Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 59 (2001)
Heft: 303

Heft

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

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

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

Download PDF: 08.08.2025

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

303

2 2001

Zeitschrift für
Amateur-Astronomie
Revue des
astronomes amateurs
Rivista degli
astronomi amatori

ISSN 0030-557 X

ORION

8" LX10 MEADE

Das neu entwickelte LX10 Schmidt-Cassegrain Teleskop hat viele herausragende Merkmale, das auffälligste ist:

Großartige Optik zum kleinen Preis!

Meade 8" LX10
Schmidt-Cassegrain
Teleskop

NEU! Jetzt mit einem 26mm Super Plössl Okular schon in der Grundausstattung!

8" LX10: Für den ambitionierten Amateur-Astronomen mit kleinem Geldbeutel ist dieses hochwertige Instrument die optimale Lösung. Durch das sensationelle Preis-Leistungsverhältnis und die hervorragende Ausbaufähigkeit erfüllt das LX10 alle Ansprüche der modernen Astronomie.

Super-Hartvergütete Schmidt-Cassegrain Optik: Dieses Tekleskop hat exakt die gleiche EMC-Hartvergütung wie die teureren Meade 8" LX50 und LX200 Modelle. **Serie 4000 SP-26mm Okular:** Komplettiert die exzellente Optik des Meade 8" SC. **Äquatoriale Montierung:** Relativ leicht, aber dennoch sehr stabil, die LX10 Montierung schafft die Voraussetzungen für leichtgängigen und exakten Betrieb des Teleskops, auch für Astrofotografie und CCD-Applikationen. **Kabelloses elektronisches Antriebssystem:** Mit elekronisch geregeltem Nachführsystem durch Gleichstrom-Motor; internes Batteriefach für vier AA-Batterien (nicht im Lieferumfang); die Batterien betreiben das Teleskop über 50 Stunden lang. **Schneckengetriebe:** Das 5,75" große Schneckengetrieb im LX10 sorgt für hohe Laufruhe und exakten Betrieb in RA, nahezu ohne periodische Fehler — dies empfiehlt das LX10 besonders für Anwendungen zur Fotografie oder anderen CCD-Systemen. **Handsteuerung:** Die elektronische Handsteuerung ermöglicht eine präzise Nachführung z.B. bei Langzeitbelichtungen in RA bei 2-facher Geschwindigkeit. Mit dem optional erhältlichen Deklinationsmotor können Sie diese Anwendungen problemslos an beiden Achsen durchführen.

AUSSTATTUNG: 8" LX10 — Inklusive 8" Schmidt-Cassegrain Optik mit EMC Super Hartvergütung (D = 203mm; F = 2000mm, f/10); Montierung mit Teilkreisen, manuell justierbar an beiden Achsen; 5,75" LX Schneckengetriebe; Elektronisch reguliertes Antriebssystem durch Gleichstrom-Motor; Elektronische Handsteuerung für 2-fache Geschwindigkeit und automatischer Nachführung in RA; Batteriefach für 4 AA Batterien (nicht im Lieferumfang): 7,5m langes Anschlußkabel 12V (PKW); 6 x 30mm Sucherfernrohrr; Zenitprima ($1^1/_4$"); SP 26mm multivergütetes Okular; äquatoriale Montierung mit 360° Teilkreisen, Feineinstellung und 360° Azimut-Kontrolle; Komplette deutsche Anleitung.

Meade Instruments Europe

D-46325 Borken, Siemensstraße 6 ☐ Tel.: 0049 (28 61) 93 17 0
Fax: 0049 (28 61) 22 94 ☐ *www.meade.de*

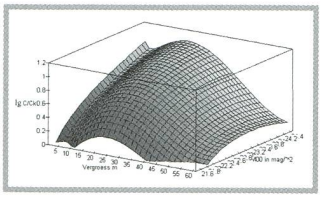
D-82166 Gräfelfing, Lochhamer Schlag 5 ☐
Tel.: 0049 (89) 898 896 00, Fax: 0049 (89) 898 896 01

© 2000

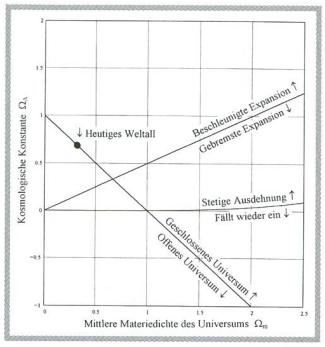
ORION

Herausgegeben von der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Edité par la Société Astronomique de Suisse
Edito dalla Società Astronomica Svizzera

59. Jahrgang/année **N° 303 April/Avril 2/2001** **ISSN 0030-557-X**

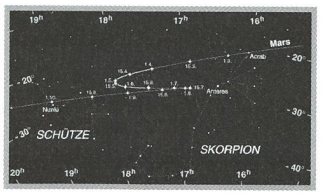


Der Kontrastabstand bei visueller Beobachtung flächenhafter Deep-Sky-Objekte im Teleskop - 4



Die Expansion des Raumes in der relativistischen Kosmologie - 11

La quête de l'eau - 17



Mars nimmt Anlauf zur Opposition - 26

Grundlagen - Notions fondamentales

Der Kontrastabstand bei visueller Beobachtung flächenhafter Deep-Sky-Objekte im Teleskop - Hans Lippmann 4

Die Expansion des Raumes in der relativistischen Kosmologie - Gaston Fischer 11

Neues aus der Forschung - Nouvelles scientifiques

La quête de l'eau - Bernard Nicolet 17

Sektionsberichte - Communications des sections

Medienmitteilung – ***Mondfinsternis in Nebelschwaden*** – Markus Griesser 22

Diversa - Divers

Les Potins d'Uranie – ***Baiona et les Indiens*** – Al Nath 23

Der aktuelle Sternenhimmel - Le ciel actuel

Zu Beginn zeigt sich der rote Planet nur zögerlich
Mars nimmt Anlauf zur Opposition – Thomas Baer 26

Weitere Rubriken - Autres rubriques

Buchbesprechungen / Bibliographies 28

Inserenten / Annonceurs 30

Impressum Orion 30

Mitteilungen • Bulletin • Comunicato

57. Generalversammlung der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft in Luzern, 19./20. Mai 2001

57e assemblée générale de la Société astronomique de Suisse à Lucerne, 19/20 mai 2001 2,1

Programm / Programme et horaire 2,1

Herbert Schmucki - (13.2.1919 - 16.12.1999) – Hanspeter Steidle 2,3

SAG-Budget 2001/2002 2,4

Konsolidierte SAG Rechnung 2000 2,4

Die zurückgekehrte Neujahrskarte – Markus Griesser 2,5

Veranstaltungskalender / Calendrier des activités 2,5

An- und Verkauf / Achat et vente 2,5

Les Potins d'Uranie – ***L'heure de Djakarta*** – Al Nath 2,6

ORION-Bestellungen / Commande d'Orion 2,8

Swiss Wolf Numbers 2000 – Marcel Bissegger 2,8

Abonnemente / *Abonnements*
Zentralsekretariat SAG
Secrétariat central SAS
Sue Kernen, Gristenbühl 13,
CH-9315 Neukirch (Egnach)
Tel. 071/477 17 43
E-mail: sue.kernen@bluewin.ch

Titelbild / *Photo couverture*
Orion Nebula and **Trapezium Cluster.** Made using the near-infrared camera ISAAC on the ESO 8.2-m VLT ANTU telescope on December 20 - 21, 1999. The full field measures approx. 7 x 7 arcmin, covering roughly 3 x 3 light-years (0.9 x 0.9 pc) at the distance of the nebula (about 1500 light-years, or 450 pc). This required a 9-position mosaic (3 x 3 grid) of ISAAC pointings; at each pointing, a series of images were taken in each of the near-infrared J_s- (centred at 1.24 μm wavelength), H- (1.65 μm), and K_s- (2.16 μm) bands. North is up and East left. The mosaics were then combined to create this colour-coded image, with the J_s-band being rendered as blue, the H-band as green, and the K_s-band as red. A total of 81 individual ISAAC images were merged to form this mosaic. (Document: European Southern Observatory)

Redaktionsschluss / *Délai rédactionnel* **N° 304** - 6.4.2001 • **N° 305** - 8.6.2001

Der Kontrastabstand bei visueller Beobachtung flächenhafter Deep-Sky-Objekte im Teleskop

HANS LIPPMANN

Einführung

Das menschliche Auge verhält sich bei sehr schwachem Licht, wie es dem Nachthimmel entspricht, anders als eine Fotokamera. Die Physiologie des Auges ist letztlich auf die biologische Evolution des Menschen aus Arten, die Tagtiere waren, zurückzuführen. Eine Herausforderung besteht offenbar darin, daß es den Augen trotz alledem möglich ist, Deep-Sky-Objekte wahrzunehmen und in manchen Fällen an diesen sogar eine Struktur zu erkennen, sofern man diese Objekte wegen ihrer geringen Flächenhelligkeit durch ein Teleskop beobachtet. Dieses dient im Gegensatz zur Beobachtung irdischer Objekte und des Mondes sowie heller Planeten vorrangig der Lichtansammlung auf der Netzhaut. Seltener erweisen sich die Objekte flächenmäßig als zu klein, um gesehen werden zu können, meist aber als zu lichtschwach. Eine der wichtigsten Konsequenzen für die Beobachtbarkeit der Deep-Sky-Objekte ist daher das Vorhandensein eines hinreichend dunklen Himmelshintergrundes. Infolge der Anatomie und Physiologie büßt unser Auge in der Dunkelheit an Auflösungsvermögen ein, wie jeder vom Zeitunglesen bei einfallender Dämmerung weiß. Im Unterschied zu der passiven Registrierung des Lichtes durch einen fotografischen Film entspricht die Funktion der Netzhaut eher einem Bildverarbeitungssystem. Es vergleicht die Lichtsignale auf den Stäbchenzellen benachbarter Netzhautflächen und führt nur dann zu einem durch den Sehnerv zum Gehirn fortgeleiteten Signal, wenn auch benachbarte Stäbchenzellen den Lichtreiz bestätigen. Anderenfalls wird uns das Lichtsignal nicht bewußt gemacht. Bereits etwa 50...150 Photonen pro Sekunde werden heute als Empfindlichkeitsschwelle des Auges betrachtet, die in einem gewissem Maße auf der Netzhaut verteilt sein können. Hierbei gibt es einen Kompromiss, da eine zu weite Verteilung, d.h. eine zu geringe Beleuchtungsstärke, Unsichtbarkeit der Lichtquelle bedeutet. Bereits hieraus geht hervor, daß ein möglichst weiter Bereich von Vergrösserungen zur Beobachtung eines Objektes zu prüfen ist.

Die Tafeln von CLARK [1]

Ausgehend von der Abhängigkeit des Schwellenwertes des durch das menschliche Auge wahrgenommenen Objektkontrastes von der Hintergrundhelligkeit und der scheinbaren Bildgröße w verwendete CLARK statistisch gesicherte Messdaten der Kontrastschwellenwerte [2] und gelangte über ein iteratives Computerprogramm zu numerischen Angaben der optimalen Teleskopvergrösserung. Sie sind für einen Katalog von Deep-Sky-Objekten in Abhängigkeit von der Öffnung des Teleskopobjektives D tabellarisch zusammengestellt [1]. Man findet dort jedoch keine Angaben über die tatsächliche Variabilität des durch das Teleskop wahrgenommenen Kontrastabstandes eines Objektes von der verwendeten Vergrösserung und damit über die tatsächliche Bedeutung der Wahl der Vergrösserung m für die Beobachtungspraxis. Alle Berechnungen beruhten ferner auf der Annahme eines – in unseren Gegenden so gut wie nie vorhandenen – «dunklen Landhimmels» sehr geringer Flächenhelligkeit. Daraus ergibt sich Bedarf zur Darstellung des analytischen Verhaltens des Kontrastabstandes, auch unter Berücksichtigung weniger dunkler Himmelshintergründe. In neuerer Zeit finden sich Nachweise zur Anwendung und Vervollkommnung dieser Theorie in der US-amerikanischen Literatur [3]. Durch *M. BARTELS* [4] wird über eine Anwendung der Theorie auf einen erweiterten Bereich von (realistischeren) Hintergrundhelligkeiten berichtet, wobei allerdings wiederum eine die Übersicht vermittelnde analytische Behandlung fehlt. Sie sollte deshalb Ziel der vorliegenden Arbeit sein, über deren Ergebnisse hier im Hinblick auf praktisch handhabbare Schlussfolgerungen zu berichten ist.

Das Verhalten des Systems Objekt-Teleskop-Auge

Kasten 1 informiert über die zur Beschreibung des Systemverhaltens erforderlichen Parameter. Das *Objekt* wird außer durch seine Flächenhelligkeit und Größe durch die Flächenhelligkeit des Himmelshintergrundes gekennzeichnet,

Kasten 1

Flächenhaftes Objekt

M – Flächenhelligkeit / mag/(″)^2
M_{00} – Flächenhelligkeit des Himmelshintergrundes / mag/(″)^2
w_0 - Durchmesser (kreisf.)/Bogenmin,′

lg C – log. Kontrastverhältnis /-

$$\lg C = \lg\left[10^{0{,}4(M_{00}-M)} - 1\right]$$

Teleskop

t – Transmissionsvermögen /-
D – Öffnung / cm
D_e – Durchmesser der Austrittspupille / cm
m - Vergrösserung / -

M_0 – Flächenhelligkeit des Himmelshintergrundes im Okularbild / mag/(″)^2

$$M_0 = M_{00} + 5\lg\frac{w}{w_0} - 5\lg\frac{D}{D_e} - 2{,}5\lg t$$

Auge

C_k – Kontrastschwelle /-, abhängig von M_0, $w = m\,w_0$
Kubische 2d-Regression des Meßdatenfeldes (Blackwell, H.R., Journ.Opt.Soc.Am.36, Nr.11 (1946, p.624ff.)

$$\lg C_k = \sum_{i+k=0}^{3} A_{ik}\, w^i M_0^k$$

Kontrastabstand

$$\lg\left(\frac{C}{C_k}\right) = f\begin{bmatrix} Objekt(M, w_0); \\ Himmelshintergrund(M_{00}); \\ Teleskop(m, D, D_e, t)) \end{bmatrix}$$

Aufsuchen der optimalen Vergrößerung an Hand von 3D-Diagrammen bzw. deren 2D-Projektionen

eine prinzipiell über die Bestimmung der Fixstern-Grenzgrösse abschätzbare, durch meteorologische und Lagebedingungen, aber auch durch Dämmerungseinflüsse und Mondschein bedingte Grösse. Wichtig ist der Objektkontrast C.

Im *Teleskop* erfolgt – außer einem gewissen Lichtverlust, dargestellt durch das Transmissionsvermögen t, (in den Beispielen wird durchweg t = 0,7 gesetzt) – in Abhängigkeit von der Vergrösserung m und der Öffnung D – eine Reduktion der Flächenhelligkeit des Himmelshintergrundes von seinem Wert M_{00} auf M_0. Der Objektkontrast C ändert sich auf dem Lichtweg durch das Teleskop nicht.

Das auf das scheinbare Bild im Okular gerichtete *Auge* nimmt nur solche Flächenobjekte wahr, deren Kontrast C grösser ist als eine im Ergebnis einer Berechnung bestimmte Kontrastschwelle C_k. Sie ist abhängig von der Flächenhelligkeit des Himmelshintergrundes im Okularbild, M_0 und dem scheinbaren Objektdurchmesser, $w = m\,w_0$ und soll möglichst niedrig sein. Die Austrittspupille wird mit der Augenpupille identifiziert (in Dunkeladaption in den Beispielen mit 0,75 cm berücksichtigt). Eine brauchbare Näherung für die mathematische Darstellung der Kontrastschwelle des Auges, lg C_k, wurde mit Hilfe eines kubischen, zwei-dimensionalen Regressionsverfahrens errechnet, aus dem die 10 Konstanten A_{ik} aus einem umfangreichen Feld von Meßdaten bestimmt wurden.

Die Funktion lg C_k ist als Fläche über der M_0-w-Ebene im Bereich

$$18 \le \frac{M_0}{mag/(")^2} \le 27, \quad 10 \le \frac{w}{\text{Bogenminuten}} \le 360$$

in Bild 1 dargestellt. Man erkennt eine Variation der Kontrastschwelle des Auges in diesem Bereich über etwa 1:3200. So wird das Auge deutlich empfindlicher, wenn die scheinbare Bildgrösse auf mehr als 100' vergrössert wird. Eine Abdunkelung des Bildhintergrundes erhöht dagegen die Kontrastschwelle, wobei selbst bei günstiger scheinbarer Bildgrösse w zwischen den extremen Werten von 27 und 18 mag/(")^2 noch zwei Zehnerpotenzen Unterschied auftreten. Erst für scheinbare Objektgrössen > 250' verflacht sich der Verlauf merklich.

Die Kontrastschwelle C_k ist außer durch die physiologisch bedingte Abhängigkeit von M_0 und w über den das Teleskop kennzeichnenden Zusammenhang der Flächenhelligkeit des Himmelsuntergrundes M_{00} von den Teleskop-Parametern D, t und m abhängig. Die Durchführung der entsprechenden Transformation[1] liefert lg C_k als Funktion der scheinbaren Bildgrösse w und der Hintergrundhelligkeit des Himmels M_{00}. Die nunmehr von den Teleskopparametern abhängige Flächendarstellung ist in Bild 2 für die Öffnung D = 8" gezeigt, aufgetragen über M_{00} und w. Man erkennt das Auftreten einer flachen Talmulde quer durch das M_{00}-w-Gebiet, deren «Sohle» das erreichbare Minimum der Kontrastschwelle angibt. Dadurch ist der zu erwartende «Gewinn» an Kontrastempfindlichkeit durch zunehmende Vergrösserung, ausgehend von deren niedrigsten Werten, nicht so stark ausgeprägt wie erwartet. Deutliche Verschlechterung ergibt sich sogar jenseits der Talmulde d.h. bei erhöhter Vergrösserung. Die Talmulde bezeichnet einen Variationsbereich der optimalen scheinbaren Bildgrösse w, die von etwa 130' bei «hellem» Himmelshintergrund auf etwa 250' bei sehr dunklem Himmelshintergrund zunimmt.

Der für die Beobachtungspraxis entscheidende logarithmische *Kontrastabstand* ergibt sich durch die Differenzbildung lg C – lg C_k = lg (C/C_k). Diese Größe kann jeweils als Funktion einer oder zweier Variablen bei festen übrigen Parametern gewonnen und mittels Computer grafisch dargestellt werden. Vom praktischen Standpunkt beurteilt, kann man bei lg (C/C_k)-Werten von etwa 0,5 das Flächenobjekt zwar feststellen; um innere Strukturen sichtbar zu machen, bedarf es dagegen der Erzielung von Werten von ca. ≥ 1,5.

Beispiele: «Mittelgrosse» Objekte (w_0 = 1...10')

Objekt *M 57* (Ringnebel in der Leier): M = 17,9 mag/(")^2, w_0 = 1'. Bild 3 zeigt die logarithmischen Kontrastab-

Log. Kontrastschwelle des Auges vs Objekt-Dmr. *w* und Hintergrund-Hell. M0

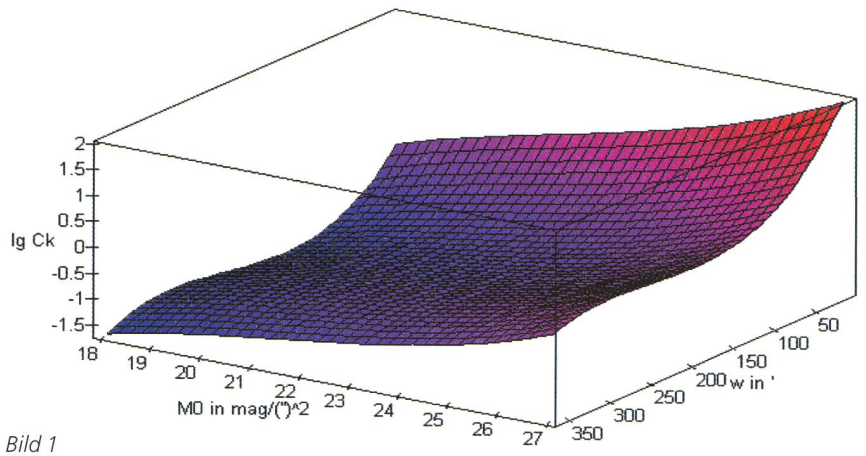


Bild 1

Kontrastschwelle d.Auges vs Objekt-Dmr. *w* und Himmelschell. M00 für D=8", t=0,7

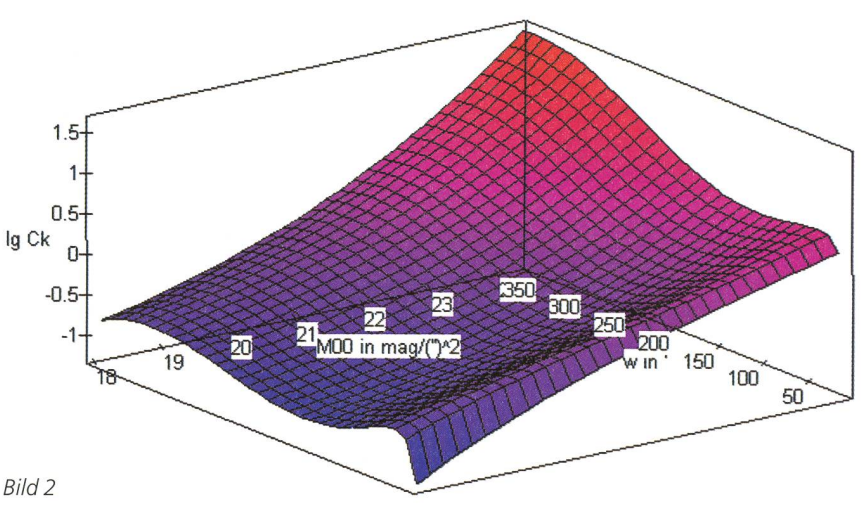


Bild 2

[1] *Ihre Beschreibung wird hier aus Platzgründen weggelassen*

standsdiagramme, aufgetragen über der Vergrösserung m und der Himmelshintergrundhelligkeit M_{00} für Teleskope der Öffnung D = 8" und 2,5". Es handelt sich um ein relativ kleines, aber mit hoher Flächenhelligkeit strahlendes Objekt. Mit dem 8"-Teleskop ist es bei einem logarithmischen Kontrastabstand > 1 bereits für $M_{00} \geq 20$ mag/(")^2 bei Vergrösserung m = 50 gut zu erkennen. Je dunkler der Himmel, umso größer ist der erreichbare lg C/C_k-Maximalwert, wobei das Optimum von lg(C/C_k) = 2 für den von CLARK als «dunkler Landhimmel» bezeichneten Fall M_{00} = 20 mag/(")^2 bei ca. m_{opt} = 130 liegen dürfte. Demgegenüber ist im 2,5"-Teleskop der Arbeitsbereich etwas nach höheren M_{00} hin verschoben sowie in Bezug auf die Vergrösserung m wesentlich enger. Ein relatives lg C/C_k-Maximum über der Vergrösserung existiert dann nur bei nicht zu dunklem Himmel (M_{00} < 22 mag/(")^2). Wegen der zu geringen Kontrastabstände ist die Wahl einer Vergrösserung von mehr als etwa m_{opt} = 50 nicht sinnvoll.

Objekt *M 51* (Whirlpool-Galaxie in den Jagdhunden): M = 21,1 mag/(")^2, w_0 = 5,5', ein im Vergleich zu *M 57* im Durchmesser rund 5mal grösseres, wesentlich lichtschwächeres Objekt. Bild 4 enthält das lg C/C_k-Diagramm in dreidimensionaler Darstellung und als eine Projektion in M_{00}-Achsenrichtung, bei der die diesseits liegenden Konturen der M_{00}-Gitterlinien sichtbar sind. Um ausreichend hohen Kontrastabstand zu erreichen, muß M_{00} möglichst groß sein. Für die Vergrösserung ergibt sich ein Optimalwert von $m_{opt} \approx 18$ für sehr dunkle Untergründe, der sich bei etwas helleren Untergründen bis zu $m_{opt} \approx 24$ erhöht, allerdings unter Reduktion des Kontrastabstandes. Dabei kann das Kontrastabstandsmaximum durch Einstellung der Normalvergrößerung $m_0 \approx$ 26,6 (bis auf geringfügigen Verlust) gerade noch genutzt werden. Es zeigt sich jedoch, wie wichtig es bereits bei diesem Objekt ist, über möglichst dunkle Himmelshintergründe zu verfügen. Bei noch größeren und lichtschwächeren Objekten bringt die Wahl höherer Vergrösserungen erheblichen Kontrastabstandsverlust.

«Kleine» Objekte (w_0 = 0,1...0,75')

Die Beobachtungsbedingungen für Objekte abnehmender Grösse komplizieren sich aus folgenden Gründen:

- Nur für Objekte mit ziemlich großer Flächenhelligkeit M wird ein ausreichend hoher Kontrastabstand erhalten. Lichtschwächere Objekte sind nur für größere M_{00}-Werte (dunkle Himmel) und nur mit geringem Kontrastabstand sichtbar. Bild 5b zeigt die Verhältnisse für 3 Objekte mit M = 18 mag/(")^2 für ein 8"-Teleskop.
- Selbst beachtliche Vergrösserungen (z.B. 200-fach bei 8") führen nicht sehr weit über den bei scheinbaren Bildgrößen von etwa 10..20' liegenden kritischen Sehwinkel hinaus (im

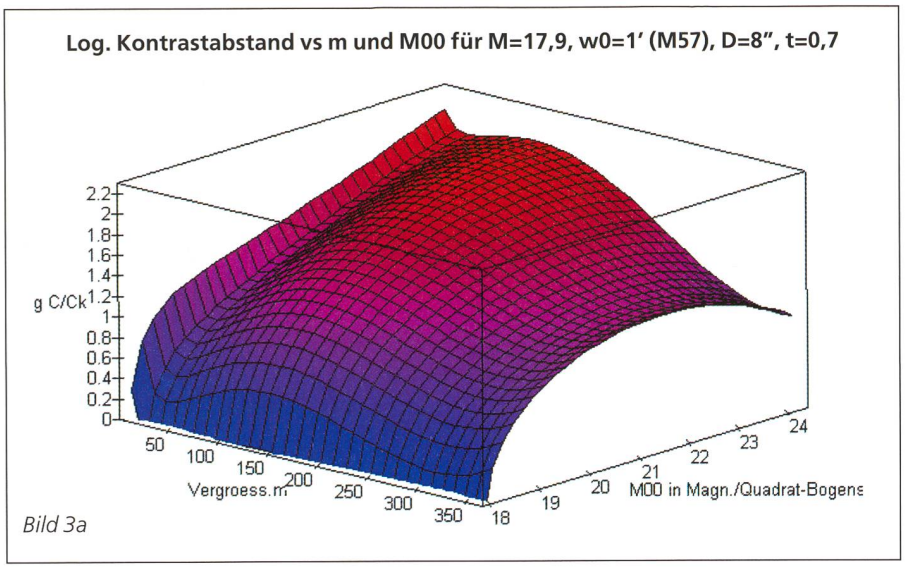


Bild 3a

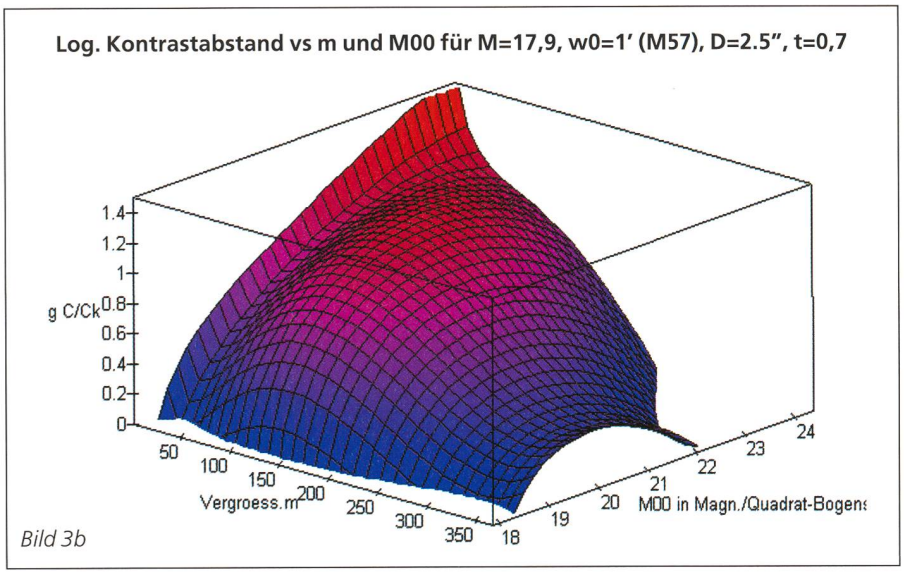


Bild 3b

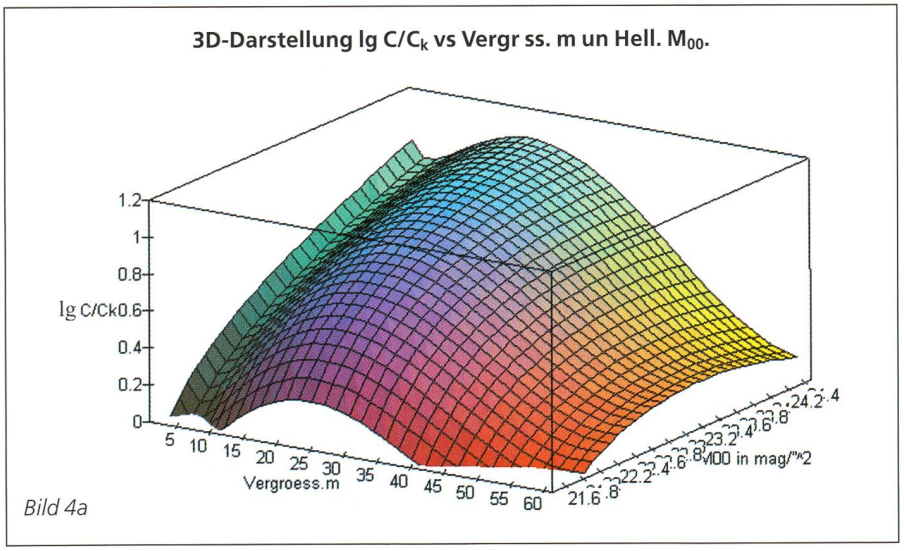


Bild 4a

Beispiel 0,15' x 70 = 10,5'), unterhalb dessen das Auge nur einen punktförmigen Eindruck wahrnimmt. Dabei ist die Abdunklung des Bildfeldes erheblich, wodurch wiederum die Kontrastschwelle des Auges heraufgesetzt, der Kontrastabstand also reduziert wird.

Schließlich ist das Maximum des logarithmischen Kontrastabstandes, das einer optimalen Vergrösserung entspräche, nicht mehr vorhanden. Man muß daher einen engen Kompromiß zwischen dem kritischen Sehwinkel und dem noch ausreichenden Kontrastabstand treffen. Die Einstellung auf Normalvergrößerung mit einem maximalen Kontrastabstand würde Verzicht auf Details bedeuten, wobei das Objekt in diesem Fall von einem schwachen Fixstern nicht mehr zu unterscheiden wäre. Detailerkennung ist demzufolge allein Teleskopen grösserer Öffnung vorbehalten, bei denen auch bei hohen Vergrösserungen die Bildfeldabdunklung kompensiert wird, so daß ausreichend hohe Kontrastabstände erreicht werden.

Für die Gesamtübersicht ist ein Vergleich der $\lg(C/C_k)$-Diagramme für unterschiedliche Objektgrössen und Himmelshelligkeiten als Parameter, aufgetragen über der Vergrösserung m, nützlich, wie er in Bild 5a für «mittelgrosse», in Bild 5b für «sehr kleine», reklativ helle Objekte wiedergegeben ist. Der Überblick wird ergänzt durch die Darstellung der Abhängigkeit des logarithmischen Kontrastabstandes von der Teleskopöffnung D und der Vergrösserung m bei gegebenen Flächenhelligkeiten M und M_{00}, die Bild 6 an einem Beispiel deutlich macht. In je-

2D-Darstellung in M_{00}-Richtung
Log. Kontrastabstand vs m und und M00 für M=21,1, w0=5.5' (M51), D=8", t=0,7

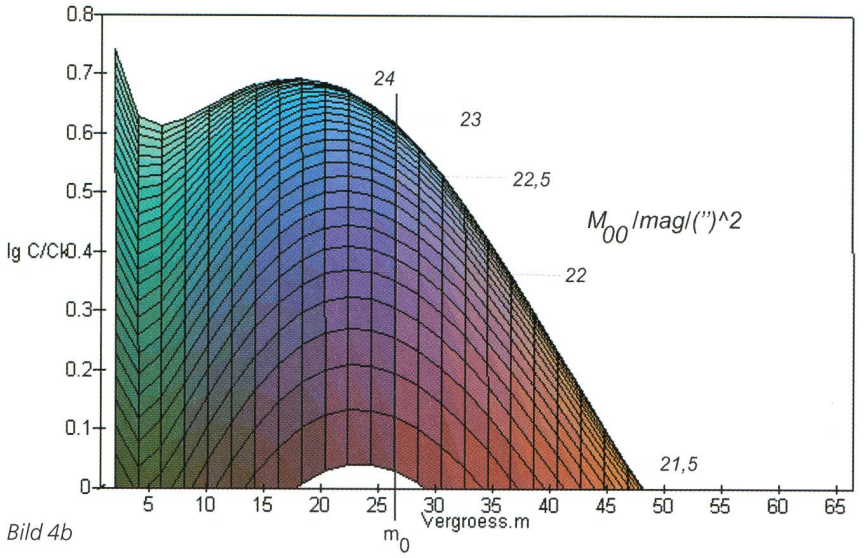


Bild 4b

Log. Kontrastabstand lg(C(Ck) in Abhängigkeit von der Vergrösserung m für Teleskope der öffnung D=8" - «mittelgrosse» Objekte.

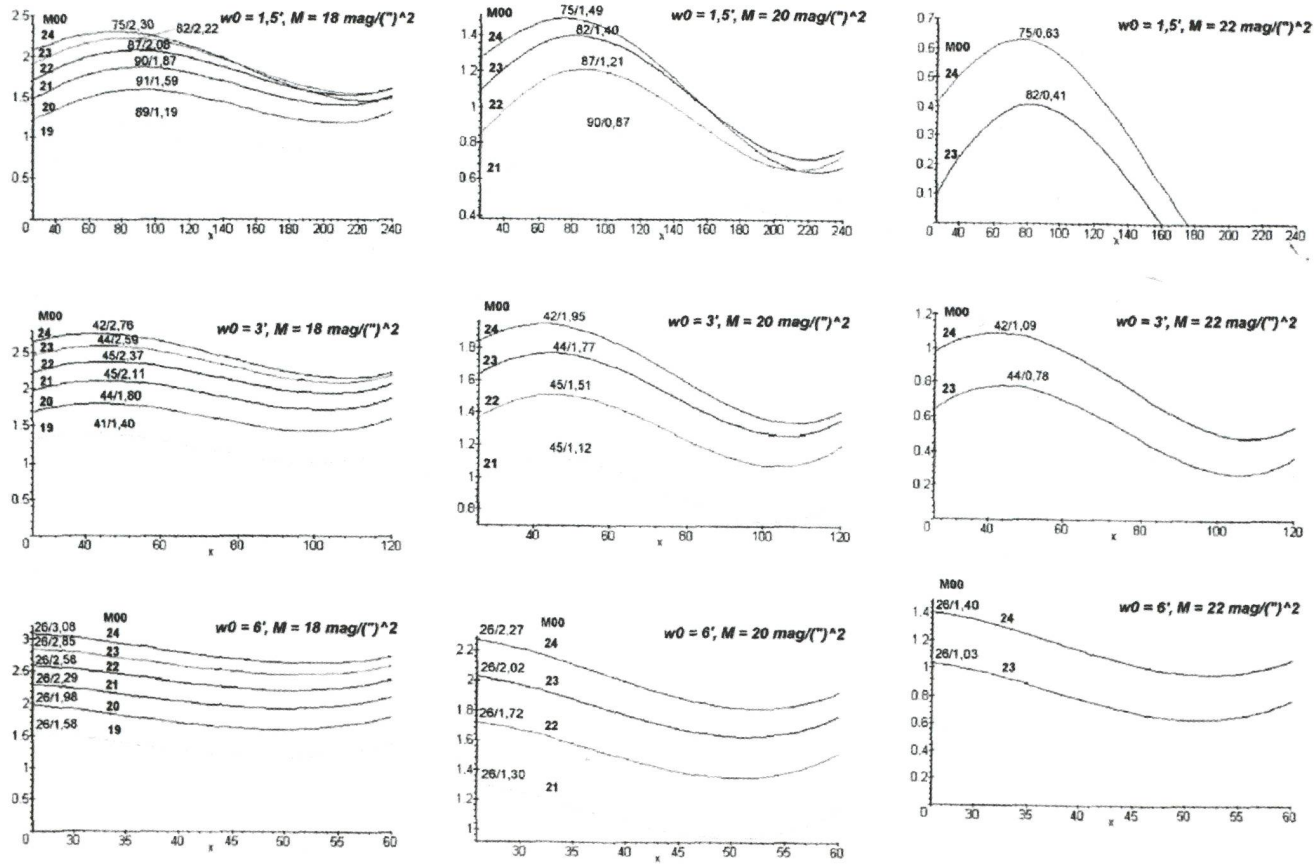


Bild 5a

dem Falle dient die Wahl einer grösseren Öffnung zur Steigerung des Kontrastabstandes.

In welchen Fällen ist das Konzept der Flächenhelligkeit von Deep-Sky-Objekten für die Wahl der Teleskopvergrösserung anwendbar?

Wendet man das Konzept der Flächenhelligkeit eines astronomischen Objektes auf stark inhomogen leuchtende Objekte an, z.B. die Andromeda-Galaxie *M 31* mit einer fotografischen Gesamthelligkeit von m_{phot} = 4,3 mag und Abmessungen von ca. 197' x 92' und einer berechneten Flächenhelligkeit von M = 22,3 mag/(")^2 sowie den Grossen Orionnebel *M 42* (m_{phot} = 2,9 mag, 60' x 60'), so erhält man zu pessimistische Erwartungen und unrealistische Optimalverstärkungen und Kontrastabstandswerte.

Das Konzept der Flächenhelligkeit stellt somit ein Verfahren zur Beobachtungsoptimierung für solche Objekte dar, deren Helligkeitsverteilung möglichst homogen ist. Es eignet sich besonders für *Teleskope kleiner bis mittlerer Öffnung* (etwa bis 16"). Bei ausgeprägten Gebietsgrenzen unterschiedlicher Flächenhelligkeit innerhalb eines Objektes liegt dagegen ein anderer Grenzfall vor, der treffender durch ein Stufenmodellobjekt charakterisiert werden kann. Für *Teleskope grosser Öffnung* läßt sich nachweisen, daß sich die Vorhersagen zu beiden Grenzfällen mit wachsender Öffnung zunehmend angleichen. Der Kontrastabstand wird dann bei allen Vergrösserungen $m > m_0$ so günstig, daß man m nach anderen Gesichtspunkten, vor allem nach der Grösse der zu beobachtenden Details wählen kann. Ausserdem kann entsprechend der höheren Normalvergrösserung m_0 nur bei kleineren Objekten das Maximum des Kontrastabstandes tatsächlich ausgeschöpft werden, wenn das gesamte Objekt abzubilden ist..

Um die Bedeutung der gewonnenen Ergebnisse für die Beobachtungsinteressen des Amateurastronomen besser einschätzen zu können, wurde eine nach *Clark* [1] gewählte, repräsentative Auswahl von 409 Deep-Sky-Objekten mit Deklinationen oberhalb von -20° auf ihre Häufigkeitsverteilung nach Dimension und Flächenhelligkeit überprüft (Bild 7). Eine charakteristische Häufung befindet sich danach innerhalb eines Bereiches von Objektdurchmessern von etwa 0,4...4' und Flächenhelligkeiten von etwa 20...22 mag/(")^2. Die oben als Beispiel gewählten Objekte *M 57* und *M 51* fassen dieses Häufungsgebiet als Außenseiter

Log. Kontrastabstand lg(C/Ck) in Abhängigkeit von der Vergrösserung m für Teleskope der Öffnung D=8" - «kleine» Objekte.

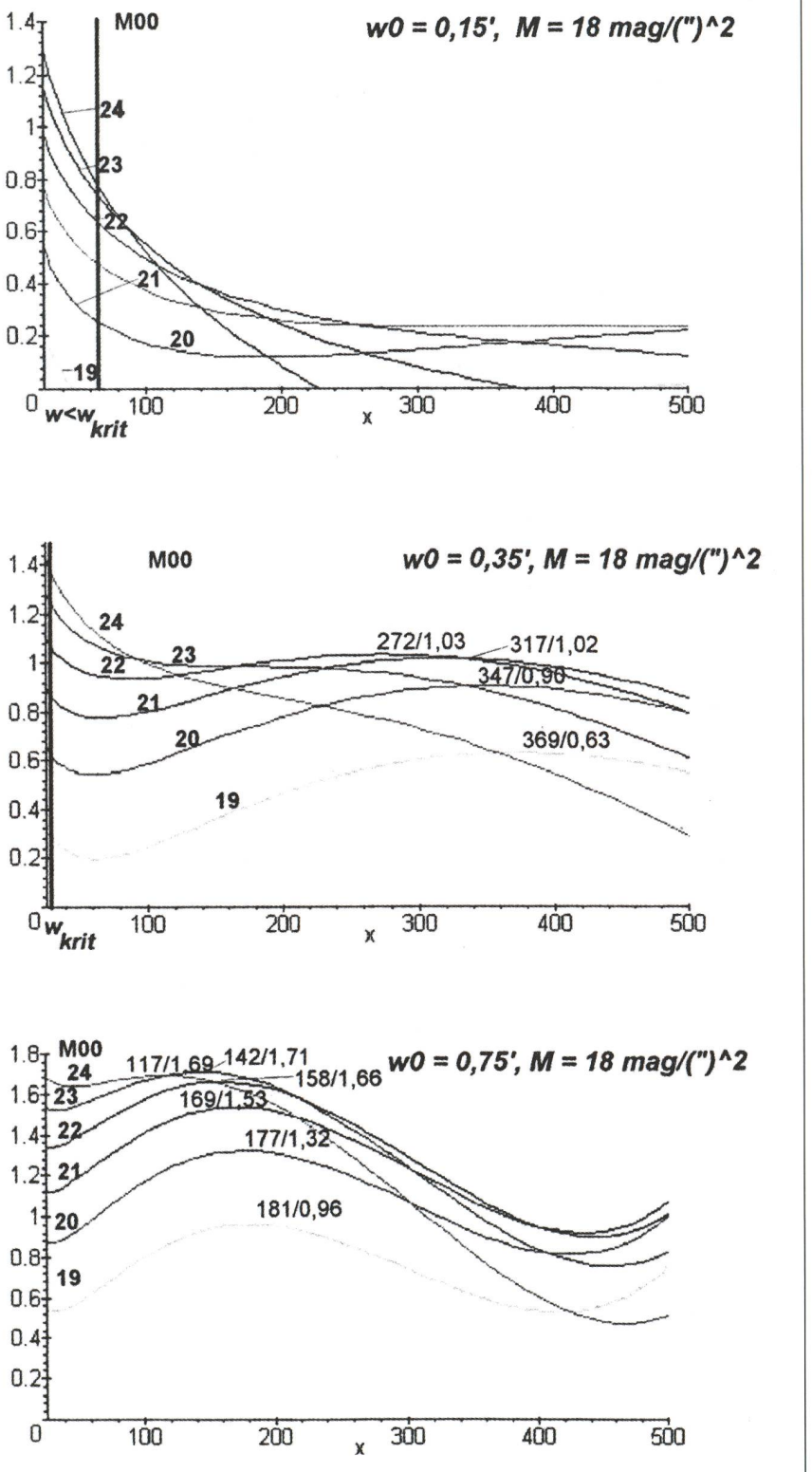


Bild 5b

ein. *M 57* ist danach ein besonders helles kleines, *M 51* ein relativ lichtschwaches mittelgrosses Objekt.

Schlußfolgerungen

Bild 8 zeigt die für den Beobachter interessanten Resultate aus der Sicht der vorliegenden Arbeit. Die eminente Bedeutung der Hintergrundhelligkeit M_{00} für die erreichbaren Kontrastabstände wird konkret erfaßbar. Bei der Mehrzahl der *kleinen* Objekte sind also ungünstigere Bedingungen als für den Ringnebel in der Leier zu erwarten. Für *mittelgrosse* Objekte mit etwas geringerer Dimension als *M 51* ergeben sich et-

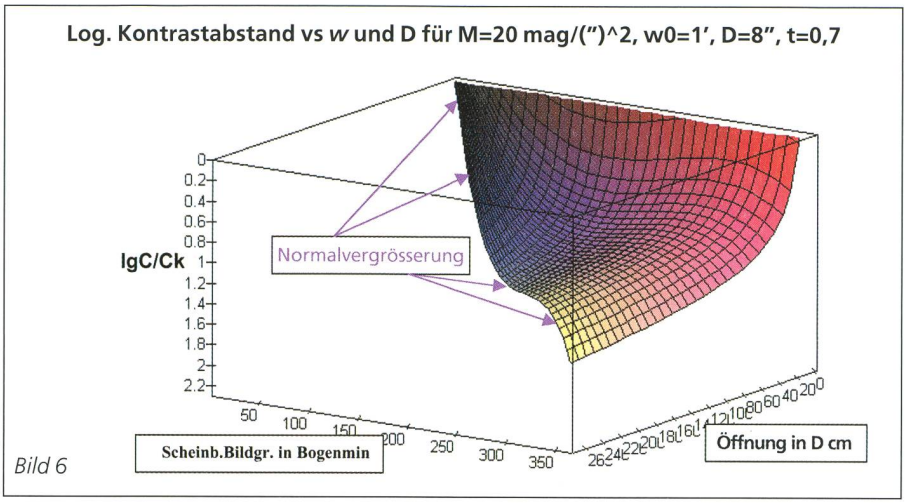


Bild 6

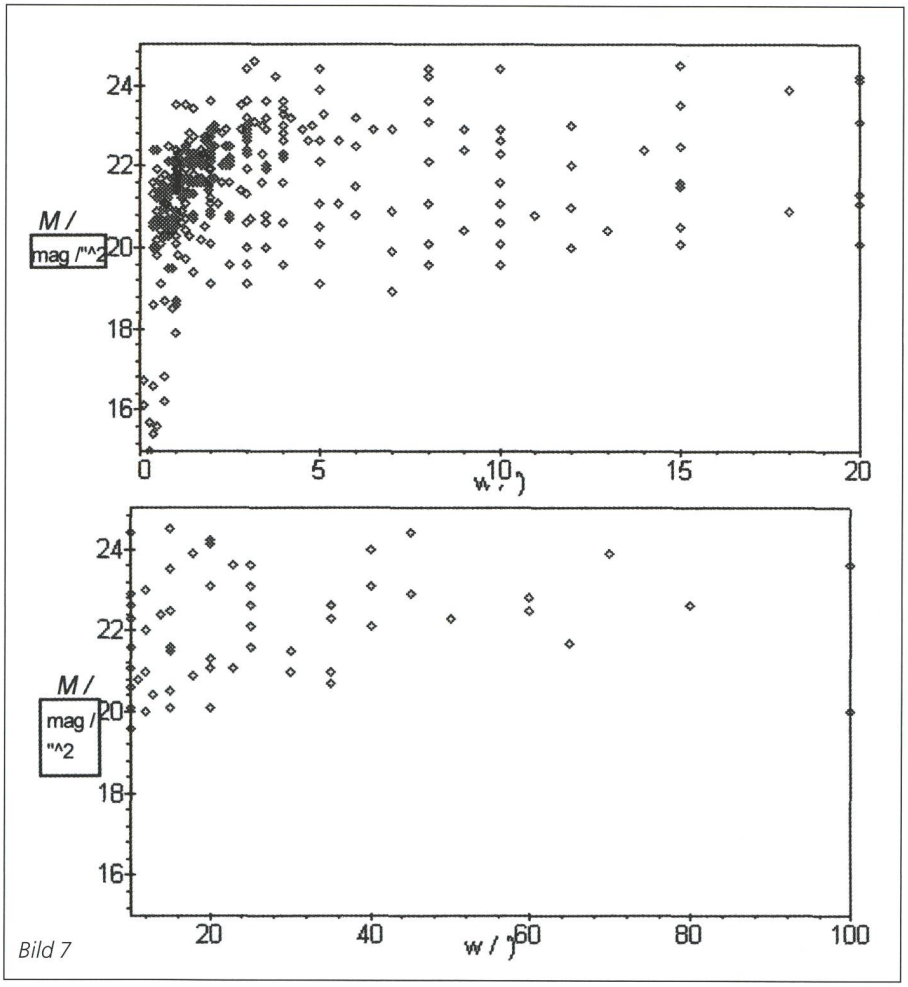


Bild 7

Kasten 2

Flächenhell. des Himmelshintergrundes M_{00}/mag/(≤)²

OBJEKT Grösse	Flächenhelligkeit M/mag/(≤)²	21 opt. Vergrösserung		22 opt. Vergrösserung		23 log. Kontrastabstand		24 log. Kontrastabstand	
0,2°	20	Nicht sichtbar		26	0,14	26	0,36	26	0,52
0,2°	15	26	2,02	26	2,21	26	2,38	26	2,52
1°	20	130	0,69	124	0,98	114	1,09	100	1,10
5°	20	26	1,27	26	1,67	26	1,37	26	2,20

was günstigere Bedingungen als für diese Galaxie. Größere Komplikationen gibt es für ausgesprochen *große* Objekte (> 10..20..100'), insbesondere wenn sie infolge ihrer geringen Flächenhelligkeit $M > 22$ mag/(")^2 sehr dunkle Himmel erfordern. Hier sind hohe Vergrößerungen $m > m_0$ ungeeignet und einzig und allein größere Öffnungen einzusetzen. Beide Forderungen sind jedoch für die meisten Amateure nur schwer erreichbar. *Sehr kleine* Objekte (< 0,4... 0,5') sind zwar, da sie überwiegend nicht lichtschwach sind, grundsätzlich nachweisbar, mit geringen Öffnungen allerdings nur einem Fixstern ähnlich. Erst große Öffnungen vermögen die hohen Vergrößerungen einzusetzen, die diese Strukturen bis zu einem attraktiven Sehwinkel zu vergrößern vermögen. Die Anwendung der Optimalvergrößerung $m = m_{opt}$ ist für die praktische Beobachtung von Objekten im Mittelfeld des (M,w_0)-Diagramms von Vorteil.

Die häufig anzutreffende Erwartung, nach der eine möglichst kleine Vergrösserung das beste Bild liefern sollte, da auf diese Weise eine maximale Beleuchtungsstärke auf der Netzhaut entstehe, erweist sich also nur für grosse Objekte ausreichender Flächenhelligkeit – gemessen an der Lichtsammlung durch das Teleskop und der vorhandenen Helligkeit des Himmelshintergrundes – als stichhaltig. Dagegen ist diese Auffassung in all denjenigen Fällen mittelgrosser und (nicht zu) kleiner Objekte, in denen die Kontrastabstandsfläche ein deutliches Maximum aufweist, falsch, da für diese eine optimale Wahl der Vergrösserung angenähert möglich ist. Für derartige Objektbereiche homogen leuchtender, flächenhafter Deep-Sky-Objekte und die im Bereich der Amateurastronomie üblichen Teleskopöffnungen bringt die Verwendung des Konzeptes der Flächenhelligkeit immerhin Verbesserungen durch Kontrastabstandsgewinne. Zu beachten ist allerdings, daß Objekte grösserer Durchmesser (≥ 10') leicht durch die gängigen Vergrösserungen $m > m_0$ in denjenigen Winkelbereich der scheinbaren Bildgrösse transformiert werden, der bereits oberhalb des zu erwartenden Kontrastabstandsmaximums liegt.

Unter diesen Gesichtspunkten sowie in bezug auf die stark variierende Flächenhelligkeit des Himmelshintergrundes erscheinen die in [1] angegebenen ODM-Tabellen problematisch. Erst durch die analytische Darstellung der tatsächlich zu erwartenden Verläufe von lg C/C_k über M_{00} und über w kann die Situation überschaut werden. Der Verfasser neigt aus der Sicht der hier dargestellten Ergebnisse über die zu erwartenden Optimierungsmöglichkeiten zu der Auffas-

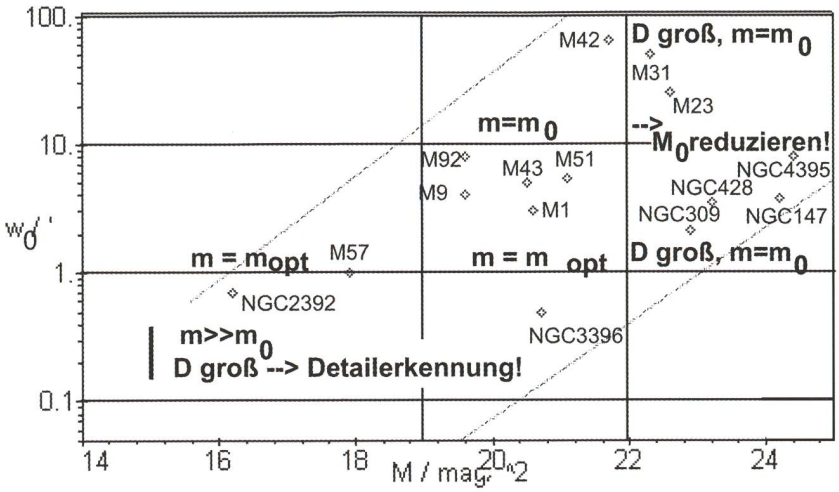
Bibliographie

[1] CLARK, ROBERT N., *Visual Astronomy of the Deep Sky*, Cambridge University Press & Sky Publishing Corporation Cambridge, 1990.
[2] BLACKWELL, H.R., *Contrast thresholds of the human eye*, Journ.Opt.Soc.Am. 36, Nr.11 (1946), p.624ff.
[3] MACROBERT, A., *Backyard Astronomy - Deep-Sky Observing*, Sky Publishing Corporation, 1996. P.O.Box 9111, Belmont, MA 02178-9111
[4] BARTELS, M., *Visual Astronomy, an investigation into the visual detection magnification*, http://zebu.uoregon.edu/mbartels (1996)

sung, daß es für die Praxis des Amateurastronomen in den meisten Fällen genügen wird, die Optimalvergrösserung aus einem relativ groben Raster einfacher 2d-Darstellungen ähnlich Bild 5a zu erfassen. Auch Übersichten, wie in Kasten 2 für das Beispiel des 8"-Teleskopes gezeigt, könnten sich als nützlich erweisen.

Empfohlene Beobachtungsweise für flächenhafte Deep-Sky-Objekte im (w_0, M)-Diagramm

Die eingetragenen Objekte stellen lediglich ausgewählte Beispiele dar



m_0 – Normalvergrösserung; m_{opt} – optimale Vergrößerung

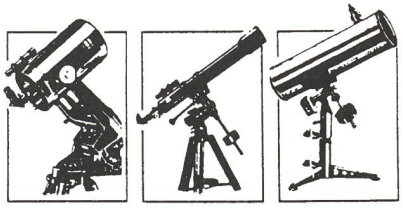
Bild 8

HANS LIPPMANN, Hachstrasse 43, D-08359 Breitenbrunn

Sonnenfinsternis 21. Juni 2001

■ Möchten Sie das faszinierende Naturschauspiel verbunden mit einer Camping-Tour miterleben?
Zambia ab 4 Teilnehmer oder **Zimbabwe** ab 10 Teilnehmer
Das Detailprogramm erhalten Sie bei:
HANSJÜRG BREFIN, Kirchbergstrasse 5, 3421 Lyssach. Tel. 034/445 16 69 - Fax 034/445 91 02

Ihr Partner für Teleskope und Zubehör



Grosse Auswahl
Zubehör, Okulare, Filter

Telrad-Sucher
Astro-CCD-Kameras
Astro-Software

Sternatlanten
Sternkarten
Astronomische Literatur

Beratung, Service
Günstige Preise

Ausstellungsraum

CELESTRON®
Tele Vue
Meade
ANTARES
AOK
LEICA
Kowa
FUJINON
STARLIGHT XPRESS

FOTO VIDEO Zumstein
Casinoplatz 8, 3001 Bern
Tel. 031/311 21 13 Fax 031/312 27 14

Alleinvertrieb für die Schweiz: PENTAX®

Internet http://www.zumstein-foto.ch e-mail: zumstein-foto@datacomm.ch

Die Expansion des Raumes in der relativistischen Kosmologie

GASTON FISCHER

1. Ein Gedankenexperiement

Nach der Relativitätstheorie ist die Lichtgeschwindigkeit c eine Grenzgeschwindigkeit. Oft wird dies so ausgedrückt, es sei nicht möglich, Information mit Geschwindigkeiten zu übertragen, die c überschreiten. Die Ausweitung des Universums ist jedoch eine *Expansion des Raumes selbst* und ist dieser Begrenzung nicht unterworfen. Wie ist dies zu verstehen?

Dieses scheinbare Paradox versuchen wir mit einem Gedankenexperiment zu beleuchten. Wir stellen uns einen zweidimensionalen Raum vor, als Oberfläche einer grossen Kugel, wie in Fig. 1 skizziert. An einem begrenzten Ort dieser Kugel befindet sich eine Bevölkerung sehr kleiner und platter Lebewesen. Diese Geschöpfe sind sich nur der zwei Dimensionen der Kugeloberfläche bewusst und haben das Gefühl, die Welt erstrecke sich flächenmässig ins Unendliche. Eines ist sicher, die Grenzen Ihres Universums haben sie nie wahrgenommen. Ungeachtet, wo sie wohnen, haben sie geforscht und Wissenschaften wie Mathematik und Physik entwickelt. Genau wie wir, mussten sie bald einsehen, dass die Lichtgeschwindigkeit nicht übertroffen werden kann. Weiter forschend kamen sie bald zum Schluss, dass die Summe Σ der Winkel grosser Dreiecke den Wert π (d.h. 180°) immer übertrifft. Diese Beobachtung bewog sie dann anzunehmen, ihr Universum sei nicht flach, sondern es sei *kugelförmig*, oder zumindest aber *geschlossen* oder *elliptisch*. In einem *offenen* oder *hyperbolischen* Universum wäre $\Sigma < \pi$, und in einem *flachen* oder *parabolischen* Universum wäre $\Sigma = \pi$.

Dank systematischer Vermessungen finden sie heraus, dass für alle Dreiecke diese Summe Σ immer gleich π plus eine Grösse proportional der Fläche A des einbeschriebenen Dreiecks herauskommt, d.h.

$$\Sigma = \pi + \alpha \cdot A \ . \qquad (1)$$

Dieser Befund bestätigt die *Kugelförmigkeit* ihres Weltalls und führt sie zur Annahme, die Konstante α sollte gleich $1/R^2$ geschrieben werden, wo R den Radius ihres kugelförmigen Universums angibt. Aus vertieften Studien ihrer Vergangenheit kommen sie jedoch zum Schluss, dass diese Deutung von α nur dann für alle Zeiten gilt, wenn angenommen wird, dass der Radius ihres Universums fortwährend angestiegen ist. Dies tut er offenbar auch heute noch und zwar so schnell, dass seine Wachstumsrate die Lichtgeschwindigkeit übertrifft. Mit anderen Worten, $R(t) = dR(t)/dt$ kann grösser als c sein!

Als aussenstehende Beobachter können wir nun einige interessante Schlüsse ziehen:

1) Auf der Kugel kann die Lage eines Punktes durch seine Winkelkoordinaten Θ angegeben werden. Abgesehen von der Ausweitung des Kugelradius $R(t)$ nehmen wir an, ein Gegenstand sei stationär, wenn seine Winkelkoordinaten sich nicht ändern. Diese Stationarität kann aber nur gegenüber so etwas wie einer *Mikrowellenhintergrundstrahlung* definiert werden. Die allgemeine Expansion verformt begrenzte Objekte jedoch nicht, und dies bis zur Grösse von Galaxien. Im Bereich solcher begrenzter Objekte wird es i.a. von Vorteil sein, mit lokalen Euklidischen Koordinaten zu arbeiten. Gegenüber solchen Koordinaten kann ein ausgewählter Punkt ruhend oder in Bewegung sein. Diese Stationarität oder Bewegung sind jedoch in keiner Weise absolut. In solchen lokalen Koordinaten gelten die üblichen Gesetze der Physik.

2) Die Expansion des Weltallradius $R(t)$ hat zur Folge, dass sich zwei Galaxien mit festen Winkelkoordinaten mit Geschwindigkeiten voneinander wegbewegen, die proportional zu ihrem Abstand sind. Dies kann mittels Messungen ihrer gegenseitigen Rotverschiebung bestätigt werden und entspricht dem *Hubble-Gesetz* .

3) In unserem Gedankenexperiment wird angenommen, dass Lichtstrahlen, die parallel zur Kugeloberfläche ausgestrahlt werden, sich nur auf dieser Oberfläche ausbreiten. Das bedeutet, dass Materie überall mit perfekter Kugelsymmetrie verteilt ist. Innerhalb der Kugel könnte das z.B. auch eine hauchdünne Schicht unter der Oberfläche sein. Die mittlere Dichte innerhalb der Kugel muss aber einen wohlbestimmten Wert besitzen, das Äquivalent einer *kritischen Dichte* .

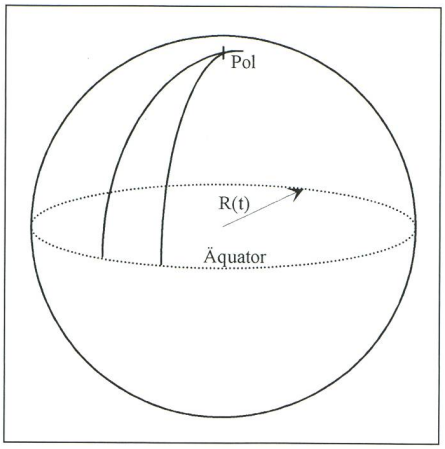


Fig. 1. Zweidimensionales Universum an der Oberfläche einer Kugel. Für sehr kleine dünne Bewohner scheint dieses Universum flach zu sein. Obwohl es keine festen Grenzen aufweist, hat es nur eine begrenzte Ausdehnung. Die Raumexpansion entspricht einer Vergrösserung des Krümmungsradius R(t). Die Geschwindigkeit, mit der R(t) wachsen kann, wird nicht von der Lichtgeschwindigkeit begrenzt, denn es ist eine Expansion des Raumes selbst . Als Hauptkonsequenz ergibt sich eine generelle Flucht aller auf der Kugel sich befindenden Galaxien, mit einer Geschwindigkeit, die proportional zu deren jeweiligen Abstand ist, was dem bekannten Hubble-Gesetz gleichkommt. Diese Expansion verformt aber Objekte begrenzter Dimensionen nicht, und dies bis zu den Abmessungen der grössten Galaxien! Man überzeugt sich auch leicht, dass die Summe Σ der inneren Winkel des von den Meridianen und dem Äquator begrenzten Dreiecks gleich $\pi + A / [R(t)]^2$ ist.

4) Die allgemeine Expansion der Kugel, beschrieben durch die Funktion $R(t)$ der Fig. 1, kann aber auch als *Änderung der Krümmung* des Universums betrachtet werden. In genau dieser Hinsicht ist die Änderung von $R(t)$ verschieden von einer *Relativbewegung* zweier Objekte auf der Kugel, und dies ist auch der Grund, wieso diese Raumausweitung der Begrenzung mit der Lichtgeschwindigkeit nicht unterstellt ist. Das Beispiel der Dreiecke erlaubt es, die Expansion des Raumes von der Relativbewegung zweier Objekte auf der Kugel klar zu unterscheiden: Die Expansion der Kugel vergrössert alle Dreiecke mit festen Winkelkoordinaten, verändert jedoch ihre Winkelsummen Σ nicht; bei einem Dreieck jedoch, dessen Differenz der Winkelkoordinaten seiner Scheitelpunkte ansteigt, wächst auch die Summe Σ. Wird jedoch $R(t)$ immer grösser, so wird es auch immer schwieriger, die

Krümmung des Weltalls nachzuweisen. Heute sind wir in unserem reellen Universum genau in dieser Situation.

5) Für die Kugelbewohner gibt es ein *Sichthorizont*. Nimmt der Radius ihres kugelförmigen Universums schneller zu als die Lichtgeschwindigkeit, muss die Zahl der optisch erreichbaren Galaxien abnehmen. Auf dem Sichthorizont werden also nach und nach Galaxien verschwinden. Das gleiche passiert jetzt auch in unserem eigenen Universum.

6) Die Kugelbewohner haben also erkannt, dass ihre zweidimensionale Wahrnehmung des Raumes, die zuerst euklidisch (d.h. absolut flach) erschien, eine Folge ihrer eigenen kleinen Abmessungen ist. Sie wissen nun, dass der Raum in der Tat dreidimensional ist und dass seine Krümmung, zumindest im Prinzip, aus den Eigenschaften grosser Dreiecke abgeleitet werden kann. Da solche Dreiecke Gl. (1) erfüllen, konnten sie ableiten, dass der Raum tatsächlich kugelförmig ist. Sie hätten aber auch ein etwas komplizierteres Gesetz finden können, wie zum Beispiel:

$$\Sigma = \pi + \alpha_e(\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3) \cdot A\,, \qquad (2)$$

oder

$$\Sigma = \pi - \alpha_h(\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3) \cdot A\,. \qquad (3)$$

Wir nehmen hier an, die Funktionen $\alpha_e(\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3)$ und $\alpha_h(\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3)$ der Winkelkoordinaten Θ_i der Dreieckscheitel seien immer > 0. Während (1) den Eigenschaften eines idealen *kugelförmigen* Raumes entspricht, besagt Gl. (2) nur, dass der Raum *geschlossen* oder *elliptisch* ist (an jedem Punkt kann er mit einem Ellipsoid angeglichen werden, aber für jeden neuen Punkt braucht es i.a. ein anderes Ellipsoid). Gl. (3) dagegen gilt für *offene* oder *hyperbolische* Räume (auch hier wird zur Angleichung des Raumes für jeden Punkt i.a. ein anderes Hyperboloid benötigt). Ein Raum, der überall eine elliptische Struktur besitzt, hat notwendigerweise endliche Abmessungen; ist er überall hyperbolisch, so erstreckt er sich zwangsläufig ins Unendliche. Letzteres gilt auch für Räume, die allseits flach sind.

7) Weitet sich ein Raum aus, so nimmt sein Krümmungsradius $R(t)$ i.a. zu. Bei gekrümmten Räumen ist dies leicht einzusehen. In einem flachen Raum ist jedoch $R(t)$ unendlich gross. Um die Expansion zu verfolgen, wird hier der Krümmungsradius durch eine sehr grosse Distanz ersetzt, wie der Abstand von zwei sehr entfernten Galaxien. Damit befreit man sich von Bewegungen, die von lokalen gravitativen Wechselwirkungen hervorgerufen wären. An jedem Raumpunkt in unserem Gedankenexperiment hängt die Funktion $R(t)$ nur von der Zeit t ab, somit ist $R(t)$ selbst eine Art Zeitkoordinate. Für die Bewohner dieses künstlichen Weltalls liegt es dann nahe, ihren Raum als dreidimensional anzusehen, mit zwei Raumkoordinaten und einer dritten, die einen eher zeitlichen Charakter aufweist. Diese Trennung ist aber keineswegs absolut, denn die allgemeine Flucht aller Galaxien von einander manifestiert sich doch als eine räumliche Bewegung. In der Tat widerspiegelt sie nur das stetige Anwachsen des räumlichen Krümmungsradius $R(t)$, der den Ablauf der Zeit darstellt.

8) Im Universum unseres Gedankenexperimentes kann man sich vorstellen, dass die Expansion in alle Ewigkeit fortschreitet. Die Expansion könnte sich aber auch verlangsamen, zu einem Stillstand kommen und sich dann in eine Kontraktion wandeln. Trifft dies zu, so kommt es schliesslich zu einem kolossalen Kollaps, einem «Big Crunch», dem Gegenteil vom sog. *Urknall* , den man heute meistens als «Big Bang» bezeichnet. Wird $R(t)$ als eine Art Zeitkoordinate angesehen, so entspricht die Expansionsphase einem positiven und die Kontraktion einem negativem Zeitablauf.

Wir wenden uns nun unserem eigenen reellen Universum zu mit der Frage, ob und wie die Eigenschaften unseres Gedankenexperimentes sich hier für uns offenbaren.

Die übliche Empfindung, die wir von unserer Umgebung haben, ist die eines dreidimensionalen flachen Euklidischen Raumes. Das Beispiel des Gedankenexperimentes legt aber nahe, dass die Realität ganz anders sein könnte. Es könnte in der Tat so sein, dass wir an eine dreidimensionale Sub-Struktur gebunden sind, einer Oberfläche in einem vierdimensionalen Raum. Diese «Fläche» kommt uns überall so vor, als hätte sie nur drei Dimensionen und wir haben das Gefühl, dessen Krümmungsradius $R(t)$ wachse sehr schnell an. In der Tat ist es sogar so, das wir von Krümmungsradius gar nicht sprechen sollten, denn das Weltall kommt uns heute so vor, als wäre es vollkommen flach und $R(t)$ ist somit nur eine typische sehr grosse Strecke: die Krümmung des Universums ist also scheinbar null. Was die Expansion angeht, gibt es heute Anzeichen, dass diese in beschleunigter Weise fortschreitet. Wie kann das verstanden werden?

2. Die kosmologische Konstante

Nachdem er die Gesetze der Mechanik und der allgemeinen Gravitation formuliert hatte, sah Newton sofort ein, dass nach diesen Gesetzen das Universum zwangsweise einstürzen musste. Um einem solchen Einsturz zuvor zu kommen, bedurfte es einer abstossenden Kraft, die im Weltall überall zu spüren wäre. Die gesuchte Stabilität lässt sich in der Tat auf einfache Weise mit einer Kraft erzielen, die der mittleren Massendichte des Universums proportional ist. Auf der Erdoberfläche, z.B., würde dann eine Testmasse m nicht nur die bekannte Schwerkraft $F = m \cdot g$ empfinden, also

$$F = G \cdot \frac{mM}{r^2} = \frac{4\pi mGr}{3}\rho_T = m \cdot g\,, \qquad (4)$$

wo G die Gravitationskonstante ($6{,}6726 \cdot 10^{-11}$ m^3 kg^{-1} s^{-2}), M die Masse der Erde, r deren mittleren Radius (6371 km), und ρ_T deren mittlere Dichte (5,520 kg/m^3) ist, sondern auch eine abstossende Kraft, proportional zur mittleren Weltalldichte ρ_U, etwa 10^{-26} kg/m^3:

$$F = \frac{4\pi mGr}{3}(\rho_T - \rho_U)\,. \qquad (5)$$

An der Erdoberfläche ist aber ρ_U gegenüber ρ_T völlig vernachlässigbar. Gl. (4) ist somit eine hinreichende Beschreibung der Kraft, die auf einen Gegenstand an der Erdoberfläche wirkt. Gl. (5) bringt dazu nur eine kosmetische Verbesserung.

Diese Feststellung gilt auch für die Oberfläche von Sternen und sogar von Galaxien. Der einzige Effekt dieser zusätzlichen Kraft besteht tatsächlich darin, die Stabilität der grossräumigen Struktur des Universums zu garantieren. Das hat eben Newton gesucht, denn er war überzeugt, diese Struktur müsse ewig stabil sein, oder zumindest stationär.

Beschränkt man sich auf Koordinatensysteme, die an eine Galaxie gebunden sind und auf Geschwindigkeiten, die klein sind gegenüber der Lichtgeschwindigkeit, so behalten die klassischen Gesetze der Physik ihre Gültigkeit. Diese Gesetze sind auch in Systemen gültig, die gegenüber dem galaxiegebundenen gleichmässig bewegt sind. All diese Systeme bilden die Ge-

samtheit der «Inertialsysteme». Da sie vom klassischen Standpunkt äquivalent sind, hat man lange angenommen, dass keines davon ausgezeichnet sei. Nachdem die kosmische Grundstrahlung bei 2,735°K entdeckt wurde, hat man diese Aussage revidieren müssen. Das System, in welchem diese Grundstrahlung die grösste Isotropie aufweist, ist bestimmt fundamentaler als die anderen. In diesem System erscheint die Strahlung, die aus allen Himmelsrichtungen kommt, am gleichmässigsten verteilt. Bewegt man sich mit gleichmässiger Geschwindigkeit in diesem Grundsystem, so erscheint die Strahlung zu kürzeren oder längeren Wellenlängen verschoben und somit die empfundene Temperatur als höher oder tiefer, je nachdem, ob die Bewegung entgegen oder mit der Strahlung verläuft.

Vergleicht man Gl. (4) und (5), so kann die zweite wie folgt umgeschrieben werden:

$$F = m\left[\frac{GM}{r^2} - \frac{\lambda r}{3}\right], \qquad (6)$$

wo:

$$\lambda = 4\pi G\,\rho_U\,. \qquad (7)$$

λ ist als *kosmologische Konstante von Newton* bekannt. Fällt diese Konstante unter den Wert von Gl. (7), so führt Gl. (6) mit den Gesetzen der Mechanik zwangsweise zu einem einfallenden Universum. Ist sie grösser, so wird die Expansion nicht nur in alle Ewigkeit fortschreiten, sie wird dies sogar in *beschleunigter* Weise tun. Fällt das Weltall in sich zusammen, dann kommen vorher unsichtbare Galaxien sukzessive in unser Sichtfeld. Weitet es sich beschleunigt aus, dann verschwinden Galaxien nach und nach über unseren Sichthorizont.

Als Einstein aus seiner Theorie der allgemeinen Relativität die Grundgleichungen der Kosmologie abgeleitet hatte, befand er sich vor dem gleichen Dilemma wie Newton. Seine Gleichungen führten zu einem allgemeinen Einsturz des Weltalls. Wie Newton war Einstein überzeugt, dass das Universum auf grosser Skala stabil sein müsse. Glücklicherweise war es in seinen Gleichungen erlaubt, eine Konstante einzuführen, mit welcher diese Stabilität erwirkt werden konnte. Es stellte sich heraus, dass diese *kosmologische Konstante Einsteins* genau die gleiche ist wie diejenige, die schon Newton vorgeschlagen hatte, nur dass in seinen Einheiten die Konstante mit c^2 zu dividieren ist und als $\Lambda = \lambda / c^2$ geschrieben wird.

Als die Beobachtungen von Hubble zu dem Schluss führten, dass das Universum im «Big Bang» seine Geburt fand, bei welchem alle Teile wie in einer Explosion auseinander fliegen, bereute Einstein auf bittere Weise die Einführung dieser Konstante. Einstein folgend wurde dann in der Kosmologie diese Konstante regelrecht verworfen. Wir werden aber gleich sehen, dass die *kosmologische Konstante* heute wieder eine wichtige Rolle einnimmt.

3. Die mittlere Materiedichte im Universum

Im 1. Abschnitt wurde angenommen, dass ein Lichtstrahl, der parallel zur Oberfläche der Kugel des Gedankenexperimentes ausgestrahlt wird, sich nur auf der Kugel ausbreiten würde. Wie dort gesagt, ist das nur möglich, wenn die Materie mit strikter Kugelsymmetrie verteilt ist und wenn die mittlere Dichte innerhalb der Kugel einen wohlbestimmten Wert einnimmt. Ausserhalb der Kugel muss nur die Kugelsymmetrie eingehalten werden.

Ist unser Universum eine Sub-Struktur eines vierdimensionalen Raumes, dann könnte man fragen, ob es auch hier eine wohldefinierte kritische Materiedichte gibt? Man hat tatsächlich lange geglaubt, dass dies der Fall ist. Diese kritische Dichte garantierte eine stetig andauernde Expansion, wobei aber die Expansionsrate nach unendlicher Zeit auf null konvergiert. Doch die sorgfältigsten Aufnahmen aller wahrnehmbarer Materie kamen nie über etwa ein Drittel dieser kritischen Dichte heraus. Dazu kommt die Überraschung, dass neue Beobachtungen eine Beschleunigung der Expansion aufzeigen. Nach der klassischen Physik würde man doch annehmen, die Gravitation könne nur eine Verlangsamung der Expansion verursachen. Wie sollen diese zwei Befunde gedeutet werden?

Die Antwort auf diese zwei Fragen liefert die kosmologische Konstante. Diese Konstante und die Materiedichte sind so kombiniert, dass wir in erster Näherung ein flaches Universum vorfinden. Die Massendichte erreicht zwar nur etwa ein Viertel oder ein Drittel des kritischen Wertes, dagegen übertrifft die kosmologische Konstante die Grösse, die für ein statisches Weltall notwendig wäre. Die Expansion ist deshalb beschleunigt! Wie aus Gl. (5) ersichtlich, hat das aber keinen Einfluss auf beschränkte Objekte, auch wenn diese die Abmessungen der grössten Galaxien haben.

4. Das Hubble-Gesetz als Folge der Raumexpansion

Wie beim anfänglichen Gedankenexperiment ist das *Hubble-Gesetz* eine Folge des stetig wachsenden Krümmungsradius $R(t)$. Die gegenseitigen Fluchtgeschwindigkeiten v von entfernten Galaxien sind dann proportional zu deren Abstand d:

$$v = H \cdot d\,. \qquad (8)$$

Der Proportionalitätsfaktor H ist die «*Hubble-Konstante*» und dessen Dimension das Inverse einer Zeit. Wird v in m/s und d in m ausgedruckt, dann wird die Zeit $t_{car} = 1/H$, in Sekunden ausgedrückt, als gute Abschätzung vom Alter des Universums angesehen. Üblicherweise gibt man H in km/sMpc an, wo Mpc für Megaparsec steht. Ein Mpc entspricht 3,261 Millionen Lichtjahren. Nach einer langen und bitteren Kontroverse hat man sich heute auf einen Wert von $H = 75 \pm 7$ km/sMpc einigen können, was ein Alter t_{car} von ungefähr 13 Milliarden Jahren ergibt[1)].

Wie schon mehrmals gesagt, untersteht die Raumexpansion und die gegenseitige Flucht aller Galaxien nicht der Begrenzung durch die Lichtgeschwindigkeit. Anders ist es für gegenseitige Bewegungen benachbarter Galaxien unter dem Einfluss ihrer gravitativen Wechselwirkungen. Diese Wechselwirkungen unterstehen den Gesetzen der Schwere und der Mechanik und somit auch den Einschränkungen der Relativitätstheorie. Sie können niemals zu gegenseitigen Geschwindigkeiten führen, welche die des Lichtes übertreffen. Als Beispiel kann man die gegenseitigen Bewegungen unserer Milchstrasse und ihrer grossen und nahen Nachbarin, der Andromeda Galaxie (M31), anführen. Diese zwei Galaxien fliegen mit der sehr grossen Geschwindigkeit von 300 km/s aufeinander zu.

5. Das Universum in beschleunigter Expansion

Zur grossen Überraschung fast aller Kosmologen konnten kürzlich zwei internationale Forschergruppen bestätigen, dass die mittlere Materiedichte ρ_U des Weltalls tatsächlich um einen Faktor von 3 bis 4 kleiner ist als die kritische Dichte ρ_C, mit der klaren Folge, dass sich das Universum für alle Ewigkeit ausdehnen wird. Sie haben aber auch mit grosser Sicherheit Zeugnis erbracht, dass das Universum scheinbar in beschleunigter Expansion steht! Im Rahmen der kosmologischen Grundgleichungen kann das nur mit einer positiven kosmologischen Konstanten

[1)] Die Beziehung zwischen H in km/sMpc und t_{car} in Millionen Lichtjahre ist $t_{car} = 978/H$.

verstanden werden, die noch grösser sein muss, als Newton und Einstein vorgeschlagen hatten, um dem Zusammenbruch des Weltalls zuvorzukommen. Je nach Vorzeichen dieser Konstante ersieht man nämlich aus Gl. (6), dass sie die Rolle einer anziehenden oder abstossenden Kraft spielen kann. Wie soll aber die beobachtete abstossende Kraft erklärt werden, woher kommt sie? Alles deutet darauf hin, dass deren Ursache gleicher Natur ist wie diejenige, die den «Big Bang» selbst verursacht hat. Der «Big Bang» setzte Energie/Materie in einer Einzelexplosion frei (wir verweisen auf die bekannte Gleichung $E = mc^2$!), und eine beschleunigte Expansion erfordert ebenfalls eine stetige Schöpfung von Materie im ganzen kosmischen Raum.

Es lohnt sich vielleicht zu betonen, dass die beschleunigte Expansion in keiner Weise eine Konsequenz spezieller Anfangsbedingungen beim «Big Bang» sein könnte, wie z.B. eine sehr grosse kinetische Energie. Eine solche Energie könnte niemals den gravitativen Bremseffekt verhindern und auch keine Beschleunigung verursachen. In Tat und Wahrheit gibt es keine klassische Erklärung für diese Beschleunigung. Was es dazu braucht, ist eine stetige «Erzeugung» von neuer Energie im ganzen kosmischen Raum, Energie die sich später in Materie wandelt. Wie für den «Big Bang» selbst sind zu solchen Erzeugungsprozessen «Vakuumschwankungen» notwendig, und man ist deshalb dazu verleitet, sie als ein *Nachglühen des anfänglichen «Big Bangs»* anzusehen.

Man könnte nun zu dem Schluss kommen, die beschleunigte Expansion auf diese Art zu erklären, könnte die Idee stationärer Weltalle, wie sie 1948 von Bondi und Gold und von Hoyle vorgeschlagen wurden, wieder ins Leben rufen. Solche Weltalle brauchen nämlich eine kontinuierliche Schöpfung von Energie im ganzen Kosmos, um die gegenseitige Flucht aller Galaxien zu erklären. Es besteht jedoch kein Zweifel, dass stationäre Weltalle, auch wenn sie im Rahmen einer strikten Relativität aufgebaut werden, nicht möglich sind. Unser Universum hat bestimmt mit einem singulären «Big Bang» begonnen, sein Ende wird jedoch nicht abrupt sein. Im Gegenteil, Materie wird zusehends dünner verteilt sein, die mittlere Temperatur wird weiter fallen und die Bedingungen, die zur Entwicklung von Leben notwendig sind, werden immer prekärer werden.

Wir verlassen dieses Thema und wenden uns zu den kürzlich gemachten Beobachtungen, die auf eine beschleunigte Expansion weisen. Eine detaillierte Diskussion darüber erschien kürzlich aus der Feder von BERNHARD PARODI in ORION (Nr. 298, S. 4-10). Die zwei neuen Studien beziehen sich auf die genaue Untersuchung des zeitlichen Ablaufs der Lichtkurven von Supernovae des Ia-Typs in weit entfernten Galaxien, d. h. Galaxien mit einer sehr grossen Rotverschiebung. Ia-Supernovae sind Ereignisse, die in Zwillingssternen auftreten, wo ein weisser Zwerg (ein sehr alter Stern, etwa von der Grösse der Erde, aber mit der Masse der Sonne, also mit einer Dichte von etwa einer Tonne pro cm^3!) von seinem viel jüngeren, gasförmigen Begleitstern dauernd Materie gravitativ einsaugt. Dabei hüllt er sich in eine immer dichter und heisser werdende Atmosphäre. Wenn dieser Gasmantel gewisse Dichten und Temperaturen erreicht, passiert ein Ia-Supernova – Ereignis: eine riesige thermonukleare Explosion. Alle Supernovae dieses Typs verlaufen sehr ähnlich: ihre Lichtkurven steigen sehr schnell an und werden dann viel langsamer abgebaut. Man versteht heute diese Explosionen so gut, dass sie zu eigentlichen Standardlichtquellen (oder Standardkerzen) geworden sind. Vom zeitlichen Verlauf ihrer Lichtkurven können ihre Entfernungen sehr genau abgeschätzt werden, und aus der Rotvershiebung der beherbergenden Galaxien erhält man ihre Entfernungen. Da nur Sterne einer sehr engen Klasse dies tun können, ist diese Explosionsphase bei allen Ia-Supernovae sehr ähnlich. Die kleinen Unterschiede sind

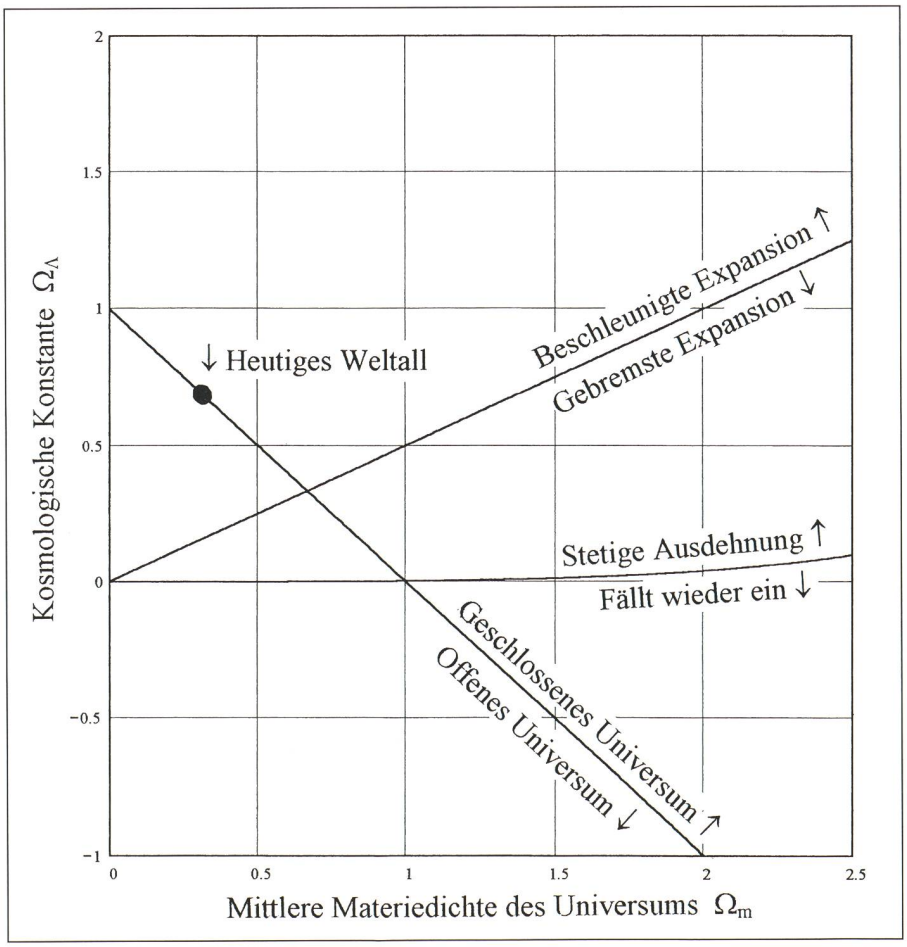


Fig. 2. Ebene der möglichen Lösungen der relativistischen Gleichungen der Kosmologie. Abszisse und Ordinate der Graphik entsprechen der kosmischen Massendichte Ω_m respektive der kosmologischen Konstanten Ω_Λ, beide normiert, wie im Text beschrieben. In dieser Ebene erkennt man die Gerade der flachen Weltalle als Grenze zwischen den offenen und geschlossenen, die Grenzlinie zwischen Universen, die in ewiger Expansion sind und solchen, die wieder zusammenfallen werden, sowie die Trennung zwischen beschleunigten und gebremsten Expansionsraten. Aus den besten heute bekannten Beobachtungen schliesst man auf ein flaches Universum, eine kleine Massendichte Ω_m und überraschenderweise auf eine unerwartet grosse positive kosmologische Konstante Ω_Λ.

vom Studium solcher Ereignisse in benachbarten Galaxien wohlbekannt: der Vorgang läuft z. B. schneller ab, wenn die maximale Lichtstärke der Explosion ursprünglich kleiner war. Die neuen Beobachtungen deuten darauf hin, dass entfernte Galaxien 10 bis 15% entfernter sind als bisher aus der Rotverschiebung angenommen wurde. Fig. 2 erlaubt es, diese revolutionären Resultate in den Rahmen der von der Relativität erlaubten Lösungen zu setzen. Ganz ohne Zweifel deuten sie auf ein beschleunigtes Universum hin.

Fig. 2 ist eine Ebene, auf der jeder Punkt einer möglichen Lösung der relativistischen kosmologischen Gleichungen entspricht. Abszisse beziehungweise Ordinate der Graphik sind der Massendichte des Universums und der kosmologischen Konstante zuzuordnen. Beide Parameter sind normiert: Ω_m ist die mittlere Massendichte dividiert durch die kritische Dichte ρ_C, während Ω_Λ die kosmologische Konstante Einsteins darstellt, multipliziert mit $(c \cdot t_{car})^2 /3$, wobei t_{car} aus der Hubble-Konstante nach Gl. (8) abgeleitet ist. Die Struktur der kosmologischen Gleichungen führt fast zwangsweise auf diese Normierungen. Die Graphik zeigt den Übergang von den offenen zu den geschlossenen Universen (die Grenzgerade gehört zu den flachen Universen), die Grenze zwischen Weltallen, die in stetiger Expansion stehen und solchen, die schliesslich im «Big Crunch» wieder zusammenfallen (hier gehört der Übergang den Universen, wo in der Ewigkeit die Geschwindigkeit der Expansion zum Stillstand kommt) und zum Schluss die Grenzlinie zwischen den abgebremsten und beschleunigten Universen (die Linie zeigt, wo sich statische Weltalle befinden würden). Die neuen Befunde deuten auf ein flaches Universum mit einer mittleren Dichte, die 3 bis 4 mal kleiner ist als die kritische, bei dem die kosmologische Konstante Ω_Λ zwischen etwa 0,7 und 0,75 liegt, und darauf, dass die Expansion unseres Universums tatsächlich beschleunigt fortschreitet. Hier soll noch gesagt werden, dass die beobachtete Flachheit sicher nicht absolut ist. Der «Big Bang» hat bestimmt ein geschlossenes Weltall geboren. Mit der folgenden riesigen Expansion ist die anfängliche elliptische Geometrie immer parabolischer oder flacher geworden, sodass es heute nicht mehr möglich ist, die verbliebene Krümmung der geschlossenen Struktur nachzuweisen.

Fig. 2 bedarf noch einiger Bemerkungen. Wir weisen zuerst darauf hin, dass Massendichte und kosmologische Konstante unabhängige Parameter sind; ihre respektiven Dimensionen sind kg/m^3 und m^{-2}, und die normierten Parameter Ω_m und Ω_Λ sind also dimensionslos. Es mag den Leser überraschen, wenn er sieht, dass die kosmologische Konstante Λ mit einem zeitabhängigen Faktor normiert wird. In einem sich wandelnden Universum, wie das unsrige, ist aber Λ wohl nicht zeitunabhängig. Bestimmt wird Ω_Λ mit der Zeit noch anwachsen, wird jedoch niemals >1 werden. $\Omega_m = \rho_U / \rho_C$ wird sich dagegen in Zukunft noch verkleinern. Den Punkt, den wir «heutiges Weltall» genannt haben, beschreibt das Universum, wie wir es mit unseren derzeitigen Beobachtungen erfassen. Mit fortlaufender Zeit bewegt sich dieser Punkt auf der Geraden $\Omega_\Lambda + \Omega_m = 1$ der flachen Universen langsam der Ordinate zu. Dabei wird es aber immer schwieriger werden, irgendwelche Anzeichen einer Krümmung des Raumes zu gewinnen.

Wie schon gesagt, erstrecken sich offene oder ideal flache Räume ($k = -1$ oder 0) in allen Richtungen ins Unendliche. Um ein solches Weltall zu gestalten, müsste im «Big Bang» eine unendliche Energiemenge hervorgebracht worden sein, was unrealistisch ist. Auch wäre es schwierig, sich vorzustellen, wie ein Universum, das sich ins Unendliche erstreckt, zusammenfallen könnte. Das sind die zwei wichtigsten Gründe, weshalb man in der Kosmologie heute annimmt, unser Universum sei in der Tat geschlossen ($k = +1$), obschon es scheinbar unmöglich ist, irgendwelche Anzeichen einer restlichen Krümmung zu erbringen.

Für offene Universen ist demnach nur eine ewig fortlaufende Expansion denkbar. Bei geschlossenen Universen haben wir gesehen, dass ein Wiedereinbruch möglich wird, sobald $\Omega_m \geq 1$. Wir wissen aber auch, dass eine positive kosmologische Konstante Ω_Λ einer abstossenden Kraft gleichkommt, die der Schwere entgegengesetzt ist. Wenn $\Omega_\Lambda > 0$, braucht es zu einem Wiedereinbruch eine Materiedichte, die grösser ist als die kritische, also $\Omega_m \geq 1$. Wächst Ω_Λ weiter an, muss auch Ω_m grösser werden. Das erklärt in Fig. 2 den Übergang zwischen den Universen, die für alle Ewigkeit in Expansion sein werden, und solchen, die sich später wieder zusammenziehen.

(Anhang Siehe nächste Seite)

GASTON FISCHER
Rue de Rugin 1A, CH-2034 Peseux, Schweiz

Jahresdiagramm 2001

für Sonne, Mond und Planeten

Das Jahresdiagramm, das die Auf- und Untergänge, die Kulminationszeiten von Sonne, Mond und Planeten in einem Zweifarbendruck während des gesamten Jahres in übersichtlicher Form zeigt, ist für 2001 ab Ende Oktober wieder erhältlich.
Das Diagramm ist plano oder auf A4 gefalzt für zwei geographische Lagen erhältlich:
Schweiz: 47° Nord – Deutschland: 50° Nord.

Dazu wird eine ausführliche Beschreibung mitgeliefert.
Der Preis beträgt ***Fr. 14.– / DM 16.–*** *plus Porto und Versand.*
Für Ihre Bestellung danke ich Ihnen bestens!

HANS BODMER,
Schlottenbüelstrasse 9b,
CH-8625 Gossau/ZH
Telephonische Bestellungen: 01/936 18 30 (abends)

Diagramme annuel 2001

Soleil, Lune et planètes

Le diagramme annuel qui indique les lever, coucher et temps de culmination du Soleil, de la Lune et des planètes, en impression deux couleurs, pendant toute l'année 2001 sous forme de tableau synoptique est à nouveau en vente dès fin octobre.
Le diagramme est plié à plat, en A4 et disponible pour deux latitudes géographiques:
Suisse: 47° nord – Allemagne: 50° nord.

Il est livré avec une description détaillée.
Prix: ***Fr. 14.– / DM 16.–*** *plus port et emballage.*
Je vous remercie d'avance de votre commande!

HANS BODMER,
Schlottenbüelstrasse 9b,
CH-8625 Gossau/ZH
Commandes téléphoniques: 01/936 18 30 (soir)

Mathematischer Anhang

Die kosmologischen Grundgleichungen von Einstein lauten:

$$\frac{8\pi G}{c^4} p_r = -\frac{k}{R^2} - \frac{\dot{R}^2}{c^2R^2} - \frac{2\ddot{R}}{c^2R} + \Lambda \ , \quad \text{(A.1)}$$

$$\frac{8\pi G}{3c^4} \rho_U c^2 = \frac{k}{R^2} + \frac{\dot{R}^2}{c^2R^2} - \frac{\Lambda}{3} \ , \quad \text{(A.2)}$$

wo p_r den Strahlungsdruck darstellt. k spielt die Rolle eines Vorzeichens, mit den Werten + 1, 0, oder –1, je nachdem das Universum *elliptisch*, *parabolisch*, oder *hyperbolisch* ist (mit anderen Worten: *geschlossen*, *flach* oder *offen* ist). Die anderen Parameter wurden alle im vorangehenden Text definiert. $\dot{R}(t) = dR(t)/dt$, und $\ddot{R}(t)$ ist die zweite Ableitung von $R(t)$ nach der Zeit. Zum jetzigen Zeitpunkt des Weltalls ist der Strahlungsdruck vernachlässigbar klein, und wir setzen deshalb p_r gleich null.

Die totale Energie einer Galaxie (kinetische plus potentielle), die mit ihrer Umgebung in Wechselwirkung steht, hängt ab von der mittleren kosmischen Massendichte. Wenn diese Energie so bemessen ist, dass die Galaxie es gerade noch schafft, mit einer verschwindenden Geschwindigkeit ins Unendliche zu gelangen, dann wird die erforderliche Massendichte als *kritische Dichte* ρ_c definiert. Für diese erhält man:

$$\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G} \ . \quad \text{(A.3)}$$

Berechnet man auf klassische Weise, wie die Expansion durch die Schwere gebremst wird, kommt man auf ein Gesetz von der Form

$$R(t) = A \cdot t^n \ , \quad \text{(A.4)}$$

wo der Exponent den wohldefinierten Wert $n = 2/3$ annimmt. Erwartungsgemäss beschreibt (A.4) eine gebremste Expansion. Heute beobachtet man jedoch eine beschleunigte Expansion, sodass bestimmt andere Kräfte ins Spiel kommen. Traditionsgemäss wird die positive oder negative Beschleunigung (also ein Bremsen) der Weltallexpansion mit einem sog. *Beschleunigungsparameter* q beschrieben, den man wie folgt aus dem Hubble-Gesetz $\dot{R} = HR$ ableitet:

$$\ddot{R} = H\dot{R} + R\dot{H} = \ddot{R}_H + \ddot{R}_R \ . \quad \text{(A.5)}$$

Der erste Term auf der rechten Seite von (A.5) beschreibt den Geschwindigkeitszuwachs, wenn bei konstantem H die Distanz R zunimmt. Wäre H tatsächlich zeitunabhängig, dann würden Beschleunigung und Geschwindigkeit exponentiell anwachsen. Der zweite Term beschreibt Änderungen, die der Zeitabhängigkeit von H zuzuschreiben sind. Da $H = 1/t_{carr}$ tatsächlich zeitabhängig ist, wird (A.5) umgeschrieben:

$$\dot{H} = \frac{\ddot{R}R - \dot{R}^2}{R^2} = -\frac{\dot{R}^2}{R^2} \cdot \left[1 - \frac{\ddot{R}R}{\dot{R}^2}\right] = -\frac{\dot{R}^2}{R^2} \cdot (1+q) \ , \quad \text{(A.6)}$$

$$\text{wo } q = -\frac{\ddot{R}R}{\dot{R}^2} \quad \text{d.h. } \frac{\ddot{R}}{R} = -q\frac{\dot{R}^2}{R^2} = -qH^2 \ . \quad \text{(A.7)}$$

Traditionsgemäss wird q *Beschleunigungsparameter* genannt. Ist $q > 0$ dann ist $\ddot{R} < 0$ und die Expansion wird zeitlich gebremst; ist jedoch $q < 0$ dann wird sie beschleunigt.

Wie wir gesehen haben, führen rein klassische Gesetze zu einer Expansion, wobei der Exponent in Gl. (A.4) den Wert $n = 2/3$ erhält. Damit findet man für q:

$$q = 0.5 > 0 \ . \quad \text{(A.8)}$$

Dieser positive Wert beschreibt korrekterweise eine negative Beschleunigung (ein Bremsen). Ist in (A.4) der Exponent n frei wählbar, dann besteht zwischen n und q eine allgemeine Beziehung:

$$n = 1/(1+q) \ \text{ oder } \ q = \frac{1-n}{n} \ , \quad \text{(A.9)}$$

Einer gebremsten Expansion entsprechen demnach $n < 1$ und $q > 0$ und einer beschleunigten $q < 0$ und $n > 1$. Für eine konstante Expansionsgeschwindigkeit gelten $n = 1$ und $q = 0$.

Werden (A.1) und (A.2) addiert (mit $p_r = 0$), dann erhält man für die Beschleunigung:

$$\frac{\ddot{R}}{R} = \frac{\Lambda c^2}{3} - \frac{4\pi G}{3}\rho_U \ . \quad \text{(A.10)}$$

Wenn diese positiv sein soll, muss gelten

$$\Lambda - \frac{4\pi G}{c^2}\rho_U > 0 \quad \text{(A.11)}$$

In (A.10) dividieren wir nun alle Terme durch $H^2 = \dot{R}^2/R^2$ und erhalten dann:

$$-q = \frac{\Lambda c^2}{3H^2} - \frac{4\pi G}{3H^2}\rho_U \ . \quad \text{(A.12)}$$

Mit (A.3) und der normierten kosmologischen Konstanten Ω_Λ [d.h. Λ multipliziert mit $(c \cdot t_{carr})^2/3 = (c/H)^2/3$] wird der Beschleunigungsparameter dann zu:

$$q = -(\Omega_\Lambda - \frac{\Omega_m}{2}) \ . \quad \text{(A.13)}$$

Es lohnt sich hier zu betonen, dass diese Beziehung von der Raumkrümmung nicht abhängig ist. Da $q = 0$ sich auf statische Weltalle bezieht, ist die Gerade

$$\Omega_\Lambda = \Omega_m/2 \ . \quad \text{(A.14)}$$

in Fig. 2 die Grenzlinie zwischen beschleunigten (oben) und gebremsten (unten) Universen.

Aus (A.2) folgt auch:

$$\frac{8\pi G}{3H^2} \cdot \rho_U = \frac{kc^2}{R^2H^2} + 1 - \frac{\Lambda c^2}{3H^2} \ . \quad \text{(A.15)}$$

Mit den gleichen Substitutionen wie für (A.13), diesmal jedoch mit $k = 0$, erhält man die Linie der flachen Universen, und das ist auch die Grenzlinie zwischen den offenen ($k = -1$) und geschlossenen ($k = +1$) Weltallen:

$$\Omega_\Lambda + \Omega_m = 1 \ . \quad \text{(A16)}$$

Diese Gerade ist in Fig. 2 auch eingetragen.

Nimmt man die Werte, die in Fig. 2 für unser jetziges Universum vorgeschlagen sind, d.h. $\Omega_m \cong 0{,}3$ und $\Omega_\Lambda \cong 0{,}7$ so erhält man:

$q \cong -0{,}55$ und mit (A.9) $n \cong 2.22$. (A.17)

Das Vorzeichen von q und der Exponent $n > 1$ stimmen mit den Beobachtungen einer beschleunigten Expansion überein, aber der grosse Wert von n ist bestimmt eine Überraschung. Es wäre deshalb nicht besonders erstaunlich, wenn die Parameter Ω_m und Ω_Λ, die hier betrachtet wurden, eine baldige Revision erfahren würden.

GASTON FISCHER
Rue de Rugin 1A
CH-2034 Peseux

SAG·SAS

Herausgegeben von der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Edité par la Société Astronomique de Suisse
Edito dalla Società Astronomica Svizzera

2 / 2001

57. Generalversammlung der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft in Luzern, 19./20. Mai 2001

57e assemblée générale de la Société astronomique de Suisse à Lucerne, 19/20 mai 2001

Generalversammlung 2001 in Luzern

Traktanden

1. Begrüssung durch den Präsidenten der SAG
2. Wahl der Stimmenzähler
3. Genehmigung des Protokolls der 56. Generalversammlung vom 20. Mai 2000 in Widnau
4. Jahresbericht des Präsidenten
5. Jahresbericht der Zentralsekretärin
6. Jahresbericht des Technischen Leiters
7. Jahresbericht der Redaktoren des ORION
8. Jahresrechnung 2000, Jahresbericht des Zentralkassiers
9. Revisorenbericht
10. Diskussion der Jahresberichte, Entlastung des Zentralvorstandes
11. Budget 2001, Festlegung der Jahresbeiträge und der Abonnementspreise des ORION
12. Wahl der Rechnungsrevisoren
13. Verleihung des Robert A. Naef-Preises Ehrungen
14. Anträge von Sektionen und Mitgliedern
15. Mitteilungen und Allfälliges
16. Bestimmung von Ort und Zeit der GV 2002

Assemblée générale 2001 à Lucerne

Ordre du jour

1. Allocution du président de la SAS
2. Élection des scrutateurs
3. Procès-verbal de l'A.G. du 20 mai 2000
4. Rapport annuel du président
5. Rapport annuel de la secrétaire centrale
6. Rapport annuel du directeur technique
7. Rapport annuel des rédacteurs d'ORION
8. Finances 2000. Rapport annuel du caissier central
9. Rapport des vérificateurs des comptes
10. Discussion des rapports annuels, décharge du comité central
11. Budget 2001. Détermination des cotisations et du prix de l'abonnement à ORION
12. Élection des vérificateurs des comptes
13. Attribution du prix Robert A. Naef Nominations
14. Propositions des sections et des membres
15. Communications et divers
16. Fixation du lieu et de la date de l'AG 2002

Programm / Programme et horaire

Samstag 19. Mai 2001

0900 Eröffnung des Tagungsbüros in der Aula Hubelmatt Luzern
0945 Begrüssung
1000 Kurzvortrag: Reny Montandon, Geschichte der Venusdurchgänge
1030 Kurzvortrag: P. Luder, Klimatische Auswirkungen von Asteroideneinschlägen
1100 Kurzvortrag: Vakant
1145 Mittagessen im Restaurant Schützenhaus
1400 Generalversammlung SAG in der Aula Hubelmatt
1415 Programm für Begleitpersonen: Tour mit Roland Scherer, Leuchtenstadt Luzern für Insider
1545 Kurzvortrag: Michele Bianda, Thema noch offen
1615 Hauptvortrag: Prof. Dr. Gustav Tamman, Der Lebenszyklus des Universums
1715 Kurzvortrag: Dr. Noël Cramer, Mes expériences à l'Observatoire de La Silla
1930 Apéritiv & Grusswort der Behörde in der Liedertafelstube.
Nachtessen in der Liedertafelstube

Die Sternwarte Hubelmatt ist geöffnet von 0900 - 1900 Uhr und von 2200 - 2400 Uhr

Samedi 19 mai 2001

0900 Ouverture du bureau à l'Aula Hubelmatt, Lucerne
0945 Allocution de bienvenue
1000 Petit exposé: Reny Montandon, Geschichte der Venusdurchgänge
1030 Petit exposé: P. Luder, Klimatische Auswirkungen von Asteroideneinschlägen
1100 Petit exposé: Ouvert
1145 Repas de midi au Restaurant Schützenhaus
1400 Assemblée générale de la SAS dans l'Aula Hubelmatt
1415 Programme pour accompagnateurs: Tour avec Roland Scherer, Leuchtenstadt Luzern für Insider
1545 Petit exposé: Michele Bianda, Sujet encore ouvert
1615 Conférence principale: Prof. Dr. Gustav Tamman, Der Lebenszyklus des Universums
1715 Petit exposé: Dr. Noël Cramer, Mes expériences à l'Observatoire de La Silla
1930 Apéritif & Allocution des autorités dans la Liedertafelstube
Souper dans la Liedertafelstube

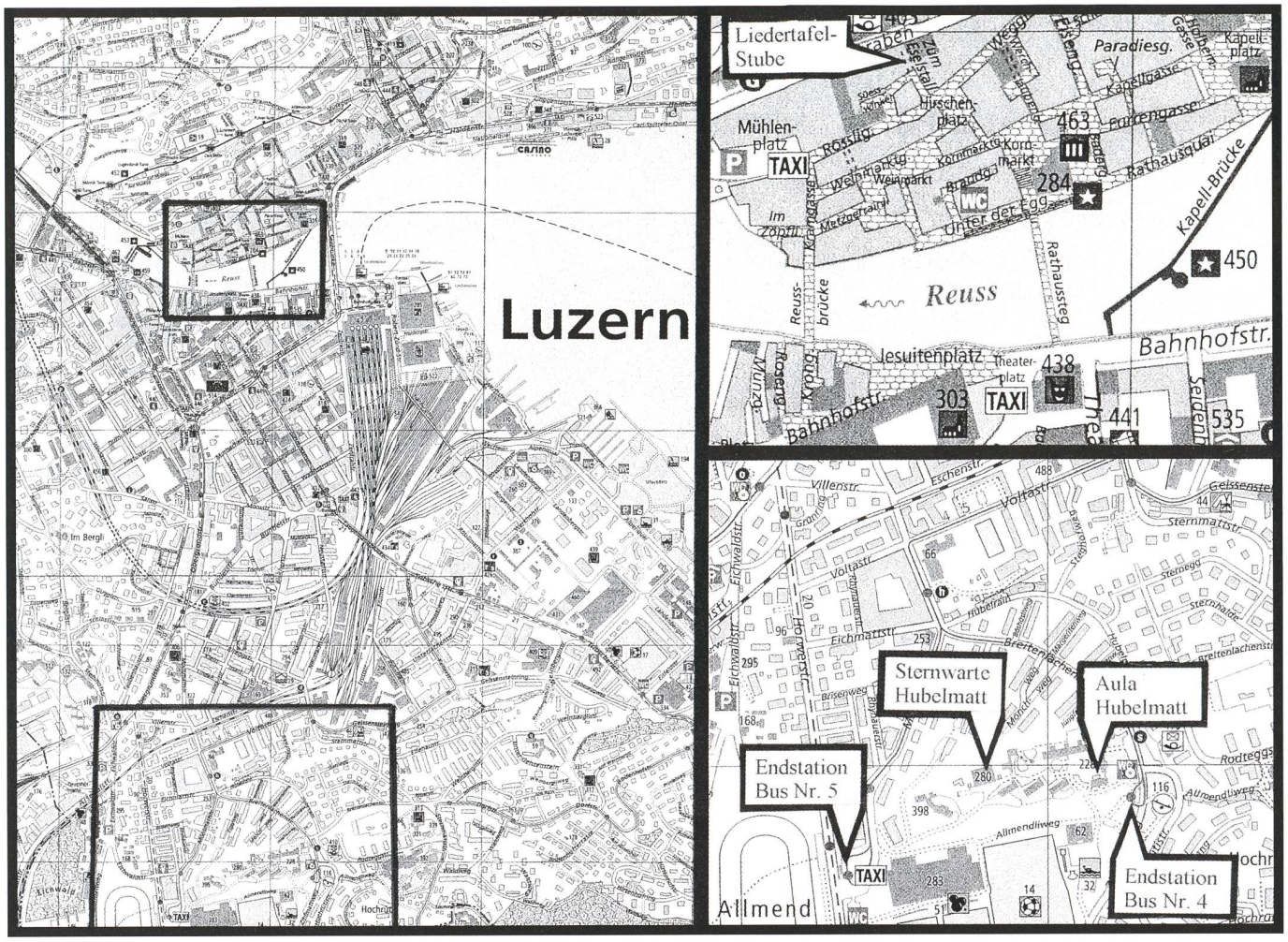
L'observatoire de Hubelmatt est ouvert de 0900-1900 h et de 2200-2400 h

Sonntag 20. Mai 2001

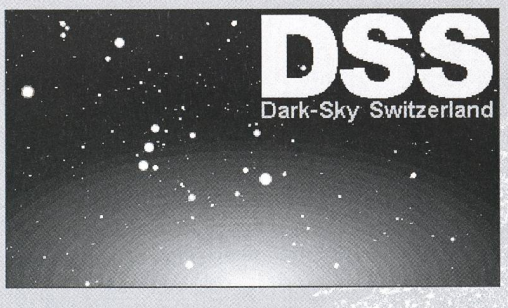
1000 Verkehrshaus der Schweiz. Führung hinter den Kulissen mit Dani Schlup, Leiter Planetarium. *Das Planetarium im Umbau, Projekt und internationale Tendenzen, Freier Rundgang im Verkehrshaus.*

Dimanche 20 mai 2001

1000 Maison Suisse des transports. Visite derrière les coulisses avec Dani Schlup, directeur du planétarium. *Le planétarium en réfection. Projet et tendances internationales. Visite individuelle de la Maison des Transports.*



Plan de ville pour l'assemblée générale à Lucerne



Dark-Sky Switzerland

Gruppe für eine effiziente Aussenbeleuchtung
Fachgruppe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Mitglied der International Dark-Sky Association

www.darksky.ch info@darksky.ch

Wir brauchen Ihre Unterstützung, denn wir wollen

- ⇨ die Bevölkerung über Lichtverschmutzung aufklären
- ⇨ Behörden und Planer bei Beleuchtungskonzepten beraten
- ⇨ neue Gesetzestexte schaffen

Dazu brauchen wir finanzielle Mittel* und sind auf Ihren Beitrag angewiesen. Ihr Beitrag zählt und ist eine Investition in die Qualität des Nachthimmels. Direkt auf PC 85-190167-2 oder über www.darksky.ch

DSS Dark-Sky Switzerland - Postfach - 8712 Stäfa - PC 85-190167-2

* z.B. für Pressedokumentation, Material, Porto, Telefon

Herbert Schmucki (13.2.1919 - 16.12.1999)

Es ist mir eine schmerzliche Pflicht, den Nachruf zu verfassen für einen lieben Freund, der ganz unerwartet am 16. Dezember verstorben ist. Er hatte vor vielen Jahren schon einmal einen Herzinfarkt erlitten und sich damals sehr gut erholt. Doch nun ereilte ihn ein Herzstillstand kurz vor Weihnachten. Noch zwei Tage vorher sassen wir zusammen bei einem Nachtessen und diskutierten über die Astro-Projekte des kommenden Jahres.

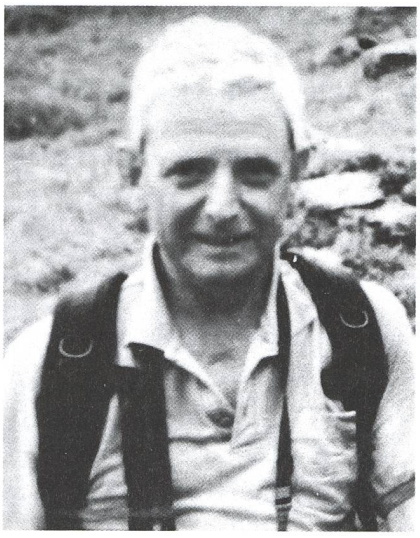
Herbert Schmucki kam 1970 als Physiklehrer an die neu eröffnete Kantonsschule in Wattwil. Er unterrichtete Physik und Mathematik, später nur noch Physik.

Von allem Anfang an brachte er im Unterricht und im privaten Bereich klar zum Ausdruck, was ihm die Astronomie bedeutete. Sie war einer seiner Lebensinhalte. Er wurde bald nach seiner Anstellung Prokurator für die Sternwarte in Oberhelfenschwil, die der Bauern-Astronom Schmid in den 20er Jahren gebaut hatte. Damals konnte man das Zodiakallicht nachts noch gut sehen, weil weder Strassenbeleuchtungen noch grosse Streulichter von nahen Dörfern und vor allem von Wil störten. Die Beobachtungen des Zodiakallichtes und vor allem die präzisen Angaben dazu waren es, welche die ETH veranlasste, Schmid den Titel «Dr. honoris causa» zu verleihen. Herbert Schmucki kannte Schmid noch persönlich und pflegte bis zum Tode Schmids regen Kontakt.

Die Sternwarte Oberhelfenschwil, ausgerüstet mit einem hervorragenden Refraktor, wurde zum Begegnungsort vieler KantonsschülerInnen mit Herbert Schmucki, der es verstand, Astronomie bild- und erlebnishaft zu vermitteln, ja auch das Interesse zu wecken für die scheinbar so unfassbare Sternenwelt. Sein Unterricht war geprägt von seinem grossen Interesse an der Astronomie, und seine Leidenschaft übertrug sich auf viele. Er hatte eine bedächtige, geduldige Art, Physik, ein Fach, das nur wenige zu begeistern vermag, zu unterrichten. Ich erachtete es stets als ein grosses Kompliment von Seiten der SchülerInnen, wenn er an der Kanti oft «Schmuckilei» genannt wurde. Die Verbindung von Galilei und Schmucki drückten klar aus, wie sehr er mit der Astronomie verbunden war.

Sein astronomisches Interesse erschöpfte sich nicht allein darin, dass er in der Schule mit grossem Eifer praktische, astronomische Übungen durchführen liess, sondern er verstand es, die Astronomie im Toggenburg populär zu machen. Er gab Unterricht an der Klubschule in Lichtensteig, führte die Interessierten in das Arbeiten mit Sternkarten ein, hielt Referate über Sonne, Planeten und über das Universum. Er gab Sonnenuhr-Bastelkurse, sammelte praktisch alles, was es über Sonnenuhren zu erfahren gab, und bewirkte, dass im Park der Kantonsschule Wattwil eine künstlerisch hervorragend gestaltete Sonnenuhr aufgestellt wurde.

In der Sternwarte Calina im Tessin war er ein gern gesehener Gast und oft Kursleiter.



Die Sonne war eines seiner Lieblingsthemen. Mit dem Sonnen-Spezialisten, Prof. Waldmeier von der ETH Zürich, hatte er nicht von ungefähr öfters Kontakt.

Schliesslich fand 1999 die totale Sonnenfinsternis in unserer Nähe statt. Herbert Schmucki organisierte eine Reise nach Deutschland, um mit vielen SchülerInnen der Kanti Wattwil dieses Ereignis «live» zu erleben. Obwohl gerade während der totalen Finsternis ein heftiges Gewitter an diesem Ort niederging, muss das Erlebnis einer so gewitterhaften und regnerischen Sonnenfinsternis tief gewesen sein. Niemand hat diese Reise ins totale Dunkel bereut.

Vor bald 20 Jahren legte Herbert Schmucki den Grundstein für die Astronomische Vereinigung Toggenburg, die dank seiner Initiative einen ordentlichen Mitgliederkreis erreichte, und Sektionsmitglied der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft wurde.

Seit 1983 bemühte er sich intensiv um eine Bewilligung für den Bau einer Sternwarte in Wattwil. Was lange währt, wird endlich gut: nach langen Querelen eher politischer Natur schaffte es die Astronomische Vereinigung Toggenburg dank ihm und Rechtsanwalt Matthias Gmünder aus Wattwil, die Baubewilligung für eine Sternwarte in Heiterswil (im Scherrer) zu erhalten. Vor einem guten Monat wurde eine ausserordentliche Generalversammlung einberufen mit dem einzigen Traktandum: Bau der Sternwarte im Scherrer. Herbert Schmucki durfte es noch erleben, dass für den Bau viele Spenden eingegangen waren, ein Betrag jedenfalls, der es ohne Schwierigkeiten erlaubt, mit dem Bau im Frühjahr 2001 zu beginnen. Die Sternwarte wird ab 2002 in Betrieb sein. Im gleichen Jahr feiert das Toggenburg in Lichtensteig den 450. Geburtstag von Jost Bürgi, dem Erbauer von Himmelsgloben, die zu den schönsten zählen, die je gebaut worden sind. (Ein Himmelsglobus Bürgis ist im Landesmuseum Zürich ausgestellt). Herbert Schmucki teilte der Astronomischen Gesellschaft noch vor wenigen Wochen mit, dass aus Anlass des Bürgi-Jahres 2002 die Generalversammlung der SAG unbedingt in Lichtensteig durchgeführt werden sollte. Er hatte seine Fäden dazu bereits sehr weit gespannt und erste Vorbereitungen getroffen. Wir von der Astronomischen Vereinigung Toggenburg werden alles daran setzen, dass die von Herbert Schmucki eingeleiteten Projekte zu Ende geführt werden.

Mir tut es sehr weh zu sehen, dass Herbert Schmucki diese – vor allem seine – Werke in der Ausführung nicht mehr erleben darf. Er freute sich auf seine Pensionierung, weil er dann mehr Zeit für die Astronomie haben würde.

Herbert Schmucki besuchte alle bisher durchgeführten Internationalen Astronomie-Wochen in Arosa. Im Sommer 2001 wird wieder eine solche Woche in Arosa durchgeführt und er freute sich sehr darauf.

Uns Astro-Begeisterten und allen, die Deine Kurse und Referate erleben durften, ist es ein Anliegen, Dir herzlich zu danken für das, was Du uns über Astronomie beigebracht hast.

Auf Deiner Todesanzeige stand:

«Wie würde die Welt aussehen, wenn ich auf einem Lichtstrahl reiten könnte?» (Albert Einstein)

Herbert, Du weisst jetzt mehr darüber. Ruhe in Frieden.

Hanspeter Steidle

SAG-Budget 2001/2002

Erfolgsrechnung 1999/2000, Budget 2001, Entwurf Budget 2002

Aufwand	Rechnung 1999	Rechnung 2000	Budget 2001 (genehmigt)	Budget 2001 (Entwurf)
Druckkosten ORION	97.045.—	105.483.35	115.000.—	115.000.—
Drucksachen und Werbung	9.190.65	394.—	500.—	500.—
Spesen ORION Redaktion	1.535.—	1.384.80	1.500.—	1.500.—
Generalversammlung	4.542.—	5.336.90	4.000.—	5.000.—
Tagungen SAG	1.172.70	1.099.70	1.000.—	1.000.—
Sekreteriat / Anschaffungen	691.20	1.159.45	1.500.—	1.500.—
Vorstand	4.160	2.898.10	5.000.—	4.000.—
Internationale Organisationen	800.—		500.—	500.—
Astrotagung	1.000.—		1.000.—	–.—
Arbeitsgruppen	2.458.05	1.925.70	3.500.—	3.000.—
Adressverwaltung	2.795.95	3.396.05	3.000.—	3.500.—
Taxen, Steuern, Bankspesen	709.85	1.334.05	1.000.—	1.500.—
Rückstellungen	2.000.—			1.000.—
Gewinn (Verlust) Berichtsjahr	4.595.80	2.590.28	– 500.—	
Total Aufwand	**112.315.80**	**121.821.97**	**137.000.—**	**137.000.—**

Ertrag			Budget 2001 (genehmigt)	Budget 2002 (Entwurf)
Jungmitglieder	50.—	150.—	1.000.—	1.000.—
Vollmitglieder	17.021.10	20.266.—	20.000.—	22.000.—
Auslandmitglieder	2.990.—	4.966.15	6.000.—	6.000.—
Sektionsbeiträge	65.621.—	60.532.—	77.000.—	74.000.—
ORION Inserate	18.454.55	25.981.75	21.500.—	27.000.—
Sekretariat / CD Verkauf	1.500.—	1.706.66		1.000.—
Lesemappe / ORION Zirkular		3.300.31		
Zinsen	6.638.35	4.855.10	6.000.—	6.000.—
Spenden	40.80	34.—		
Entnahme ORION-Fonds			5.500.—	–.—
Total Ertrag	**112.315.80**	**121.821.97**	**137.000.—**	**137.000.—**

Eglisau, 6.2.2001

Konsolidierte SAG Rechnung 2000

Beinhaltet: SAG-, Orion- und Orionfonds-Rechnung

Bilanz

Aktiven	1999	2000
Kasse SAG Kassier	32.60	198.60
Postcheck 82-158-2	8.197.25	661.60
Postcheck Sekretatiat 12-17785-8		1.706.66
Postcheck Lesemappe 34-2081-7		973.41
Bank CS KK 10-000.400.6	25.058.50	26.811.15
Bank CS Zst-SH 000.212.7	64.384.50	65.230.20
Bank CS 610005-90 (OZ)		2.356.90
Bank CS (OK)	34.432.70	59.376.—
Wertschriften CS Depot 012.830.0	53.854.20	51.130.70
Anlagesparkto. SBG 455.698.J1 (OF)	53.111.80	53.557.75
Transfer Sofi-Brillen (OF)	20.000.—	
Verrechnungssteuer SAG	19.467.95	10.845.65
Verrechnungssteuer (OF)	6.266.85	6.506.95
Verrechnungssteuer (OK)	759.10	307.70
Debitoren SAG	8.573.—	7.907.—
Debitoren Orion Inserenten	10.846.—	13.645.—
	304.984.45	300.818.07

Passiven	1999	2000
TP Auslandmitglieder	60.—	240.—
Kreditoren SAG	231.45	231.45
Kreditor Druckerei	14.405.95	33.001.45
Kreditor Redaktion	903.90	552.30
Rückstellungen	20.000.—	
Eigenkapital	265.250.25	269.846.05
Gewinn (Verlust) Berichtsjahr	4.595.80	2.590.28
	304.984.45	300.818.07

OF: Orion Fonds
OK: Orion Kasse
OZ: Orion Zirkular

Die zurückgekehrte Neujahrskarte

Markus Griesser

Als Leiter eines für jedermann zugänglichen astronomischen Observatoriums ist man eine öffentliche Person. Daran habe ich mich längst gewöhnt. Zu meinen Pflichten gehört das Führen der Korrespondenz. Neben den häufigen Anfragen für Gruppenführungen erreichen mich immer wieder Wünsche nach Auskünften aller Art. Ich nehme jede einzelne dieser Zuschriften ernst und habe mir auch trotz aller Beschränktheit meiner Zeit das Prinzip zugelegt, dass jede Zuschrift grundsätzlich auch eine Antwort bekommt.

Vor einigen Jahren brachte mir die Post aus dem Kanton Bern einen Brief des Herrn W. Er hatte einen meiner Zeitungs-Beiträge zu einem himmelskundlichen Thema gelesen und teilte mir nun mit fester, schwungvoller Handschrift seine Freude über diesen Artikel mit. Einfach so, spontan, aufrichtig, und mit Worten, die weniger auf eine akademische, dafür umso deutlicher auf eine reiche und lebenserprobte Herzensbildung schliessen liessen. Ausserdem deuteten einige Formulierungen auf ein eher fortgeschrittenes Alter des Herrn W. hin. Ich habe ihm damals geantwortet, und es folgte danach ein Briefwechsel der eher philosophischen Art. Dazu nahm ich Herrn W. in meine Adress-Liste der Jahresendkarten auf, mit denen ich die Freunde der Sternwarte Eschenberg alljährlich zu überraschen pflege.

Anfangs Januar 2000 erreichte mich ein Brief des Herrn W., er sei nun in eine Alterssiedlung umgezogen. Er bedankte sich für die letztjährige «Milleniums»-Karte und äusserte sein Bedauern, dass ihm das Sujet zur Karte des Jahres 1998 im Umzugstrubel abhanden gekommen sei. «Mir sind heute keine grossen Himmelsbeobachtungen mehr möglich, aber ich habe Bilder, mit denen ich Astronomie betreibe», schrieb Herr W. – Ich glaubte, aus seinen Zeilen auch ein schmerzliches Bedauern zu lesen. «Einige Mitbewohner der Alterssiedlung haben meine Leidenschaft für den Nachthimmel entdeckt und wenden sich nun mit Fragen an mich. Das tut mir gut»- teilte Herr W. weiter mit. Und so sandte ich meinem Briefpartner kurzerhand ein verbliebenes Exemplar der Karte 1998, obwohl er in seinem Postscriptum den Hinweis platziert hatte: «Sie müssen mir nicht antworten».

Danach hörte ich nichts mehr von Herrn W. Im Computer passte ich seine Adresse an und sandte in der Fülle der rund 200 Glückwunschkarten zum Jahreswechsel 2000/2001 auch wieder ein Exemplar an meinen sonst weitgehend unbekannten Briefpartner ins Bernbiet.

Nun ist die Karte zurückgekehrt. Eine zittrige Handschrift hat auf dem Umschlag meine Anschrift vermerkt. Die vorgedruckte Adresse des Herrn W. ist unbeholfen gestrichen und darunter mit wackligen Buchstaben der Vermerk angebracht: «Verstorben!»

Freimütig gestehe ich ein, dass mich die solchermassen auf das absolut notwendige reduzierte Mitteilung noch lange beschäftigt hat. Es ist mir klar, dass wir Menschen mit dem Risiko unseres jederzeit möglichen plötzlichen Todes den Lebensweg beschreiten. Doch die brutale Kürze, mit der mir ein Briefumschlag das Ableben des Herrn W. ohne weitere Umstände vermeldet, mahnt mich einmal mehr an etliche Defizite, die unsere von Effizienz und Sachlichkeit geprägte moderne Gesellschaft prägt. Und so habe ich nachdenklich und eigentlich widerwillig die Adresse des Herrn W. in meinem Adressverzeichnis gelöscht. – Der Computer fragte mich nach dem Löschvorgang, ob ich die eben getätigte Änderung speichern wolle, und ich habe mit einem schlechten Gewissen den Button «Ja» gedrückt.

Doch dies schien mir im Nachhinein dann doch ein zu schäbiger Abschied von Herrn W. zu sein. Und so habe ich nochmals seine Briefe aus meinem Korrespondenz-Ordner ausgegraben. Ich habe darin etwas gestöbert und bin an der allerletzten Zeile seines letzten Briefes hängen geblieben. «Sie müssen mir nicht antworten», las ich dort – und fühlte mich lausig...

Doch Herr W., ich möchte Ihnen nochmals antworten – ein letztes Mal: Mit diesem Beitrag.

Markus Griesser

Markus Griesser
Breitenstrasse 2, CH-8542 Wiesendangen
griessser@spectraweb.ch

An- und Verkauf
Achat et vente

- *Zu verkaufen*

1 **CCD-Camera ST7,** 1 **CCD Filterrad** CFW-8 zu ST7, 1 **CCD-Okular F=25mm**, 1 **Flip-Spiegel-Mirror-System** 1 1/4 Zoll, 1 **CCD-Foto-Objektiv-Adapter** für Canon, 1 **CCD-Brennweitenverkürzung F3,3**. Neupreis Fr. 9000.–. Abzugeben zu Fr. 5900.–. A. Meyenberg, Sursee. Tel. 041/921 82 09 oder 079/642 65 89. E-mail: a.meyenberg@pop.agri.ch

Veranstaltungskalender / Calendrier des activités

April 2001

- 25. April 2001, 19.30 Uhr: Diskussionsabend über Feldstecher: Ratgeber zum Kauf und zur Verwendung in der Astronomie Referat von Dr. Rainer Kobelt; Geräte zur Verfügung gestellt von Foto Video Zumstein AG, Bern. Ort: Kuppelraum, Hauptgebäude der Universität Bern, Hochschulstrasse 4. Veranstalter: Astronomische Gesellschaft Bern.

Mai 2001

- 5. Mai 2001
10 bis 18 Uhr: 17. ATT Astronomiebörse Ort: Gesamtschule Bockmühle, Ohmstr. 32, D-45143 Essen (BRD). Info: Verein für volkstümliche Astronomie Essen e.V., Weberplatz 1, D-45127 Essen, BRD.
E-Mail: vva.essen@astronomie.de
WWW: www.astronomie.de/att-essen/.
Veranstalter: Verein für volkstümliche Astronomie Essen e.V.

- 19./20. Mai 2001
Generalversammlung der SAG Info: agl.astronomie.ch/index_gvsag.htm.
Ort: Schulhaus Hubelmatt, Luzern.

Juni 2001

- 9. Juni 2001
13 bis 18 Uhr: Astrofloh 2001 Flohmarkt für Fernrohre, astronomische Bücher und Zubehör. Info: E-Mail astrofloh@darksky.ch, WWW: www.astroinfo.org/events/afl/. Ort: Foyer des Kirchgemeindehauses, Limmatstrasse 114, Zürich.

August 2001

- 11. bis 18. August 2001
6. Internationale Astronomiewoche Arosa. Vortragswoche mit international angesehenen Wissenschaftlern für interessierte Amateure; Beobachtungsabende auf 2000 bis 2700 m ü. M. Info: www.astro.arosa.ch. Ort: Arosa. Veranstalter: Volkssternwarte Schanfigg Arosa.

- 17. bis 19. August 2001
13. Starparty auf dem Gurnigel Info: www.starparty.ch. Ort: Gurnigelpass in den Berner Alpen.

September 2001

- 2. September 2001
10 bis 18 Uhr: Tag der offenen Tür der Walter-Hohmann-Sternwarte Sonnenbeobachtung, Kurzvorträge, Besichtigungen.
Info: www.walter-hohmann-sternwarte.de.
Ort: Walter-Hohmann-Sternwarte, Essen (BRD).

astro!nfo-Veranstaltungskalender
Hans Martin Senn - Tel. 01/312 37 75
astro!nfo-Homepage: http://www.astroinfo.ch/
E-Mail: senn@astroinfo.ch

Les Potins d'Uranie

L'heure de Djakarta

Al Nath

Radomek Slizir s'assura que son badge bionique était bien dégagé de sa tunique et que la borne-guide qu'il venait de rejoindre pouvait le repérer. La borne s'activa automatiquement, identifia le visiteur et celui-ci perçut plus qu'il ne l'entendit la recommandation de se positionner à un endroit précis.

Des explications lui parvinrent alors: commentaires sur le *Männelstein*, ce rocher-observatoire intégré au *Mur Païen* au niveau duquel il se trouvait, de même que sur la grande Plaine d'Alsace qui se déroulait à ses pieds entre Vosges et Forêt Noire. La borne ajouta des considérations historico-économiques sur la région faisant suite à celles des arrêts précédents.

Fig. 1: Un aspect du Mur Païen, extraordinaire construction d'une dizaine de kilomètres de long et vieille d'environ trois mille ans, sur une colline des Vosges dominant la Plaine d'Alsace à hauteur d'Obernai.

Déjà Radomek Slizir n'écoutait plus vraiment. Son regard et son esprit s'attardaient sur les quelques brumes matinales flânant encore ci et là dans la plaine et donnant un charme tout particulier au tableau, notamment dans les vallons et les vignobles du piémont. Au-delà du fleuve, les sommets de la Forêt Noire étaient parfaitement visibles, de même que, au Sud, quelques cimes des Alpes, bien plus lointaines et d'une blancheur laiteuse sous un Soleil encore bas. La lumière était superbe et le ciel d'un bleu profond de septembre, comme purifié par la très légère brise du nord-est. Quelques feuilles en frémissaient, semblant se trémousser de plaisir dans la fraîcheur matinal d'un été indien alsacien.

«Cela au moins», se dit Radomek Slizir en appréciant longuement la poésie du paysage, «leur damnée réglementation à tout crin ne l'a pas encore supprimé.» Il avait dû attendre longtemps pour pouvoir réaliser cette promenade, beaucoup trop longtemps comme pour presque toute excursion ou tout séjour loin de sa base. Les restrictions énergétiques édictées par l'Alliance Mondiale et ses réglementations égalitaires mettaient tout le monde sur le même pied et créaient des files d'attente énormes pour tout ce qui impliquait le moindre déplacement réel dans un contexte de surpopulation aigüe[1].

Ceux qui étaient trop impatients pouvaient toujours s'abandonner aux bio-assistants personnalisés à domicile[2], assez efficaces en fait. Mais ce n'était jamais que des simulations. Radomek Slizir appartenait à la catégorie des puristes et savait faire preuve de patience en matière de voyages, surtout s'il s'agissait de passer quelques jours dans une région qui avait été décrétée «zone arc-en-ciel», c'est-à-dire gelée en matières de densité de population et d'«activités d'intérêt socio-économique», suivant des critères de convergence culturels, historiques, économiques, écologiques et autres.

Certes, on pouvait évidemment toujours critiquer cette approche, mais l'avantage en avait été de préserver en certains points de la planète des espaces en gros inchangés depuis le début du XXI^{e} siècle. Radomek Slizir avait largement entamé son «budget kilomètres autorisés» pour effectuer ce voyage, mais il estimait qu'il en valait amplement la peine. Le fait qu'il aît accepté de venir très tôt le matin avait aussi accéléré un peu les choses.

Il fut tiré de sa rêverie par une vibration de plus en plus stridente émise par la borne-guide. Son temps à cet endroit était épuisé. Il fallait bouger et laisser la place au groupe suivant. Les visiteurs individuels, ou les groupes selon le cas, étaient soigneusement espacés dès le départ en fonction de leurs facultés physiques à la marche et du terrain local, en l'occurrence ici un sentier serpentant à travers bois, pas trop difficile, mais avec quelques petits raidillons qui avaient été conservés tels quels. Le système fontionnait relativement bien, donnant à chaque étape une relative solitude, mais il ne fallait pas traîner au-delà du temps autorisé!

Radomek Slizir se remit en route le long de ce que l'on appelait toujours le *Mur Païen*, une étrange construction d'une dizaine de kilomètres de long, de presque deux mètres d'épaisseur et d'une hauteur variant suivant les endroits entre un mètre cinquante et trois mètres. Fait de blocs de poudingue des Vosges autrefois assemblés par des tenons de bois et s'appuyant sur des bandes et des affleurements de rochers naturels, le mur entourait le sommet de cette colline de l'ancien Altitona, à quelques centaines de mètres au-dessus de la plaine d'Alsace.

La fonction exacte de ce mur unique en Europe restait un mystère en dépit des derniers progrès faits sur la mémoire des êtres vivants et des sites semi-inertes. On savait seulement qu'il avait été édifié entre le XI^{e} et le X^{e} siècle avant l'ère dite chrétienne, ce qui faisait passer la Voie Romaine adjacente pour une modernité finalement assez commune. Des portes d'accès du mur, encore bien conservées, avaient été mises à jour et contribuaient aux interrogations sur le propos de cette construction.

Radomek Slizir sentait confusément une force mystérieuse le pénétrer en longeant le mur. «L'imagination», se dit-il. Et la ballade se poursuivit sans autre incident que de déranger un groupe de sangliers grognons qui finalement laissèrent la place au visiteur. Après quelques coups d'oeil vers l'arrière qui le rassurèrent, Radomek Slizir put sereinement continuer son chemin en observant au passage les multiples espèces d'oiseaux peuplant arbres et fourrés. Quelques sculptures d'animaux sur bois, restes d'un bûcheronnage artistique d'un autre âge, agrémentaient une section du sentier.

Le parcours se terminait là où il avait commencé, sur l'esplanade d'un couvent qui avait pu perdurer du fait de son intégration à la «zone arc-en-ciel» et qui avait été dédié à une sainte douée de propriétés curatives pour la vue. Elle avait aussi donné sont nom au point dominant du site, l'Odile-Berg.

Radomek Slizir se dirigea vers la terrasse située à l'extrémité du promontoire et d'où le panorama était grandiose. «Un avantage de ces régulations de visites, songea-t-il, c'est au moins de ne pas être bousculé par des masses incontrôlées de touristes.» Il s'arrêta au pied d'un cadran solaire à vingt-quatre faces, donnant l'heure solaire locale certes, mais aussi celle de bien d'autres endroits de la Terre, en plus des heures hébraïques, babyloniques et italiques.

[1] Voir *Space biz bis*, Orion 6/2000, 295-296.

[2] Voir *Atacama fiction* Orion 52 (1994) 188-190.

A quoi diable avaient bien pu servir en Alsace, à une époque où les communications n'avaient rien de bionique et où le temps était sans dimension, à quoi donc avaient bien pu servir ces faces donnant les heures de Constantinople, d'Alexandrie, de Ninive, du Golfe Persique, d'Inde, du Japon, du Congo et d'Amérique Centrale, pour ne citer que quelques assignations exotiques? A rien, bien sûr.

Les maîtres de la gnomonique que furent les moines cisterciens du Neuburg, qui conçurent et réalisèrent l'ensemble au XVIII[e] siècle, firent tout simplement, à partir d'une forme polyhédrique de section octogonale, une brillante démonstration de leur art en attribuant un usage à chaque face. Un humoriste local s'en était d'ailleurs gaussé irrespectueusement, en parlant de l'heure de Djakarta, que ne donnait pas en fait le cadran, et en disant qu'il servait à donner l'heure de nuit là-bas. Probablement ce chansonnier n'était-il pas très féru de géographie et plaçait-il la capitale de l'Indonésie au Japon pour lequel il y avait une différence d'environ neuf heures de temps solaire, autrement dit il y fait la plupart du temps nuit lorsque le soleil est au-dessus de l'horizon en Alsace.

En association d'idées, les pensées de Radomek Slizir furent inévitablement ramenées vers cette multiplication de parasites nocturnes qui peuplaient maintenant les nuits des terriens, satellites publicitaires et autres dont la luminosité était suffisamment forte pour donner des ombres sur les faces du cadran solaire géographique du Mont Sainte-Odile. Et on pouvait maintenant associer aisément ces faces à tel ou tel luminaire publicitaire et parler de l'heure de telle ou telle boisson à la mode. Buvez Poka-Mola, l'élixir qui vous donne l'heure exacte ...

L'heure de Djakarta? Comment diable ces cisterciens auraient-ils pu deviner au XVIII[e] siècle ce qu'allaient devenir les nuits des siècles plus tard? Avec ces gammes d'ombres sur chaque face de leur cadran par une batterie de luminaires géosynchrones. Encore heureux qu'astronomes, écologistes, biologistes et autres médecins soucieux des biorythmes et cycles circadiens[3] avaient pu freiner quelque peu l'ampleur du phénomène.

Radomek Slizir secoua la tête et se remit à admirer le paysage dont les brumes s'étaient presque totalement dissipées et dont le relief saillissait beaucoup plus nettement. Il était maintenant temps de se diriger vers les ruines des multiples châteaux qui avaient peuplé ces mêmes collines au cours du second millénaire de l'ère chrétienne.

AL NATH

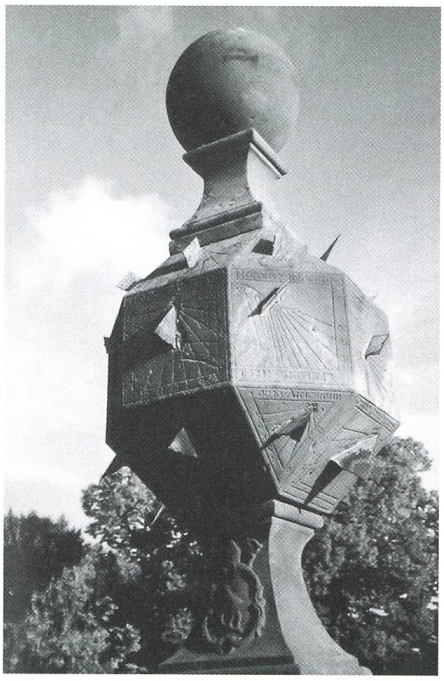


Fig. 2: Le cadran solaire de vingt-quatre faces situé actuellement sur la terrasse panoramique du couvent du Mont Sainte-Odile en Alsace. Il fut conçu et réalisé au XVIII[e] siècle par les moines de l'abbaye cistercienne du Neubourg d'où il fut transféré d'abord dans un séminaire de la banlieue strasbourgeoise, puis à son emplacement actuel en 1935.

[3] Ensemble des comportements chrono-biologiques qui s'étalent sur vingt-quatre heures.

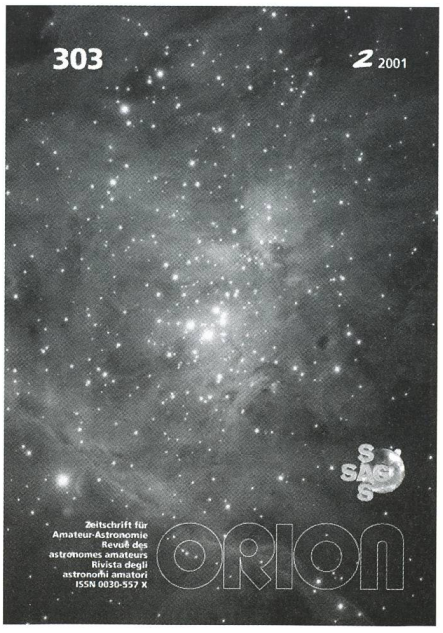
ASTRO-LESEMAPPE DER SAG

Die Lesemappe der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft ist die ideale Ergänzung zum ORION. Sie finden darin die bedeutendsten international anerkannten Fachzeitschriften:

Sterne und Weltraum
Sonne
Ciel et Espace
Galaxie
Sky and Telescope
Astronomy

Kosten: nur 30 Franken im Jahr!

Rufen Sie an: 071/841 84 41
HANS WITTWER, Seeblick 6, 9327 Tübach



ORION

Zeitschrift für
Amateur-Astronomie
Revue des astronomes
amateurs

SUE KERNEN
Gristenbühl 13
9315 Neukirch

Commande: voir au verso
A découper et à renvoyer à l'adresse ci-dessus

Bestellung: Siehe hinten
Bitte zurücksenden....

BUSINESS TRAVEL INTERNATIONAL
BTI Kuoni *Event Solutions*

Totale Sonnenfinsternis vom 21. Juni 2001, Reise ins Südliche Afrika

Am Donnerstag, den 21. Juni 2001, wird sich über dem Südlichen Afrika eines der grossartigsten aller Naturphänomene abspielen – eine totale Sonnenfinsternis. Erleben Sie dieses grosse Ereignis in Zambia und geniessen Sie anschliessend während einer Woche die Höhepunkte Südafrikas.

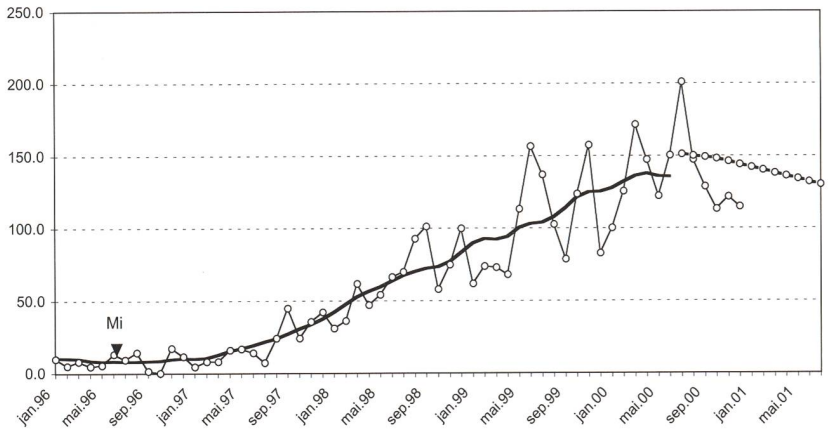
Das Kuoni Spezialangebot:
Reise ins Südliche Afrika 19.–30. Juni 2001
ca. Fr. 7000.–

Weitere Informationen und Buchungen:
BTI Kuoni *Event Solutions*,
Spezialreisen & Incentives, Kuoni Reisen AG, Neue Hard 7, 8010 Zürich,
Tel. 01/277 46 45, Fax 01/277 47 02 oder per e-mail: myriam.schweitzer@kuoni.ch

The Kuoni Travel Group

Swiss Wolf Numbers 2000

MARCEL BISSEGGER, Gasse 52, CH-2553 Safnern



November 2000 Mittel: **123,3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
145	138	143	164	162	137	143	129	110	125
11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
123	80	98	122	124	105	116	138	134	132
21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
119	106	101	118	76	67	96	105	145	138

Dezember 2000 Mittel: **112,5**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
122	115	138	73	58	73	93	60	67	64	
11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	
78	92	140	166	189	136	121	137	139	148	
21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**
131	112	109	120	144	113	144	140	119	109	

ORION-Bestellungen
(Preisänderungen vorbehalten)

Commande d'Orion
(Sous réserve de modifications)

☐ **ORION-Abonnement**
zu **CHF 60.–** pro Jahr
Rechnungstellung jährlich,
Erstes Heft gratis

☐ **Abonnement d'ORION**
à **Frs 60.–** par année
Facturation annuelle,
Premier numéro gratuit

☐ **CD-ROM ORION 2000**
Begrenzte Menge

☐ **CD-ROM ORION 2000**
Disponibilité limitée

Für Abonnenten mit ORION:
1 Stk zu CHF 25.– + Porto

Pour abonnés à ORION:
1 pièce à Frs 25.– + porto

Für Abonnenten ohne ORION:
____ **Stk zu CHF 35.–** pro Stk + Porto

Pour non-abonnés à ORION:
____ **pièces à Frs 35.–** / pièce + port

Abonnent/in – Abonné
Name / Nom
Vorname / Prénom
Strasse / Rue
PLZ, Ort / NPA, lieu
Datum /Date
Unterschrift / Signature

Empfänger/in – Destinataire
(Geschenk - cadeau)
Name / Nom
Vorname / Prénom
Strasse / Rue
PLZ / NPA
Ort / Lieu

Idee: Ein fabelhaftes Geschenk!

Suggestion: un magnifique cadeau!

La quête de l'eau

BERNARD NICOLET

De grandes nouvelles

21 juin 2000

Nous apprenons que le vaisseau de la NASA Mars Global Surveyor a observé des ravins (fig. ci-contre) témoignant d'une présence d'eau liquide sur la planète rouge. Présence contemporaine?

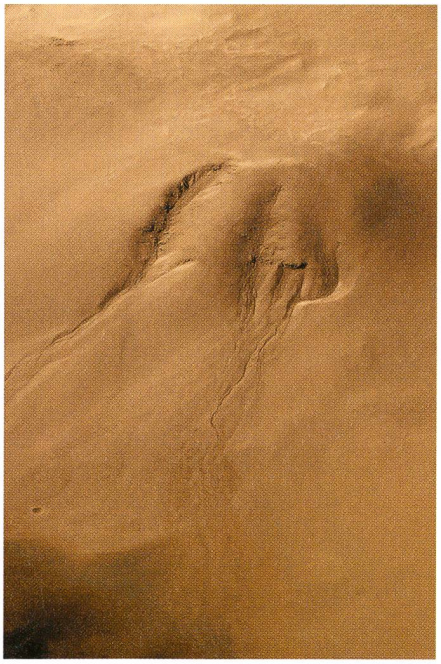
25 août 2000

La sonde GALILEO renforce notre conviction au sujet de l'existence d'un océan sous les glaces du satellite Europe orbitant autour de Jupiter.

4 décembre 2000

Le même vaisseau détecte des strates horizontales au fond d'un cañon de Mars. Y a-t-il eu des cours d'eau sur Mars?

Il faudra le préciser et c'est le but des lignes qui suivent.



Juin 2000: Ravins sur Mars. Document NASA

L'eau sur Terre

1.1 Bref historique

Le lien de l'eau et de la vie (terrestre en tout cas) est à l'origine de symboles éloquents. Pour les Chrétiens, l'eau vive que la Samaritaine suppliante demande à Jésus dans le chapitre 4 de l'évangile de Jean représente la vie éternelle. L'eau purifiée et les ablutions des Musulmans ont également un sens sacré. Un des seuls témoignages faisant état de quelqu'irrévérence à l'égard de ce liquide est extrait du code d'une société d'étudiants goûtant volontiers aux joies bacchiques et gambriniques: «Quant au liquide absurde qu'on nomme l'eau, le Z... ne s'en occupe que comme combinaison chimique et n'en fait qu'un usage externe».

Le voyageur assoiffé dans le désert vit intensément cette grande vérité: l'eau est un liquide rare, précieux et vital. Même le marin entouré des immenses masses d'eau du Pacifique est confronté aux mêmes préoccupations. Déjà au 18e siècle, de Bougainville avait pris soin d'emporter sur la Boudeuse une installation de désalinisation: la cucurbite mise au point par le Poissonnier qui permit à son équipage de goûter aux délices de l'eau douce. Après tout, l'organisme humain se compose à 60% d'eau.

Dans l'antiquité présocratique, l'eau est considérée par THALÈS DE MILET comme l'origine de tout. Héraclite attribuera ce rôle au feu. Empédocle mettra à égalité les 4 éléments: eau, terre, feu et air et dans les cultures européennes cette conception perdurera jusqu'à la fin du 18e siècle.

Le physicien CAVENDISH isolera l'hydrogène et son compatriote PRIESTLEY l'oxygène et, en 1785, LAVOISIER réalisera la synthèse de l'eau qui sera dès lors déchue de son rang d'élément sauf en astrologie (signes d'eau), mais c'est une autre histoire. Au sens actuel l'hydrogène H et l'oxygène O sont des éléments ainsi qu'une centaine d'autres atomes tandis que l'eau est un corps composé de molécules polyatomiques. Le fait que les proportions stœchiométriques de cette synthèse sont de 2 volumes d'hydrogène pour un d'oxygène à pression et température données seront la raison initiale de la formule H_2O. La nature de cette molécule justifie entièrement cette formule.

1.2 Propriétés de H_2O liquide

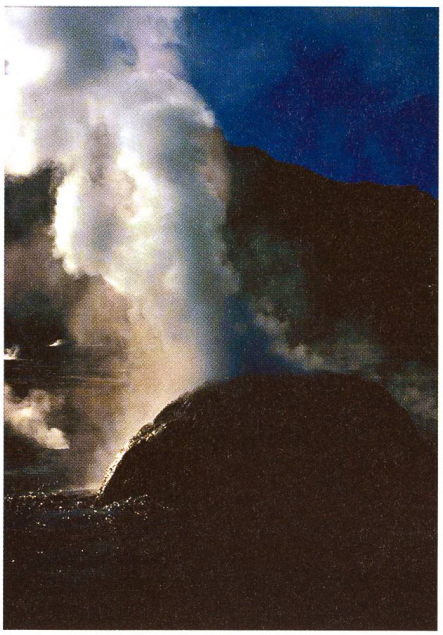
H_2O se présente sous trois phases bien connues: solide, liquide et gazeuse.

Dans la suite le vocable «eau» signifiera phase liquide de H_2O.

L'eau a des propriétés intéressantes, notamment sa constante diélectrique ε de l'ordre de 80 (elle baisse quelque peu à haute température).

La valeur de ε_{eau} est importante.

Elle signifie qu'en milieu aquatique la force de liaison électrostatique entre ions est divisée par 80. Concrètement le sel fond dans l'eau, car les ions Na^+ et Cl^- y sont 80 fois moins attirés l'un par l'autre et leur structure, cristalline au sec, est désagrégée.



1991-août: Coexistence des 3 phases de H_2O un matin d'hiver au geyser du Tatio (Chili).

Ces ions circulent librement. Le sel (de cuisine et les autres) sont isolants de même que l'eau pure. En présence d'ions libres l'eau devient conductrice d'électricité.

L'eau liquide est ainsi solvant puissant et accélère les réactions chimiques dont celles du métabolisme vivant.

La chaleur massique de l'eau est très grande:

$C_{eau} = 4180 J / (kg \cdot K)$

N.B. L'utilisation de l'échelle de températures Kelvin (K) à partir du zéro absolu permet de simplifier considérablement l'écriture des relations thermodynamiques. Les écarts de températures sont les mêmes en K et °C.

Il faut 4180 Joules (ou 1 calorie pour employer une unité tombée en désuétude) pour échauffer de 1K (ou 1°C) 1 kg d'eau.

1.3 Phases solide et gazeuse

La phase solide de H_2O se présente usuellement sous une forme cristalline bien connue par la glace et la neige. La masse volumique ρ de la glace vaut 918 kg/m^3, soit un peu moins que celle de la phase liquide (1000 kg/m^3 à 15°C). H_2O est un des rares corps pour lesquels la masse volumique de la phase solide est inférieure à celle de la phase liquide.

H_2O sous forme gazeuse est transparente. Il convient de rappeler ici que le brouillard et les nuages sont formés de fines gouttelettes d'eau ou paillettes de glace et non pas de vapeur au sens physique. La masse volumique ρ de la phase gazeuse est usuellement inférieure de

3 ordres de grandeur environ, mais varie fortement avec la température et la pression. A haute température T [K] et à masse volumique ρ assez basse la vapeur suit la loi des gaz parfaits:

$$P[\text{Pa}] = \frac{k}{\mu m_H}\rho[\text{kg/m}^3]T[\text{K}] \Leftrightarrow PV = n[\text{mole}]RT \text{ où} \qquad (1.1)$$

μ	18	masse moléculaire de H_2O
m_H	$1,72661 \cdot 10^{-27}$kg	masse du proton
k	$1,3807 \cdot 10^{-23}$J /K	Constante de Boltzmann

$$\Rightarrow \rho = \underbrace{\frac{\mu m_H}{k}}_{0,00218}\frac{P[\text{Pa}]}{T[\text{K}]}$$

Pour la vapeur de H_2O à 373,15K (100°C) et à la pression normale de 101 325 Pa, $\rho = 0{,}592$ kg/m^3 ce qui correspond bien à la réalité.

A des ρ plus élevés (P élevé et/ou des T bas), la loi des gaz parfaits est de moins en moins valable; ρ dépend de moins en moins de P et T. Cela aura bientôt de l'importance.

Un modèle plus fidèle à la réalité des gaz est donné par la loi de van der Waals:

$$P = -a\rho^2 + \frac{k}{\mu m_H}\frac{\rho}{1-b\rho}T \qquad (1.2)$$

Pour H_2O:
a = 1709Pa m^6/kg^2 provient des forces de cohésion entre les molécules,
b = 0,001694 m^3/kg représente le volume occupé par les molécules.
Avec a et b nuls, on retrouve l'équation d'état (1.1) des gaz parfait, cas particulier d'un gaz formé de molécules ponctuelles qui n'interagissent pas.

1.4 Changements de phase

Dans les conditions «normales» de pression

101 325Pa = 1013,25hPa naguère mb ou millibars $\leftrightarrow$ 760 mmHg $\leftrightarrow$ 1 atm.

la glace fond à 0°C et l'eau s'évapore (complètement) à 100°C. C'est du moins ce que l'on apprend à l'école et ces phénomènes ont servi à définir l'échelle thermométrique centigrade. Comme on l'a déjà dit, on lui préfère l'échelle physique K qui part du zéro absolu.

L'énergie nécessaire à faire passer 1 kg de glace à 0°C à la phase liquide de même température s'élève à 330 000J $\leftrightarrow$ 80 calories soit autant que pour réchauffer 1 kg d'eau de 80K ou °C. C'est la chaleur latente de fusion de H_2O.

A la pression normale on peut définir une chaleur latente de vaporisation qui s'élève, par kg d'H_2O passant de la phase liquide à la phase gazeuse, à 2 300 000J $\leftrightarrow$ 540 calories. Il faut, dans ces conditions, 5,4 fois plus d'énergie pour faire évaporer 1 kg d'eau à 100°C que pour chauffer cette quantité d'eau de 273 à 373K (0°C à 100°C).

La transition de phase liquide/gaz met donc en jeu, à la pression normale, des quantités d'énergie considérables. Le changement de masse volumique est aussi spectaculaire.

Il convient de remarquer qu'une évaporation partielle est possible à la pression normale à des températures $T <$ 373K . La pression partielle limite de la vapeur point de rosée est donnée par le diagramme ci-dessous.

Le degré hygrométrique est le rapport de la pression partielle de H_2O au point de rosée.

A une température donnée l'évaporation est possible tant que cette limite n'est pas atteinte. Aux températures auxquelles nous avons l'habitude de vivre, la limite double pratiquement si T augmente de 10K ou °C.

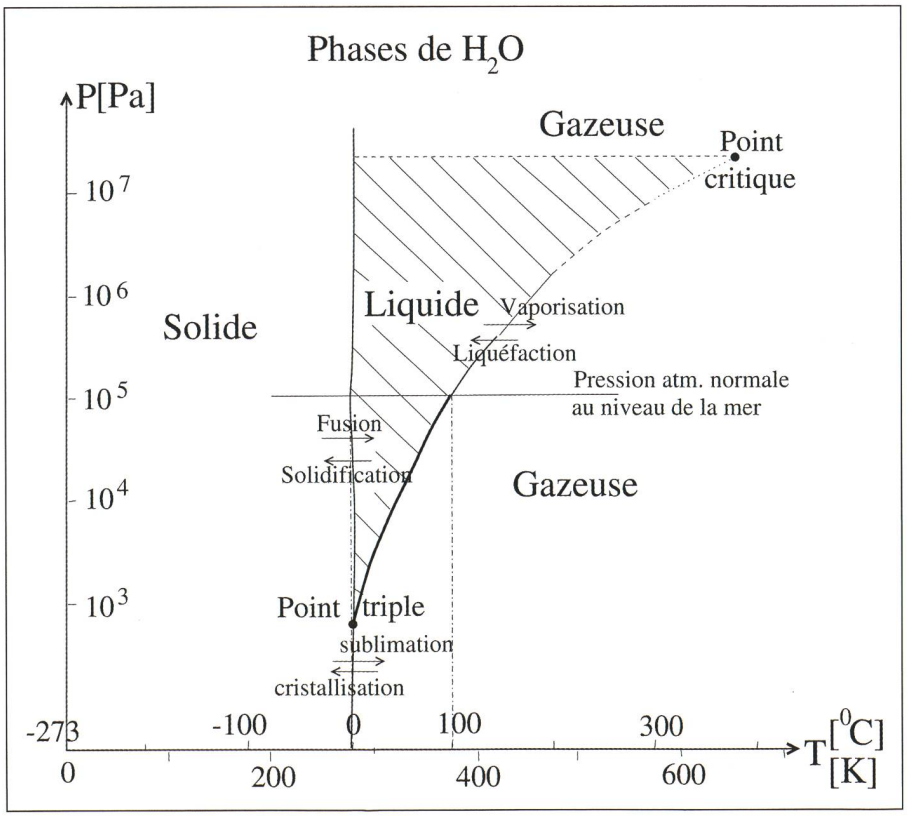
Si la pression partielle de vapeur de H_2O dépasse le point de rosée par suite d'une baisse de température par exemple, il y a saturation et une partie de la vapeur va se liquéfier ou se cristalliser.

Exemples familiers:

a) La buée et le givre qui se forment sur des corps refroidis. En météorologie on sait que le contact d'une masse d'air chaud et humide avec une masse d'air froid (front) provoque des précipitations.

b) La transpiration où la chaleur excessive de l'organisme est évacuée par l'évaporation de la sueur. Ce moyen de climatisation est très efficace pour autant que l'eau soit effectivement vaporisée. Dans les climats très chauds et secs, on utilise même des cruches légèrement poreuses ou des récipients en tissu serré pour conserver de l'eau à température fraîche au prix d'une déperdition minime.
Si l'air est saturé, la «transpiration à grosses gouttes» est peu efficace. Le climat équatorial et le temps lourd sont ainsi plus pénibles qu'un temps plus chaud, mais sec.

c) Le fœhn. A l'inverse, lorsque la vapeur atmosphérique est liquéfiée, de l'énergie est restituée à l'air qui, à pression donnée, est ainsi réchauffé. Le fœhn, vent qui souffle usuellement du Sud au Nord des Alpes, commence à s'élever sur les pentes et à se refroidir. L'air cède une partie de son humidité ce qui provoque des précipitations orographiques intenses au Sud des Alpes. A ce stade, de



la chaleur latente est cédée à l'air qui franchit la crête des Alpes où il est encore froid en raison de l'altitude. La différence de température et d'hygrométrie est spectaculaire lorsque l'on compare deux stations situées à même altitude de part et d'autre des Alpes.

L'eau de l'espace

2.1 Conditions non normales de pression

Les exemples qui précèdent se rapportent à des pressions qui ne s'écartent pas trop de la normale. Or on sait que la température de vaporisation (et de liquéfaction) de H_2O est très sensible à la pression. Avec une pression de 960 hPa (moyenne à une altitude de 500 m) cette température n'est plus que de 371,5K (98,55°C). A 3500 m l'eau bout à 363K (90°C).

Si la pression s'abaisse à 611Pa la température de vaporisation s'abaisse à 273,225K (+ 0,075°C) qui est aussi le point de fusion à cette pression. La coexistence des trois phases est le point triple de H_2O. On voit aussi que dans le vide ou à une pression inférieure à 611Pa ou 1/170 de la pression normale, la phase liquide de H_2O est impossible. C'est le cas de Mars. La pression de son atmosphère est de 700 à 1100Pa. Si elle était constituée essentiellement d'H_2O, l'eau liquide serait possible à la rigueur. Or on sait que l'atmosphère martienne est très sèche.

A l'opposé avec une pression double de la normale, la température de vaporisation s'élève à 394K ou 121°C environ. La marmite à pression permet de garder un équilibre de phase eau-vapeur à plus haute température et de raccourcir des temps de cuisson. Les moteurs à vapeur qui ont longtemps équipé trains et bateaux font également usage du déplacement de la température de fusion de H_2O avec la pression.

On pourrait croire que la phase liquide est d'autant plus présente que la pression est élevée. Ce n'est pas le cas, car d'autres paramètres entrent en considération. On rappelle qu'à la pression normale, la transition de phase liée à la vaporisation fait intervenir des changements importants:

a) Energie de vaporisation (chaleur latente);
b) Masse volumique entre liquide et gaz;
c) Compressibilité grande pour le gaz (parfait), presque nulle pour le liquide.

Or, plus la pression augmente, plus ces différences s'estompent. Le gaz cesse d'être parfait à haute pression, car les coefficients $a\rho^2$ et $b\rho$ de (1,2) ne sont plus négligeables. Il devient plus dense et moins compressible. L'énergie de vaporisation diminue aussi et, dès une pression de 22,06 MPa $\leftrightarrow$ 217,7 atm., cette énergie de vaporisation tombe à zéro. A peine au-dessous, on retrouve un changement de phase discret à une température de 647,25K ou 374,1°C. C'est le point critique de H_2O.

A des températures et des pressions supérieures aux valeurs critiques, la distinction entre liquide et gaz n'a plus cours; il n'y a plus de limite nette et il convient de considérer cet état comme gazeux.

Cela est vrai pour d'autres substances. Par exemple le gaz propane C_3H_8 a son point de vaporisation à 231,08K (– 42°C) à la pression normale et une température critique de 370K (96,8°C) bien supérieure aux températures auxquelles nous vivons habituellement. Si on le comprime il se liquéfie. Si on ramène le tout à pression normale il subsiste du propane liquide à 231K bien entendu. On peut stocker et transporter facilement du propane liquide dans des bouteilles qui supportent une pression modérée.

La liquéfaction de l'air ou de l'azote N_2 qui en est le constituant principal est une opération beaucoup moins aisée, car la température critique de N_2 est de 136K. Il faut commencer par refroidir l'air à une température moindre que 136K et l'y maintenir durant toute la liquéfaction. Il est impossible de stocker du N_2 liquide à la température ordinaire. La conservation se fait dans des bouteilles «dewar» très soigneusement isolées présentant une petite ouverture permettant l'échappement du gaz qui se forme. Ainsi conditionné, N_2 (azote liquide) se maintient à 80K. L'azote liquide est souvent utilisé pour refroidir des spectroscopes.

La présence d'eau liquide à la surface de Vénus est impossible, car la température est supérieure à la température critique de H_2O.

En résumé: la phase liquide de H_2O (et de n'importe quoi d'autre) est exceptionnelle et rarissime dans l'Univers. L'abondance d'eau (liquide) dans nos océans (et dans les précipitations helvétiques) ne doivent pas faire illusion. La pression atmosphérique et une température voisine de 300K font bénéficier la Terre de conditions favorables, mais peu fréquentes dans l'Univers.

2.2 L'espace interstellaire

Dans notre Univers, H est l'élément le plus abondant et O vient au 4e rang. On peut s'attendre à ce que la molécule H_2O soit très abondante dans l'Univers et, de fait, elle été découverte grâce à la radioastronomie en 1969 dans les nuages interstellaires; il s'agit d'une molécule très banale. On la trouve dans la plupart des nuages moléculaires de notre Galaxie (Orio, Taurus) et des spirales voisines.

Une partie de la poussière interstellaire est formée de grains recouverts de H_2O solide (ice-mantle particles).

La molécule H_2O est dans la poussière et le gaz circumstellaire qui enveloppe les supergéantes froides du type Mira Ceti.

La grande majorité des planètes extrasolaires (ou exoplanètes) actuellement connues a des orbites très proches de l'étoile-mère, elle-même de type solaire, car les recherches se sont focalisées sur les naines G. Les températures qui règnent sur la plupart de la soixantaine d'exoplanètes connues à ce jour (fin 2000) est de l'ordre de 1000 à 1500K. Néanmoins la période d'une de ces planètes est de 443 jours autour de l'étoile HD 82943. On a lu dans la presse quotidienne qu'une exoplanète contenant de l'eau avait été découverte (!?). En réalité l'astre en question offre des conditions n'excluant pas la phase liquide de l'eau et c'est tout ce que l'on a le droit d'affirmer maintenant.

2.3 H_2O des planètes et des gros satellites

Les calottes polaires de Mars sont connues depuis plus d'un siècle. On a pu observer leur recul durant l'été martien pour chaque hémisphère. On a supposé que ces calottes étaient constituées de glaces ce que les sondes contemporaines ont confirmé. Le CO_2 solide y est aussi abondant. Au début du 20e siècle on pensait déjà que le climat de Mars est très sec, mais on surestimait sa pression atmosphérique. Les canaux conjecturés par SCHIAPARELLI et LOWELL étaient supposés irriguer en eau les rivages avoisinants. Les observations très fines entreprises par les Suisses de QUERVAIN et SCHAER au Jungfraujoch en 1924, celles d'ANTONIADI, puis de DOLFUSS ne confirmèrent pas ces canaux et le doute subsista jusqu'à ce que la sonde MARINER 4 révèle Mars comme un astre mort criblé de cratères.

Les sondes Voyager ont montré que les satellites froids orbitant autour des planètes gazeuses ont une épaisse carapace de glaces (H_2O, CO_2, NH_3, CH_4) solides.

2.4 H_2O interplanétaire

La mise en évidence de la molécule H_2O dans l'espace interplanétaire a été beaucoup plus difficile. L'intense rayon-

Comète Kohoutek. Photo NOËL CRAMER

nement ultraviolet du Soleil ne laisse que quelques secondes à cette molécule qui ne tarde pas à être dissociée ou ionisée.

Les lecteurs plus tout jeunes se rappellent la comète P/Kohoutek observable fin 1973-début 1974. Les prédictions de magnitude étaient comprises dans une fourchette allant de +5 à –1. On pouvait espérer un spectacle magnifique et la presse s'en est fait l'écho. Mais c'est la prédiction pessimiste qui s'est réalisée d'où une déception beaucoup plus sensible dans le grand public que chez les astronomes professionnels et amateurs qui ne se sont pas laissé prendre par le battage médiatique d'alors. Or la comète P/Kohoutek a permis à HERZBERG et LEW de mettre en évidence l'ion H_2O^+ qui provenait avec quasi-certitude d'une molécule-mère H_2O.

Les derniers doutes ont été levés mi-mars 1986 avec la sonde GIOTTO qui a détecté H_2O avant qu'elle soit ionisée. Depuis lors on pense que les noyaux cométaires sont formés d'un conglomérat de grains de silicates ou de graphite recouverts de glaces.

2.5 Un océan sous Europe et Ganymède?

Parmi les quatre satellites galiléens de Jupiter, Europe est le 2e quant à son orbite: 670 900 km du centre de Jupiter, période de 3,551181 jours et le 4e quant à sa taille: 3138 km, soit un peu moins que la Lune. Les sondes Voyager ont révélé une surface remarquablement claire (albédo 0,64) et lisse: une des plus pures sphères connues.

En août 1996 la sonde GALILEO mettait en évidence des craquelures qui pouvaient aussi bien provenir d'H_2O liquide que de glace «chaude» et donc plus molle qu'à la surface à 130K (– 140°C). Des traces fossiles pouvant être attribuées à un geyser étaient également découvertes.

En 2000 (25 août), un indice nettement plus probant émanait du magnétomètre de cette même sonde GALILEO. Au cours des quelques années de service de la sonde, des variations du champ magnétique d'Europe étaient enregistrées. Or un champ magnétique provient toujours d'un courant électrique, donc de charges en mouvement. Europe abrite donc un fluide conducteur dans ses profondeurs. Il ne peut s'agir d'eau douce qui est non conductrice. Or on a vu au début de la section (1,2) que l'eau contenant des ions est, elle, conductrice. De l'eau salée expliquerait très bien les observations.

En 2000 (15 décembre), le même magnétomètre détecte des variations de champ magnétique sous la croûte de glace recouvrant Ganymède, le plus grand satellite du système solaire (diamètre 5268 km, soit plus que Pluton et Mercure). L'explication la plus plausible est à nouveau la présence d'un océan salé sous la croûte glacée de cet astre. Autre argument allant dans ce sens: la présence de poussières et de blocs minéraux qui peuvent avoir été remontés à la surface par de l'eau liquide si l'on en croit les résultats de la réflexion infrarouge mesurée par GALILEO. Les failles de la croûte peuvent provenir de remontées d'eau liquide ou de glace plus molle, car plus «chaude».

2.6 De la glace sur la Lune?

En 1994 la NASA lançait CLEMENTINE, une petite sonde de 227 kg à vide, afin d'étudier la Lune à toutes les latitudes et l'astéroïde 1620 Geographos. En 1996, fin novembre, le dépouillement des résultats donnait de sérieux indices d'une surabondance de H près du pôle Sud. L'explication de loin la plus plausible est la présence de H_2O sous forme de glace dans des régions qui ne sont jamais touchées par le Soleil et qui restent en permanence à des températures inférieures à 150K. Une autre sonde, Lunar Prospector, était lancée le 5 mars 1998 afin d'acquérir des compléments d'informations. Le spectromètre à neutrons confirmait l'existence de H_2O près des deux pôles lunaires. La sonde devait s'écraser de manière contrôlée au pôle Sud de la Lune en 1999 juillet 31 afin d'avoir des preuves supplémentaires. Or cet impact n'a pas révélé de H_2O.

D'où peut provenir cette molécule? En l'absence d'atmosphère la phase liquide est impossible et une température supérieure à 273K ou, même un peu moins, entraîne une sublimation rapide de la glace. Des météorites et des débris de comète peuvent apporter de la glace et, si les impacts ont lieu dans des régions que le Soleil n'éclaire jamais et où règne un froid permanent, cette glace peut subsister mélangée (quelques pour mille) à la régolithe qui recouvre le sol lunaire.

2.7 Histoires d'atmosphères

La présence des cañons sur Mars révélée par les sondes VIKING peut être la signature de cours d'eau très anciens.

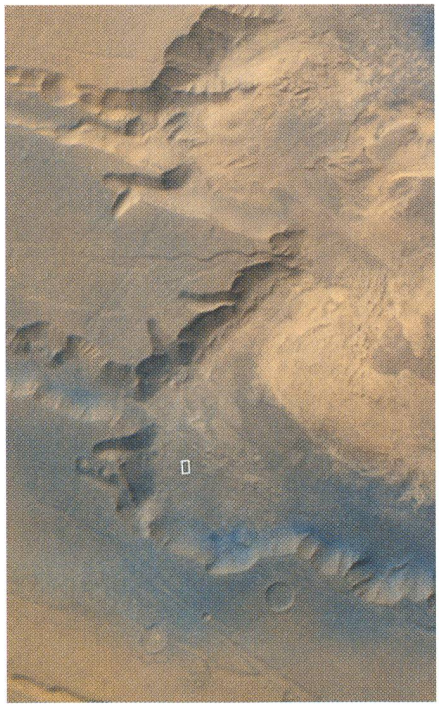
Mais on a dit plus haut que l'atmosphère de cette planète est ténue et très sèche. Comment la présence d'eau est-elle possible?

Il ne faut pas oublier que l'atmosphère des planètes telluriques évolue.

Cela s'explique par la théorie cinétique des gaz. Pour cela on peut imaginer un vaste manège d'autos tamponneuses un peu spécial.

a) Il n'y a pas de barrière de sécurité,
b) la piste a la forme d'une vasque plus ou moins creuse,
c) les voitures sont de masse inégales, certaines sont légères, les autres massives.

Document NASA. Région de Candor (Mars): cañons de quelques km de large.



Si on faisait l'expérience on constaterait qu'à la longue:

a) Les voitures légères seront beaucoup plus affectées par les collisions que les voitures massives,
b) Si les bords de la vasque étaient très relevés, seules quelques voitures, les plus légères de préférence, seraient éjectées,
c) Si les bords sont bas, toutes les voitures finiront assez rapidement par quitter la piste,
d) Dans le cas intermédiaire, les voitures les plus légères seront éjectées alors que les plus massives resteront en piste à part quelques exceptions qui ne pèseront pas lourd dans une statistique.

Avec les gaz entourant les astres, l'importance du champ de gravitation jouera le rôle du relèvement des bords de la vasque, les molécules celui des voitures. Les masses moléculaires μ seront inégales:

Molécule	Formule	μ
Hydrogène	H_2	2
Hélium	He	4
Méthane	CH_4	16
Ammoniac	NH_3	17
Eau	H_2O	18
Azote	N_2	28
Oxygène	O_2	32
Gaz carbonique	CO_2	44

Les planètes géantes Jupiter et Saturne sont essentiellement gazeuses et retiennent tout, notamment *He*, c'est la situation b) illustrée par la vasque très creuse.

Mercure, la Lune et les autres satellites ont une gravité faible et ont perdu rapidement leur atmosphère, analogue à c) piste presque plate.

Vénus et la Terre sont dans le cas intermédiaire analogue à d). La première a une atmosphère très riche en CO_2 et en N_2. *He* est rare pour les deux planètes; cette molécule est légère et a été éjectée sélectivement alors que la gravité suffisait à conserver les molécules plus lourdes.

La Terre a perdu presque tout son CO_2 en raison de la formation des roches carbonées et de la dissociation de cette molécule par la photosynthèse végétale qui entretient aussi un O_2 abondant malgré son instabilité.

Mars a une gravité plus faible, mais qui a pu permettre de conserver pendant quelques centaines de millions d'années une atmosphère plus importante qu'aujourd'hui. Mis à part O_2, instable, l'atmosphère martienne a retenu essentiellement des molécules massives: CO_2 et un peu de N_2. Aux premiers temps de son histoire Mars devait posséder de l'eau. Par la suite seule la phase solide de H_2O a permis de sauver des représentants de cette molécule.

2.8 Conclusion

Une forte motivation des recherches actuelles sur l'eau, entre autres, est de découvrir hors de la Terre des sites susceptibles d'abriter de la vie.

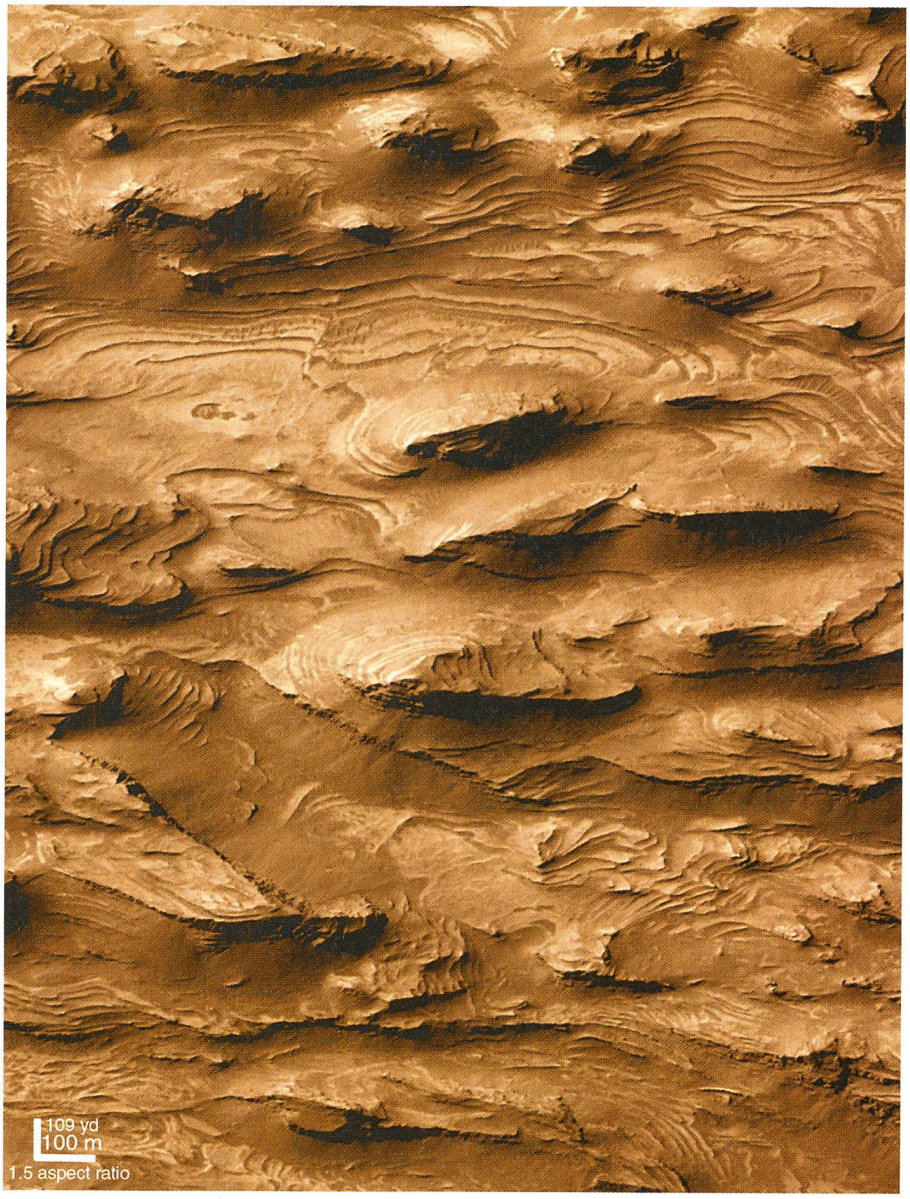
L'eau est-elle indispensable? Oui sans équivoque pour la vie terrestre. Comment se comporte la vie ailleurs si elle existe? Si on admet qu'elle a un support matériel, elle devrait être hautement organisée et seules les molécules carbonées présentant des bifurcations (comme l'urée) ou des cycles (comme le sucre) peuvent offrir cette organisation. Il faut des températures assez élevées pour permettre la formation de telles molécules organiques. Ces températures ne doivent pas non plus être trop élevées, sinon elles détruiraient les molécules organiques à peine formées.

La haute constante diélectrique de l'eau liquide facilite grandement la chimie organique à température «modérée». L'eau pourrait ne pas être indispensable à une vie extraterrestre, mais il est sûr qu'elle la faciliterait hautement. Mais il ne faut pas oublier que si H_2O n'est de loin pas rare dans l'Univers, sa phase liquide est, elle, tout-à-fait exceptionnelle.

Qu'en est-il dans le système solaire?

Les hypothétiques paillettes de glace de la Lune ne permettent assurément pas à la vie de se former. Mais cette glace est de nature à faciliter grandement l'établissement de stations scientifiques sur la Lune. Si l'on sait que l'apport d'un kg de matériel sur la Lune revient à

Document NASA. Détail de la région de Candor (figure précédente). Sédiments ou érosion éolienne?



10000 euros au bas mot, on conçoit l'intérêt de ces gisements de glace. Sous des cloches offrant la pression adéquate, on peut obtenir le précieux liquide. Enfin il est possible d'analyser H_2O à l'aide de l'énergie fournie par des panneaux solaires et de la stocker sous forme de H_2 et de O_2. On dispose du carburant et du comburant nécessaires au retour. On peut ainsi réduire notablement la charge à emmener depuis la Terre.

Les sondes MARINER et VIKING ont exclu tout espoir de trouver de l'eau liquide à la surface de Mars. Les expériences de VIKING (1976) tendant à mettre en évidence une biochimie n'ont pas donné de résultat probant.

Toutefois les orbiters de VIKING détectaient des cañons, fossiles de cours d'eau de peu postérieurs à la formation de Mars. Les images de Mars Global Surveyor sont encore plus éloquentes.

Le détail montre des strates horizontales qui pourraient être dues à des dépôts sédimentaires. Si la Terre avait abrité une vie qui se soit éteinte après quelques centaines de millions d'années, d'hypothétiques «explorateurs» pourraient en retrouver la trace dans des sédiments semblables. Est-ce que les conditions sont similaires sur Mars?

Enfin les ravinements actuels ou récents découverts en juin 2000 (illustration au début de cet article) semblent incompatibles, en raison d'une pression atmosphérique trop basse, avec la phase liquide de H_2O. Toutefois en présence de failles assez profondes, on peut concevoir des conditions différentes. De l'eau pourrait surgir un peu comme nos geysers terrestres et s'évaporer peu après. Est-ce la situation actuelle?

Les ravins en question ne permettent d'affirmer qu'une «présence géologiquement très récente» de l'eau à la surface de Mars, c'est-à-dire datant au plus de quelques millions d'années. Restons prudents.

BERNARD NICOLET
Observatoire de Genève
CH-1290 Sauverny/GE
bernard.nicolet@obs.unige.ch

Medienmitteilung

Mondfinsternis in Nebelschwaden

MARKUS GRIESSER

Rund 60 erlebnishungrige Gäste fanden sich am Dienstagabend, 9. Januar, auf der Winterthurer Sternwarte Eschenberg zur angekündigten Totalen Mondfinsternis ein. In den Stunden zuvor war das (private) Telefon des Sternwarte-Leiters heissgelaufen: Aus der ganzen Region erkundigten sich Leute, ob sich das angekündigte Naturspektakel wohl auf dem Winterthurer Hausberg verfolgen liesse.

Begehrte Feldstecher

Tatsächlich konnten die Unentwegten, die sich trotz der rabenschwarzen Wetter-Prognosen nicht vom Pilgergang zur einsam gelegenen Sternwarte mitten im Winterthurer Stadtwald abhalten liessen, ab 19.30 Uhr durch das diffuse Weiss wogender Nebelschwaden mitverfolgen, wie der Mond erst den Erdschatten berührte und dann immer tiefer in der Schwärze versank. Für einmal war der Feldstecher das beste Beobachtungsinstrument, denn die beiden grossen Teleskope der Sternwarte sammelten derart viel schwaches Streulicht rings um den Mond herum, dass der Kontrast im Blickfeld der Instrumente regelrecht einbrach. Da war es dann auch ein schwacher Trost, dass man in den letzten Minuten der Eintrittsphase am Mondrand noch das ausgedehnte Mare Crisium wahrnehmen konnte. Doch irgendwie passte das lunare Krisenmeer in die krisenhafte Witterungsstimmung und die dadurch verursachte Melancholie bei gar so manchem Sternwarte-Gast.

Appetithäppchen zum Schluss

Die eigentliche Mondfinsternis spielte sich folgerichtig in vollständiger Dunkelheit ab. Immerhin bequemte sich Petrus wenigstens zum Ende des Spektakels nochmals zu einigen weiteren Aufhellungsversuchen. Ansatzweise bekamen so die wenigen verbliebenen Sternwarte-Gäste noch einen Eindruck von der rotverfärbten Mondoberfläche, bevor sich der Erdtrabant endgültig und unwiederbringlich in die himmlische Feuchte verabschiedete. Dieses Appetit-Häppchen muss nun eine ganze Weile anhalten: Erst im Mai 2003 haben wir wieder eine Chance, dem verdunkelten Erdtrabanten ins Antlitz zu gucken. Doch da sich dieses Himmelsschauspiel dann in die Morgendämmerung abspielen wird, schreibt man sich heute am besten auch noch gleich den 9. November 2003 in die Agenda. Dann natürlich mit Zusatz: «Nebel könnte die Sicht behindern ...»

MARKUS GRIESSER
Leiter der Sternwarte Eschenberg in Winterthur
Breitenstrasse 2, CH-8542 Wiesendangen
griesser@spectraweb.ch

ASTRO
MATERIALZENTRALE
P.O.Box 715
CH-8212 Neuhausen a/Rhf
+41(0)52-672 38 69
email: astroswiss@hotmail.com

Ihr Spezialist für Selbstbau und Astronomie

- *Spiegelschleifgarnituren*, Schleifpulver, Polierpech.
- *Astro-Mechanik* wie Fangspiegelzellen, Stunden-, Deklinationskreise, Okularschlitten, Sucher-visier, Adapter usw.
- *Qualitäts-Astro-Optik* wie Spectros-Schweiz und andere Marken: Helioskop, Achromate, Okulare, Filter, Fangspiegel, bel./unbel. Fadenkreuzokulare, Sucher, Messokulare, Zenitprisma, Parabolspiegel ø bis 30 cm, Schmidt-Cassegrain, Newton-Teleskope, Refraktoren usw.
- **MEADE-Händler**: Sie erhalten bei uns sämtliche Produkte aus dem MEADE-Katalog.

Alles Weitere im SAG Rabatt-Katalog «Saturn»
4 internationale Antwortscheine (Post) oder CHF 4.50 in Briefmarken zusenden.

Attraktiver SAG-Barzahlungs-Rabatt

Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Les Potins d'Uranie

Baiona et les Indiens

AL NATH

La première fois que j'y ai séjourné, il y a une bonne vingtaine d'années, la particularité de Baiona dans la longue histoire de la découverte de notre planète n'était pas très connue en dehors de la péninsule ibérique.

Aujourd'hui ce n'est plus tout à fait le cas avec l'ampleur prise par les régions en Europe, avec l'accent mis sur leur rôle historique et, *last but not least*, avec les moyens financiers dont bénéficient actuellement les entités politiques gérant les autonomies de l'Espagne moderne et notamment la Galice, à la pointe nord-ouest du pays.

Ainsi Baiona (ou Bayona la Real dans son ancienne épellation) a vu depuis quelques années se multiplier monuments, manifestations culturelles et reconstitutions historiques sur ce qui fit justement, au matin du premier jour du mois de mars 1493, le destin unique de cette bourgade située à l'entrée de la Rìa[1] de Vigo.

Mais de quoi diable s'agit-il?

Tout simplement du fait que Baiona fut, pour le dire en peu de mots, le premier point de l'Ancien Monde à entendre parler du Nouveau ... et à voir des «Indiens».

*****

Reprenons brièvement l'histoire. Vers les cinq heures du matin du vendredi 3 août 1492, trois navires lèvent l'ancre dans le port de Palos de la Frontera[2]. Sous les ordres du Génois Cristòbal Colòn, une nef et deux caravelles partent explorer les eaux inconnues de l'Atlantique Ouest en espérant bien atteindre les Indes par la voie occidentale.

L'expédition est faite au nom de Dieu et pour le bénéfice des Rois Catholiques Ferdinando et Isabel qui y ont aussi intéressé les marins et leur commandement suivant des coutumes et règles bien établies, dont certaines consignées par écrit[3].

Contrairement à ce qu'on a pu lire ci et là, l'Amiral est loin de pouvoir exercer une autorité arbitraire et toutes les personnes impliquées dans l'aventure, y compris celles restées en Espagne, ont un rôle bien déterminé et des responsabilités précises, l'éventuel retour économique de chacun étant donc bien défini suivant des modalités fixées à l'avance. Il faut aussi souligner qu'il s'agit essentiellement d'une expédition civile, même si les bateaux étaient équipés de quelques bouches à feu[4] et d'armes plus traditionnelles.

Le voyage peut se décliner comme suit en style télégraphique: un premier arrêt d'un mois dans l'archipel des Canaries pour réparer notamment le gouvernail d'une des caravelles, la Pinta[5], et changer la voilure; nouveau lever d'ancres le 6 septembre pour une traversée de 36 jours remplis d'espoirs, d'incertitudes, de tensions, de pénuries et d'inquiétudes avant de rencontrer le 12 octobre les premières terres dans les Antilles[6].

Monument à Martìn Alonso Pinzòn à Baiona, le capitaine de la caravelle Pinta qui fut la première à rentrer en Europe (à Baiona justement) après la découverte des terres du Nouveau Monde.

L'exploration des îles dura nonante-cinq jours avec toutes sortes de découvertes et de péripéties dont notamment une séparation temporaire de la Pinta continuant l'exploration pour son compte du 21 novembre 1492 jusqu'au 6 janvier 1493 où elle rejoignit l'escadre.

La Pinta était commandée par Martìn Alonso Pinzòn, originaire de Palos. L'autre caravelle, la Niña, aux ordres de son frère, Vicente Yàñez Pinzòn, devint le bateau amiral après le naufrage de la nef de Colòn, la Santa Maria, sur des récifs près de l'île Española[7], le 25 décembre 1492. Cet incident força l'Amiral à y abandonner (jusqu'à la prochaine visite) 39 membres de ses équipages protégés par un fortin construit à partir des restes du bateau. On peut donc considérer cette île comme la première colonisation hispanique du Nouveau Monde.

*****

Le voyage du retour fut initié le 16 janvier 1493 sur fond de vives tensions entre Colòn et Pinzòn[8] suite à la dissidence temporaire de celui-ci, ces 45 jours ayant été en infraction avec l'ordonnance royale lui enjoignant de garder loyauté à l'Amiral durant toute la phase de découverte.

Plusieurs éléments allaient venir compliquer le retour: tout d'abord, les conséquences d'un départ quelque peu précipité résultant de la mésentente des deux capitaines (un mât fendu pour la Pinta et un défaut d'approvisonnement pour la Niña); mais surtout des conditions météorologiques catastrophiques[9] qui allaient séparer les bâtiments et con-

1 Rìa = importante pénétration de mer dans les terres, un fjord en quelque sorte.

2 Actuellement dans la province de Huelva, en Andalousie dans le Sud de l'Espagne, sur les rives d'une rade donnant dans la Méditerranée.

3 Notamment dans les accords (*Capitulaciones*) signés à Còrdoba le 17 avril 1492 après sept ans de tractations. Par ces documents, les Rois Catholiques acceptèrent de patroner le projet et concédèrent à Colòn le titre d'Amiral ainsi que ceux de Vice-Roi et Gouverneur Général des terres éventuellement découvertes.

4 Des bombardes de neuf cm de diamètre tellement lentes à opérer que pas plus d'une dizaine de coups par jour [sic] n'étaient possibles!

5 Gouvernail vraisemblablement saboté par les propriétaires du bateau réquisitionné. Ils étaient opposés au voyage qu'ils jugeaient trop risqué et se trouvaient d'ailleurs à bord en qualité de marins.

6 Ile des Indiens Guanahaní, baptisée San Salvador par Colòn et aujoud'hui la Watling Island des Bahamas.

7 Española = l'île faite actuellement d'Haïti et de la République Dominicaine.

8 Martìn Alonso, que nous continuerons à appeler Pinzòn ci-après, le rôle de son frère restant dans l'ombre de Colòn par la force des choses.

9 Elles causèrent le naufrage de 25 nefs en Flandres et forcèrent les Portugais à maintenir leur flotte amarrée à Lisbonne pendant quatre mois.

duire Colòn a chercher refuge à Lisbonne, pourtant capitale d'un pays rival[10], où il arriva le 4 mars 1493.

La Pinta de Pinzòn, aussi fortement malmenée par les éléments, chercha à s'abriter sur la côte Atlantique, mais en territoire espagnol, où il n'y avait guère que les ports de Baiona ou d'A Coruña qui pouvaient l'accueillir. Le choix de Baiona fut probablement décidé par Pinzòn pour des raisons de proximité, le calfatage du bateau laissant maintenant passer l'eau de toutes parts, et aussi à cause de la très bonne familiarité de son pilote[11] avec ces côtes accidentées.

La Pinta restant rapide (notamment meilleures caractéristiques et meilleure voilure en dépit des dégâts des tempêtes), elle toucha terre un jour avant Colòn et ce sont donc ses courriers qui partirent les premiers vers la Cour des Rois Catholiques avec toutes ces nouvelles extraordinaires sur les découvertes effectuées et sur tout ce que les caravelles ramenaient dans leurs entrailles.

Avant de revenir plus particulièrement à l'étape de Baiona, disons encore pour conclure le voyage que les deux bateaux furent de retour à leur point de départ, Palos de la Frontera en Méditerranée, le 15 mars 1493 à quelques heures d'intervale. Pinzòn décédera quelque temps après, à l'âge de cinquante-deux ans, d'une maladie contractée pendant le voyage et cette disparition prématurée le priva très probablement d'une reconnaissance plus méritée dans les tablettes de l'histoire.

*****

La Pinta ramenait trois indiens dont deux survécurent. La tradition veut que le troisième soit enterré au pied de la colline sur laquelle est situé le Parador de Baiona, le Monte Boi.

On a aussi une idée assez précise des objets, plantes et animaux exotiques ramenés en plus de maints échantillons d'or. Parmi les objets propres à la vie des indiens, citons les javelots, pagayes, canoës, hamacs, idoles, etc. Quelques animaux avaient été transportés vivants (iguanes, perroquets, agoutis, cochons d'Inde, ...), mais d'autres furent conservés dans du sel. Des peaux et carapaces complétaient ces témoignages du règne animal.

Parmi les plantes qui posaient en principe moins de problèmes pour le voyage, on trouvait notamment le maïs, le manioc, la patate douce, l'arachide et une grande variété d'haricots, de même que le piment rouge et la canelle pour le monde alimentaire, le coton et l'agave pour les fibres textiles, des plantes médicinales et colorantes, des fruits divers, et bien d'autres variétés dont une vénéneuse, encore bien d'actualité: le tabac.

Les maladies vénériennes (comme la syphillis dont mourut Pinzòn) ne furent pas toutes exportées par les européens, mais à l'inverse certaines existaient à l'état endémique chez les indiens et furent donc introduites en Europe.

*****

Les dix jours que passa la Pinta à Baiona furent consacrés aux réparations et à son ravitaillement.

Il est bon d'insister sur le fait que l'équipement (les bateaux eux-mêmes, les instruments de navigation, le matériel de bord, etc.) était évidemment le plus moderne de l'époque puisqu'il était hors de question que l'Amiral et ses capitaines (ni leurs sponsors royaux) prennent des risques inutiles.

On a trop souvent tendance actuellement à juger en fonction des conditions de notre époque et à pousser de hauts cris lorsque, par exemple, les conditions d'hygiène ne satisfaisaient pas un minimum que l'on jugerait aujourd'hui indispensable.

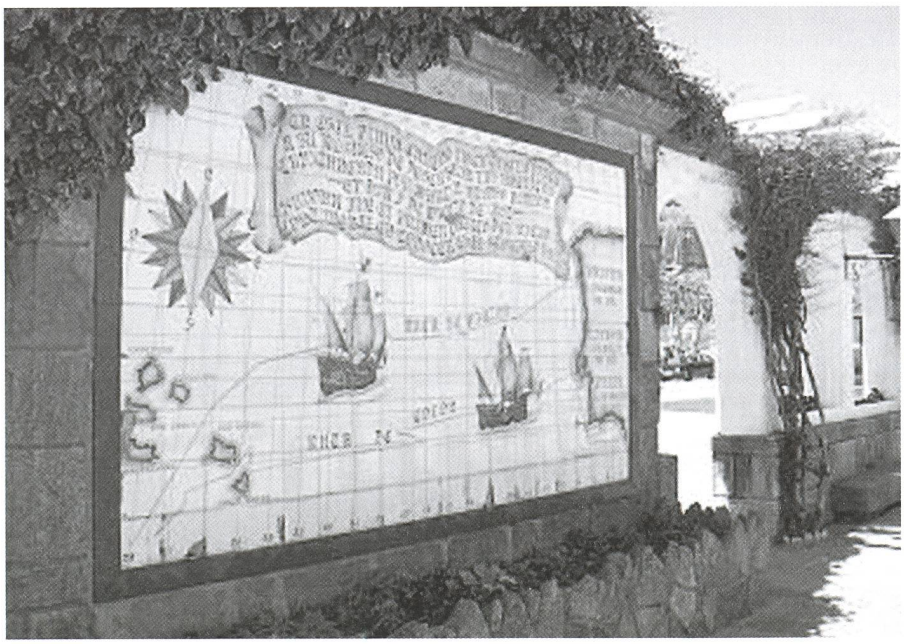
C'est vrai qu'il est difficile d'imaginer de nos jours une croisière sur des coquilles de noix en compagnie d'une trentaine de personnes. Mais, à nouveau, ce n'était pas pire que ce qui existait dans les masures de l'époque (qui, pour la plupart, n'avaient pas de toilettes individuelles donnant directement sur la mer) et le rationnement naturel de règle sur le bateau n'était pas plus insupportable que de mourir de faim en Estrémadure[12].

Les mutineries (ou râleries) parfois évoquées? Que pouvait-on espérer de personnes largement ignorantes et fonctionnant plus à la harangue (et sous la menace du châtiment corporel, bien codifié lui aussi) que par des décisions rationelles? Malgré tout ce qu'on a pu dire, cette expédition fut menée de main de maître puisqu'elle aboutit avec succès après une bonne trentaine de jours.

*****

Il n'est pas toujours évident de se rendre compte aujourd'hui de l'importance critique des pilotes pour toutes ces pre-

Azulejo sur le Paseo de Ribeira à Baiona illustrant la dernière section du retour des deux caravelles de Pinzòn (haut) et Colòn (bas) vers la péninsule ibérique. La divergence des trajets débuta aux Açores (le groupe d'îles sur la droite) suite à de violentes intempéries.



[10] Il y échappa d'ailleurs à un attentat au cours des neuf jours de relâche.

[11] Cristòbal Garcìa Sarmiento, originaire de Galice, peut-être de la région de Vigo ou même de Baiona.

[12] Région d'origine de grands conquistadors (voir notamment la statue de Pizarro sur la place de Trujillo) suivis par des troupes à la recherche d'une meilleure vie et de meilleures fortunes dans des conditions n'ayant rien à voir avec certaines évocations romantico-burlesques du cinéma.

mières expéditions maritimes au long cours. Leur expérience se greffait sur un sens aigu de l'observation directe d'éléments parfois peu perceptibles (légères variations météorologiques, modifications du vent ou de l'état de la mer, comportement des éventuels oiseaux, agitation et trajectoires des poissons, ..). Leurs connaissances, leur intuition remarquable, leur sang-froid et leur habileté en toutes conditions en faisaient des personnages extrêmement précieux et dûment respectés[13].

Des «trucs» et «ficelles» de navigation (directions, élévations d'astres et de constellations, passages, courants, écueils et récifs, etc.), ainsi que des cartes et notes souvent confidentielles, parfois consignées dans des cahiers conservés dans des endroits secrets du bateau, complétaient des outils de navigation, rudimentaires à nos yeux, mais auquels les pilotes veillaient comme à la prunelle de leurs yeux.

Parmi ceux-ci, se trouvaient:

- l'*aiguille de gouverne*, ancêtre de la boussole qu'il faillait ré-aimanter régulièrement avec des aimants naturels (calamites) que le pilote surveillait jalousement; assortie d'une rose des vents, cette aiguille était située à côté du gouvernail (et éclairée toute la nuit par un fanal spécifique);
- le *quadrant* servant à mesurer la hauteur des astres; sa manipulation difficile à bord à cause des mouvements du bateau nécessitait deux personnes, l'une pointant les astres, l'autre lisant les graduations par un fil à plomb;
- l'*astrolabe* dont la fonction était identique à celle du quadrant: mesurer la hauteur des astres, donc déterminer la latitude;
- le *sablier* qui était en fait l'horloge de bord, calibré pour être retourné toutes les demi-heures; l'heure se réajustait au midi local (ombre sur le nord de l'aiguille de boussole) avec toutes les imprécisions et aléas que ces manipulations pouvaient introduire.

A cela s'ajoutait différentes sondes (le loch n'étant probablement introduit qu'au XVI[e] siècle), ainsi que des cartes de plus en plus précises, des compas, des tables et des abaques.

On était très loin de l'équipement sophistiqué actuel (horloges atomiques, radio, radar, GPS, ...) donnant à tout moment la position précise des bateaux en mer, ainsi que leur proximité relative, et permettant un contact permanent avec le reste du monde sous les diverses formes de communication[14].

Cela rend d'autant plus remarquable la détermination de quelques hommes, ayant foi dans les connaisances et les techniques de leur époque, et bien décidés, avec l'appui de sponsors éclairés et appâtés, d'ouvrir des voies de navigation nouvelles. Ce faisant, ils firent éclater les limites du *Mundus Vetus* et ont inventé un *Mundus Novus* au-delà de leurs espérances.

*****

Outre l'intervention permanente d'éléments astronomiques aux besoins de la navigation, le journal de Colòn mentionne une grosse météorite tombant non loin des bateaux («quatre à cinq lieues») dans la nuit du 15 septembre 1492 alors qu'ils étaient en plein Atlantique. On peut imaginer l'effet d'un tel phénomène sur des esprits a priori inquiets d'affronter la «Mer des Ténèbres», cet océan qui aurait du autrefois les conduire aux enfers, droit dans la gueule de monstres atroces ...

Il faut cependant bien réaliser le contexte de cette fin du XVe siècle où le *Livre de Marco Polo*, diffusé par l'imprimerie, contait les merveilles des voyages du Vénitien. Il fut l'inspiration de maints aventuriers et explorateurs et contribua à une prédisposition des érudits à recevoir des nouvelles extraordinaires, voire fantastiques, de mondes inconnus. Les informations sur les terres africaines explorées par les Portugais circulaient de port en port, avec les déformations que l'on peut imaginer, et étaient évidemment connues des équipages de Colòn.

D'autres ouvrages, comme celui du prétendu médecin liégeois du XIVe siècle Jehan de Mandeville[15], suggéraient l'existence de terres inconnues, pleuplées d'êtres exotiques, et inspiraient à la fois anxiété et curiosité vers ce monde qui resterait à découvrir aussi longtemps qu'on n'en atteindrait pas les limites éventuelles.

En fait d'inquiétudes, la latitude des bateaux de Colòn ne s'était guère modifiée depuis le deuxième lever d'ancre aux Canaries et c'étaient les mêmes étoiles qui, chaque nuit claire après chaque nuit claire, se levaient de cet Orient qu'ils avaient laissé et se couchaient en cet Occident inconnu d'où les équipages espéraient voir surgir des terres. Cette «routine» céleste devait, elle au moins, apporter un certain apaisement ...

*****

Pour les lecteurs curieux d'en savoir plus, de nombreux ouvrages existent sur l'expédition de Cristòbal Colòn et sur la découverte des premières terres proches du continent américain. Beaucoup sont loin d'avoir le sérieux souhaitable et sont encore plus rares ceux centrés sur la caravelle Pinta qui fut la première à rejoindre le Vieux Continent.

L'un de ces livres donne (à partir de documents d'époque très bien conservés dans les archives espagnoles largement intactes) des détails extrêmement précis sur les bateaux, l'équipage, l'équipement, les modes de fonctionnement et de vie à bord, de même que sur le contexte sociohistorique de l'époque. Il est en espagnol, offre un certain nombre d'illustrations très intéressantes, se lit assez facilement, mais contient pas mal de termes techniques qui pourraient être rédhibitoires pour des personnes ne maîtrisant pas bien la langue de Miguel de Cervantés.

Il s'agit de «*La Carabela Pinta y su Arribada a Bayona*» par Avelino Sierra Fernàndez, publié en 1997 sur 360 pages par la Diputaciòn Provincial de Pontevedra.

Si vous êtes de passage dans le nord-ouest de l'Espagne, faites aussi le détour par la jolie ville de Baiona, maintenant bien desservie par les autoroutes et les voies rapides, et visitez la réplique de la Pinta amarrée dans le port. Allez-y tôt le matin pour vous y retrouver autant que possible seul avec le marinier de surveillance (et aussi restaurateur) et pour mieux apprécier les conditions exactes du voyage. De nombreux éléments d'époque du bord ont été reconstitués. Ils «parlent» beaucoup plus que bien des films sur la question ...

Faites le tour du Monte Boi et imaginez au large le frêle bateau revenant du Nouveau Monde avec ses indiens, ses iguanes, ses plants de maïs et de tabac. Ce retour est maintenant célébré au début de mars.

AL NATH

[13] Voir par exemple, dans un autre registre, le contexte dans lequel évoluent un siècle plus tard les pilotes du *Shōgun* de James Clavell.

[14] Sans aucune difficulté, ni que ses correspondants se rendent compte qu'il était à l'autre bout du monde, Al Nath a ainsi terminé d'éditer en mer plusieurs ouvrages dont les contributions étaient reçues via les liaisons satellitaires modernes (fax, Internet,...) de bateaux.

[15] Personnage d'identité très controversée qui aurait visité l'Orient et sur lequel les plus grandes réserves sont à émettre. Observations précises et légendes se mêlent dans l'ouvrage (du a plusieurs auteurs?) qui est quant à lui une réalité historique et dont on connaissait déjà une nonantaine d'éditions à la fin du XV[e] siècle.

Zu Beginn zeigt sich der rote Planet nur zögerlich

Mars nimmt Anlauf zur Opposition

THOMAS BAER

Der Planet der kommenden Monate heisst Mars. Immer heller strahlt er in den Stunden nach Mitternacht im Südsüdosten und setzt Mitte Mai 2001 zur Opposition an. Damit wird Mars vorübergehend rückläufig und zum auffälligsten Objekt am Nachthimmel. Jupiter und Saturn geben ihre Abschiedsvorstellung, während sich Venus mühevoll am Morgenhimmel behauptet. Merkur ist bietet Ende Mai, Anfang Juni 2001 seine beste Abendsichtbarkeit des Jahres.

Nach ihrer Doppelfunktion als «Morgen-» und «Abendstern» zieht **Venus** endgültig die Stunden vor Sonnenaufgang vor. Die untere Konjunktion mit der Sonne gerade erst erreicht, erscheint der «Morgenstern» im ersten April-Drittel im Osten. Da die zu Beginn noch rückläufige Bewegung des Planeten am 17. April 2001 in Rechtläufigkeit übergeht, wächst der westliche Winkelabstand mit der Sonne nur ganz allmählich an, was sich nicht gerade positiv auf die Sichtbarkeit auswirkt. Durch die flach verlaufende Ekliptik erlangt Venus bis Anfang Mai 2001 kaum an Höhe über dem Horizont. Dafür setzt sie sich durch ihre Leuchtkraft von –4.0 bis –4.5 mag (im April) in Szene. Im Teleskop nimmt die extrem schmale Sichelgestalt des Planeten im Laufe des Monats zu, während die scheinbare Grösse durch den grösser werdenden Erdabstand von 60" auf 41" rapide schrumpft.

Bereits am 4. Mai 2001 strahlt Venus zum zweiten Mal in diesem Jahr im «grössten Glanz». Allerdings müssen wir einen flachen Horizont haben, denn der flirrende Lichtpunkt steht sehr tief und erreicht bis Sonnenaufgang lediglich 10° Höhe. Ab jetzt baut der «Morgenstern» seine Sichtbarkeit etwas aus. Doch leider geht auch die Sonne täglich früher auf, womit nur Morgenmenschen Venus beobachten können. Ihre Aufgänge verfrühen sich vom 1. Mai 2001 von 4:42 Uhr MESZ auf 3:46 Uhr MESZ am Monatsletzten.

Merkur, der oft schwierig beobachtbare Winzling, bietet im letzten Mai-Drittel eine ausgesprochen gute Abendsichtbarkeit. Selbst Laien dürften mit Aussicht auf Erfolg nach dem Planeten fahnden. Am 22. Mai 2001 steht Merkur mit einem östlichen Abstand von der Sonne von 22°27' in grösster östlicher Elongation. Im Gegensatz zu den frühen Morgenstunden verläuft die Ekliptik am Abendhimmel steil zum Westhorizont, was dem sonnennächsten Planeten zu seinem Höhenflug verhilft. Ausserdem weist Merkur höhere Deklinationen als die Sonne auf.

Gutes Wetter vorausgesetzt, kann man Merkur bereits ab dem 6. Mai 2001 tief am Nordwesthorizont entdecken. Die günstigste Beobachtungszeit liegt Mitte Mai 2001, etwa eine Woche vor der grössten Elongation. Der Grund liegt an der danach rasch wieder sinkenden Helligkeit.

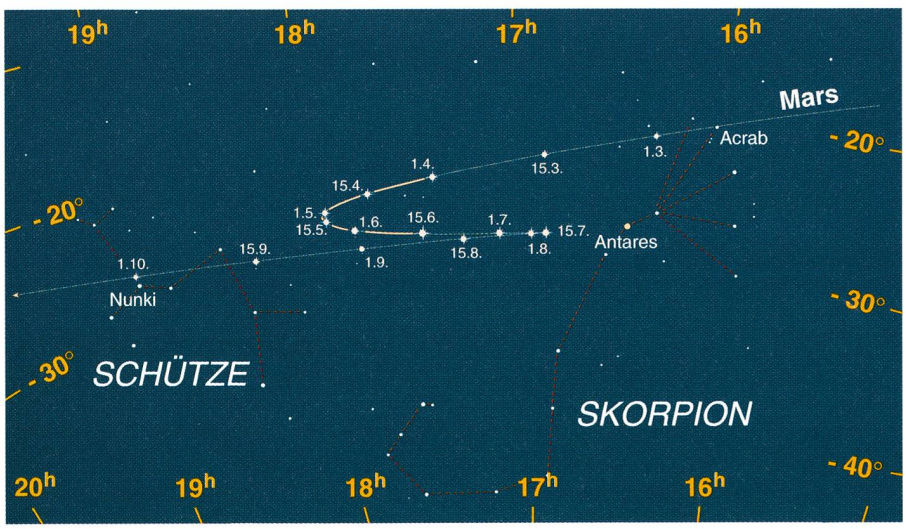
Am 7. Mai 2001 kann bei sehr klaren Sichtverhältnissen und mittels Fernglas die Begegnung Merkurs mit dem Ringplaneten Saturn beobachtet werden. Im minimalsten Abstand trennen die beiden Gestirne 3,6°.

Der rote Planet **Mars** erscheint in den Berichtmonaten erst in den Stunden nach Mitternacht. Seine Opposition erreicht er am 13. Juni 2001. An diesem Tag geht Mars mit Sonnenuntergang im Südosten auf. Davor müssen wir uns etwas gedulden, ehe der äussere Nachbarplanet nach den längst untergegangenen Riesenplaneten Jupiter und Saturn einen weiteren Glanzpunkt setzt. Wer lange genug aufbleibt, wird belohnt. Wie aus Figur 1 hervorgeht, werden die Marsoppositionen immer günstiger. Bereits im Vergleich zum letzten Mal im Jahre 1999 hat die kürzeste Erde-Mars-Distanz um 20 Millionen Kilometer abgenommen. Ursache dieser recht unterschiedlichen Oppositionsdistanzen ist die starke Exzentrizität der Marsbahn. Im ungünstigsten Fall, wenn eine Mars-Opposition mit der Sonnenferne zusammenfällt, ist der rote Planet fast doppelt so weit von uns entfernt wie am 28. August 2003, wenn die Opposition praktisch mit der Perihelstellung übereinstimmt. Diese variablen Abstandsverhältnisse wirken sich logischerweise auf die scheinbare Grösse des Planeten aus. Erreicht das Planetenscheibchen dieses Jahr einen Durchmesser von fast 21", dürfen wir uns auf einen noch grösseren Mars in zwei Jahren freuen. Durch ein Teleskop gesehen, wird man auf der Marsoberfläche zahlreiche Einzelheiten, mitunter die weisslich schimmernde Polkappe, sehen.

Die Bahn des roten Planeten beschreibt vor den Sternbildern Skorpion und Schütze eine Art Spitzkehre. Von Mitte Mai bis Mitte Juli 2001 wandert Mars von Osten her kommend auf Antares, den a-Stern im Skorpion, zu (vgl. Figur 2).

Jupiter und **Saturn** können abermals gemeinsam behandelt werden, stehen sie doch immer noch in unmittelbarer Nachbarschaft. Was für Jupiter gilt, kann für den westlicher stehende Saturn um rund eine Stunde (minus) korrigiert werden. Beide Gestirne sinken im Mai 2001 immer weiter gegen den Westnordwest-Horizont ab und versinken bald in der hellen Abenddämmerung. Am 1. April 2001 geht Saturn gegen 23:55 Uhr MESZ unter, am 1. Mai 2001 bereits um 22:16 Uhr MESZ. Jupiter folgt eine gute Stunde später. Am 25. Mai 2001 wird Saturn von der Sonne eingeholt; er steht in Konjunktion und wird erst im Juli 2001 wieder am Morgenhimmel sichtbar.

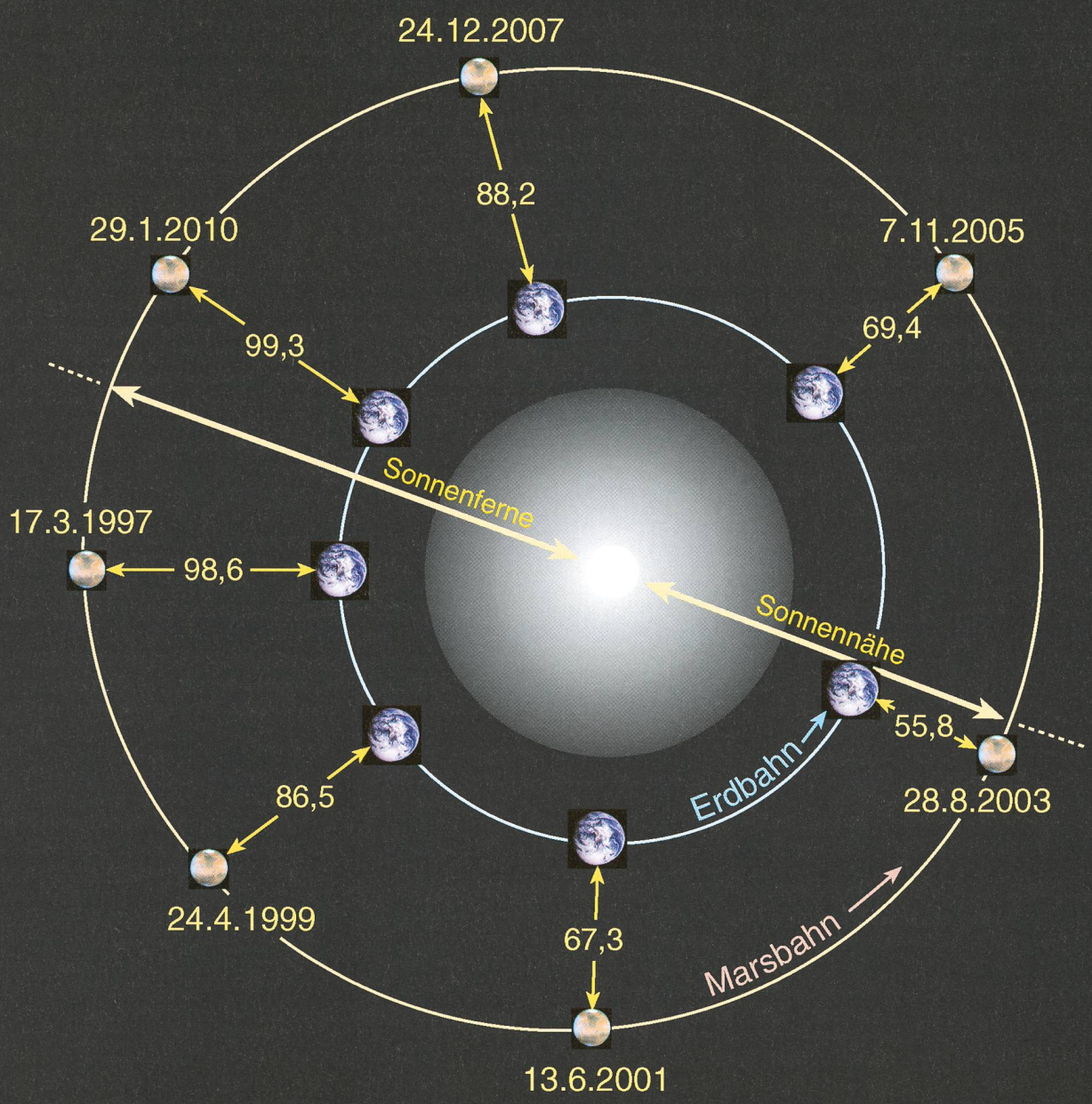
THOMAS BAER
CH-8424 Embrach



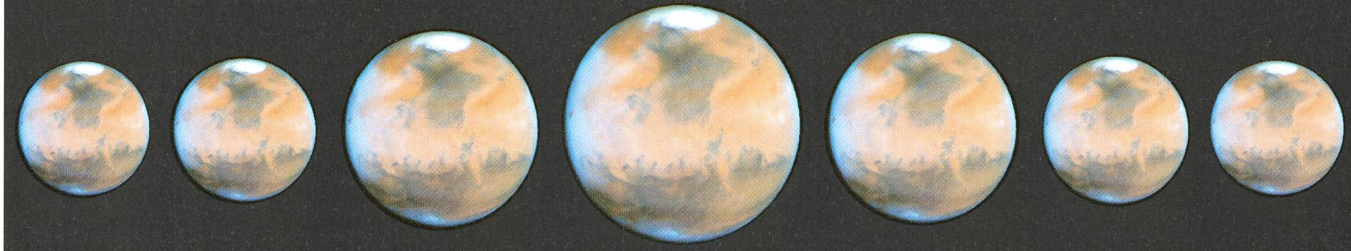
Figur 1: Nicht alle Marsoppositionen fallen gleich optimal aus. Die starke Exzentrizität der Marsbahn sorgt für unterschiedliche Abstandsverhältnisse. (Grafik: THOMAS BAER)

Figur 2: Die Marsbahn im Jahr 2001. Fett eingezeichnet ist die Wanderschaft des roten Planeten in der Periode April bis Juni 2001. (Grafik: THOMAS BAER)

Marsoppositionen von 1997 bis 2010



Scheinbare Grösse im Fernrohr



1997	1999	2001	2003	2005	2007	2010
14,2"	16,2"	20,8"	25,1"	20,2"	15,9"	14,1"

***ARNOLD BENZ und SAMUEL VOLLENWEIDER*. Würfelt Gott?** – Ein ausserirdisches Gespräch zwischen Physik und Theologie. Patmos Verlag, Düsseldorf, 2000, 279 Seiten, CHF. 37.–. ISBN 3-491-72439-2.

Im ORION 283 (1997) habe ich über ein erstes Buch von ARNOLD BENZ mit dem Titel «Die Zukunft des Universums. Zufall, Chaos, Gott» berichtet; wie der Titel sagt, verknüpft es naturwissenschaftliche und religiöse Aussagen. Wir sind deshalb gespannt auf sein zweites Buch, das hier besprochen werden soll und das er, der Naturwissenschaftler, zusammen mit SAMUEL VOLLENWEIDER, dem Theologen, geschrieben hat. Die Autoren versuchen nicht, eine systematische Abhandlung zu geben, dazu ist der anvisierte Themenkreis zu komplex. Die einzelnen Gedankengänge werden aber in gut gewählter Reihenfolge aneinandergefügt und schrittweise entwickelt. Eine Zusammenfassung im herkömmlichen Sinn kann dem Buch nicht gerecht werden; ich versuche deshalb, seinen Inhalt skizzenhaft zu umreissen.

Das Umfeld und die Atmosphäre, in der die Diskussionen geführt werden, sind im Vorwort beschrieben: «Das Buch erzählt von einer Weltraummission, die sich überraschend auf eine Spurensuche nach Gott begibt. Zwei Astronauten, die im fernen System des Planeten Saturn und seines Mondes Titan gestrandet sind, tauschen darin ihre Gedanken über Gott und das Universum aus.» Das Gespräch der Autoren kreist dabei «immer wieder um eine grundlegende Frage: lassen sich im Universum der heutigen Naturwissenschaften Gottes Spuren entdecken? Gibt es Brücken von der alten theologischen Kosmologie zu den modernen physikalischen Theorien über Geschichte und Strukturen des Weltalls? Oder noch knapper formuliert: Was bedeutet es heute, vom Universum als Schöpfung zu reden?»

Der vermittelte Stoff kann drei Themenkreisen zugeordnet werden: naturwissenschaftliche Fakten, religiöse Aussagen und mythologisches Gedankengut.

Die naturwissenschaftlichen Fakten, über die berichtet wird, umspannen ein weites Gebiet; es erstreckt sich von den Grundlagen der Quantenmechanik und der Relativitätstheorie, vielen astronomischen und astrophysikalischen Themen bis hin zu modernen kosmologischen Theorien. Der Stoff ist in anschaulicher Weise und ohne Verwendung von Mathematik dargestellt.

Bezüglich der religiösen Erfahrungen wird immer wieder klar gemacht, dass sich diese den Kriterien der Objektivität entziehen. Sie werden manifest, indem Menschen bestimmte Erfahrungen untereinander teilen. Als nicht «beweisbare» Aussagen stehen sie auch heute noch offen.

Die mythologischen Ausführungen sind für meinen Geschmack etwas langfädig geraten; sie werden aber in geschickter Weise mit dem Geschehen und den Diskussionen verknüpft. Auch dieses Buch kann allen Astronomen, die sich für religiöse Fragen interessieren, bestens empfohlen werden. Es enthält eine Fülle von Anregungen. Von besonderem Wert sind die vielen zitierten Literaturstellen, die Lesestoff für ein ganzes Leben liefern.

HEINZ STRÜBIN

Dieu, l'église et les extraterrestres (Question de N° 122), sous la direction **D'ALEXANDRE VIGNE**, Albin Michel, 2000, 355 pp., broché, ISBN 2-226-12081-5, FF 120.–

«Question de» est une revue-livre trimestrielle qui traite de spiritualité et de philosophie, avec la contribution d'auteurs souvent prestigieux. Par exemple, le N° 118 sur le thème «Science et conscience» réunit, entre autres, des textes de Jean-MARC LEVY LEBLOND et de MICHEL CASSÉ.

Le thème du présent numéro est original et vient à point, à l'heure où l'on parle de plus en plus de recherche de vie extraterrestre. Bien entendu, il paraîtra quelque peu risible aux yeux des athées, qui sont bien plus conscients que les chrétiens des problèmes logiques que soulèverait, pour la doctrine chrétienne, la seule existence d'une vie extraterrestre intelligente. Néanmoins, il était temps, 400 ans après la condamnation de GIORDANO BRUNO et plus de deux millénaires après Lucrèce et ses prédécesseurs grecs, que quelques représentants de l'église au moins prennent la peine de réfléchir aux implications de cette hypothèse. Il s'agit d'un ouvrage collectif essentiellement catholique, puisque presque tous les auteurs sont jésuites, prêtres, théologiens ou laïques engagés dans l'église romaine. Les seuls auteurs non catholiques sont le sociologue EDGAR MORIN et l'astronaute et astrophysicien Jeffrey Hoffman, qui est israélite. Il faut reconnaître que l'église catholique, qui passe souvent pour rétrograde, s'avère néanmoins la seule, semble-t-il, à montrer assez de courage et de compétence pour affronter un sujet aussi scabreux.

Le livre est divisé en quatre parties: la première («L'espace, territoire d'évangiles») pose le problème en commençant par une contribution du directeur de l'Observatoire du Vatican, le père COYNE s.j., qui explique les raisons scientifiques de penser que nous ne sommes pas les seuls êtres pensants de l'univers.

On trouve ensuite une réflexion sur le symbolisme du ciel, un exposé sur les sectes «soucoupistes», puis la curieuse contribution d'EDGAR MORIN sur «l'Evangile de la perdition», et enfin une réflexion d'un physicien théoricien sur notre relation à la nature. La seconde partie est consacrée à «l'Expansion cosmique du genre humain» et un ingénieur y discute, en particulier, les projets d'implantation sur Mars. L'astronaute JEFF HOFFMAN présente une brève réflexion sur ses rapports à notre planète et sur l'élan de l'humanité vers l'au-delà, comparant vaisseau spatial et cathédrale. Une réflexion sur la science-fiction et une «approche philosophique de la conquête spatiale» complètent cette partie.

La troisième partie, «Trouver Dieu dans les étoiles», entre dans le vif du sujet et est sans doute la plus intéressante. En particulier, JEAN-PIERRE DEMOULIN, philosophe, et GUSTAVE MARTELET, théologien, nous font découvrir que TEILHARD DE CHARDIN avait réfléchi à la question de la pluralité des mondes dès le milieu du 20e siècle, et avait, plus généralement, anticipé avec beaucoup de discernement les problèmes éthiques que poseraient les progrès de la biologie. On découvre aussi que le problème des incarnations multiples rencontre un obstacle spécifiquement catholique: le statut de la Vierge Marie («Reine du ciel»).

La dernière partie, «Les missionnaires de l'espace», est assez curieuse mais intéressante quant à la mentalité catholique. Le sociologue JEAN BAECHLER discute les critères d'humanité des éventuels ET et conclut que l'église catholique sera capable de les intégrer, comme il se doit; son discours doit-il être lu au premier, ou au second degré? Le lecteur décidera si l'auteur est convaincu ou pince-sans-rire.

Les autres contributions évoquent à nouveau le problème des incarnations multiples, puis s'attachent à définir «une église catholique interplanétaire» jusque dans les détails du droit canon selon lequel, découvre-t-on, le pouvoir du Pape se limite pour l'instant à la seule planète Terre…

En conclusion, ce livre ressemble un peu, à certains égards, à une preuve par l'absurde, ou bien de l'inexistence des extraterrestres, ou bien du caractère caduque de la foi chrétienne.

PIERRE NORTH

LANG KENNETH. R.: ***The Sun from Space.*** XVI, 357 Seiten, 96 Abb., 32 Tab. Hardcover CHF 117.50, DEM 129.00, ATS 942.00. Springer-Verlag Heidelberg, 2000, ISBN 3-540-66-944-2.

«Dieses Buch ist allen wissbegierigen, schöpferischen und aufnahmefähigen Lesern gewidmet.» Mit diesen Worten führt der Autor sein Werk ein, und dies zu Recht. Wie sein letztes Buch, dessen französische Fassung wir an dieser Stelle besprachen (LANG: Le Soleil et ses relations avec la Terre, ORION 280, 3/1997, S. 36) besticht auch dieses durch seine geschickte Gliederung, durch den klaren Text und durch die sorgfältig ausgewählten Illustrationen von sehr guter Qualität.

Das Schwergewicht ist auf die Forschung der letzten 10-20 Jahre gelegt, in denen die drei bahnbrechenden Raumsonden SOHO (**So**lar and **H**eliospheric **O**bservatory), Ulysses und Yohkoh (japanisch «Feuervogel») *«uns Augen gegeben haben, um das Unsichtbare sichtbar zu machen, und Hände, die uns das Unerreichbare ertastbar machen».* Viele Rätsel konnten so einem besseren Verständnis näher gebracht werden wie die ausserordentliche Konzentration von Magnetfeldern in den Sonnenflecken, deren Entstehung im Innern der Sonne; die Aufheizung der Korona, deren Temperatur jene der darunterliegenden Schichten um das Tausendfache übersteigt; Quelle und Beschleunigungsmechanismus des Sonnenwindes; Ursache und Wirkungen der koronalen Massenauswürfe, bei denen Milliarden Tonnen Gas in den interplanetaren Raum hinaus geschleudert werden; schliess-

lich die Auswirkungen dieser Aktivität auf unsere Erde, auf unsere Lebensbedingungen. Manches, wahrscheinlich das meiste, bleibt noch ungeklärt.
Wissenschaftliche Entdeckungen erfolgen in der Regel nicht aus dem Leeren. Sie gründen auf einem Fundament vorausgegangener Forschungen, angefangen bei den frühesten optischen Instrumenten und Radio-Teleskopen, über Raketen und schliesslich zu den Forschungsstationen wie Skylab, Helios, Solar Maximum Mission. Diesem Aspekt ist ebenfalls der notwendige Platz eingeräumt. Trotz der Fülle an Einzelheiten behält der Autor durchwegs die grossen Zusammenhänge im Auge. Jedes Kapitel schliesst ab mit einer chronologischen Übersicht über die Schlüsselereignisse im Zusammenhang mit dem behandelten Stoff.
Das Buch ist mit normalen Englischkenntnissen gut lesbar. Schwierigere Entwicklungen mathematischen und physikalischen Inhaltes sind, gewissermassen als Nebenbemerkungen, so eingefügt, dass sie den Fluss des eigentlichen Textes nicht unterbrechen. Ein ausgedehntes Literaturverzeichnis sowie wirklich brauchbare Namen- und Sachindexe runden das Werk ab.
The Sun from Space dürfte eines der Standardwerke in der Bibliothek jedes an der Sonnenforschung interessierten Fachmanns und Sternfreundes sein.

FRITZ EGGER

***Ce que je sais de vous ... disent-ils*, GÉRARD MILLER**, Stock, Paris (2000) 224pp. (ISBN 2-234-05310-2)
Ça y est. Ce livre a été écrit. Et par un psy.
Quel meilleur auteur pouvait en effet parler des différentes personnalités prétendument liées aux signes du zodiaque? En fait, cet ouvrage offre un panorama humain réparti en douze chapitres: un catalogue de caractères entrecroisés avec art. Et pour justement nous montrer qu'il n'y a pas de corrélation entre les signes et les personnalités, l'auteur nous invite à rechercher dans chaque chapitre les traits qui nous correspondent.
Psychanalyste et maître de conférences en sciences politiques à l'Université de Paris VIII, GÉRARD MILLER officie également comme chroniqueur en radio sur Europe 1 et en télévision sur France 2. Certains lecteurs l'auront probablement déjà vu à l'émission de MICHEL DRUCKER sur cette chaîne, les dimanches vers 19:30. Cet homme ne manque donc pas d'expérience pour nous parler de la matière humaine.
Comme l'auteur le souligne judicieusement, l'exercice ci-dessus d'identification des traits doit être refait plusieurs fois par an car «ce que vous considérez comme votre *moi* bouge, change, c'est un bric-à-brac d'identifications, un puzzle qui ne reproduit jamais le même modèle.» Et de préciser plus loin: «Nous parlons [ici] d'astrologie, de l'image que vous avez de vous-même et que l'autre est susceptible de vous renvoyer.» après avoir rappelé que l'identité psychique est, quant à elle, beaucoup plus fixe.
L'ouvrage est donc assez simple: douze chapitres (signes) précédés d'un avant-propos et d'un mode d'emploi, et suivis d'un épilogue-conclusion. Ce sont dans ces éléments de début et de fin d'ouvrage que se trouvent évidemment les messages essentiels de l'auteur.
Le texte est plaisamment écrit et agréable à lire, aidé par une typographie aérée.
La table des matières permet un repérage de quelques personnages célèbres et une orientation sur un certain nombre de traits humains.
Soyons maintenant précis puisque cette critique bibliographique paraît dans une revue d'astronomie: cet ouvrage ne parle pas d'astronomie (ce n'était évidemment pas le propos de l'auteur), si ce n'est dans un bref passage lourd de bon sens en fin de volume: «[...] le ciel a peut-être plus d'humour que ceux qui se laissent abuser par les coïncidences du calendrier et le délire interprétatif de l'astrologie [...] les planètes nous adressent rarement la parole et [...] nous envoient d'autant moins de messages que nous ne parlons pas le même langage».
C'est, à ma connaissance du moins, le premier ouvrage en français mettant le combat de l'astrologie sur le terrain où il a lieu d'être, l'imaginaire, et non au niveau du rationnel là où la plupart des scientifiques (et donc des astronomes) l'ont en général placé et où il a très peu de chances de porter.
Mon conseil sera donc, si vous voulez exprimer votre appréciation à GÉRARD MILLER pour avoir produit un tel ouvrage, de faire l'acquisition de celui-ci et surtout d'en faire cadeau à celle de vos relations qui ne jure que par les horoscopes qu'elle s'empresse de débusquer dans ses journaux ou magazines favoris. Ce faisant, vous contribuerez peut-être à réduire le crétinisme astrologique règnant sur le monde.

ANDRÉ HECK

FASCHING, G. / WERTNER, I.: ***Sterne, Götter, Mensch und Mythen.*** Griechische Sternsagen im Jahreskreis. (6), 234, (4) S., 32 Abb., Register. Wien/New York, Springer-Verlag 2000. Gebunden, ISBN 3-211-83441-9, DEM 49.00, ATS 345.00, CHF 45.50.
Die mythologische Bedeutung der Sternbilder droht in Vergessenheit zu geraten. *Sterne, Götter, Mensch und Mythen* ist ein gelungener Versuch, den Reichtum der griechischen Sternsagen zu erhalten. Die Autoren kommen dabei der antiken Erzählweise sehr nahe. Leicht verständliche Sternkarten helfen der Leserschaft, die «sagenumwobenen» Sternbilder am Frühlings-, Sommer- Herbst- und Winterhimmel «in natura» zu finden. Ein ausführliches Glossar beschreibt die in den Sternsagen auftretenden mythologischen Gestalten. Besonders wertvoll sind die detailliert angegebenen Quellen sowie das reichhaltige Schrifttum. Das Buch stellt eine willkommene Ergänzung zur exakten Seite der Astronomie dar und bringt der Leserschaft ein Stück antiker Kulturgeschichte näher.

ANDREAS VERDUN

ARSA
6. Internationale Astronomiewoche Arosa
11.-18. August 2001
Beobachtungs- und Vortragswoche für Amateurastronomen auf 2000–2800 Meter Höhe im bekannten Kurort Arosa/Schweiz. Leicht verständliche Referate zu vielfältigen Themen von bestausgewiesenen Wissenschaftlern. Kursgeld für die gesamte Woche (ohne Kost und Logis): sFr. 250.–.
Unterkunft in jeder Preisklasse möglich.
Auskunft:
Volkssternwarte
Schanfigg Arosa VSA
CH-7029 Peist
astrowoche@mail.com
www.astro.arosa.ch
Arosa

Buchbesprechungen Bibliographies

Montenbruck, O. / Gill, E.: ***Satellite Orbits.*** Models, Methods, and Applications. XI, (1), 369, (3) p., 97 Figures (incl. 10 col. Figs.), 47 Tables, Bibliogr., Index, with a CD-ROM. Berlin / Heidelberg / New York, Springer Verlag 2000. Hardcover, ISBN 3-540-67280-X, DEM 119.00, ATS 869.00, CHF 108.50, GBP 41.00, USD 65.00.

This is a modern textbook on the theory and practice of satellite orbit determination and prediction. Starting from basic principles of orbital mechanics, it covers elaborate force models as well as precise methods of satellite tracking. Emphasis is on numerical treatment, and a multitude of algorithms adopted in modern satellite trajectory computation are described in detail. Numerous exercises and applications are provided and supplemented by a unique collection of computer programs with associated C++ source codes included on the accompanying CD-ROM. These programs are built around a powerful spaceflight dynamics library well suited to the development of individual applications. An extensive collection of Internet resources is provided through WWW hyperlinks to detailed and frequently updated online information on spaceflight dynamics. The book addresses students and scientists working in the field of navigation, geodesy and spaceflight technology, as well as satellite engineers and operators focusing on spaceflight dynamics. Amateur astronomers provided with the mathematical background may use this book as well. This book fills a gap in the literature on celestial mechanics, in particular the level between student textbooks and research papers.

Andreas Verdun

Hawking, S. / Penrose, R.: ***The Nature of Space and Time.*** viii, (2), 141, (1) p., numerous Figures, Bibliography. *Princeton Science Library*. Princeton and Oxford, Princeton University Press 2000. Paperback, ISBN 0-691-05084-8, USD 14.95, GBP 9.50.

This is the eight printing and first paperback edition of the famous debate between Hawking and Penrose on the nature of space and time. This debate arose from Einstein's statement that the most incomprehensible thing about the universe is that it is comprehensible. But was Einstein right? Can the quantum theory of fields and Einstein's general theory of relativity, the two most accurate and successful theories in all of physics, be united in a single quantum theory of gravity? Can quantum and cosmos ever be combined? On this issue, these two of the world's most famous physicists – Hawking and Penrose – disagree. Here, they explain their positions in a work based on six lectures with a final debate, all originally presented at the Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences at the University of Cambridge in 1994. Very well illustrated throughout, this is a fascinating book recommendable for everyone interested in one of the most fundamental ideas about the nature of the universe.

Andreas Verdun

Impressum Orion

Leitende Redaktoren/Rédacteurs en chef:
Dr. Noël Cramer, Observatoire de Genève, Ch. des Maillettes 51, CH-1290 Sauverny
Tél. 022/755 26 11
e-mail: noel.cramer@obs.unige.ch
Dr. Andreas Verdun, Astronomisches Institut, Universität Bern, Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern
Tel. 031/631 85 95
e-mail: andreas.verdun@aiub.unibe.ch
Manuskripte, Illustrationen und Berichte sind an obenstehende Adressen zu senden. Die Verantwortung für die in dieser Zeitschrift publizierten Artikel tragen die Autoren.
Les manuscrits, illustrations et rapports doivent être envoyés aux adresses ci-dessus. 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 du Sud SA, CP352, CH-1630 Bulle 1
e-mail: michel.sessa@imprimerie-du-sud.ch

Anfragen, Anmeldungen, Adressänderungen sowie Austritte und Kündigungen des Abonnements auf ORION (letzteres nur auf Jahresende) sind zu richten an: Für Sektionsmitglieder an die Sektionen. Für Einzelmitglieder an das Zentralsekretariat der SAG:
Informations, demandes d'admission, changements d'adresse et démissions *(ces dernières seulement pour la fin de l'année) sont à adresser: à leur section, pour les membres des sections; au secrétariat central, pour les membres individuels.*
Sue Kernen, Gristenbühl 13, CH-9315 Neukirch.
Tel. 071/477 17 43, E-mail: sue.kernen@bluewin.ch
Abonnementspreise
Schweiz: SFr. 60.–, Ausland: SFr. 70.–,
Jungmitglieder (nur in der Schweiz): SFr. 30.–
Mitgliederbeiträge sind erst nach Rechnungsstellung zu begleichen.
Abonnement
Suisse: Frs. 60.–, étranger: Frs. 70.–.
Membres juniors (uniquement en Suisse): Frs. 30.–.
Le versement de la cotisation n'est à effectuer qu'après réception de la facture.
Zentralkassier/*Trésorier central*:
Urs Stampfli, Däleweidweg 11, (Bramberg)
CH-3176 Neuenegg,
Postcheck-Konto SAG: 82-158 Schaffhausen.
Einzelhefte sind für SFr.10.– zuzüglich Porto und Verpackung beim Zentralsekretär erhältlich.
Des numéros isolés *peuvent être obtenus auprès du secrétariat central pour le prix de Frs.10.– plus port et emballage.*
Aktivitäten der SAG/*Activités de la SAS*:
http://www.astroinfo.ch

ISSN 0030-557 X

Ständige Redaktionsmitarbeiter/*Collaborateurs permanents de la rédaction*

Thomas Baer, Bankstrasse 22,
CH-8424 Embrach
e-mail: thomas.baer@wtnet.ch

Dr. Fabio Barblan, 6A, route de l'Etraz,
CH-1239 Collex/GE
e-mail: fabio.barblan@obs.unige.ch

Armin Behrend, Les Parcs,
CH-2127 Les Bayards /NE

Jean-Gabriel Bosch,
90, allée des Résidences du Salève,
F-74160 Collonges S/Salève

Hugo Jost-Hediger, Lingeriz 89,
CH-2540 Grenchen
e-mail: hugo.jost@infrasys.ascom.ch

Stefan Meister, Steig 20,
CH-8193 Eglisau
e-mail: stefan.meister@astroinfo.ch

Hans Martin Senn, Püntstrasse 12,
CH-8173 Riedt-Neerach
e-Mail: senn@astroinfo.ch

Übersetzungen/Traductions:

Dr. H. R. Müller,
Oescherstrasse 12,
CH-8702 Zollikon

Korrektor/Correcteur:

Dr. Andreas Verdun,
Astronomisches Institut, Universität Bern,
Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern
e-mail: verdun@aiub.unibe.ch

Inserate/Annonces:

Dr. Fabio Barblan,
Observatoire de Genève,
CH-1290 Sauverny/GE
Tél. 022/755 26 11
Fax 022/755 39 83
Tél. 022/774 11 87 (privé/privat)
e-mail: fabio.barblan@obs.unige.ch

Redaktion ORION-Zirkular/ Rédaction de la circulaire ORION

Michael Kohl,
Im Brand 8, CH-8637 Laupen
e-mail: mkohl@webshuttle.ch

Astro-Lesemappe der SAG:

Hans Wittwer,
Seeblick 6,
CH-9372 Tübach

Inserenten / Annonceurs

• **AROSA**, Seite/page 29; • **Astrocom GmbH**, D-Gräfelfing, Seite/page 2; **Astro-Lesemappe**, Seite/page **2**,7; • **Astro-Material**, Seite/page 22; • **BTI Kuoni Event Solutions**, Zürich, Seite/page **2**,8; • **Dark-Sky Switzerland**, Stäfa, Seite/page **2**,2; • **Jahresdiagramm/Diagramme annuel 2001**, Seite/page 15; • **Sonnenfinsternis 2001**, Seite/page 10; • **Tycho GmbH**, Lausanne, Seite/page 31; • **Wyss Foto**, Zürich, Seite/page 32; • **Zumstein Foto-Video**, Bern, Seite/page 10.

Bis zu 45% Rabatt auf den bekanntesten Marken

Jusqu'à 45% de réduction sur les plus grandes marques

Willkommen in einer neuen Generation :
Bienvenue dans une nouvelle génération :

NexStar by CELESTRON

Neu / *Nouveau* : NexStar 4

Maksutov-Cassegrain 102mm (4"),
1325mm Brennweite (f/13),
GoTo-Computer mit
über 4000 Objekten

Maksutov-Cassegrain 102mm (4")
et 1325mm de focale (f/13),
Ordinateur GoTo avec
plus de 4000 objets

Neu / *Nouveau* : NexStar 11 GPS

Das fortschrittlichste und am
leichtesten zu bedienenden Teleskop,
das CELESTRON je gebaut hat.

279mm (11") Schmidt-Cassegrain,
mit einer Brennweite von 2800mm (f/10),
GoTo-Computer mit über 50'000 Objekten.
Automatisches Einrichten dank integriertem
GPS und elektronischem Kompass. Tubus
kompatibel für Fastar (f/2 CCD), Anschluss für
AutoGuider, PEC-Funktion, Gewicht
Teleskop / Stativ: 29.5kg / 12kg

Le télescope le plus convivial
et le plus moderne jamais
fabriqué par CELESTRON.

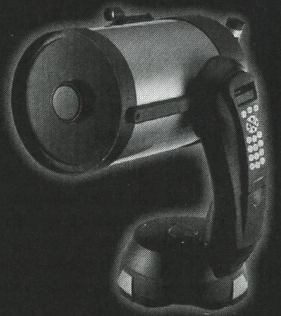
Schmidt-Cassegrain 279mm (11") et 2800mm
de focale (f/10), Ordinateur GoTo avec plus de
50000 objets, alignement automatique grâce
au GPS et à la boussole électronique. Tube
compatible Fastar (f/2 CCD), prise Autoguider,
Fonction PEC, poids du
télescope / trépied : 29,5kg / 12kg

NexStar 60 GT

NexStar 80 GT

NexStar 114 GT

NexStar 5



NexStar 8

Wir stehen gerne für eine persönliche Beratung zu Ihrer Verfügung :
Pour un conseil personnalisé et professionnel, n'hésitez pas à nous contacter :

www.tycho.ch

TYCHO GmbH · Case Postale 1469 · CH-1001 Lausanne · e-mail: info@tycho.ch
Tél. +41(0)21 869 89 94 (français) · Tél. +41(0)78 675 53 95 (deutsch) · Fax : +41 (0)21 869 89 94

Bewegung und Innovation

Skysensor 2000 PC

Die neue Computersteuerung für alle SP/SP-DX und GP-E/GP/GP-DX-Montierungen bietet:

- Komplettausstattung mit Motoren MT-2 !
- Schnelle Objektsuche durch Servomotoren mit bis zu 5°/sek Einstellgeschwindigkeit
- Einfache Initialisierung durch Speicherung von irdischen (!) oder stellaren Referenzobjekten
- Objektauswahl: ca. 14.000 Objekte aus Messier-, NGC-, IC-, UGC-, SAO- und GCVS-Katalog sowie Sonne, Mond, Mondkrater, Planeten, Jupitermonde

- Freier Speicher für die Eingabe von bis zu 30 Kometen, 30 künstlichen Satelliten, 60 Himmelsobjekten und 30 irdischen Beobachtungspunkten
- Automatische Satellitennachführung
- Flexible Auswahlkriterien für Beobachtungsobjekte: Höhe, Himmelsregion, Typ, Sternbild, Helligkeit und/ oder Größe
- Menüsteuerung und Anzeige in deutscher Sprache
- Gesichtsfeld-Scanning: Automatische Anzeige aller jeweils im Teleskopgesichtsfeld befindlichen Objekte
- PEC-Funktion
- Anzeige für Epoche 2000.0 in Elevation, Azimut, Helligkeit, Größe, Objektart und Sternbild
- Vielseitige Motorsteuerung: Bewegung unabhängig von parallaktischer oder azimutaler Aufstellung in RA/DE bzw. Azimut /Höhe in 3 Geschwindigkeiten, wobei die mittlere Geschwindigkeit frei zwischen 0,1x und 99x eingestellt werden kann. Freie Einstellung der Beschleunigungsrate bei der höchsten Geschwindigkeit
- Geringer Stromverbrauch (nur ca. 1A). Betrieb über Batteriepack oder optionales 12V-Netzteil
- Autoguider anschließbar
- Variables Anzeigefeld für Koordinaten, Sternzeit, Zonenzeit, Stoppuhr u.a.
- Einstellungen bleiben auch nach dem Ausschalten gespeichert
- Automatische Korrektur der Refraktion
- Elektronischer Getriebespielausgleich
- Komplette Teleskopsteuerung über externe Astronomieprogramme wie z.B. Guide oder TheSky möglich (Anschluß an serielle PC-Schnittstelle mit optionalem Kabel erforderlich)
- Ausführliche deutsche Bedienungsanleitung

General-Vertretung Schweiz

proastro
P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS

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

Für Deutschland/Österreich: Vehrenberg KG
Meerbuscher Str. 64-78 40670 Meerbusch-Oste
Tel. 021 59 52 03-21/22/23 Fax 021 59 52 03 3