivant, réussit à faire part de ses propres expériences. Les réactions de lecteurs nous montrent d'ailleurs qu'il existe un réel besoin pour ce genre d'informations sur les propriétés, la qualité, l'achat d'instruments.

Monsieur Zuber est docteur en chimie et a travaillé dans la pétrochimie aux Pays-Bas. Depuis sa retraite, il s'adonne avec sa femme à l'observation astronomique. Il est président de la «Astronomische Gesellschaft Oberwallis».

Le Prix, doté de 500 francs, a été institué en 1984 pour honorer l'activité de Robert A. NAEF, membre fondateur de la SAS et rédacteur d'ORION pendant de longues années, décédé en 1975. Il est attribué chaque année à l'auteur d'un article paru dans ORION et sélectionné par le Jury en fonction de ses qualités (contenu, présentation, intérêt pour l'amateur etc.).

Le Jury est composé de MM. Hans-Rudolf Brugger, Schiers, Sergio Cortesi, Locarno-Monti, René Durussel, Vevey, Fritz Egger, Peseux, et Gerhart Klaus, Granges.

Fritz Egger

Emile Antonini nous a quittés

Peu de temps avant d'avoir accompli ses 90 ans, Emile Antonini (1904-1994) est décédé à Genève. Avec lui nous quitte un homme qui a beaucoup fait pour le progrès de l'astronomie amateur en Suisse, activité qui a été honorée par l'attribution de la médaille Hans Rohr. En tant que rédacteur de la première heure d'ORION et vice-président pendant de longues années, il a rendu d'immenses services à la SAS qui l'a nommé membre d'honneur.

Il y a 50 ans, en octobre 1943, paraissait pour la première fois la revue d'ORION. En l'honneur de ce jubilé, Claude Nicollier a emporté avec lui pendant son vol dans l'espace en décembre le premier numéro d'ORION, il a ainsi honoré indirectement la rédaction d'alors, donc aussi Emile Antonini.

Né à Lausanne, Emile Antonini y a aussi accompli toutes ses études qu'il a terminées avec un doctorat des Hautes sciences commerciales. En 1942, il a fondé avec d'autres amis du ciel étoilé la Société Vaudoise d'Astronomie (SVA) dont il fut plus tard le secrétaire général et le président. Il a en outre activement contribué à la construction de l'observatoire de la SVA à Lausanne.

Après son déménagement à Genève, il est entré aussi à la Société Astronomique de Genève dont il fut par la suite le secrétaire général et le président. Observateur assidu des astres, il a fait construire un observatoire dans le jardin de sa villa à Conches près de Genève. Son intérêt se concentrait surtout sur les planètes et ses dessins de Jupiter et de Mars sont remarquables.

Des problèmes oculaires l'ont contraint plus tard à abandonner l'observation des étoiles. Il a fait alors don de son réfracteur de 162 mm à la SVA qui l'a installé dans son observatoire de Lausanne; lors d'un incendie, cet instrument précieux a malheureusement été détruit. En outre, il a fait cadeau de son pavillon d'observation à la Société Astronomique de Genève qui l'a installé près de St-Cergue dans le Jura vaudois où il est toujours activement utilisé.

Avec Emile Antonini disparaît un pionnier auquel les astronomes amateurs de la Suisse, et en particulier la SAS, doivent beaucoup.

WERNER MAEDER

Abschied von Emile Antonini

Kurz vor der Vollendung seines 90. Altersjahres ist Emile Antonini (1904-1994) in Genf verstorben. Mit ihm verlässt uns ein Mann, der viel zur Förderung der Amateur-Astronomie in der Schweiz beigetragen hat und wofür ihm die Hans-Rohr-Medaille verliehen wurde. Als Redaktor der ersten Stunde des ORION und langjähriger Vizepräsident hat er der SAG wertvolle Dienste geleistet; er wurde dafür zum Ehrenmitglied der Gesellschaft ernannt. Vor 50 Jahren, im Oktober 1943, erschien erstmals diese Zeitschrift ORION. Zur Würdigung dieses Anlasses hat Claude Nicollier die erste Nummer des ORION im Dezember auf seinem Weltraumflug mitgenommen. Er hat so auch indirekt die erste Redaktion von damals geehrt, darunter Emile Antonini.

In Lausanne geboren, hat Emile Antonini dort auch seine gesamten Studien absolviert und sie mit dem Doktorat der Höheren Kaufmännischen Wissenschaften abgeschlossen. 1942 hat er mit anderen Sternfreunden zusammen die Société Vaudoise d'Astronomie (SVA) gegründet und wurde später deren Generalsekretär und Präsident. Er war auch massgebend an der Schaffung der Sternwarte der SVA in Lausanne beteiligt.

Nach seiner Übersiedlung nach Genf trat er ebenfalls der Société Astronomique de Genève bei und wurde später deren Generalsekretär und Präsident. Er war ein eifriger Beobachter der Gestirne und hatte im Garten seiner Villa in Conches bei Genf eine Sternwarte errichtet. Sein Interesse galt besonders den Planeten; seine Zeichnungen des Jupiter und des Mars sind bemerkenswert.

Ein Augenleiden zwang ihn leider später, die beobachtende Astronomie aufzugeben. Seinen Refraktor von 162 mm schenkte er der SVA, die ihn in ihrer Sternwarte in Lausanne aufstellte. Bei einem Brand der Sternwarte wurde dieses wertvolle Instrument leider zerstört. Den Beobachtungspavillon übergab er der Société Astronomique de Genève, die denselben in der Nähe von St. Cergue im waadtländischen Jura aufstellte und diesen auch heute noch rege benutzt.

Mit Emile Antonini verlässt uns ein Pionier, dem die Astro-Amateure der Schweiz, und insbesondere die SAG, viel verdanken.

WERNER MAEDER

ASTRO!NFO

Ein neues elektronisches Informationsprogramm für die Astronomie vom ASTRO!NFO-Team der Astronomischen Gesellschaft Zürcher Unterland stellt sich vor:

Einleitung

In den Jahren 1992 und 1993 hat das Videotex-Team der Astronomischen Gesellschaft Zürcher Unterland (AGZU) ein astronomisches Informationsprogramm über das Videotex-Netz der PTT betrieben, siehe auch den Bericht im ORION 252 vom Oktober 1992 [1].

Der Betrieb dieses Programms musste aus widrigen Umständen, trotz Unterstützung durch die SAG, per Ende 1993 leider aufgegeben werden.

Das Videotex-Team der AGZU mochte jedoch die bisher geleistete Arbeit der neun Teammitglieder nicht einfach beiseite legen und machte sich auf die Suche nach brauchbaren

Alternativlösungen für ein neues Medium. Schon bald, im Laufe des Herbstes 1993, bot sich aus zwei konkreten Lösungsvorschlägen eine Variante, die eine Weiterführung unseres Astronomieprogrammes in neu strukturierter Form erlauben wird.

Im Laufe des Frühjahrs 1994 wird auf dem elektronischen Informationssystem der ETH Zürich, unter dem Bulletin Board System «EZINFO» ein astronomisches Informationsprogramm, genannt ASTRO!NFO angeboten. Das ASTRO!NFO-Team arbeitet seit November 1993 intensiv am Aufbau und der Verwirklichung des neuen Programmes. Es wird allen an Astronomie interessierten Kreisen aktuelle astronomische Daten anbieten. Diese Informationen sind unter gewissen Bedingungen auch Personen zugänglich die nicht der ETH angehörig sind. Mehr dazu erfahren Sie weiter unten im Text.

Was bietet ASTRO!NFO

Folgende Informationen können über das ASTRO!NFO-Programm abgerufen werden:

Astronomie im Überblick

Was ist Astronomie? Eine Einführung für Einsteiger.

News

Neuigkeiten über Astronomie und Raumfahrt aus aller Welt, redaktionell bearbeitete Informationen aus diversen Quellen wie Zirkularen der IAU, AAVSO, NASA, ESA, Sonnenflecken Relativzahlen und weitere mehr.

Forum

(Dialog-Fenster für Jedermann) Berichte, Erfahrungen, Tips, Infos, Börse u.s.w.

Veranstaltungen

Verzeichnis von Veranstaltungen aus der Schweiz und Europa

Sternwarten

Verzeichnis von Sternwarten in der Schweiz.

Kontaktadressen

von astronomischen Vereinen, Gesellschaften, Redaktionen u.s.w.

File Area (frei für Up- und Download)

CCD-Bilder, Ephemeriden, Bahnelemente u.s.w.

Literatur

Literatursuche nach Themen möglich

Feedback

(Mitteilungen an die ASTRO!NFO-Redaktion) Mails zu allen Kapitel und Themenbereichen.

Impressum

An wen richtet sich ASTRO!NFO?

Das ASTRO!NFO-Team erstellt diese Dienstleistung für alle an Astronomie interessierten Kreise wie dem Institut für Astronomie der ETH, allen interessierten ETH-Angehörigen, allen Interessenten die Zugriff auf EZINFO haben (externe Institute).

Alle interessierten Personen wie Astro-Amateure (und -Profis), die nicht der ETH angehören, können einen Account (Zugriff) für EZINFO beantragen und erhalten so die Möglichkeit, unser ASTRO!NFO-Programm ebenfalls zu nutzen.

Was wird für den Empfang von ASTRO!NFO benötigt?

Da es sich um ein elektronisches System handelt, benötigt man dazu einen Personal-Computer (zum Beispiel IBM oder kompatibel, MacIntosh, Atari u.s.w.) mit einem MODEM sowie einen Telephonanschluss. Der Computer benötigt dazu ein Telekommunikationsprogramm das ein VT 100 emulieren kann (Software), ist in den meisten moderneren Programmen vorhanden. Damit ist man in der Lage, mit EZINFO auf dem ETH-Computer zu kommunizieren. ASTRO!NFO ist dem EZINFO untergeordnet und kann nur von dort aus aufgerufen werden.

Wie gelangt man in ASTRO!NFO?

Der Zugang in ASTRO!NFO ist nur via EZINFO möglich. Zu EZINFO gelangt man auf verschiedenen Wegen [2]:

KOMETH	#call B050 (ev. #EZINFO)
TCP/IP (anonymous=GAST)	telnet ezinfo.ethz.ch
LAT	CONNECT EZINFO
Telepac	47931149412
Modem 300 baud	Tel. 01/632 4751
Modem 1200, 2400, 9600 baud	Tel. 01/251 2002

Die ersten vier Möglichkeiten stellen verschiedene Computernetze dar und sind für Spezialisten bestimmt.

Für den Astroamateur mit einem privaten Computer sind die beiden Modem-Telephonnummern von Interesse.

Man kann als Einsteiger auch ohne Passwort in EZINFO gelangen, man benötigt dann als Passwort «GAST» für deutsch, «GUEST» für englisch, «HOTE» für französisch oder «OSPITE» für italienisch.

Wenn man nun ASTRO!NFO über EZINFO nutzen will, wählt man den Menüpunkt «ACCOUNT». Dort lässt man sich zuerst registrieren, teilt EZINFO Name und Adresse mit und man erhält innerhalb weniger Tage vom Informatikdienst der ETH Zürich ein persönliches Passwort zugeteilt. Dann kann man regelmässig in ASTRO!NFO reinschauen, um zu erfahren was es in der Astronomie an Neuigkeiten gibt.

Die Benutzerführung von ASTRO!NFO wird viersprachig ausgelegt, deutsch, französisch, italienisch und englisch, es ist damit an EZINFO angepasst. Der Dateninhalt (Text) von ASTRO!NFO wird vor allem Deutsch und Englisch sein, dies ist zum grossen Teil jedoch auch für Anderssprachige verständlich.

Das ASTRO!NFO-System soll im Monat Mai 1994 aufgeschaltet werden und wird in den folgenden Monaten noch ausgebaut. Zu einem späteren Zeitpunkt soll im ORION weiter von ASTRO!NFO berichtet werden.

Referenzen

- [1] «Videotex; Eine neue Dienstleistung der Astronomischen Gesellschaft Zürcher Unterland» von Dr. Jürg Alean ORION 252 vom Oktober 1992, Seite 219.
- [2] «EZINFO - das Informations-System der ETH Zürich» Anleitung und Benutzerbestimmungen vom Informationsdienst der ETH Zürich.

Astronomische Gesellschaft, Zürcher Unterland
 ASTRO!NFO-Team AGZU
 U. STICH, Postfach, 8180 Bülach



**12. SCHWEIZERISCHE
 AMATEUR-ASTRONOMIE-TAGUNG
 IN LUZERN 15./16. OKT. 1994**

Datum: 15./16. Oktober 1994
 Ort: Kantonsschule Alpenquai, Luzern
 Schwerpunktthema: "Die Zeit"

● **Auszug aus dem Programm**

Vorträge:

Insgesamt 8 Vorträge, unter anderen: "Die Zeit", Dr. Paul Wirz; "Geschichte der Zeitmessung", Hans Bodmer; "Sonnenuhren", Erich Baumann

"Röntgenstrahlen im Universum – neue Ergebnisse von ROSAT", Dr. J. Trümper, Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, München; Jolo-Instrument, H.G. Ziegler

Ausstellungen:

"Geschichte der Zeitmessung"; "Sonnenuhren"; Ausstellung der Weltallphilatelisten; Exponat zum Thema Zeit; Alte und neue Uhren; Grosse Produktausstellung

Planetarium:

Sondervorführung

Ein vollständiges Programm mit Anmeldeschein und weiteren Informationen folgt im August-ORION

Kontaktadresse:

Astronomische Gesellschaft Luzern, Daniel Ursprung, Rotseehöhe 12, 6006 Luzern, Tel. 041/36 05 74

Kann man mit einem azimutal aufgestellten Fernrohr (z.B. Dobsonian) nachgeführte Astro-Fotos machen?

A. TARNUTZER

Um längere Belichtungszeiten zu erreichen, muss die Kamera der täglichen Bewegung der Sterne nachgeführt werden. Dazu wird eine parallaktisch aufgestellte Montierung benötigt. Dies bedeutet, dass eine der Drehachsen, die Stundenachse, parallel zur Erdachse gerichtet ist, die andere, die Deklinationsachse, steht senkrecht zu dieser. Während der Nachführung genügt es deshalb, nur **eine** Achse zu bewegen, nämlich die Stundenachse. Sämtliche Sterne werden auf dem ganzen Negativ als Punkte abgebildet.

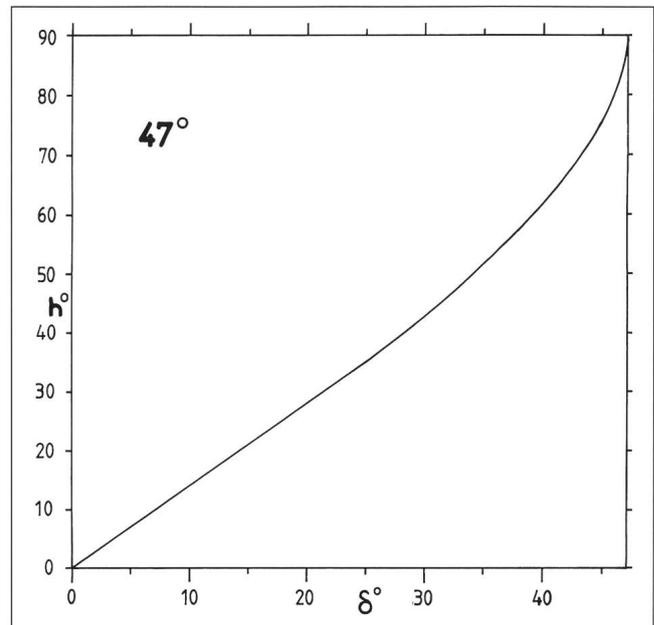
Verwendet man hingegen eine azimutal aufgestellte Montierung, bei der eine der Achsen, die Azimutachse, senkrecht steht, während die andere, die Höhenachse, horizontal, so muss man zum Nachführen **beide** Achsen bewegen. Dabei verdreht sich aber der Film gegenüber dem abzubildenden Sternfeld. Wohl wird so der Leitstern punktförmig abgebildet, andere Sterne aber je nach Abstand von diesem als mehr oder weniger grosse Bogen, ähnlich wie bei Aufnahmen der Polgegend mit stillstehender Kamera. Es ist also nicht möglich, nachgeführte Aufnahmen zu machen.

Dies ist zumindest die gängige Meinung. Stimmt sie wirklich? Nein wenigstens nicht in so allgemeiner Form. Schon rein theoretisch gibt es auf der Erde zwei bevorzugte Stellen, wo azimutal aufgestellte Montierungen durchaus nachgeführte Aufnahmen erlauben, nur nützt uns diese Erkenntnis wenig: Erstens an den Polen der Erde, denn dort ist eine azimutale Montierung gleichzeitig auch eine parallaktische. Und zweitens am Äquator, denn dort trifft dies ebenfalls zu, allerdings mit vertauschten Achsen und sofern die horizontale Höhenachse parallel zur Erdachse gerichtet ist. Gibt es noch andere Möglichkeiten? Jawohl!

Dazu folgende Überlegung: Steht zum Beispiel die Verbindungslinie zweier Sterne im Meridian (im Süden) gegenüber dem Horizont genau senkrecht, so lag diese einige Zeit vorher schräg zum Horizont. Dies wird ja durch die Drehbewegung der Erde verursacht. Bei der azimutalen Montierung hingegen bleibt der Film gegenüber dem Horizont in der gleichen Ausrichtung. Gegenüber dem äquatorialen Koordinatensystem der Sterne verdreht er sich aber ebenfalls. Massgebend ist nun der Unterschied beider Verdrehungen. Sofern eine Stelle gefunden wird, wo sich beide Verdrehungen gegenseitig aufheben, könnten dort nachgeführte Aufnahmen gemacht werden.

Für die Suche nach dieser Stelle wird der parallaktische Winkel Zenit-Stern-Himmelspol verwendet. Dieser ändert sich durch die Erddrehung dauernd, aber auch die Geschwindigkeit dieser Änderung, die Winkeländerung pro Zeiteinheit, ändert sich. Erreicht diese Geschwindigkeitsänderung den Wert Null, so ist dort die gesuchte Stelle, denn dies bedeutet dass dann keine Verdrehung auftritt.

In [1] ist ein einfaches Rechenprogramm in Basic angegeben, mit dem die Geschwindigkeitsänderung des Verdrehwinkels und ihr Verlauf leicht durchgeführt werden kann. Die Durchrechnung vieler Fälle zeigt, dass unter bestimmten Voraussetzungen diese gegenseitige Verdrehung vom Uhrzeigersinn zum Gegenuhrzeigersinn wechselt oder umgekehrt. Dazwischen liegt der gesuchte Stillstandspunkt. Wann und wo trifft dies zu?



Höhe h des Stillstandspunktes über dem Horizont in Abhängigkeit von der Deklination δ des Leitsterns für die geographische Breite 47° .

Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein:

1. Die Deklination des Leitsterns muss kleiner sein als die geographische Breite des Beobachtungsortes. Bei grösseren Deklinationen gibt es keinen Stillstandspunkt.
2. Für Leitsterne auf dem Himmelsäquator oder in südlicher Deklination liegt der Stillstandspunkt am Horizont oder darunter, er ist also unbrauchbar.
3. Dazwischenliegende Stillstandspunkte liegen immer im Azimut 90° (im Osten) oder 270° (im Westen).
4. Die Höhe des Stillstandspunktes über dem Horizont wird grösser bei grösserer Deklination des Leitsternes.
5. Die Verdrehung des Bildes pro Zeiteinheit wird kleiner bei kleinerer Deklination.
6. Der Stillstandspunkt ist nur ein momentaner. Vorher und nachher tritt trotzdem eine Verdrehung auf. Es kann also nicht beliebig lange nachgeführt werden.
7. Nahe des Zenits ist die Verdrehgeschwindigkeit sehr gross.

Ein Beispiel soll die Möglichkeiten dieser Methode darstellen: An einem 47° Nord gelegenen Ort (z.B. Landquart, Gersau, Zollikofen) soll M45, die Plejaden (Rektaszension = $3h\ 47m$, Deklination = $24^\circ\ 7'$), fotografiert werden. Aufnahmetag sei der 1. Januar, die Aufnahmeoptik habe eine Brennweite von 50mm bei einem Öffnungsverhältnis von 1:2. Mit hypersensibilisiertem Film TP 2415 genügen dazu bei dunklem Himmel 10 Minuten.

Die Berechnung liefert folgende Resultate: Die Belichtung muss um 1 Uhr 23 beginnen und um 1 Uhr 33 aufhören. Die Plejaden stehen anfangs 35° über dem Horizont, am Ende 33° .

Der Azimut ändert sich gleichzeitig von 269° auf 271° . Die Verdrehung ändert sich in dieser Zeit vom Uhrzeiger- zum Gegenuhrzeigersinn und steht um 1 Uhr 28 still. Kumuliert über die ganze Belichtungszeit beträgt sie $0,0094$ Grad. (ca. $34''$)

Wie wirkt sich diese Verdrehung auf dem Negativ aus? Legen wir den Leitstern in die Mitte des Negativformats 24×36 mm, dann beschreiben die in den Ecken abgebildeten Sterne die grössten Bogen, mit einem Radius von $21,6$ mm, der halben Diagonalen des Formats. Ein Grad Verdrehung entspricht dort einem Bogen von $21,6 \cdot 2 \cdot 3,14 / 360 = 0,38$ mm. $0,0094^\circ$ macht also eine Bogenlänge von nur $0,0035$ mm. Dies ist vollständig vernachlässigbar. Nimmt man als Grenzwert für die Länge des Bogens den Wert von $0,05$ mm an, wäre eine Verdrehung von $0,13^\circ$ zulässig. Man könnte also viel länger belichten, nämlich während 39 Minuten von 1 Uhr 09 bis 1 Uhr 48. Die Höhe der Plejaden über dem Horizont würde sich in dieser Zeit von 37° auf 30° verringern. Will man aber bei 10 Minuten Belichtungszeit bleiben, kann frühestens um 1.05 Uhr (Höhe 38° bis 36°) oder spätestens um 1.44 (Höhe 31° bis 29°) mit der Aufnahme

begonnen werden. Dieser Spielraum dürfte besonders für grobkörnigen Film interessant sein, bei dem eine Ovalität der Sternabbildungen von $0,05$ mm kaum sichtbar ist. Noch eine bemerkenswerte Feststellung: Für diese Betrachtungen spielt die Brennweite des Objektivs gar keine Rolle, es kommt einzig auf das Negativformat an!

Bei den hier angegebenen Zeiten handelt es sich nicht um MEZ oder MESZ, sondern um die mittlere Lokalzeit, die in Abhängigkeit von der geographischen Länge des Beobachtungsortes von der Zonenzeit abweicht. Massgebend hingegen ist der Umkehrpunkt und somit die Höhe des Objektes über dem Horizont. Im nebenstehenden Diagramm kann diese Höhe ohne grosse Rechnung für die geographische Breite von 47° abgelesen werden.

[1] A. Pouplier, *Sky & Telescope*, September 1992 Seite 319.

Vgl. auch A. KUNZMANN, *Ein computergesteuertes Dobsonian-Teleskop*, ORION 248 (Feb. 1992), S. 37.

ANDREAS TARNUTZER

19. Schneeberger Astronomische Tage

7.-9. Oktober 1994

Auch in diesem Jahr können Sie astronomische Sternstunden in Schneeberg erleben. Welcher Amateur-, Schul- oder Hobbyastronom möchte solche Stunden noch missen? Die *Schneeberger Astronomischen Tage* bieten alljährlich Gelegenheit, sich mit allem für seine anspruchsvolle astronomische Beschäftigung zu versorgen, was so benötigt wird! Fachsimpeln, Gedanken- und Erfahrungsaustausch eingeschlossen.

Die namhaften Firmen Deutschlands und eine Reihe von Astro-Vereinen, Sternwarten und so weiter geben sich auch dieses Jahr wieder ein Stelldichein in Schneeberg.

Deshalb auf ins Erzgebirge!

Diese grösste und bedeutendste Messe 1994 auf dem amateurastronomischen Bereich im deutschsprachigen Raum wird sich auch diesmal wieder in der gewohnten hohen Qualität und der sprichwörtlichen «Schneeberger Atmosphäre» präsentieren. In herrlicher erzgebirgischer Landschaft erwarten Sie große Ausstellungs- und Tagungsräumlichkeiten.

Möchten auch Sie Ihr Hobby, Ihren Verein, Ihre Sternwarte vorstellen? Dazu geben wir Ihnen gern Gelegenheit auf der 19. *Schneeberger Astronomische Tagung!*

Neben astronomischen Fachvorträgen werden Sie am Samstagabend Schneeberger Künstler mit Kultur und Folklore unserer erzgebirgischen Heimat unterhalten.

Um das Tagungsprogramm noch interessanter und abwechslungsreicher gestalten zu können, bitten wir um entsprechende Beitragsmeldungen für die Rubrik «Amateure berichten...». Wir möchten damit sowohl Einzelamateure als auch Vereine ansprechen. Vereine, Sternwarten und Einzelamateure können sich mit ihren Aktivitäten präsentieren und auch an einer Astro-Börse teilnehmen.

Als Rahmenprogramme werden vorbereitet:

- ein Stadtrundgang mit anschließender Besichtigung der St. Wolfgangskirche
- eine Führung durch die historische Bergbaulandschaft
- eine Exkursion in Europas tiefste Gangerzlagerstätte (Freitag, 7.10.94, 13.00 Uhr).

Unsere Tagung findet im «Haus der Begegnung» statt. Dort ist auch bis in die Abendstunden die gastronomische Betreuung abgesichert.

In unmittelbarer Nähe des Tagungslokals wurden für uns in einem Ferienobjekt preisgünstige Übernachtungen reserviert.

Weiter Informationen senden wir Ihnen gern zu (bitte Rückporto).

Schulsternwarte und Planetarium Schneeberg,
Heinrich-Heine-Straße, 08289 Schneeberg,
Tel./Fax: (03772) 2439

Mit besten Grüßen

DR. BERND ZILL

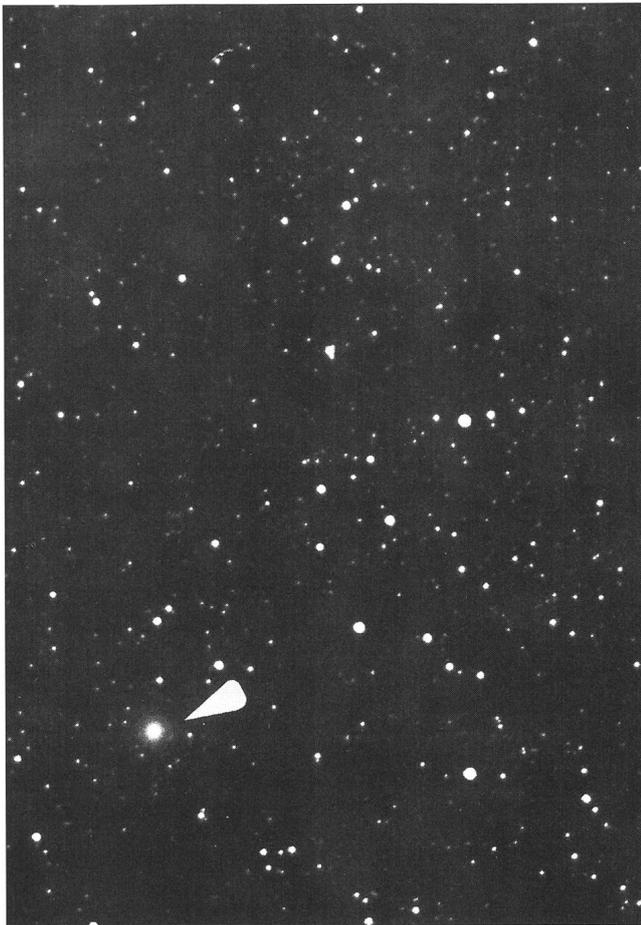
Leiter der Sternwarte Schneeberg

Komet McNaught-Russel 1993v

(Nordöstlich von IC 405) 8.4.94, Anzère, 20h31 U.T., (2000) 5h 11.8m; $+35^\circ 25'$, $8''$ Celestron Schmidt, TP 2415 hyper, Belichtung 4'.

(Photo Dr. U. Straumann, 4059 Basel)





McNaught-Russel 1993V ▲

Jolie comète dans le Taureau, bien visible aux jumelles. Dans un télescope de 20 cm, elle se présentait sous une forme ronde très régulière, sans noyau distinctement visible. Pause 5 minutes avec un téléobjectif de 200mm à F/D 2,8 le 3.4.1994.

ARMIN BEHREND

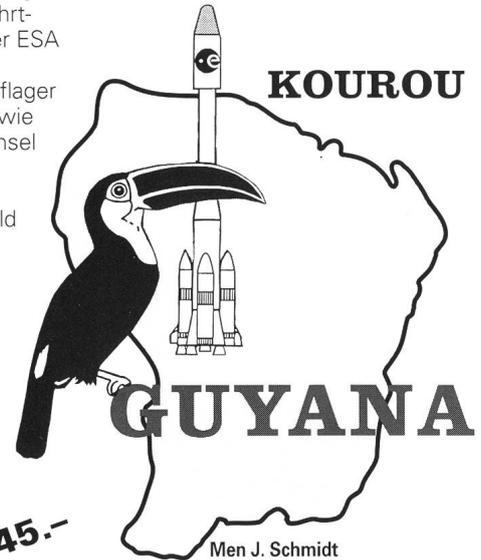
Studienreise

3. bis 15. Oktober 1994

○ Besichtigung
des Raumfahrt-
zentrums der ESA
in Kourou
und der Straflager
(Papillon) sowie
der Teufelsinsel

○ Ausflüge
in den Urwald
im Einbaum

○ Erholung
auf der
Ferieninsel
Martinique



Men J. Schmidt
Kirchstrasse 56 Tel. (071) 85 83 23
9202 Gossau Fax (071) 85 83 24

NGC 2903

Date de la photographie: 4 mars 1994. Télescope: C8Ultima (diamètre 203 mm). Suivi: corrections manuelles. Focale: 1380 mm avec réducteur de focale; F/D = 6,8. Film: TP 2415 hypersensibilisé à l'hydrogène (7 jours sous 1 atm.); Conservé sous azote sec au congélateur à -18°C environ 6 semaines avant l'emploi.

Temps de pose: 60 minutes. Lieu: banlieue résidentielle éclairée du village de Courroux (Jura). Conditions du ciel: légèrement brumeux.
(Photo: H. Lehmann, 2822 Courroux)



An- und Verkauf / Achat et vente

A vendre

Unique en France, Astrographe Takahashi E-300, tube optique complet tournant (manchon). Miroir hyperbolique de 300mm à F/D:3,8. Grâce au correcteur à 4 lentilles de 85 mm le champ utile atteint 3° (sur film 6x9 cm). Mise au point micrométrique (à l'aide d'un microscope), chercheur 10x70, contrepoids de tube, porte-chassis pour plans films 6x9 cm (Maraya), bague 24x36 mm, pince spéciale pour découper les films 2415 en format 10x12,5, Cuve Jobo spéciale pour plans films 6x9 cm et plus grands. Images stellaires de 10 micromètres. Superbes photos à l'appui (dont prix mensuel Ciel et Espace). Valeur actuelle 90'000 FF, cédé, en excellent état, à 44'000 FF. Densitomètre de précision Macbeth TD 933, mesures de densités de 0,0 à 4. (lecture digitale), peu servi, cédé à 73'000 FF. J. Dragesco, 394, Bd du Grand Devois, 34980 Saint-Clément-de-Rivière, France, Tél. 67.84.26.81 (Nord Montpellier).

Zu verkaufen

MAKSUTOW- Teleskop, Bausystem Popp 1966, Spiegel 200mm, Brennweite 3'200 mm, 6 Okulare f 5, 10, 15, 20, 30 und 40 mm. Parallaktische Montierung mit Gabelstativ, Synchronantrieb, Säulenunterbau verzinkt. Preis VB Fr. 3'500.- J.Dettwyler-Riesen, Wydmatt 30, 3136 Seftigen Tel: G 031/322 93 46; P 033/45 38 59.

(Fortsetzung auf Seite 137)



Suite à la détente entre la Russie
et les Etats-Unis:

Une retombée pacifique de la guerre des étoiles

G. FISHER

Les recherches entreprises aux Etats-Unis dans le cadre de la guerre des étoiles sont naturellement des secrets bien gardés. Certaines, pourtant, sont susceptibles d'applications pacifiques très intéressantes, en particulier en astronomie. De fait, les astronomes étaient sur le point de refaire tout un coûteux travail de développement en «optique adaptative». Fort heureusement, la raison a prévalu. Avec le relâchement des tensions entre l'est et l'ouest, certains secrets ont été levés et l'astronomie optique est aujourd'hui en passe de connaître une véritable révolution.

Même si certains d'entre nous ont de la peine à voir la différence, nous avons tous appris à l'école que l'on peut, dans le ciel nocturne, distinguer les planètes des étoiles. Les premières sont des objets relativement proches qui ne sont pas eux-mêmes lumineux, mais comme la Lune réfléchissent l'éclat du Soleil. Cette lumière des planètes nous parvient après un voyage de quelques dizaines ou centaines de minutes (dans le cas de la Lune ce temps n'est que d'un peu plus d'une seconde, mais atteint 40 minutes environ pour Jupiter et 80 pour Saturne).

Avec de bonnes jumelles on peut aussi voir l'apparence et les dimensions angulaires de planètes telles que Vénus, Mars et Jupiter. Les faisceaux de lumière que nous recevons de ces planètes ont donc la forme de cônes tronqués, dont les grandes bases ont les dimensions des planètes, alors que les petites bases des sommets n'ont que l'extension de nos pupilles oculaires. Dans son parcours à travers l'atmosphère, la lumière rencontre des zones de température variable et d'autres où la teneur en vapeur d'eau change rapidement. Cela perturbe la progression régulière des fronts d'onde par de multiples réfractions et l'image des planètes s'en trouve brouillée. Mais étant donné la grandeur apparente des planètes, seule une faible proportion de la lumière sort des cônes que nous venons de décrire, de sorte que l'image des planètes reste tout de même stable.

Il en va tout autrement des étoiles, qui sont elle-mêmes des soleils, chacune avec son éclat propre. Mais les étoiles sont si éloignées que leur lumière ne nous parvient qu'après un voyage de plusieurs années: plus de quatre ans pour l'étoile la plus proche, Proxima dans la constellation du Centaure, et jusqu'à des dizaines de milliers d'années pour certaines. Même pour les meilleurs télescopes optiques elles ne se manifestent guère que comme de tout petits points lumineux (des sources ponctuelles). Lorsqu'ils arrivent au voisinage de la Terre, les faisceaux de lumière des étoiles sont donc des filets extrêmement fins, de la dimension de nos pupilles, sur lesquels les perturbations atmosphériques ont une influence beaucoup plus grande que dans le cas des planètes. A cause du brassage par les vents l'atmosphère est constamment remuée et c'est ce qui fait scintiller les étoiles.

Nach der Entspannung zwischen
Russland und den USA:

Eine friedliche Nebenerscheinung des Kriegs der Sterne

In den Vereinigten Staaten sind die Forschungen, die im Rahmen des nuklearen Verteidigungsplanes «Krieg der Sterne» durchgeführt wurden, verständlicherweise streng geheim. Darunter gibt es jedoch solche, die interessante friedliche Anwendungen haben könnten, unter anderem im Gebiet der Astronomie. In der Tat, die Astronomen waren gerade dabei, eine kostspielige Entwicklung in «adaptativer Optik» zu wiederholen. Glücklicherweise hat die Vernunft die Oberhand gewonnen. Mit dem Nachlassen der Spannungen zwischen Ost und West sind gewisse Geheimnisse frei gegeben worden, die der optischen Astronomie zugutekommen und diese zu einem spektakulären Fortschritt verhelfen.

Wenn auch viele unter uns etwas Mühe haben, den Unterschied selber zu erkennen, so haben wir in der Schule doch alle gelernt, dass am nächtlichen Himmel die Planeten von den Sternen unterschieden werden können. Die ersteren sind verhältnismässig nahe Objekte, die nicht selbstleuchtend sind, die aber wie der Mond das Licht der Sonne widerspiegeln. Dieses Planetenlicht erreicht uns nach einer Reise von typisch 10 bis einigen 100 Minuten (im Falle des Mondes ist diese Zeit nur wenig mehr als eine Sekunde, erreicht aber beim Jupiter etwa 40 und beim Saturn etwa 80 Minuten).

Mit einem guten Feldstecher sieht man auch den beleuchteten Teil der Planeten und kann deren Winkelabmessungen abschätzen, so z. B. bei Venus, Mars oder Jupiter. Von diesen Planeten erhalten wir also Lichtbündel in Form stumpfer Kegel, deren grosse Basen die Abmessungen der Planeten haben, während die kleinen Basen nur die Dimensionen unserer Augenpupillen besitzen. Auf der Strecke durch die Atmosphäre durchläuft das Licht Zonen wechselnder Temperaturen, oder Gebiete in denen der Wasserdampfgehalt sich schnell ändert. Das verformt das regelmässige Fortschreiten der Wellenfronten durch mehrfache Beugungen. Das Bild der Planeten wird somit verzerrt. Doch wegen ihres grossen Winkelbildes verlässt nur ein kleiner Teil des Lichtes die Kegel und das Bild der Planeten erscheint uns trotz allem als recht stabil.

Bei Sternen ist das ganz anders. Jeder ist selbst eine Sonne mit seinem eigenen Licht. Die Sterne sind aber so weit entfernt, dass ihr Licht uns erst nach einer Jahre dauernden Reise erreicht: über vier Jahre für den am nächsten, Proxima im Sternbild des Kentaurus (Centaurus), und bis zu mehreren zehntausend Jahren für die weitesten. Auch für die besten optischen Fernrohre erscheinen sie bloss als winzig kleine Lichtquellen (eigentliche Lichtpunkte). Wenn sie die Erde erreichen, sind also die Lichtkegel der Sterne extrem feine



Ce scintillement déforme d'ailleurs l'image de tout objet observé à travers une importante couche d'air libre. Même l'image des planètes s'en trouve dégradée et il y a donc une limite à la grandeur des télescopes optiques, au delà de laquelle on ne gagne plus rien en netteté ou résolution. Avec ses 5 m de diamètre, le plus grand télescope optique actuel, celui du Mont Palomar près de San Diego en Californie, n'a qu'une résolution d'une demi seconde d'arc en lumière visible, alors que sans les perturbations atmosphériques on devrait pouvoir faire 50 fois mieux. C'est bien pour cette raison que les Américains ont mis en orbite, sur un satellite artificiel, le télescope de Hubble et son fameux miroir de 2,4 m. Ce télescope, dont le miroir principal avait été mal taillé, a heureusement pu être sauvé grâce à des corrections sur les miroirs auxiliaires. La réparation, effectuée par une équipe de la navette spatiale dans laquelle l'astronote suisse Claude Nicollier était aux commandes du grand bras manipulateur, a pleinement réussi. Mais les télescopes en orbite ne pourront pas tout faire et ils sont très coûteux, autant à la construction qu'à l'entretien. Il n'est donc pas question de renoncer à améliorer les instruments dont on dispose sur terre ferme, surtout si cela est possible à bien moindre frais.

Autant en France qu'aux USA, les astronomes ont imaginé une méthode raffinée pour contrecarrer le scintillement atmosphérique. Cette méthode est basée sur l'utilisation, dans les télescopes, d'un miroir déformable et requiert, dans le champ de l'objet que l'on veut étudier, la présence d'une étoile brillante. A cause du scintillement, l'image de cette étoile est dégradée, elle est surtout agrandie et l'énergie lumineuse est dispersée sur une grande surface: c'est comme si l'image était «défocalisée».

Dans la méthode de l'optique adaptative, une partie du faisceau incident est dévié sur un analyseur, formé d'un grand nombre de détecteurs sectoriels. L'image de l'étoile brillante est ainsi décomposée en de multiples signaux au moyen desquels on peut déterminer un ensemble de petites déformations du miroir déformable permettant de compenser les effets du scintillement atmosphérique. Au dos du miroir, un jeu de vérins, actionnés par des moteurs, lui imprime alors les déformations calculées. Une fois ces ajustements réalisés, l'étoile, et naturellement aussi l'objet d'étude, apparaissent pendant un très court instant comme s'il n'y avait pas de perturbations atmosphériques. Avant que la vision de l'astronome ne soit à nouveau brouillée il faut recommencer toute l'opération de correction. Mais avec les moyens électroniques dont on dispose aujourd'hui cela ne pose pas de problèmes insurmontables.

Le plus grand obstacle à la mise en oeuvre généralisée de cette méthode d'optique adaptative est la nécessité d'une étoile brillante située au voisinage immédiat de tout objet intéressant qu'on désire étudier. Cela a conduit les astronomes à imaginer la création d'étoiles artificielles, ou d'étoiles-guides (voir encadré).

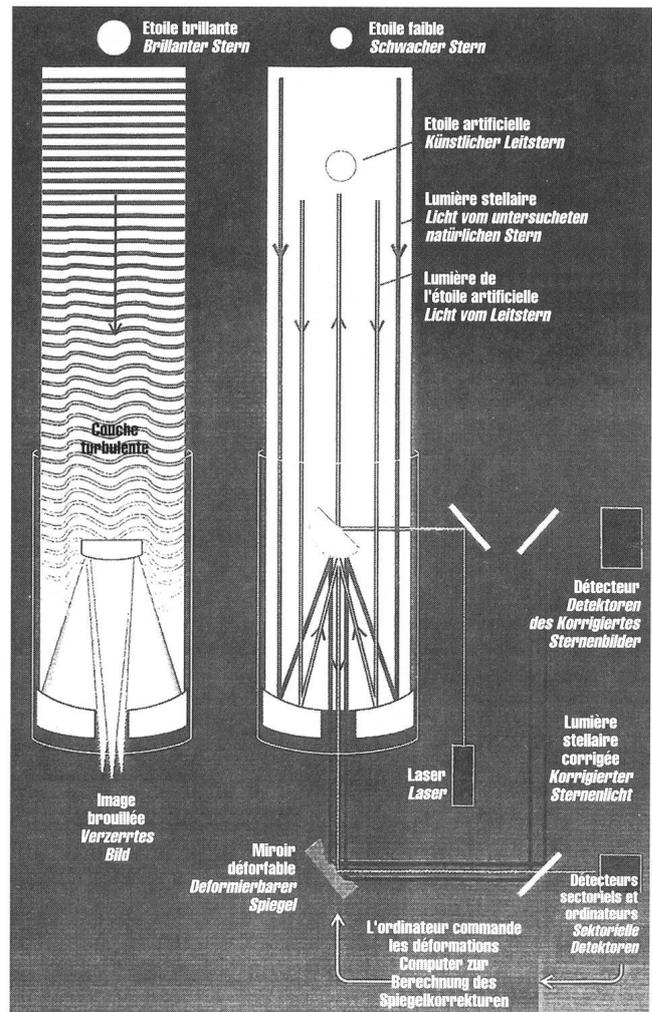
Le scintillement atmosphérique perturbait aussi le système de défense américain, connu sous le sigle d'IDS (Initiative de Défense Stratégique, plus prosaïquement la guerre des étoiles). Autant pour repérer les missiles adverses que pour les détruire par un intense faisceau laser, il fallait éviter au maximum la diffusion des faisceaux. Avec plusieurs années d'avance les experts IDS étaient ainsi arrivés à la même idée que les astronomes, c.-à-d. créer des étoiles-guides permettant la mise en oeuvre d'une optique adaptative, et ils avaient déjà réalisé de grands progrès dans sa réalisation pratique.

Bündel vom Durchmesser unserer Pupillen; auf diese dünnen Lichtpinsel haben die atmosphärischen Störungen einen viel grösseren Einfluss als dies beim Planetenlicht der Fall ist. Als Folge der Winde wird die Atmosphäre dauernd durchmischt und weckt den Anschein, dass das Licht der Sterne funkelt.

Dieses Funkeln verzerrt nicht nur das Sternenlicht; jedes Bild das man durch eine dicke Luftmasse beobachtet, wird verformt, auch dasjenige der Planeten wird dadurch verschlechtert. Es gibt tatsächlich bei Fernrohren einen grössten Durchmesser, über den an Bildqualität nichts mehr gewonnen wird: Für das Auflösungsvermögen existiert somit eine Grenze, die nur von der Wellenlänge des Lichtes abhängt. Trotz seinen 5 m Durchmesser beträgt das Auflösungsvermögen des Fernrohres von Mount Palomar in der Nähe von San Diego in Kalifornien nur eine halbe Bogensekunde. Ohne atmosphärische Störungen wäre die Auflösung 50mal besser. Das ist der eigentliche Hauptgrund gewesen, weshalb amerikanische Forscher das Hubble-Teleskop, mit seinem 2,4 m Spiegel, auf einen künstlichen Satelliten in eine Erdumlaufbahn geschickt haben. Dieses Teleskop, dessen Primärspiegel falsch geschliffen wurde, hat man glücklicherweise

Fig. 1. Représentation schématique du principe de l'optique adaptative en astronomie.

Fig. 1. Schematische Darstellung des Prinzips der adaptiven Optik in der Astronomie.



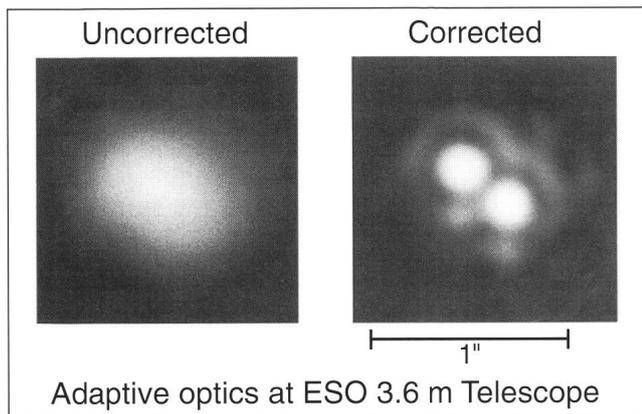


Fig. 2. Image infrarouge de l'étoile HR 6658 obtenue au moyen du télescope de 3,6 m à l'Observatoire de l'ESO (European Southern Observatory) à La Silla au Chili, à gauche sans, à droite avec optique adaptative.

Fig. 2. Infrarotbild des Sternes HR 6658, mit dem 3.6m Fernrohr am ESO (European Southern Observatory) Observatorium in La Silla, Chile, aufgenommen, links ohne, rechts mit adaptiver Optik.

Les experts de la guerre des étoiles étaient conscients dès le début que l'astronomie pourrait tirer un très grand profit de la technique des étoiles artificielles et dès que les relations est-ouest se sont améliorées ils ont insisté auprès des militaires pour obtenir, et effectivement recevoir, la permission de rendre publics leurs travaux, de les «déclassifier». Il était en effet évident que les astronomes, américains et européens, en particulier ceux de l'ESO (European Southern Observatory, consortium d'états européens, dont la Suisse, qui exploite un grand observatoire au sommet de La Silla, au Chili, afin que l'Europe puisse aussi avoir accès au ciel de l'hémisphère sud), allaient de toute façon développer cette technique et que le maintien du secret signifiait simplement un énorme gaspillage de moyens.

En quoi consiste la méthode de l'étoile artificielle? Dans une zone au haut de la mésosphère, aux alentours de 90 à 100 km d'altitude, se trouve une concentration relativement grande d'atomes de sodium, on parle même d'une «couche de sodium». Par une puissante impulsion de rayonnement laser, à une longueur d'onde appropriée et envoyée depuis le télescope, on excite les atomes de la couche de sodium situés dans le très mince filet du rayon. Les atomes ainsi excités retournent immédiatement à l'état fondamental, émettant alors un éclair d'intense lumière jaune, caractéristique des fameuses lampes au sodium. Vu depuis le télescope, cet éclair apparaît comme une étoile ponctuelle, lumineuse pendant un temps très court, suffisamment long cependant pour permettre la compensation des perturbations atmosphériques, comme nous l'avons décrit dans le texte. Tout le processus doit se dérouler selon la rigoureuse séquence: envoi d'une impulsion laser, détection de l'étoile-guide par le réseau des capteurs sectoriels, déformation du miroir du télescope et, finalement, observation de l'objet d'étude, puis le cycle doit reprendre aussitôt. Le tout fonctionne à une cadence typique de l'ordre de mille cycles par seconde. Comparé à ce qui serait nécessaire pour la guerre des étoiles ce rythme est très lent; en effet, la vitesse des missiles dépasse de beaucoup celle des vents dans les perturbations atmosphériques.

Avec cette technique on est certain d'obtenir des images aussi bonnes, voire meilleures, qu'avec le télescope de Hubble et l'on espère bientôt pouvoir observer des planètes en orbite autour d'autres étoiles que notre Soleil.

se mittels Korrekturen der Sekundärspiegel retten können. Diese Reparatur, von einer Mannschaft der Raumfähre ausgeführt, mit dem Schweizer Astronauten Claude Nicollier an den Hebeln des grossen Manipulierarmes, war ein voller Erfolg. Die Raumteleskope werden aber nicht alles machen können, und sie sind im Bau, wie auch im Unterhalt, sehr kostspielig. Es ist also sinnvoll, jede mögliche Verbesserung der herkömmlichen Bodeninstrumente durchzuführen, hauptsächlich wenn diese viel billiger zu stehen kommen.

In Frankreich und den USA haben Astronomen an einen raffinierten Kunstgriff gedacht um das atmosphärische Funkeln zu beseitigen. Die Methode basiert auf der Verwendung eines verformbaren Spiegels im Fernrohr und der Bedingung, dass sich in unmittelbarer Nähe des zu studierenden Objektes ein lichtstarker Stern befindet. Das Funkeln bewirkt dann, erwartungsgemäss, eine Verzerrung des Bildes dieses Sternes, zur Hauptsache in der Form einer Vergrösserung: Die Lichtenergie wird auf eine viel grössere Fläche verteilt, als wäre das Bild nicht recht im Fokus.

In der Methode der adaptiven Optik wird ein Teil des einfallenden Strahlenbündels auf einen Analysator abgeleitet, der aus vielen sektoriell angeordneten Detektoren besteht. Das Bild des lichtstarken Sternes wird folglich in viele Teilsignale getrennt,

Worin besteht die Methode der Leitsterne? In einer Zone am oberen Rand der Mesosphäre, in einer Höhe von etwa 90 bis 100 km, findet man eine verhältnismässig grosse Konzentration von Natriumatomen, man spricht sogar von einer «Natriumschicht». Mit Hilfe des Fernrohres wird ein starker Laserpuls einer wohldefinierten Wellenlänge in die Natriumschicht geschossen. Damit werden die Natriumatome angeregt, die sich im sehr dünnen Laserbündel befinden. Die angeregten Atome kehren blitzartig wieder in ihren Grundzustand zurück. Das tun sie aber durch Emission von Lichtquanten, im Bereich der Wellenlänge des gelben Lichtes der wohlbekanntes Natriumlampen. Vom Fernrohr aus gesehen erscheint dieser Blitz wie ein punktförmiger Stern, der aber nur während einer sehr kurzen Zeit aufleuchtet, jedoch lange genug, um die atmosphärische Turbulenz, wie sie im Haupttext beschrieben ist, kompensieren zu lassen. Der ganze Prozess muss natürlich in der strikten Reihenfolge ablaufen: Austrahlung des Laserpulses, Detektion des Leitsternes, Anpassung des deformierbaren Spiegels und, zum Abschluss, Beobachtung des zu erforschenden Objektes; dann muss das ganze neu beginnen. Das Verfahrens läuft mit einer typischen Kadenz von etwa tausend mal in der Sekunde ab. Verglichen mit den Anforderungen des «Kriegs der Sterne» ist dieser Rythmus sehr langsam. Das kommt daher, dass die Geschwindigkeit von Raketen viel grösser ist, als diejenige atmosphärischer Störungen.

Mit dieser Technik erhofft sich die Astronomie Bilder zu erhalten, die ebensogut, ja besser sind, als die vom Hubble Weltraumteleskop. Man träumt sogar davon, Planeten im Umkreis anderer Sterne als unserer Sonne sehen zu können.



aus denen eine Vielzahl kleiner Spiegeldeformationen bestimmt werden, die eine Kompensation der atmosphärischen Turbulenz bewirken. Die berechneten Korrekturen werden am deformierbaren Spiegel verwirklicht, der dafür auf seiner Rückseite über Motoren und sog. Aktuatoren (eigentliche Schraubwinden) verfügt. Sind diese Korrekturen einmal realisiert, erscheint das Bild des Sternes, und auch dasjenige des zu studierenden Objektes, während einer kurzen Zeit sehr scharf, d. h. von der Atmosphäre ungestört. Bevor die Sicht des Astronomen wieder gestört wird, muss der ganze Korrekturvorgang natürlich erneuert werden. Mit den heute verfügbaren elektronischen Mitteln ist das jedoch kein unüberwindbares Problem.

Das grösste Hindernis zur allgemeinen Verwirklichung dieser Methode adaptativer Optik ist die Notwendigkeit eines lichtstarken Sternes in unmittelbarer Nähe eines jeden interessanten Objektes, das man erforschen will. Das hat die Astronomen zur Idee geführt, künstliche Sterne zu produzieren, sogenannte Leitsterne (siehe Kasten).

Begreiflicherweise war das atmosphärische Funkeln auch ein Hindernis für das amerikanische Abwehrsystem, bekannt unter dem Kürzel SAI (Strategische Abwehr Initiative, oder trivialer: Krieg der Sterne). Um feindliche Raketen zu zerstören, und auch schon um diese wahrzunehmen, braucht es

Laserstrahlen die so stark wie nur möglich gebündelt bleiben. Das führte die SAI Experten schon vor vielen Jahren auf den gleichen Weg wie die Astronomen, zur Entwicklung einer optisch adaptiven Methode mittels Leitsterne, und in dieser Richtung hatten sie schon markante Fortschritte verzeichnet.

Die Experten des Kriegs der Sterne waren sich gleich von Anfang an bewusst, dass die Astronomie aus der Entwicklung der Leitsternentechnik grossen Nutzen ziehen könnte. Sobald sich die Ost-West Beziehungen entspannten, haben sie deshalb bei den Militärbehörden mit Nachdruck die Erlaubnis verlangt, und diese auch erhalten, ihre Resultate der Öffentlichkeit freizugeben. Es war ihnen nämlich klar, dass die amerikanischen und europäischen Astronomen, insbesondere diejenigen von ESO (European Southern Observatory, ein Konsortium europäischer Staaten, dem auch die Schweiz angehört, und das auf dem Gipfel von La Silla in Chile ein grosses Observatorium betreibt, damit Europa auch zum Südhimmel Zugang bekommt), diese Methoden auf jeden Fall entwickeln würden, dass die Geheimhaltung also lediglich zu einer enormen Verschwendung von Mitteln führen würde.

GASTON FISCHER
Observatoire cantonal
Université de Neuchâtel

Die Supernova 1994D in der Galaxie NGC 4526

Die vierte Supernova dieses Jahres wurde am 7. März 1994 im Rahmen eines automatischen Suchprogramms mit dem 76-cm-Teleskop des Leuschner Observatoriums entdeckt. Da sie nur 9" westlich und 7" nördlich des Kerns ihrer Muttergalaxie im Virgohaufen steht, ist es kaum möglich, eine fotografische Aufnahme zu erhalten, die sowohl die Supernova als auch die Galaxie in ihrer ganzen Ausdehnung zeigt. Wir haben darum versucht, die Supernova und ihre Galaxie in zwei Aufnahmen mit verschiedenen Belichtungszeiten darzustellen.

Unsere beiden Fotos wurden am 16. März kurz nach 2200 UT mit dem 1-m-Teleskop der Sternwarte Puimichel auf TP 2415 H eine, bzw. zehn Minuten lang belichtet. Da zu dieser

Zeit ein extrem starker Nordwind wütete, tanzten die Sternbildchen im Teleskop bis zu 10" weit herum. Die Grösse der abgebildeten Sterne ist darum kein Mass für die Qualität des Instruments.

Auf der kurz belichteten Foto ist sehr schön zu erkennen, dass die Supernova heller ist als der etwas verschwommene Galaxiekern. Zum Vergleich: Der ihr am nächsten stehende Vordergrundstern hat die Helligkeit 12.6 Mag.

GERHART KLAUS
Waldeggstr. 10
2540 Grenchen

DANIEL CARDOEN
Ass. Newton 405
Puimichel, F-04700 Oraison/France

NGC 4526 am 16. März 1994 2205-2206 bzw. 2215-2225 UT. Aufgenommen mit dem 1-m-Teleskop der Sternwarte Puimichel auf TP 2415 H.





Les nébuleuses planétaires

M. ZAVADSKY

M^{lle} Miroslava Zavadsky est la lauréate Suisse d'un concours organisé par l'ESO (European Southern Observatory) en 1993. Le prix était un voyage à l'Observatoire de La Silla, au Chili, avec la possibilité de participer activement aux observations sur place. Nous lui présentons nos félicitations, et lui souhaitons une bonne continuation de ses études. (réd.)

La nuit du 29 au 30 novembre est belle et pure, mais les merveilleuses étoiles de l'hémisphère sud sont quelque peu peu brillantes, dissimulées dans l'immense et très dominant voile de la pleine lune. Mais, tout-à-coup, l'ombre de la terre commence à grignoter la surface de notre satellite et pendant les heures qui suivent, l'éclipse de la lune va approcher de sa phase totale. C'est alors que la nuit sombre envahit tout et un ciel magnifique dans sa pleine beauté apparaît au-dessus de nous, et son «étrangeté» nous fait prendre conscience que nous sommes bien loin de l'Europe, dans ce site paradisiaque de la technologie astronomique de La Silla.

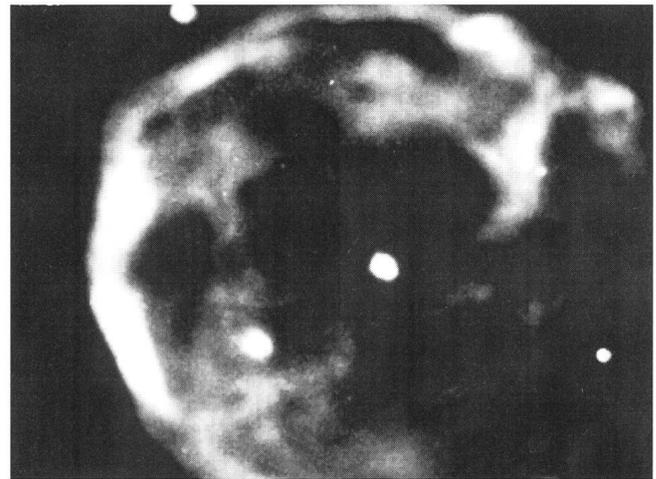
C'est dans le cadre d'un concours organisé par l'ESO (European Southern Observatory) et la Communauté Européenne que nous fûmes 18 jeunes, 18 gagnants de 18 pays différents (pays européens et le Chili) à avoir eu l'opportunité de partir à Munich, puis à La Silla (Chili). Là, nous avons créé 8 groupes d'observation et nous avons eu à disposition, pour réaliser nos buts, 2 télescopes pour 3 nuits, le télescope hollandais de 90 cm et le NTT (New Technology Telescope). Nous fûmes 6 personnes à avoir choisi d'étudier les nébuleuses planétaires. Voici ce que nous avons pu constater.

Comme nous, les étoiles vieillissent et meurent. Les plus massives vivent peu et disparaissent lors d'une explosion nommée supernova. Les plus communes, de masse analogue à celle du soleil, expirent plus calmement: lorsque leur combustible thermonucléaire est épuisé, elles grossissent; puis, dans un dernier spasme, elles éjectent leur enveloppe externe sous la forme d'un nuage de gaz. Le petit résidu de l'étoile chauffe ce gaz et le fait briller par l'ionisation des radiations de l'étoile: durant quelques milliers d'années, environ $5 \cdot 10^4$, l'étoile mourante est ainsi entourée d'un nuage incandescent nommé nébuleuse planétaire. Celle-ci représente donc une phase importante de l'évolution stellaire, lorsque les étoiles atteignent la branche asymptotique, et permet par ses formes, dimensions et structures très diverses, allant des points-sources (S), des elliptiques (E), des binaires (B), des points symétriques (P) aux irrégulières (I), de comprendre les interactions des étoiles avec leur environnement.

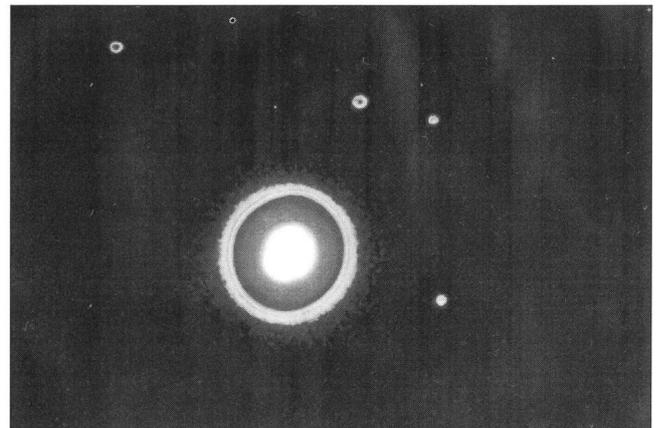
Nous avons tout d'abord cherché à obtenir des images directes de ces nébuleuses planétaires pour voir leurs structures complexes et choisir l'une d'entre elles pour une étude spectroscopique qui pourrait nous donner des informations sur leur forme tridimensionnelle, grâce à la mesure aux différents endroits des vitesses d'expansion du gaz éjecté. Ainsi, les nébuleuses planétaires NGC 246, 1535 et 7009 (voir images), présentant toutes les trois des formes et des structures intérieures différentes, furent choisies pour une observation avec le télescope hollandais de 90 cm et avec deux filtres qui isolaient les émissions de l'hydrogène et de l'oxygène ionisés:

La morphologie des nébuleuses planétaires dépend de l'évolution dynamique de leur coquille et des conditions d'ionisation du plasma. Cependant, des complications postérieures interviennent dans le scénario, encore mal compris, dans lequel il faut tenir compte de trois facteurs: les

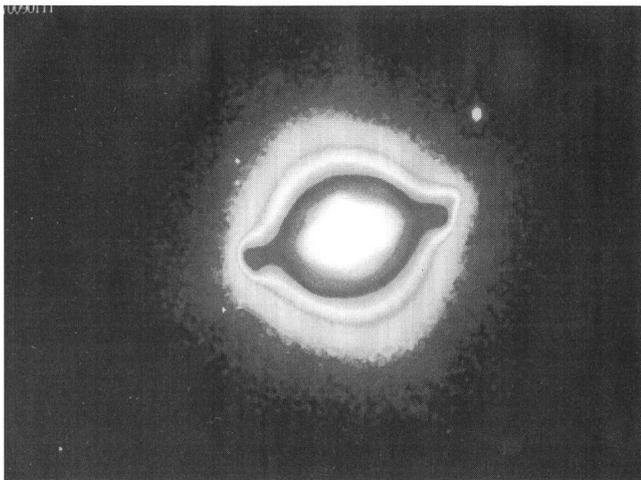
NGC 246



NGC 1535



Nom	Forme	Temps d'exposition (sec)	
		H α	OIII
NGC 246	I	600	600
NGC 1535	E	420	420
NGC 7009	P	300	300



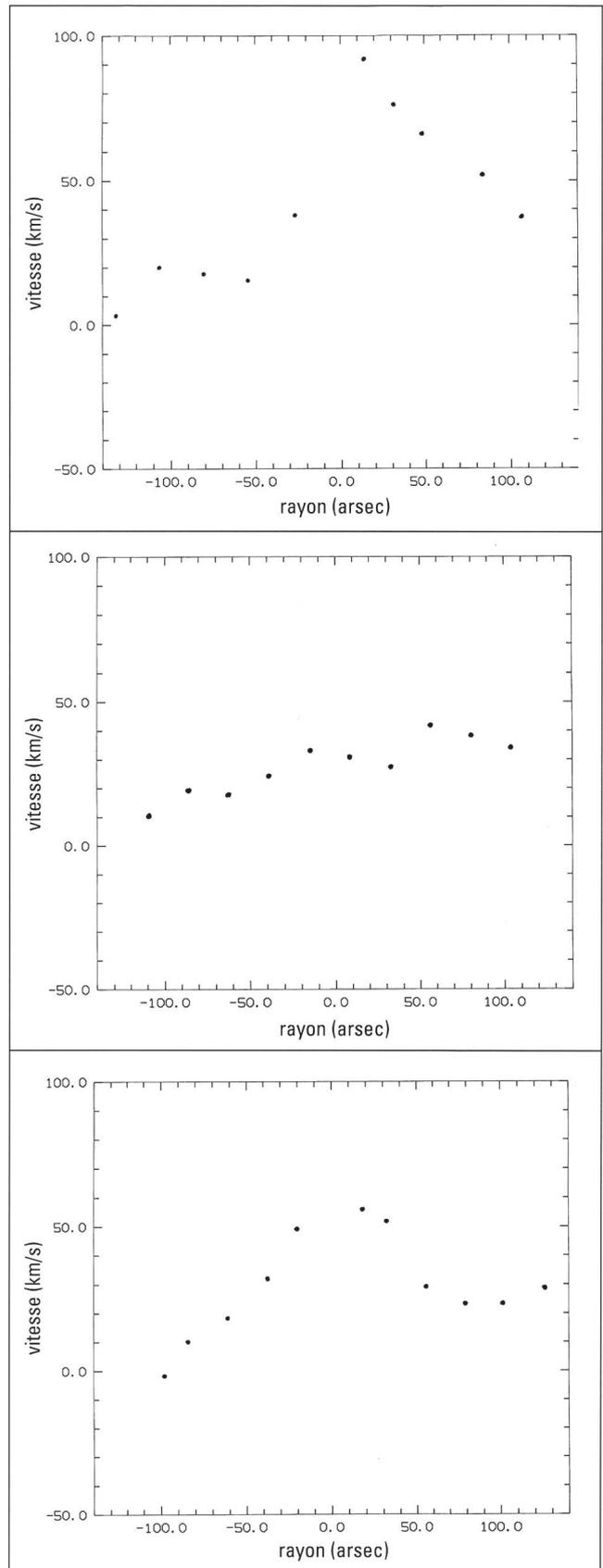
NGC 7009

conditions physiques entourant l'étoile morte, les conditions initiales des vents stellaires produits par la coquille et les vents rapides de l'étoile centrale. Nous n'avons point cherché tous ces éléments qui pourraient expliquer la forme et la structure de nos nébuleuses. Leurs images nous furent uniquement précieuses pour choisir l'une d'entre elles pour une étude spectroscopique.

Ainsi, NGC 246 fut choisie avec sa structure intérieure très irrégulière remplie de nombreux noeuds et filaments, et son étoile centrale double, visible d'ailleurs sur nos images. Ces deux étoiles sont des étoiles bleues et chaudes, de magnitude 12 et 14. Trois spectres furent obtenus avec EMMI (ESO Multi-Mode Instrument) sur le NTT avec une dispersion de 28 Å/mm. Deux longues fentes furent placées perpendiculairement l'une à l'autre et passant par l'étoile centrale et une troisième parallèlement à une des premières en direction du nord. Pour déterminer les vitesses d'expansion des différentes parties de la nébuleuse, nous avons divisé les trois spectres en 31 positions dans lesquelles nous avons mesuré l'exacte longueur d'onde de la raie H α et à partir des décalages Doppler les vitesses radiales. Ainsi, nous avons obtenu une représentation de la dynamique de NGC 246 en connaissant les vitesses d'expansion en fonction de leur position par rapport à l'étoile centrale (voir graphiques ci-contre).

A ce stade de l'étude, il est possible de remarquer que cette nébuleuse présente une différence majeure avec la représentation théorique des nébuleuses planétaires qui est non seulement la distribution non uniforme des gaz à l'intérieur de la nébuleuse, mais surtout l'absence de la structure double dans la raie spectrale H α . Cette structure double tient son importance par le fait qu'elle montre que les nébuleuses sont en expansion: la longueur d'onde des rayonnements issus de la région d'une nébuleuse qui s'avance vers nous est plus courte que la longueur d'onde des rayonnements qui proviennent de la partie opposée. Ce qui est bien le reflet que ces objets ne sont point des nuages qui s'effondreraient pour former de nouvelles étoiles, mais de la matière éjectée par les étoiles. Ainsi, la courbe des vitesses devrait présenter un double pic (positif et négatif) à proximité du centre de la nébuleuse.

Cette absence du double pic pourrait nous amener à former l'hypothèse que cette nébuleuse planétaire NGC 246, qui se trouve à une distance de 500 pc et qui a un rayon moyen de





0.29 pc (2 arcmin) et une vitesse d'expansion du gaz de 39 km/s que nous avons déterminés, présente une forme tridimensionnelle qui n'est point celle d'une sphère, comme le supposeraient les modèles théoriques, mais plutôt une demi-sphère. Une demi-sphère située dans l'espace de telle manière que le gaz éjecté par l'étoile morte s'éloigne de nous. Ce qui expliquerait la mesure de décalage uniquement vers le rouge et par conséquent, l'absence du double pic dans la courbe des vitesses. Cependant, cette interprétation met en avant quelques doutes par la présence de plusieurs étoiles le long de nos fentes qui pourraient être à la base d'une certaine complication de l'interprétation. Ainsi, il est difficile de déduire précisément une structure tridimensionnelle, spécialement parce que nous ne pouvons voir les émissions de la partie éloignée de la nébuleuse à cause de la haute absorption interne.

Nous pouvons alors voir que les nébuleuses planétaires qui semblent être des objets exempts d'une trop grande complexité, présentent au contraire encore de nombreux mystères mal compris jusqu'à présent. Toute l'évolution, qui aboutit à la formation de la nébuleuse, amène à des interactions internes complexes et explique donc la difficulté à déterminer les formes tridimensionnelles. En effet, après la phase de la branche asymptotique, l'étoile centrale continue de perdre un peu de matière, mais à des vitesses très élevées (comprises entre 1000 et 4000 km/s) et c'est ce qui entraîne de telles complications de la structure interne et externe. Ce vent rapide est celui que relèvent les études spectroscopiques de certaines nébuleuses planétaires; sa vitesse rapide résulte de la petite taille et de la grande densité de l'étoile centrale: la matière doit se mouvoir près de 100 fois plus vite que le supervent pour vaincre les forces de gravitation exercées par l'étoile.

Bien que la masse totale qu'il transporte soit négligeable, le vent rapide joue un rôle dynamique important dans le développement de la nébuleuse planétaire: dans la région centrale de la nébuleuse, il engendre une onde de choc entourée d'une boule de gaz raréfié et brûlant. La pression de cette boule

accélère la matière périphérique, plus lente, qui compose le supervent. La rencontre des deux courants de gaz engendre une mince couche de gaz dense qui forme le halo brillant (voir images).

Après plusieurs milliers d'années, l'étoile devient très compacte et le vent rapide disparaît. Quand l'hydrogène situé au voisinage de la surface est épuisé, la fusion nucléaire s'arrête et l'étoile commence à se refroidir. La nébuleuse se dilatant toujours, son éclat s'affaiblit. Finalement, lorsque la nébuleuse planétaire a disparu, l'étoile centrale, compacte et sans «son voile», est une naine blanche. La durée de vie du vent rapide et le temps nécessaire à la consommation de tout l'hydrogène dépendent de la masse initiale de l'étoile centrale. Ainsi, moins de 50'000 ans après leur apparition, les nébuleuses planétaires disparaissent et seules les étoiles de masse comprises entre 0.8 et 8 masses solaires pourront parvenir à former de nouvelles nébuleuses planétaires.

Cependant, dans tout le processus amenant au développement de la nébuleuse, beaucoup de choses restent encore peu connues, telles la transition extraordinairement rapide entre le stade de la branche asymptotique et le stade des nébuleuses, la nature du supervent et celle du vent rapide ainsi que leurs interactions. Ainsi, l'étude des nébuleuses planétaires laisse encore place à de nombreux horizons qu'il reste à découvrir et qui permettront de mieux connaître les divers environnements cosmiques, allant de l'intérieur des étoiles âgées semblables au Soleil jusqu'à la matière ténue qui remplit la totalité de la Voie lactée.

Tout ce travail fut très intéressant et enrichissant, car il nous a permis de travailler avec des astronomes et des instruments professionnels, autant lors de nos observations à La Silla que lors l'analyse de nos images. Nous avons ainsi pu avoir une réelle représentation du travail d'un astronome. Nous avons d'ailleurs pu constater que souvent les choses sont bien plus compliquées qu'on ne le croit et c'est ce qui fait toute la richesse de l'astronomie.

MIROSLAVA ZAVADSKY
Ch. des Vergers, CH-1867 Ollon

An- und Verkauf / Achat et vente

(Fortsetzung von Seite 129)

Zu verkaufen

Günstige Gelegenheit für Fernrohrbauer

Infolge Todesfall eines Spezialisten im Fernrohr- und Montierungsbaubau, konnten diverse angefangene Arbeiten nicht mehr zu Ende geführt werden. Eine grössere Anzahl Fertigteile für den Fernrohrbau gehören auch dazu. Die Angehörigen möchten nun diese Bestandteile interessierten Fernrohrbauern günstig, teilweise auch gratis zur Verfügung stellen.

Es handelt sich durchwegs um erstklassige und einwandfrei gefertigte Stücke, die sich bereits im längeren Einsatz bewährt haben.

Spiegelfassungen:

Für Spiegel 200 mm ø 3 Stk.

Für Spiegel 150 mm ø 2 Stk.

Okularschlitten:

für 35 mm Stutzen 7 Stk.

Okularstutzen:

mit 35 mm Hülsen 10 Stk.

Okularreduzierhülsen:

35 mm / 24.5 mm 10 Stk.

Fangspiegelhalterungen:

Fangspiegel 40 mm 4 Stk.

Fangspiegel 50 mm 3 Stk.

Okulare:

15 mm Brennweite, 24.5 mm ø 4 Stk.

Spiegel: Sphärischer Spiegel fertig belegt 150 mm ø, mit 28 mm Bohrung im Zentrum, Brennweite 510 mm. Parabolspiegel fertig belegt 150 mm ø, mit 28 mm Bohrung im Zentrum, Brennweite 982 mm.

Sternatlas: Wil Tirion Sky Atlas 2000. Sternatlas gebunden bestehend aus 26 schwarz/weiss Blättern im Format 480 x 345 mm

Reflex-Sucher: Dieser praktische Sucher wurde im Orion Nr.246 auf Seite 212 ausführlich vorgestellt. Stückpreis Fr. 100.-

Es wäre schade wenn die aufgeführten Sachen letztlich weggeworfen werden müssten. Wenn Sie interessierte Bekannte haben, machen Sie diese auf das Angebot aufmerksam.

Nähere Auskunft erteilt: Josef Käser, Josef-Reinhart-Str. 55, 5015 Niedererlinsbach, Tel/Fax 064/34 26 52



Gravitationslinsen

PH. JETZER

Einleitung

Die einzige Informationsquelle über kosmische Objekte ist, abgesehen von Neutrinos, das Licht und überhaupt jede Form von elektromagnetischer Strahlung, welche aus diesen Himmelskörpern strömt und bis zu uns dringt. Wird das Licht auf seinem Weg zu uns verändert, sei es in seiner spektralen Zusammensetzung oder auch «nur» in seiner Bahn, so ziehen wir unsere Schlussfolgerungen über die betrachteten Objekte auf Grund veränderter Informationen.

Eine wichtige Quelle von Veränderungen ergibt sich aus der Tatsache, dass die Trajektorie eines Lichtstrahls durch Massen, wie z.B. Sterne oder Galaxien, abgelenkt wird. Die Lichtablenkung durch Gravitationsfelder hat zur Folge, dass, von der Erde aus betrachtet, gewisse Himmelskörper uns in einer anderen Richtung erscheinen als dies tatsächlich der Fall ist oder dass ihre Helligkeit verändert wird. Natürlich können wir dies im allgemeinen nicht aus der direkten Beobachtung des betreffenden Himmelskörpers feststellen.

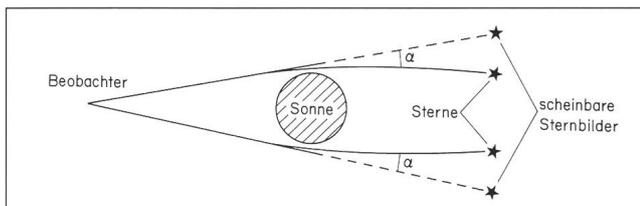
Geschichtliche Vorkommnisse

Heute wissen wir, dass das Verhalten von Licht in einem Gravitationsfeld mittels der Allgemeinen Relativitätstheorie von Einstein aus dem Jahre 1915 beschrieben werden muss. Jedoch wurde schon lange vorher die Vermutung geäußert, dass die Gravitation das Verhalten des Lichtes beeinflussen könnte. Schon Newton warf in der ersten Auflage seines Buches über Optik im Jahre 1704 die Frage auf, ob Himmelskörper Lichtstrahlen ablenken können.

Merkwürdigerweise veröffentlichte 1804 der Münchner Astronom Soldner eine Schrift, in welcher er den Fehler bei der Ortsbestimmung der Sterne auf Grund der verursachten Lichtablenkung abschätzte. Dabei kam er zu dem Schluss, dass ein Lichtstrahl, der den Sonnenrand gerade noch streift, unter Berücksichtigung der klassischen Gravitationstheorie von Newton nur gerade um 0.85 Bogensekunden abgelenkt wird.

Im Rahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie beträgt der tatsächliche Wert des Ablenkungswinkels das Doppelte. Die ersten Messungen der Ablenkung des Lichtes im Schwerfeld der Sonne wurden anlässlich der Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919 durchgeführt. Dabei wurde Einsteins theoretisches Resultat in glänzender Weise bestätigt.

Abbildung 1.
Lichtablenkung durch die Sonne.



Der Effekt der Lichtablenkung besteht darin, dass die Sterne während der Sonnenfinsternis nach aussen verschoben erscheinen, wie es aus der Abb. 1 ersichtlich ist. Diese Verschiebung wird bestimmt, indem man einmal die Sterne der Sonnenumgebung während der Sonnenfinsternis und später dasselbe Sternfeld bei Nacht fotografiert und danach die beiden fotografischen Platten übereinander legt.

Einstein veröffentlichte 1936 eine Arbeit, in der er darauf hinwies, dass Sterne als Gravitationslinsen wirken können. Befinden sich zwei Sterne direkt hintereinander auf unserer Sichtlinie, so verformt sich das Bild des in grösserer Entfernung gelegenen Sterns zu einem Ring. Sind die beiden Sterne gegeneinander versetzt, so spaltet sich der Ring in ein oder mehrere Bilder auf. Die Winkelabstände zwischen den Bildern sind jedoch sehr gering. Einstein hielt diese Konfiguration für so unwahrscheinlich, dass er keine Hoffnung hatte, eine solche «kosmische Fata Morgana» könnte jemals zu beobachten sein.

Der Schweizer Astrophysiker Zwicky griff Einsteins Idee im folgenden Jahr auf und wies darauf hin, dass solche Konfigurationen jedoch erst dann beobachtet werden können, wenn als Linsen nicht Sterne wirken, sondern Galaxien, deren Masse enorm viel grösser ist.

In seiner Schrift gab Zwicky auch eine Reihe von Gründen an, weshalb die Beobachtung der durch Galaxien verursachten Gravitationslinseneffekte von Interesse sein dürfte. Insbesondere erwähnte er, dass man damit weiter entfernte Galaxien beobachten könnte, die sonst auch unter Benützung der grössten vorhandenen Teleskope nicht sichtbar wären. Dies wäre natürlich von Interesse für das Verständnis verschiedener kosmologischer Probleme. Ausserdem hätten wir somit eine neue Methode, um die Gesamtmasse der Galaxien zu bestimmen, da die Lichtablenkung von der Masse aller vorhandener Materie abhängt.

Entdeckung der ersten Gravitationslinse

Es dauerte dann fast vierzig Jahre, bis Zwickys Ideen bestätigt wurden. Entscheidend war die 1963 erfolgte Entdeckung der Quasare. Diese quasi-stellaren Objekte entfernen sich von uns mit sehr hohen Geschwindigkeiten. Dies ergibt sich aus der Messung der Rotverschiebung in den Spektren. Mit dem Hubbleschen Gesetz, welches besagt, dass die Geschwindigkeit proportional zur Entfernung ist, lässt sich letztere bestimmen. Es stellte sich heraus, dass die Quasare die am meisten entfernten Objekte im Universum sind.

Je weiter ein Himmelskörper von der Erde entfernt ist, desto grösser ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass sich zwischen ihm und uns zufällig eine Galaxie oder ein Galaxienhaufen befindet, die sein Licht ablenken. Die Quasare sind also die geeignetsten Kandidaten als Quelle für Gravitationslinsensysteme. Bis Ende der siebziger Jahre waren schon mehr als 1500 Quasare bekannt, die gleichmässig über den gesamten Himmel verteilt sind. Das entspricht im Mittel einem Quasar innerhalb des Bereiches einer Winkelausdehnung von etwa 6 Grad.



Die Entdeckung zweier Quasare in der Konstellation des Grossen Bären, die nur 6 Bogensekunden auseinander liegen, kam daher völlig unerwartet. Am 29. März 1979 erhielten die amerikanische Astronomen Walsh, Carswell und Weymann Spektren, die anzeigten, dass beide Quasare die gleiche Rotverschiebung vorweisen.

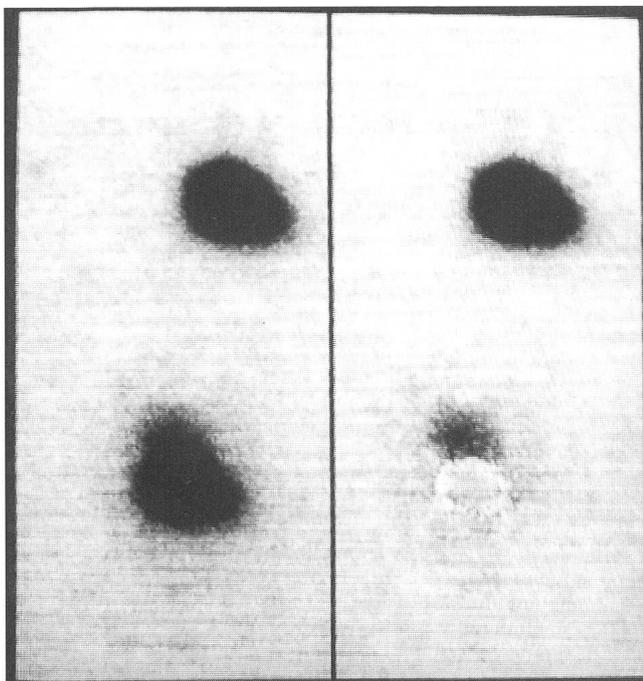


Abbildung 2.
Links sind die beiden Linsenbilder des Quasars 0957+561 abgebildet. Um die Linsengalaxie sichtbar zu machen, wurde im Bild rechts das obere Linsenbild vom unteren subtrahiert. Jetzt ist im unteren Teil der Aufnahme die Galaxie klar zu erkennen. Die Form der Quasarbilder ist durch die fehlerhafte Justierung der Teleskopoptik verursacht. (Photographie von A. Stockton, Hawaii Observatory).

Im Jahre nach dieser Entdeckung mussten sowohl im optischen als auch im Radio-Bereich zahlreiche Beobachtungen durchgeführt werden, bevor vollständig klar war, dass es sich tatsächlich um zwei Bilder desselben Quasars handelte, die durch den Gravitationslinseneffekt verursacht werden. Entscheidend war das Aufspüren der Linsengalaxie, die etwa auf halbem Wege zwischen uns und dem Quasar liegt. (Siehe Abbildung 2.)

Weitere Gravitationslinsensysteme

Nur ein Jahr später wurde ein zweites Gravitationslinsensystem entdeckt. In weniger als 3 Bogensekunden Entfernung eines Quasars fand man zwei weitere sternähnliche Objekte, die eine bedeutend schwächere Helligkeit aufweisen. Es stellte sich heraus, dass bei allen drei Objekten die Rotverschiebung innerhalb der Messgenauigkeit die gleiche ist. Das heisst also, dass die Entfernung dieselbe ist und somit die Vermutung nahelag, dass es sich um drei Bilder desselben Quasars handeln muss. Genauere Untersuchungen zeigten dann weiter, dass das hellere Bild sogar aus zwei nur 0.5 Bogensekunden getrennten Bildern zusammengesetzt ist. Auch die Galaxie, welche in diesem System als Gravitationslinse wirkt, wurde 1986

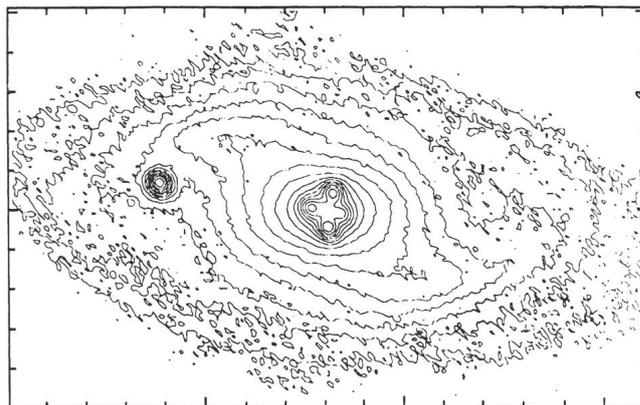


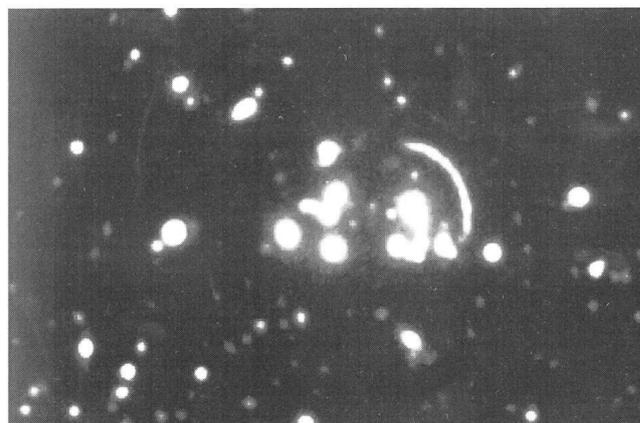
Abbildung 3.
Optische Isophoten der Galaxie 2237+0305. In der Mitte ist das kleblattförmige Bild des Quasars sichtbar (Bild von H. Yee, Universität Toronto).

entdeckt. Die Tatsache, dass nicht alle Bilder dieselbe Helligkeit aufweisen, hängt jeweils von der speziellen Anordnung der Quelle, des Beobachters und der Linse ab.

Ein weiteres, sehr bemerkenswertes Gravitationslinsensystem wurde 1985 gefunden (Abb. 3). Im zentralen Bereich einer uns relativ nahe gelegenen Spiralgalaxie wurden vier Punktquellen beobachtet, bei denen dieselbe Rotverschiebung gemessen wurde. Es handelt sich also um die Bilder eines weit entfernten Quasars, der sich fast genau auf der Sichtlinie Erde-Zentrum der Spiralgalaxie befindet. Dieses eigenartige System wird als Einstein-Kreuz bezeichnet.

Schon 1986 fand man die ersten Gravitationslinsensysteme mit einer gewöhnlichen Galaxie als Quelle. Im Unterschied zu den Quasaren sehen wir die Galaxien als ausgedehnte Objekte. Deshalb erscheinen uns die Bilder als ein oder mehrere ausgedehnte Bögen. Die Linse besteht auch nicht mehr aus einer einzelnen Galaxie, sondern aus einem viel massenreichen Galaxienhaufen. (Siehe Abbildung 4.)

Abbildung 4.
Der Bogen ist das verzerrte Bild einer sehr weit entfernten Galaxie mit einer Rotverschiebung von $z=2.2$. Der als Linse wirkende Galaxienhaufen Cl 2244-02 weist eine Rotverschiebung von $z=0.329$ auf. Die Aufnahme wurde von G. Soucail mit dem Kanadischen-Französischen-Hawaiianischen 3,6-Meter-Teleskop auf dem Mauna Kea gemacht. (ESO Messenger, 69, September 1992).





Im Jahr 1988 wurde dann sogar ein Gravitationslinsensystem im Radiobereich entdeckt. In diesem Fall wurde das Bild einer weit entfernten Radiogalaxie zu einem fast vollständigen Einstein-Ring deformiert.

Dies sind einige typische Beispiele von Gravitationslinsensystemen, die seit der Entdeckung des ersten im Jahr 1979 beobachtet wurden. Seither hat man schon viele solche Systeme gefunden, jedoch hat man bis jetzt nicht bei allen einwandfrei abklären können, ob es sich tatsächlich um Gravitationslinsen handelt. Es wird inzwischen sehr intensiv nach solchen Gravitationslinsensystemen gesucht.

Anwendungen der Gravitationslinsensysteme

Das Universum ist gegenwärtig in Expansion, d.h. wir beobachten, dass die Galaxien sich von unserer Milchstrasse mit einer Geschwindigkeit entfernen, die proportional zu ihrem Abstand ist. Die genaue Bestimmung der Proportionalitätskonstante, die als Hubble-Konstante bezeichnet wird, ist eine zentrale Aufgabe der Kosmologie. Aus der Kenntnis der Hubble-Konstanten lassen sich nämlich die Dimensionen und das Alter des Universums bestimmen. Diese Konstante ist heute innerhalb eines Unsicherheitsfaktors von zwei bekannt.

Die Hubble-Konstante lässt sich durch die Gravitationslinsensysteme indirekt bestimmen. Die Idee basiert auf der Tatsache, dass die Ankunftszeiten des Lichtes für die verschiedenen Bilder unterschiedlich sind, weil die Weglängen verschieden sind. Falls also die Helligkeit der Quelle, Quasar oder Galaxie, aus inneren Gründen veränderlich ist, so wird man es nicht gleichzeitig in den verschiedenen Bildern feststellen können, sondern mit einem gewissen Zeitunterschied. Es lässt sich zeigen, dass dieser Zeitunterschied von der Gesamtmasse der Linse und von der Entfernung Linse – Beobachter und somit von der Hubble-Konstanten abhängt.

Im Falle des Quasars des zuerst entdeckten Gravitationslinsensystems stellte man fest, dass seine Helligkeit im optischen Bereich veränderlich ist. Dies erlaubte die Messung des Ankunftszeitunterschiedes zwischen den beiden Bildern. Man konnte auch die Gesamtmasse der Linsengalaxie bestimmen. Daraus ergibt sich für die Hubble-Konstante ein Wert von $H_0 = 50 \pm 17$ km pro Sekunde pro Megaparsec. Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit dem Resultat der anderen «konventionellen» Methoden, die H_0 -Werte im Bereich von etwa 40 bis 100 geben. Man muss allerdings diese vorläufige Bestimmung mit Vorsicht aufnehmen, da die Unsicherheiten noch recht gross sind.

Dunkle Materie

Die wichtigste Anwendung der Gravitationslinsensysteme ist jedoch die Bestimmung der dunklen Materie. Die leuchtende Materie von Sternen und Galaxien hat im Mittel eine Dichte, die nicht mehr als etwa 1% der kritischen Dichte des Universums beträgt. Zahlreiche astronomische Beobachtungen im letzten Jahrzehnt haben gezeigt, dass mindestens 90% der Materie dunkel ist.

Die Lichtablenkung hängt von der Gesamtmasse der Linse ab, also inklusive dunkler Materie. Aus der Beobachtung eines Gravitationslinsensystems, d.h. der Anzahl Bilder, ihrer räumlichen Anordnung, lässt sich im Prinzip die Materieverteilung und die Gesamtmasse der Linse, wenn auch nicht immer eindeutig, berechnen. Die bisherigen Resultate bestätigen die Anwesenheit von einem Halo dunkler Materie, welcher die

Galaxien umgibt. Man findet, dass dunkle Materie ebenfalls in den Galaxienhaufen vorhanden ist. Die Ergebnisse stimmen gut mit den Resultaten überein, die man mittels der dynamischen Methoden findet.

Dunkle Materie im Halo der Milchstrasse

Die dunkle Materie, welche die Spiralgalaxien und insbesondere unsere Galaxie umgibt, könnte aus einer grossen Menge von Sternen mit niedriger Masse, sogenannten Braunen Zwergen oder grossen Planeten wie Jupiter bestehen, die die Milchstrasse auf keplerschen Bahnen umkreisen. Die Helligkeit solcher Himmelskörper ist zu schwach, um mit den Teleskopen direkt sichtbar zu sein. Eine mögliche Methode, um sie nachzuweisen, beruht auf dem Gravitationslinseneffekt. Das Licht von Sternen der Grossen Magellanschen Wolke – einer benachbarten Zwerggalaxie der Milchstrasse – wird von dunklen Halo-Objekten unserer Galaxis gelegentlich längs der Sichtlinie zu uns gebündelt.

Die Lichtablenkung durch Jupiter-ähnliche Körper ist zwar unmessbar klein, aber die Helligkeit des Sternes müsste sich dabei merklich ändern. Die Dauer dieser Helligkeitsschwankungen hängt insbesondere von der Masse der Gravitationslinse ab.

Je eine Gruppe in Frankreich und in den USA ist gegenwärtig daran, die Lichtkurven von einigen Millionen Sternen der Grossen Magellanschen Wolke zu verfolgen. Die Beobachtungen werden mit Teleskopen der ESO in La Silla in Chile und auf dem Mount Stromlo in Australien durchgeführt. Bis heute kündigten beide Gruppen an, dass sie insgesamt sechs mögliche Mikrolinsenereignisse beobachtet haben, alle mit einer Dauer von etwa 10 bis 30 Tagen, die auf etwa 0.1 Sonnenmasse für die Braunen Zwerge schliessen lässt. Mit Spannung wird auf die weitere Auswertung der Messungen sowie auf die neuen Beobachtungen gewartet, die es sicher erlauben werden, die Mikrolinsenhypothese endgültig zu prüfen.

Abschliessende Bemerkungen

Dank dem Effekt der Verstärkung der Helligkeit der Quelle ermöglichen die Gravitationslinsensysteme, sehr weit entfernte Galaxien zu studieren. Die Gravitationslinsen wirken also wie gigantische kosmische Teleskope. Für Galaxien, welche uns als Bögen erscheinen, liegt der Verstärkungsfaktor zwischen 10 und 20. Ohne diese Verstärkung wären sie mit den heutigen Teleskopen nicht sichtbar.

Die Theorie und die Beobachtung von Gravitationslinsen hat im letzten Jahrzehnt, enorme Fortschritte gemacht. Es werden noch viele weitere Beobachtungen und theoretische Untersuchungen nötig sein, um einige Fragestellungen endgültig beantworten zu können. Es steht jedoch jetzt schon fest, dass es sich um eine vielversprechende Methode handelt, die uns erlauben wird, das Wissen über das Universum zu vertiefen.

Literatur

P. Jetzer, Gravitationslinsen, Vierteljahrsschrift Naturforsch. Ges. Zürich, 139, 5 (1994). P. Schneider, J. Ehlers und E.E. Falco, Gravitational Lenses, Springer, Berlin, 1992.

Adresse des Verfassers:

PD DR. PHILIPPE JETZER

Institut für Theoretische Physik der Universität Zürich,

Winterthurerstrasse 190

8057 Zürich

Weil die Sterne nicht am Himmel stehen

Wenn Sie mit hochwertigen Objektiven den Himmelskörpern auf ihren Bahnen folgen wollen, sollten Sie nicht auf eine gute Montierung verzichten. Denn mit der neuen PaMont II von Carl Zeiss für Tuben bis zu 20 kg Masse können Sie jetzt die Leistungskraft Ihres Teleskops voll ausschöpfen. Die quarzstabilisierte Steuerung der 12 V Schritt-

motoren in beiden Achsen sorgt für bequeme Positionierung und professionelle Nachführungsgenauigkeit. Ausgefeilte Technik, Robustheit und Präzision garantieren die notwendige Stabilität. So können Sie mit Vergnügen beobachten und Nachführproblemen selbst bei langen Belichtungszeiten ein Schnippchen schlagen.

Technische Daten:

Belastbarkeit:

20 kg (Refraktoren bis ca. 150 mm Öffnung bzw. Reflektoren bis ca. 300 mm Öffnung)

Masse:

12,5 kg
zzgl. Gegengewichte

Spannung:

12V DC

Leistungsaufnahme:

max. 10W

Antriebe in α und δ :

12 V Schrittmotoren,
hochauflösend

Nachführung:

siderisch, lunar,
synodisch

periodischer Fehler:

$\leq \pm 5''$

Positionier-

geschwindigkeit:

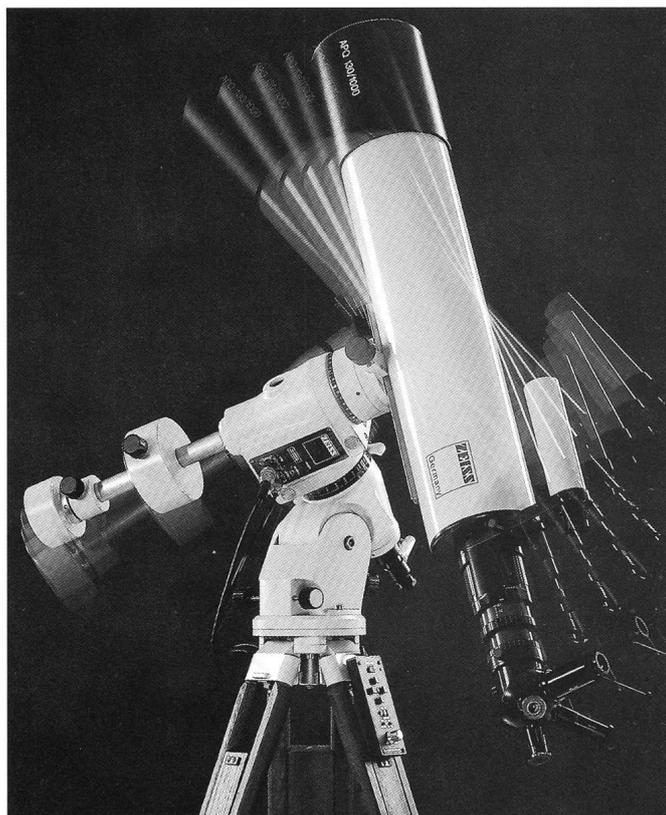
2x, 8x, 16x (15"/sec.)

Polsucher:

optional

Startracking:

vorbereitet



Carl Zeiss AG
Postfach
8021 Zürich
Telefon 01/465 91 91
Av. Juste-Olivier 25
1006 Lausanne
Téléphone 0 21/320 62 84



Identification d'un astéroïde

M. WILLEMIN ET H. LEHMANN

Le 9 mars 1994, sur une photographie de M65 (figure 1 à droite) et de M66 (à gauche), effectuée entre 22h00 et 23h00 TU, on pouvait distinguer un trait (figure 1, flèche) indiquant la présence d'un objet céleste qui s'était déplacé pendant l'heure de pose.

A l'aide du programme NIFFLO conçu par R. Behrend de la Chaux-de-Fonds, nous avons identifié l'objet: il s'agissait de l'astéroïde **Palatia**.

Utilisation du programme Nifflo pour l'identification d'un astéroïde ou d'une comète:

Ce programme se lance sur un PC, avec les paramètres suivants:

/D suivi de la date (sous forme *aaaammjj.j*), avec la fraction décimale du jour.

/I qui sélectionne le mode recherche, suivi de la magnitude limite.

Dans cet exemple:

nifflo/D19940309.9/I16 <Enter>

Une carte apparaît avec la position de tous les objets célestes programmés (en tout 4856!) à cette date. Une grille de coordonnées (ascension droite et déclinaison) est superposée à cette carte, qui découpe en zones d'une heure (ascension droite) et de 10° (déclinaison) toute la voûte céleste. On sélectionne avec la souris (ou les flèches) la zone d'observation. Un tableau apparaît alors donnant la position et la magnitude de tous les objets célestes présents dans cette zone pour la date et l'heure de l'observation (voir figure 2).

Avec le programme NIFFLO, les valeurs obtenues pour l'ascension droite et la déclinaison sont peu précises en raison de l'absence d'intégration numérique.

Calcul de la position exacte de l'astéroïde Palatia.

Le programme COMETE de R. Behrend permet le calcul plus précis des coordonnées de Palatia à l'époque de la photographie.

COMETE se lance sur un PC avec les paramètres suivants:

* suivi du numéro de l'astéroïde (415 pour Palatia)

/D suivi de la date (sous la forme *aaaammjj.j*), avec la fraction décimale du jour

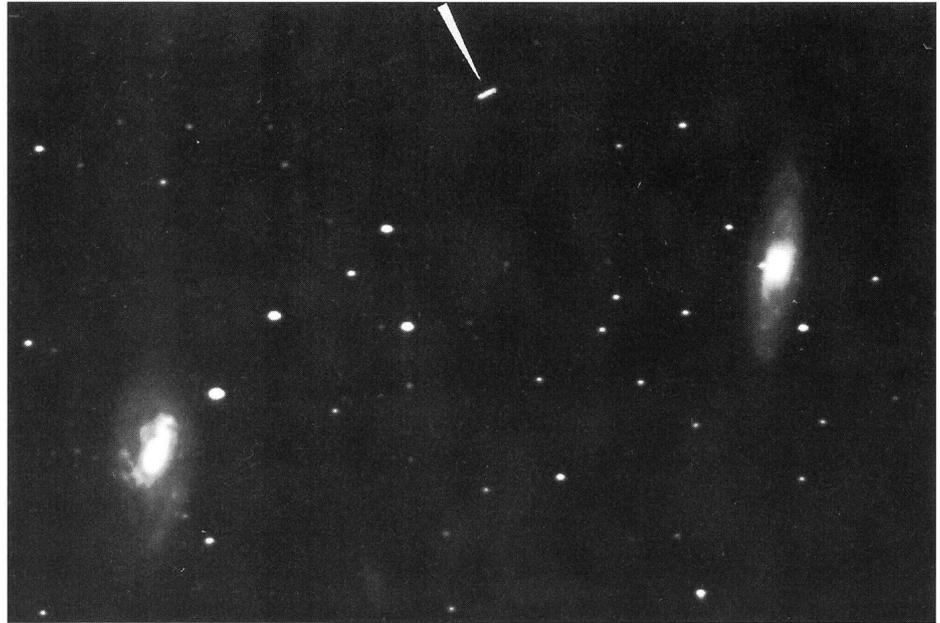


Figure 1: M65, M66 et l'astéroïde Palatia (flèche). Télescope C8 Ultima avec réducteur de focale (F/D=6,8) en suivi manuel. Pose: 1 heure. Photographie: H. Lehmann

Date: 1994- 3- 9.9				
Nom	(Equ•Equ=moyen ²)	α [h]	δ [°]	Mtot
P/MUELLER 3		11.250	10.82	
(250) BETTINA		11.707	13.94	11.8
(274) PHILAGORIA		11.351	10.23	13.8
(415) PALATIA		11.320	13.22	13.0
(537) PAULY		11.222	15.48	13.9
(622) ESTHER		11.407	10.34	13.8
(757) PORTLANDIA		11.410	12.51	13.3
(770) BALI		11.020	13.64	13.5
(842) KERSTIN		11.360	11.33	15.7
(845) NAEMA		11.773	17.84	15.0
(1096) REUNERTA		11.845	16.30	14.6
(1163) SAGA		11.950	10.19	15.5
(1317) SILVRETTA		11.237	17.67	15.0
(1544) VINTERHANSENIA		11.241	10.73	14.9
(1582) MARTIR		11.908	19.24	15.1
(2185) GUANGDONG		11.437	18.47	15.8
(2234) SCHMADEL		11.529	17.76	16.1
(2792) PONOMAREV		11.012	16.43	15.5
(3330) 1985 RU1		11.010	13.28	16.5
(3673) LEVY		11.135	11.68	15.9

Pressé ENTER:

Figure 2

Dans cet exemple:

COMETE *415/D19940309.9 <Enter>



On obtient les résultats sous la forme du tableau ci-dessous:

Planétoïde (415) Palatia		Ter-Pl	Sol-Pla	Elong	Phase	D_V	D_A	Mnuc
DateTU	Asc 2000 De							
1994-3-9.9	11.19315 13.1059	1.74091	2.72638	171.1	3.2	36	300	13.0

Figure 3

Résumons ci-dessous la position des objets célestes intéressants (Palatia, M65 et M66):

nom de l'objet	ascension droite (a)	déclinaison(o)
Palatia	11h19,5 min	13°11'
M65 (NGC3623)	11h18,9 min	13°05'
66(NGC3627)	11h20,2 min	12°59'

Figure 4

Calcul du déplacement de Palatia et vérification à l'aide du programme COMETE:

a) Echelle de la photographie (figure 1):

On calcule la distance angulaire des deux galaxies par la formule:

$$\gamma \cong \sqrt{(\Delta\alpha \cdot \cos\delta)^2 + (\Delta\delta)^2}$$

avec: $\Delta\alpha$ = différence d'ascension droite entre les deux galaxies

$\Delta\delta$ = différence de déclinaison entre les deux galaxies

δ = déclinaison moyenne des deux galaxies

Remarque: Cette formule n'est valable que pour des séparations angulaires petites!

Numériquement, à partir de la figure 4:

$$\Delta\alpha \cong 1,3 \text{ min} = 0,325^\circ$$

$$\Delta\delta \cong 6' = 0,100^\circ$$

En appliquant la formule précédente, on obtient:

$$\gamma \cong 19,9' = 0,332^\circ$$

Sur la photographie, les deux galaxies sont éloignées d'environ 82 mm. On en tire l'échelle:

$$19,9' : 82 \text{ mm} = 0,243' / \text{mm}$$

b) Mesure du déplacement à partir de la photographie:

Le trait laissé par l'astéroïde pendant la pose photographique de 60 minutes mesure environ 2,5 mm. On en déduit le déplacement angulaire de:

$$2,5 \text{ mm} * 0,243' / \text{mm} \cong 0,61'$$

c) Vérification par le programme COMETE:

Le programme COMETE donne les grandeurs:

D_V: vitesse de déplacement apparent de l'astéroïde en "/h

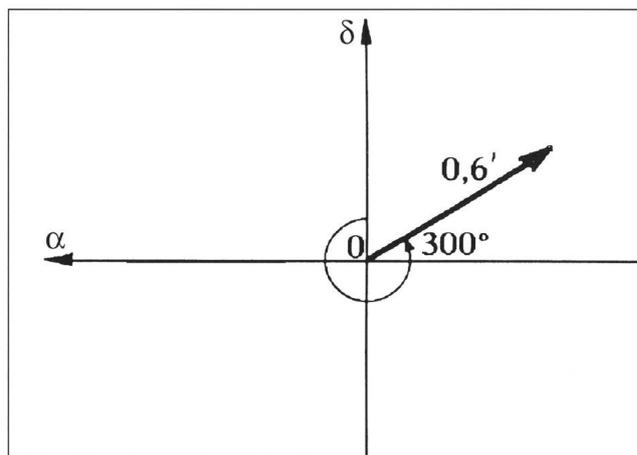
D_A: angle de direction du mouvement apparent de l'astéroïde en °

Dans notre cas (figure 3):

$$D_V = 36'' / \text{h}$$

et $D_A = 300^\circ$

Pour la pose photographique effectuée de 1 heure, on en déduit donc un déplacement de $36'' = 0,60'$ avec un angle de direction de 300° pour Palatia.



($0^\circ = \delta$ croissant, $90^\circ = \alpha$ croissant)

d) Conclusions:

Le déplacement de l'astéroïde calculé à partir des données photographiques s'accorde parfaitement avec celui obtenu par le programme COMETE.

Le lecteur pourra également constater la bonne cohérence entre l'angle de direction du mouvement apparent de l'astéroïde Palatia visible sur la photographie et celui calculé par le programme COMETE.

M. WILLEMIN

Rue des Sommètres 7, 2726 Saignelégier

H. LEHMANN

Rue des Sports 6, 2822 Courroux

Astro-Materialzentrale SAG

UNSER RENNER: Selbstbaufernrohr SATURN für Fr. 228.-

ASTRO-OPTIK der Schweizer Marke SPECTROS:

Umkehrsystem, Filter, Helioskop, spez.verg. Okulare, Achromate, Fangspiegel, usw.

Neu! Eudioskopische Grossfeld- Okulare, 7.5 bis 35 mm beleuchtete Fadenkreuzokulare, Such- und Leitfernrohre usw.

Neu! CCD-Kamera ST4 und ST6 für PC und Macintosh

Neu! Parabolspiegel für Newton-Teleskope (ϕ 6 bis 14")

Unser SELBSTBAU-PROGRAMM SATURN

mit allen Artikeln erhalten Sie gegen Fr. 2.50 in Briefmarken bei:

Schweizerische Astronomische Materialzentrale SAM

Postfach 715, Ch-8212 Neuhausen a/Rhf, Tel. 053/22 38 69 und 22 54 16



Astronomen in aller Welt warten gespannt auf das seltene Ereignis:

Riesiger Komet stürzt auf den Riesenplaneten Jupiter

MEN J. SCHMIDT

Astronomen in aller Welt bereiten sich auf ein umfassendes Beobachtungsprogramm für ein bevorstehendes Grossereignis vor: Während sechs Tagen in der zweiten Julihälfte dieses Jahres werden die Bruchstücke des Kometen Shoemaker-Levy 9 auf den Riesenplaneten Jupiter stürzen. Die einzelnen Einschläge haben die Wirkung von über 250'000 Atombomben des Hiroshima Typs und werden in der Gashülle des grössten Planeten im Sonnensystem deutliche Spuren hinterlassen. Auch Raumsonden und das frisch reparierte Hubble Weltraumteleskop werden den sogenannten «Big Crash» verfolgen.

In der Nacht vom 18. März 1993 wurde auf dem Mount Palomar Observatorium in Kalifornien durch das Astronomen-ehepaar Carolyn und Gene Shoemaker eine Fotoplatte mit der 18-Zoll Schmidtamera belichtet. Bei ihrer Auswertung wurde ein kurzperiodischer Komet entdeckt. Gleichzeitig hatte auch

der Amateurastronom David Levy denselben Kometen beobachtet. Daher erhielt er die Bezeichnung Shoemaker-Levy. Das neu entdeckte Objekt zeigte einige Besonderheiten. Einerseits stand es relativ nahe am Riesenplaneten Jupiter. Im weiteren zeigten die ersten Berechnungen, dass der Komet eine eigentümliche Bahn aufwies, die zunächst nicht definiert werden konnte. Schliesslich war es nicht einfach ein gewöhnlicher Komet dessen leuchtende Koma ersichtlich war, vielmehr bestand er aus verschiedenen hintereinander liegenden Einzelkörpern, wie eine Perlschnur.

Jupiter zerbricht Kometenkern

Weitere Untersuchungen der eigenartigen Bahn des Kometen zeigten jedoch, dass dieser am 8. Juli 1992 dem Riesenplaneten Jupiter so nahe kam, dass dessen gewaltiges Gravitationsfeld den «Schmutzigen Schneeball» auseinanderriß. Bekanntlich bestehen Kometenkerne aus einer lockeren Mischung von gefrorenen Gasen, die von Staub durchsetzt sind. Erdgebundene Teleskopbeobachtungen liessen vermuten, dass die Einzelkerne Durchmesser zwischen 3-5 Kilometern aufweisen. Spätere Beobachtungen mit dem Hubble Weltraumteleskop zeigten aber dass die Bruchstücke wesentlich kleiner sind. Die grössten haben einen Durchmesser von nur rund 3 Kilometern, die kleinsten erfassten Teile sollen gar mehrere hundert Meter messen. Insgesamt registrierte das Weltraumte-

Bild 1: Im Zeitraum von vier Monaten wurde der Komet Shoemaker-Levy regelmässig mit dem 2.2 Meter Teleskop auf Mauna Kea (Hawaii) beobachtet. Zeitliche Variationen im Verhalten der Kerne des Kometen können so erfasst werden. Insgesamt 22 Einzelobjekte konnten auf den Originalfotoplatten identifiziert werden. Bild: David Jewitt & Jane Luu, University of Hawaii & Stanford University / Archiv Schmidt

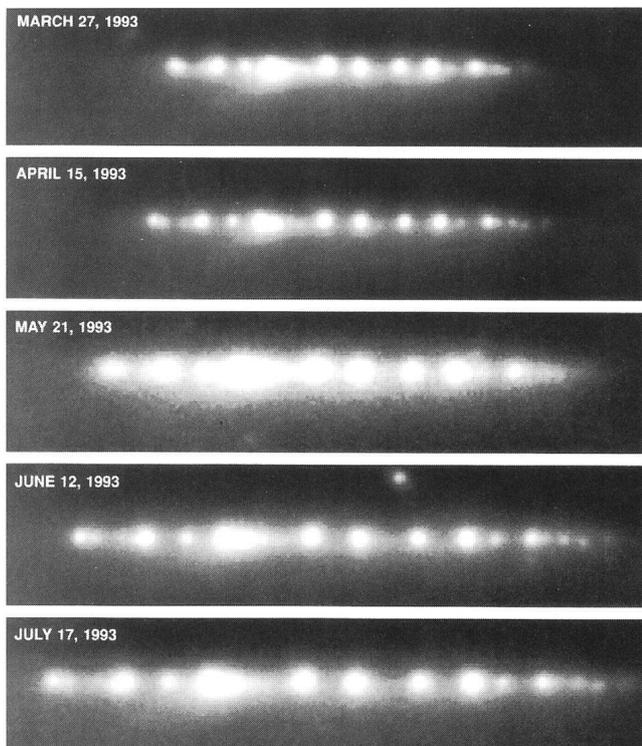
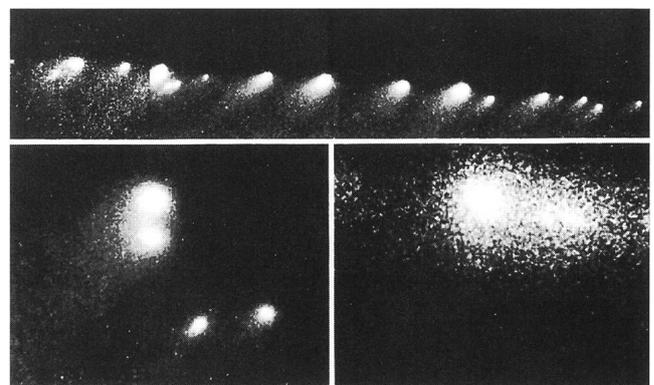


Bild 2: Mit dem Hubble Weltraumteleskop wurde diese Aufnahme des Kometen Shoemaker-Levy 9 gewonnen. Der Bildstreifen oben zeigt die ganze «Perlschnur» aus 20 Einzelkernen von bis zu 4 Kilometern Durchmesser. Unten rechts ist eine HST Aufnahme des hellsten Kerns vom Juli 1993 (vor der Reparatur) zu sehen. Unten links ist die gleiche Region nach dem Einbau der Korrekturoptik COSTAR ersichtlich und zeigt, dass in der Zwischenzeit der Kern sich in vier Einzelobjekte getrennt hat. Alle Teilkern besitzen einen eigenen Schweif. Bild: STScI / H. A. Weaver/NASA/Archiv Schmidt





leskop 21 verschiedenen Objekte. Trotz der riesigen Entfernung von der Sonne, zur Zeit rund 750 Millionen Kilometer, haben die Einzelkerne kurze Schweife gebildet.

Die laufende Bewegung der Kometen zeigt, dass die «Perlenschnur» sich seit dem 16. Juli 1993 wieder dem Jupiter nähert und voraussichtlich im kommenden Juli mit dem Riesenplaneten kollidieren wird. Nach den vorliegenden Bahnberechnungen werden die einzelnen Bruchstücke zwischen dem 16. und 22. Juli auf den Planeten stürzen. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Bruchstücke auf Jupiter stürzen, ist 99%. Dabei werden sie auf eine Stelle bei $-44,3^\circ$ (südliche Breite) mit einer Unsicherheit von $0,6^\circ$ auf den Planeten auftreffen. Der erste, ein kleinerer Körper («A») wird am 16. Juli um 19:45 MEZ; der sichtbar grösste Kern («Q») am 20. Juli zur gleichen Zeit, und der letzte der Kette («W»), am 22. Juli um 08:00 MEZ auf die Gashülle des Planeten treffen.

Gigantische Wirkung

Die einzelnen Teile stürzen mit einer Geschwindigkeit von rund 60 Kilometern pro Sekunde auf den Planeten und haben dadurch eine gewaltige kinetische Energie. Für ein Bruchstück von einem Kilometer Durchmesser entspricht die Aufschlagswirkung rund 250'000 Atombomben des Hiroshima Typs. Dass dies nicht ohne Folgen für die Gashülle des Jupiters abläuft, ist anzunehmen. Astronomen gehen davon aus, dass die Spuren der Einschläge auch von der Erde aus erkannt werden können. Möglicherweise bildet sich sogar ein neuer

grosser roter Fleck. (Der bekannte Grosse Rote Fleck ist ein gigantischer Wirbelsturm, in dessen Grösse die Erde dreimal Platz finden würde).

Weltweites Beobachtungsprogramm

Aus diesem Grunde rüsten sich auf der ganzen Welt die Astronomen, um das kommende Ereignis festzuhalten. Leider können die einzelnen Einschläge von der Erde aus nicht direkt verfolgt werden, da sie auf der Rückseite des Planeten stattfinden. Erst einige Stunden später geraten die Einschlagsstellen ins Visier der irdischen Teleskope. Die riesigen Explosionen werden aber sicher als Reflexe auf den Jupitermonden auch von der Erde aus zu sehen sein.

Nicht nur erdgebundene Teleskope, auch das frisch reparierte Hubble Teleskop in der Erdumlaufbahn wird das Ereignis genaustens verfolgen. Ausserdem wurden auch verschiedene Raumsonden so programmiert, dass sie Daten dieses «Big Crashes» aufzeichnen können. Die Jupitersonde Galileo ist zwar zum Zeitpunkt des Ereignisses noch 200 Millionen Kilometer von Jupiter entfernt, die Kamera wird aber trotzdem in der Lage sein, Bilder der Einschläge zu erfassen. Verschiedene Sensoren der Europäischen Sonnensonde Ulysses und der amerikanischen Raumsonde Voyager 2 werden ebenfalls versuchen, Messwerte zu empfangen.

Wie wirken sich die Einschläge denn auf die Jupiteratmosphäre aus? Die Astronomen gehen davon aus, dass sich eine gigantische Stosswelle innerhalb der Gashülle ausbreitet und,

Bild 3: Graphische Darstellung der Bahn des Kometen Shoemaker/Levy 9. Am 8. Juli 1992 wurde er durch die Jupiterschwerkraft auseinandergerissen, im März 1993 wurde er als «Perlenschnur» entdeckt, am 16. Juli befand er sich im Bahnfernpoint und soll nun in der zweiten Julihälfte auf Jupiter abstürzen. Bild: M. Schmidt

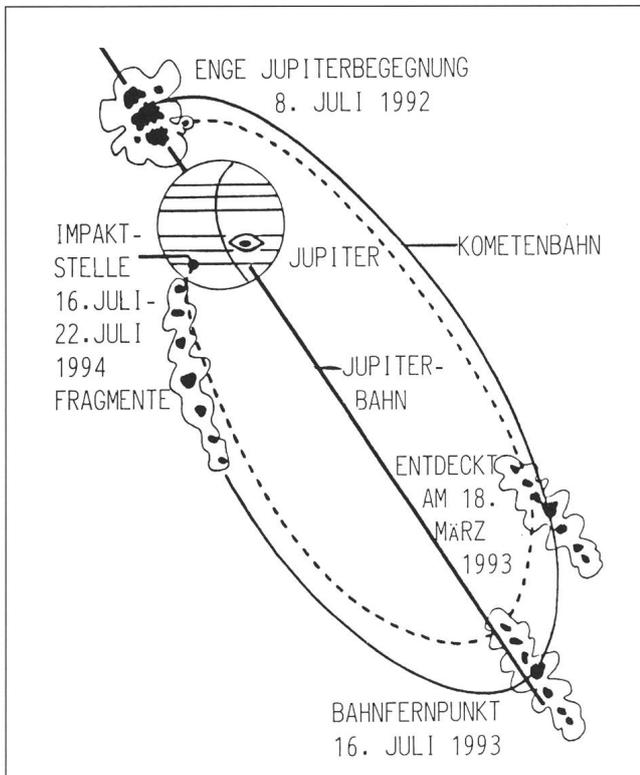
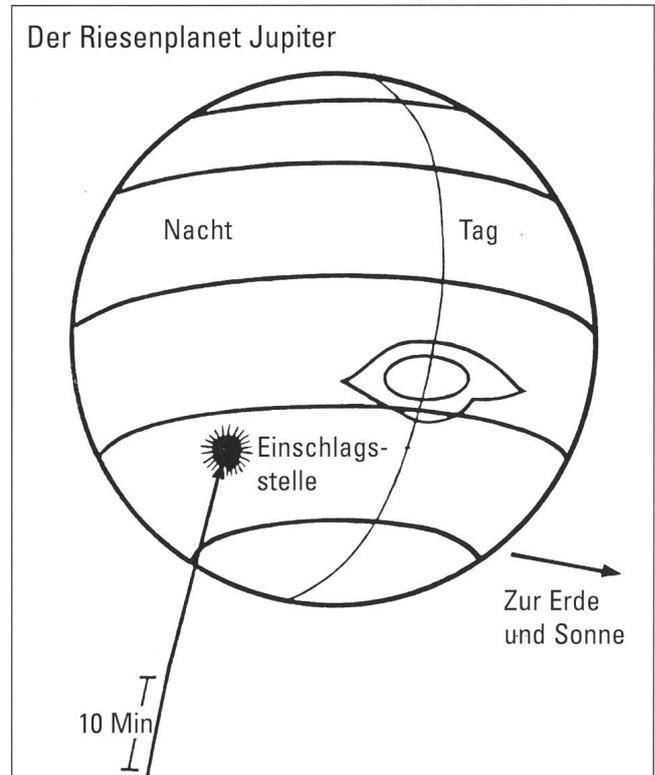


Bild 4: Auf der Nachtseite des Jupiters bei etwa $44,3^\circ$ südliche Breite sollen die Bruchstücke auf die Gashülle des Riesenplaneten treffen. Stunden später sollen dann die Impaktsuren auch von der Erde aus zu sehen sein. Bild: M. Schmidt





ähnlich wie wenn ein Stein ins Wasser geworfen wird, diese Stosswellen in der Gasoberfläche sich kreisförmig ausbreiten und erkennbar sind. Weiter ist anzunehmen, dass die von Jupiter ausgestrahlten Radiowellen durch die Einschläge gestört werden und dies durch die Sonde Ulysses erfasst werden kann.

Grosse Beobachtungsaktivitäten bei ESO

Die Astronomen der Europäischen Südsternwarte ESO (European Southern Observatory) in La Silla, Chile bereiten sich intensiv mit verschiedenen Programmen auf das kommende Ereignis vor. So soll mit dem dänischen 1.54 Meter Teleskop die Annäherung des Kometen Shoemaker-Levy vom 9. April an dauernd beobachtet werden. Insgesamt soll das Beobachtungsprogramm 40 volle Nächte beanspruchen, ein grosses Beobachtungspotential für ein einzelnes Ereignis. Dies dokumentiert den hohen Stellenwert dieses speziellen Beobachtungsprogramms. Ein Schwerpunkt der Beobachtungen bildet neben der genaueren Bahnbestimmung und Verfeinerung des Orts der Einschläge auch die Beobachtung der Reflexe auf den Jupitermonden während der Explosionen. Insgesamt arbeiten mehr als 10 verschiedene Wissenschaftsgruppen am ESO Beobachtungsprogramm. Die Beobachtungen und Messungen

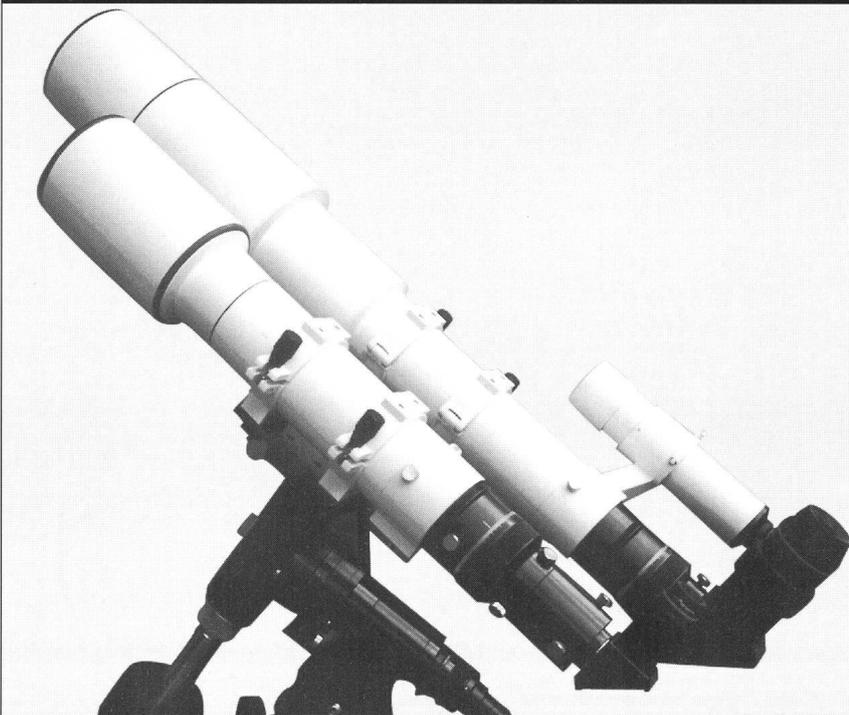
werden in verschiedenen Spektralbereichen durchgeführt. Auch das Flaggschiff der ESO Teleskope, das 3.58 Meter NTT Instrument – es gilt als eines der besten und leistungsfrühigsten der Welt –, wird für 13 halbe Nächte für Beobachtungen herangezogen.

Vergleiche mit Einschlägen auf der Erde

Die weltweit angelaufenen Beobachtungsprogramme sind einmalig. Zum ersten Mal in der Geschichte der Astronomie ist es möglich, eine kosmische Katastrophe im Sonnensystem direkt zu verfolgen. Bekanntlich ereignen sich alle paar Millionen Jahre Einschläge von Meteoriten oder Kometen auch auf unserem Planeten. Ein bekanntes Beispiel ist der Meteoriteneinschlag im Nördlinger Ries vor 14.8 Millionen Jahren. Dabei stürzte ein etwa 1 Kilometer grosser Steinmeteorit in die Schwäbische Alb und hinterliess einen 24 Kilometer grossen Krater, der in seinen Umrissen heute noch zu den besterhaltenen zählt. Das jetzige Ereignis lässt die Astronomen aus einer «sicheren» Distanz ohne Schaden die Wirkung eines Impakts (Einschlags) 1:1 verfolgen. Das Sonnensystem bildet in diesem Fall ein riesiges Labor.

MEN J. SCHMIDT

BORG 125 ED / ED 100 Refraktor



- 125 ED f:800 mm
- 125 Achr. f:800 mm
- 100 ED f:640 mm
- 100 Achr. f:640 mm
- 75 ED f:500 mm
- 75 Achr. f:500 mm

●
Metall-Tuben mit
präziser Mikrometer
Fokussierung

●
ZEISS Refraktoren
100 APQ / 130 APQ
ab Lager

Bestellen Sie bitte unseren GRATISKATALOG

RYSER *20 Jahre* OPTIK

Kleinhüningerstrasse 157 - 4057 Basel - ☎ 061/65 32 04

Ab 24. April: ☎ 061/631 31 36 - Fax 061/631 31 38



Bei Azimutangaben: Aufgepasst!

R. O. Montandon

Das **Azimut** ist eine der beiden Koordinaten des Horizontsystems und wird sowohl von Astronomen (innen), Geodäten (innen), Navigatoren (innen), Meteorologen (innen) und Topographen (innen) bei Positions- oder Richtungs-(Peilungen) Angaben bzw. Bestimmungen angegeben.

Nun ist die Zählung des Azimuts nicht einheitlich geregelt und wird ausserdem in verschiedenen Weisen vorgenommen.

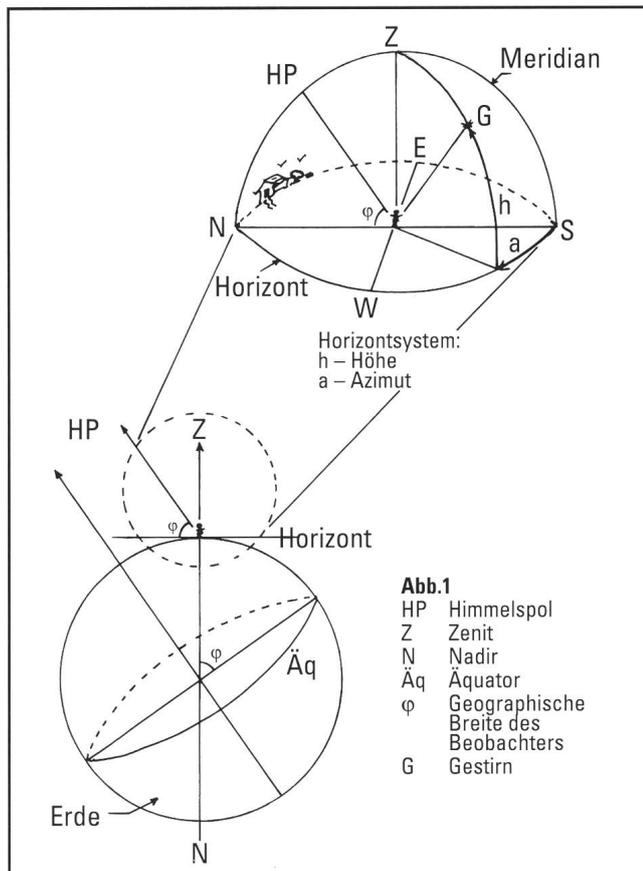
In der Folge werden wir auf die verschiedenen Zählweisen eingehen, vorher aber zum besseren Verständnis etwas über die Etymologie des Wortes Azimut sowie über das horizontale Koordinatensystem erwähnen.

Zur Etymologie

Das (Der) Azimut: aus dem Arabischen
as sumut – Richtungen, Mehrzahl von
as samt – der Weg

Horizontales Koordinatensystem

Es bildet das natürlichste System für die Beobachter auf der Erdoberfläche, siehe Abb. 1.



Als Bezugsebene gilt der Horizont des Beobachters. Auf der Abbildung sind die vier Haupthimmelsrichtungen N (Nord), E (Ost), S (Süd) und W (West) auf dieser Ebene eingetragen.

Diese Horizontebene ist senkrecht zur Ortsvertikale des Beobachters, das ist die Linie die den Nadir mit dem Zenit verbindet, wie in der Abbildung gezeigt.

Sich dies **bildlich** vorzustellen, ist sehr einfach, indem man denken kann, dass die Horizontebene durch eine Wasserwaage und der Zenit durch ein Senkblei am Beobachtungsort wiedergegeben werden können.

Nun sind die Horizontalen Koordinaten eines Gestirns:

Die **Höhe** (h), das ist der Winkel gemessen über dem Horizont auf dem Grosskreis, der durch das Gestirn und den Zenit durchgeht – Vertikalkreis genannt – bis zum Gestirn und

das **Azimut** (a)

Damit sind wir beim Titel unseres Artikels angelangt und darüber werden wir uns im nächsten Abschnitt befassen.

Das Azimut

Das **Azimut** ist ebenfalls ein Winkel.

– In der **Astronomie** ist es üblich, das Azimut vom Südpunkt ausgehend im Uhrzeigersinn, d.h. von S über WNO bis zum Vertikalkreis des Gestirns von 0° bis 360° – vollkreisig – zu messen.*

Abb. 1 ist in dieser Art dargestellt.

– In der **Navigation** wird das Azimut üblicherweise auf eine der drei folgenden Arten angegeben:

Vollkreisig – wie oben in der Astronomie, aber vom Nordpunkt ausgehend, d.h. von N über OSW von 0° bis 360°.

Quadrantal – Vom Nordpunkt oder Südpunkt ausgehend nach Ost oder West von 0° bis 90°.

Halbkreisig – Vom Nordpunkt ausgehend über Ost oder West von 0° bis 180°.

– In der **Geodäsie** und **Meteorologie** wird das Azimut vollkreisig wie bei der Navigation gemessen.

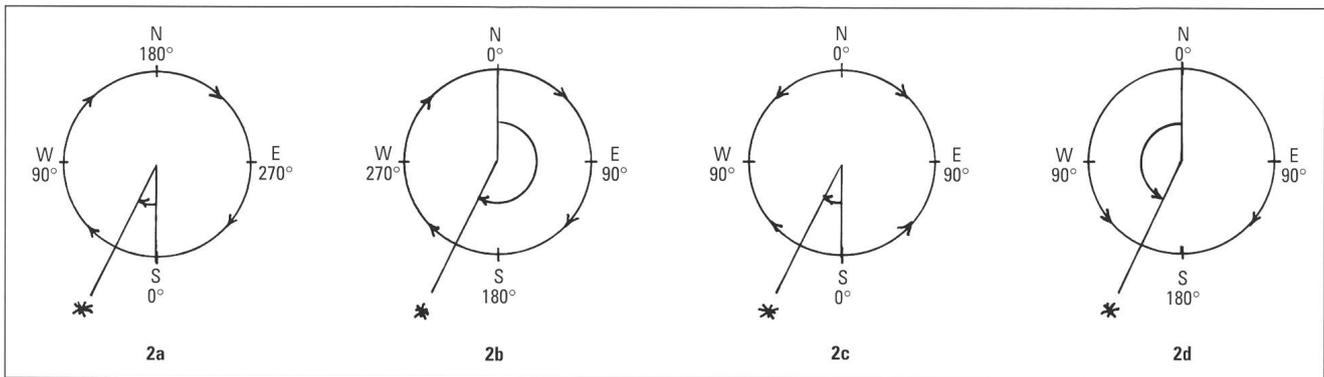
Ein Beispiel mit folgender Abb. 2 soll das Vorhergesagte illustrieren und zeigen, dass es gar nicht schwierig ist sich dies vorzustellen.

Somit gilt insbesondere für Azimut 0°; Stundenwinkel 0° (0h).

Es bedeutet dasselbe Azimut:

Vollkreisig	$\left\{ \begin{array}{l} a_{astr.} = 26^\circ \\ a_{nav.} = a_{geod.} = a_{met.} = 206^\circ \end{array} \right.$	Abb. 2a
		Abb. 2b
Quadrantal	$a_{nav.} = S 26^\circ W$	Abb. 2c
Halbkreisig	$a_{nav.} = N 154^\circ W$	Abb. 2d

* Es wird dann gleich wie der Stundenwinkel gezählt, nämlich vom Meridian aus – Südpunkt bezogen – im Sinne der täglichen Bewegung.



Dazu zwei Bemerkungen:

- Es gilt $a_{\text{nav.}} = a_{\text{geod.}} = a_{\text{met.}} = a_{\text{astr.}} + 180^\circ$
- Bei der Zählweise der Navigatoren halbkreisig, wird auch von 0° bis $+180^\circ$ gezählt, wenn es von Nord ausgehend über Ost nach Süd geht oder von 0° bis -180° gezählt, wenn es von Nord ausgehend über West nach Süd geht. Damit wäre in unserem Beispiel in diesem Fall das Azimut mit $a_{\text{nav.}} = -154^\circ$ anzugeben, d.h. eine weitere Möglichkeit.

Schlussbemerkung

Man soll sich immer vergewissern, nach welcher Zählweise das Azimut angegeben ist, sonst wird in die falsche Richtung navigiert oder ein ganz anderer Himmelskörper mit dem Fernrohr anvisiert.

Ferner, bevor man das Azimut in eine Formel einsetzt, z.B. für Koordinatenumwandlungen, muss sichergestellt werden, nach welcher Zählweise das Azimut angegeben ist und, falls notwendig, zuerst in eine passende Form umzurechnen.

Es wird angenommen, dass man weiss, mit welcher Art von Azimut in die Formel einzugehen ist.

Auch in Astronomieprogrammen soll man sich bei Ein/Ausgaben von Azimuts vergewissern, welche Zählweisen in Frage kommen.

Die ganze Angelegenheit ist also nicht schwierig, man muss nur nicht das Azimut verlieren.

Bibliographie

Werner F. Schmidt; *Astronomische Navigation*; Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York; Zweiter, berichteter Nachdruck, 1990; ISBN 3-540-17032-4

Walter Stein; *Astronomische Navigation*; Verlag Klasing & Co., Bielefeld; 5. Auflage 1980; ISBN 3-87412-019-8

Jean Meeus; *Astronomical Algorithms*; Willmann-Bell, Inc., Richmond; 1. Auflage 1991; ISBN 0-943 396-35-2

Oliver Montenbruck, Thomas Pflieger; *Astronomie mit dem Personal Computer*; Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York; 1989, ISBN 3-540-51386-8

Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac; Edited by P. Kenneth Seidelmann, 1992; University Science Books, Mill Valley, Calif.; ISBN 0-935702-68-7

RENY O. MONTANDON
Brummelstrasse 4, 5033 Buchs/AG

Comètes et variables

Nova Cassiopee 1993

La nova semble entrer dans un profond minimum, ressemblant beaucoup, d'après l'AAVSO, à celui de la nova DQ Herculis 1934, elle est devenue irrémédiablement hors de portée des instruments d'amateur, sauf si comme DQ Hercules, elle remonte vers un minimum secondaire 200 jours plus tard.

Rappelons que la nova a atteint son maximum d'activité aux alentours du 18 décembre à magnitude 5.7. Elle a faiblement ensuite, elle était à magnitude 8.3 le 8 février. Des oscillations en luminosité étaient alors perceptibles. Les observations à partir du 15 février indiquent que la nova faiblissait rapidement, en effet, elle était encore à magnitude 10 le 16.5 février, magnitude 12 le 20 février, et magnitude 14 le 22 du même mois. Le 6 mars, elle était déjà loin des instruments d'amateur, à magnitude 15.7. Ce comportement qui est semblable à toutes les novae est assez bien compris, car la nova forme une épaisse enveloppe de poussières 2 à 3 mois (ou 3 à 4 magnitudes en dessous) après son maximum.

Kometen und Veränderliche

Nova Cassiopeiae 1993

Die Nova scheint in ein tiefes Minimum einzutreten, das gemäss AAVSO sehr demjenigen der Nova DQ Herculis 1934 gleicht; sie ist nun unwiderruflich ausserhalb der Reichweite der Instrumente der Amateure, ausgenommen wenn es 200 Tage später wie bei DCQ Herculis zu einem neuen Ausbruch kommt.

Die Nova hat das Maximum ihrer Tätigkeit um den 18. Dezember bei Helligkeit 5,7 erreicht. Sie ist dann langsam schwächer geworden und hatte die Helligkeit 8.3 am 8. Februar. Schwankungen der Leuchtkraft waren dabei bemerkbar. Vom 15. Februar an gemachte Beobachtungen zeigen dass die Nova rapid schwächer wurde; sie erreichte noch 10m am 16.5. Februar, 12m am 20. Februar und 14m am 22. des gleichen Monats. Mit Helligkeit 15.7 war sie am 6. März bereits weit ausserhalb der Reichweite der Amateur-Instrumente. Dieses Verhalten, das vergleichbar ist mit allen Novae, ist gut verständlich da die Nova eine dicke Staubhülle 2-3 Monate (oder 3-4 Helligkeitsgrade darunter) nach ihrem Maximum entwickelt.



Nova Sagittarii 1994 ou V1994 Sgr?

Elle a été découverte par Yamamoto le 24.8 février à magnitude 8.9. La position est R.A 18h47 Déc. -21.21'.

À la position indiquée, le Palomar Sky Survey montre une faible étoile de magnitude 19. Les premières indications signalaient qu'il s'agissait d'une nova déjà sur son déclin. Mais des spectres obtenus entre le 4 et le 9 mars révèlent que l'étoile possède toutes les caractéristiques d'une étoile géante rouge. Les spectres montrent une évolution, du type M0 à M5 associé à une perte de plus d'une magnitude.

A. Tamany et R.M. Rich (Uni. Columbia) y voient une grande ressemblance avec l'unique sursaut connu d'une étoile observée en 1988 dans M31. Cet objet augmenta son éclat de plus de 5 magnitudes en 2 jours, et fut découvert à Mbol. -10 (à l'aide de récepteurs thermoélectriques, on peut mesurer l'énergie totale d'un objet, d'où les magnitudes bolométriques). Après ce sursaut, l'étoile faiblit rapidement, et se transforma de M0 à M9. La variable resta par contre tout aussi brillante en infrarouge, et ne montra jamais de phase nébulaire, ce qui est la caractéristique d'un sursaut classique d'une nova. Basé sur le comportement de la variable dans M31, le nouvel objet devait rapidement faiblir dans le visible tout en maintenant son éclat en infrarouge.

L'évolution d'éclat de l'étoile était la suivante: février 17.8 = 8.7, 22.8 = 8.3, 27.7 = 8.7, mars 3.8 = 8.8, 10.9 = 12.9, 13.3 = 12.2, mars 17.4 = 12.0

SN 1994D dans NGC4526

Découverte par le programme de recherche automatique de supernovae de l'université de Californie, l'objet a été trouvé le 7 mars dans la galaxie NGC 4526, elle était alors de magnitude 15. La SN semble être de type Ia, découverte environ une semaine avant son maximum d'éclat.

La magnitude de l'étoile a évolué de la manière suivante:

magnitude 13.4 le 9.9 mars, et magnitude 11.7 dès le 15 mars magnitude qui est restée stable jusqu'au 24 mars. L'étoile semblait amorcer sa descente dès le 25 mars.

Supernovae de types I et II

Ces deux types de supernovae se manifestent par des courbes de lumière différentes. La classe I de supernovae (les plus lumineuses, telles celles de Tycho et Kepler) sont constituées par des systèmes doubles serrés. L'une des étoiles, à masse faible, est dégénérée, naine blanche qui attire la masse du compagnon, et de ce fait atteint une masse critique supérieure à 1.4 fois la masse solaire, (limite de Chandrasekhar) ou l'équilibre entre pression des radiations et forces gravitationnelles est rompu; la densité et la température augmentent, engendrant de nouvelles réactions nucléaires.

Les supernovae de Type II (par exemple la SN 1987 du Grand nuage de Magellan) ont un maximum moins brillant et une descente de lumière moins régulière que celles de Type I. Il s'agit cette fois d'étoiles de masse supérieure à 8 masses solaires, où la nucléosynthèse finale aboutit à un cœur inerte en fer qui implose brutalement (en moins d'une seconde) pour devenir une étoile dégénérée. Par contrecoup, les couches externes sont éjectées.

Le spectre des supernovae montre de brillantes raies d'émission, des raies interdites comme pour les novae, mais pour les supernovae de type I, l'abondance d'hydrogène est très faible, les métaux étant prépondérants.

Nova Sagittarii 1994, oder V1994 Sgr?

Sie wurde am 24.8 Februar bei Helligkeit 8.9 durch Yamamoto bei Position RA 18h47 DEK -21.21' entdeckt. Bei dieser Position zeigt der Palomar Sky Survey einen schwachen Stern der Helligkeit 19. Die ersten Angaben liessen vermuten dass es sich um eine Nova handelt, die bereits auf ihrem Abstieg war. Aber am 4. und 9. März erzielte spektroskopische Aufnahmen ergaben, dass der Stern alle Anzeichen eines Roten Riesen besitzt. Die Spektra zeigen eine Entwicklung des Typs MO bis M5, zusammen mit einem Verlust von mehr als einer Helligkeit. A. Tamany und R.M. Rich (UNI Columbia) sahen hierin eine grosse Ähnlichkeit mit dem einzigen bekannten Ausbruch eines 1988 beobachteten Sternes in M31. Dieses Objekt erhöhte seine Helligkeit um mehr als 5 Klassen in 2 Tagen und wurde mit Mbol -10 entdeckt. (Mittels eines thermoelektrischen Empfängers kann man die gesamte Energie eines Objektes messen und erhält so bolometrische Helligkeiten). Nach diesem Ausbruch wurde der Stern rasch schwächer und wechselte von M0 nach M9. Der Veränderliche blieb aber gleich hell in Infrarot und zeigte nie eine nebulose Phase, was den klassischen Ausbruch einer Nova anzeigt. Basiert auf dem Verhalten des Veränderlichen in M31 sollte das neue Objekt im sichtbaren Licht schnell schwächer werden, aber seine Leuchtkraft in Infrarot beibehalten.

Die Entwicklung der Helligkeit des Sternes war die folgende: Februar: 17.8 = 8.7, 22.8 = 8.3, 27.7 = 8.7, März: 3.8 = 8.8, 10.9 = 12.9, 13.3 = 12.2, 17.4 = 12.0.

SN 1994D in NGC 4526

Entdeckt durch das automatische Supernova-Suchprogramm der Universität von Kalifornien wurde das Objekt am 7. März in der Galaxie NGC 4526 gefunden; die Helligkeit betrug 15. Die SN scheint vom Typ Ia zu sein und wurde ungefähr eine Woche vor ihrem Helligkeitsmaximum entdeckt.

Die Leuchtkraft des Sternes hat sich wie folgt entwickelt: 13.4 am 9.9. März und 11.7 ab 15. März, welche bis zum 24. März stabil blieb. Der Stern scheint seinen Abstieg am 25. März begonnen zu haben.

Supernovae des Typs I und II

Diese beiden Typen von Supernovae zeichnen sich durch verschiedene Lichtkurven aus. Die Klasse I (die hellste, wie die SN von Tycho und Kepler) betrifft sehr enge Doppelsterne. Einer der Sterne ist degeneriert (weisser Zwerg) und zieht die Masse seines Begleiters an und erreicht so eine kritische Masse von mehr als 1.4 mal die Sonnenmasse (Limite von Chandrasekhar). Das Gleichgewicht zwischen Strahlungsdruck und Gravitationskraft ist gestört; Dichte und Temperatur nehmen zu und erzeugen neue nukleare Reaktionen.

Die Supernovae des Typs II (z.B. die SN 1987 in der Grossen Magellanischen Wolke), haben ein weniger helles Maximum und eine weniger regelmässige Lichtabnahme als die des Typs I. Es handelt sich hier um Sterne mit mehr als 8 Sonnenmassen, wobei die letzte Nucleosynthese in einem festen Kern resultiert, der brutal explodiert (in weniger als einer Sekunde), um ein degenerierter Stern zu werden. Die äusseren Schichten werden dagegen ausgestossen.

Das Spektrum der Supernovae zeigt helle Emissionslinien, verbotene Linien wie bei den Novae, für die Supernovae des Typs I ist das Vorhandensein von Wasserstoff sehr schwach, die Metalle aber vorherrschend.



Comètes

McNaught-Russel(1993v)

La comète est bien plus brillante que les prédictions de la circulaire UAI 5926, et ce, de pratiquement 5 magnitudes.

S. Nakano rapporte que l'objet pourrait être le même que la comète de 574. Cette comète d'après G.W. Kronk, fut découverte par les chinois le 4 avril 574, elle était alors dans la constellation du Cocher. Le 8 mai elle était dans la Grande Ourse. Elle ne fut plus visible après le 9 juin. A son maximum, la queue mesurait près de 15°. Une orbite incertaine avait été calculée par Hind en 1844 qui donnait une date du périhélie, légèrement différente, pour le 7 juin à une distance du soleil de $r=0.64$ UA.

Le calcul de la période indique une orbite de 1430 années avec une incertitude de 30 ans.

La comète à été observée à l'aide du télescope Lowell de 0.6 m à partir du 9 mars. Elle montre clairement des variations d'éclat à court terme.

Les éléments actuels sont : $T=31.09$ mars, $q=0.8676$, $inc=51.6^\circ$.

P/Wild 3(1994b)

Redécouverte par Wild lui même au 0.9 m du Spacewatch télescope le 10 février, à magnitude 20.7 et une coma de 12".

P. Wild à découvert cette comète à l'aide d'une chambre de Schmidt de 40 cm à Zimmerwald le 11 avril 1980. Il la décrit comme étant diffuse avec une forte condensation centrale. Il estima la magnitude à 15.5.

Il s'agit d'une comète à courte période de 6.9 années. Son périhélie est de $q=2.3$ UA. En fait la comète est passée à 0.13 UA de Jupiter en 1976. Auparavant, les éléments calculés donnent un périhélie de $q=4.2$ UA, et une période de 10.3 années.

Références

Comets G. Kronk; Circulaires UAI; Les étoiles variables M. Petit.

Kometen

Mc Naught-Russel(1993v)

Der Komet ist heller als das Zirkular 5926 der UAI vorsah und das praktisch um 5 Grössen.

S. Nakano berichtet, dass das Objekt mit dem Kometen von 574 identisch sein könnte. Nach G.W. Kronk wurde dieser Komet durch die Chinesen am 4. April 574 im Sternbild Fuhrmann entdeckt; am 8. Mai war er im Grossen Bären und nach dem 9. Juni nicht mehr sichtbar. Beim Maximum war der Schweif 15° lang. Hind hatte 1844 eine unsichere Bahn berechnet, welche ein leicht verändertes Perihelium für den 7. Juni ergab, bei einer Distanz zur Sonne von $r=0.64$ AE.

Die Berechnungen ergeben eine Bahn von 1430 Jahren, mit einer Unsicherheit von 30 Jahren.

Der Komet wurde mittels des Teleskops Lowell von 0.6 m seit dem 9. März beobachtet; er zeigt klar kurzfristige Schwankungen der Helligkeit.

Die gegenwärtigen Elemente sind: $T=31.09$ März, $q=0.8676$, $inc=51.6^\circ$.

P/Wild 3(1994b)

Am 10. Februar wiederentdeckt mit einer Helligkeit von 20.7 und einer Koma von 12" von Wild selber mit dem Teleskop der Spacewatch.

P. Wild hatte diesen Kometen am 11. April 1980 mittels einer Schmidt-Kamera von 40 cm in Zimmerwald entdeckt. Er beschrieb ihn als diffus, mit einer starken zentralen Kondensation; er schätzte die Helligkeit auf 15.5.

Es handelt sich um einen kurzperiodischen Kometen von 6.9 Jahren. Sein Perihelium ist $q=2.3$ AE. In Wirklichkeit ist der Komet 1976 in 0.13 AE beim Jupiter vorbeigeflogen. Früher ergaben die berechneten Elemente ein Perihelium von $q=4.2$ AE und eine Periode von 10.3 Jahren.

(Übersetzung: W. Maeder)

J. G. BOSCH

Comète McNaught-Russel 1993v



Photo prise à Bâle le 1^{er} avril 1994 à partir de 2047 UT; temps de pose 3 1/2 min sur TP 2415 hypersens.; caméra Schmidt (Celestron) de 5.5". Position de la comète à l'est de Aldebaran et au sud de NGC 1647, AR 4h 45m l, D +17°16' (2000).

D^r URS STRAUMANN
Oscar Frey-Str. 6, 4059 Basel

(agrandissement)



MEADE

GRATIS dazu:

erhalten Sie bei Bestellung eines LX200 bis zum 31. Juli 94 und danach solange Vorrat, **Zubehör im Wert**

von Fr. 841.-

Total 3 Okulare der Serie 4000 :
9.7mm, 15mm, 26mm

2x Barlow Linse, 3-linsig
Kamera-Adapter für Fokalfotografie
64350 gespeicherte Objekte Katalog

**Die 12-Zöller sind da !
305mm Ø zum Preis von Fr. 9800.-
incl. Gross-Stativ und Computer**

MEADE

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 mit viel teureren Instrumenten stand.

- 8" Mod. 'STANDARD' mit Stativ, Aufsatz, Nachführmotor **Fr. 2976.-**
- 8" LX100 mit Stativ **Fr. 4628.-**
- 8" LX200 mit Stativ, 100% Computer-Steuerung, PPEC, komplett wie Foto **Fr. 5582.-**
- 10" LX200 komplett wie Foto **Fr. 7466.-**
- 12" LX200 komplett wie Foto **Fr. 9800.-**

Alle Preise sind unverbindlich -
Preis-Änderungen jederzeit vorbehalten.

Gratis-Katalog :

01 / 841'05'40

Autorisierte MEADE -
JMI - LUMICON -
Vertretung in der Schweiz:

Eugen AEPPLI, Loowiesenstrasse 60, 8106 ADLIKON



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 Lagerpiel, extreme Steifigkeit und kürzeste Ausschwingzeiten
- Sichere Nachführung durch elektronisch optimierte Steuerung, präzise Mechanik und übersichtliche Bedienelemente
- Felddauglichkeit 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

Grundausrüstung incl. C-11 Optik (280/2800), Tubus, 1 1/4" Zenitprisma, 1 1/4" Ultima-Okular 30mm, Sucher 8x50, Montierung G-11 mit Schwabenschwanz, 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