



ASTRONOMISCHER ARBEITSKREIS KASSEL E.V.

31. Jahrgang

Nummer 92

April 2003

Riesenteleskope



Sonnenfleckenbeobachtungen • Saturn begegnet M1

Inhaltsverzeichnis

Klaus-Peter Haupt Liebe Mitglieder.....	3
---	----------

Beobachtungen

Manfred Chudy und Christian Hendrich Sonnenfleckenbeobachtungen.....	4
Manfred Chudy und Christian Hendrich Begegnung von Saturn und M1.....	6

Berichte

Roland Hedewig Riesenteleskope.....	7
Christian Hendrich Bildergalerie v. Ralf Gerstheimer.....	21

Verschiedenes

Klaus-Peter Haupt Fehlerhafte Expansion...Gegendarstellung zum Artikel von G. Dinglinger.....	22
Christian Hendrich Rätselücke.....	24
Frank Baum Pressespiegel.....	25
Christian Hendrich Beobachtungshinweise.....	28
Unser Programm von Mai bis Juli 2003.....	29

Liebe Mitglieder.....

In den kommenden Monaten gibt es zahlreiche interessante und durchaus seltene Himmelsereignisse, die wir gebührend in der Sternwarte Calden aber auch in der Albert-Schweitzer-Schule beobachten:

- Merkur-Transit am 7.5.: Beobachtungen in Calden und mit Video-Großprojektion in der Aula der ASS.
- Mondfinsternis am 16.5. und Sonnenfinsternis am 31.5. jeweils in den frühen Morgenstunden: Beobachtungen von der Sternwarte aus.
- Und schließlich steht uns in diesem Jahr der Mars so nah wie seit langen Zeiten nicht mehr.

Die Vorträge informieren über die astronomischen Hintergründe

Am Wochenende vom 23.5. findet ein astronomisches Zeltlager für Jugendliche ab Klasse 9 statt, eine kleine kurze "Alpenfahrt" im Flachland...

Beim Schreiben dieser Zeilen zeigt sich eine erneute Möglichkeit, die Sternwarte dauerhaft ans Stromnetz anzuschließen (obwohl wir ja unser eigenes kleines Kraftwerk haben, bedarfsabhängig mit "grünem" und weniger "grünem" Strom...).

In den Vorträgen der letzten Monate habe ich viel über die Wirklichkeitskonstruktionen der Menschen gesprochen, über die Gefahr des Realitätsverlustes reduktiver Hypothesen und von durch Fanatismus geprägten mystischen Weltvorstellungen. Zur Zeit beweist die "Naturkatastrophe Mensch" wie wenig sich die Intelligenz und der Geist seit der Steinzeit entwickelt haben. Nur eins haben wir perfekt optimiert: Mit einem Faustkeil konnte immer nur ein Mensch getötet werden, heute sind es Tausende auf einem Schlag. Die Dominanz des Stärkeren mag ein Aspekt einer evolutionären Entwicklung sein, aber die Dominanz des Denkens wäre eine Errungenschaft, die uns sicher weiter bringen würde, wohin auch immer...

Ihr

KP Haupt

Sonnenfleckbeobachtungen

(von Manfred Chudy und Christian Hendrich)

Die Beobachtung von Sonnenflecken ist bereits mit einfachen Mitteln durchführbar, da man teilweise die Flecken sogar schon mit dem bloßen (aber durch geeigneten Filter geschützten) Auge erkennen kann. Die Beobachtungen selbst erfordern allerdings sehr viel Sorgfalt und Kontinuität.

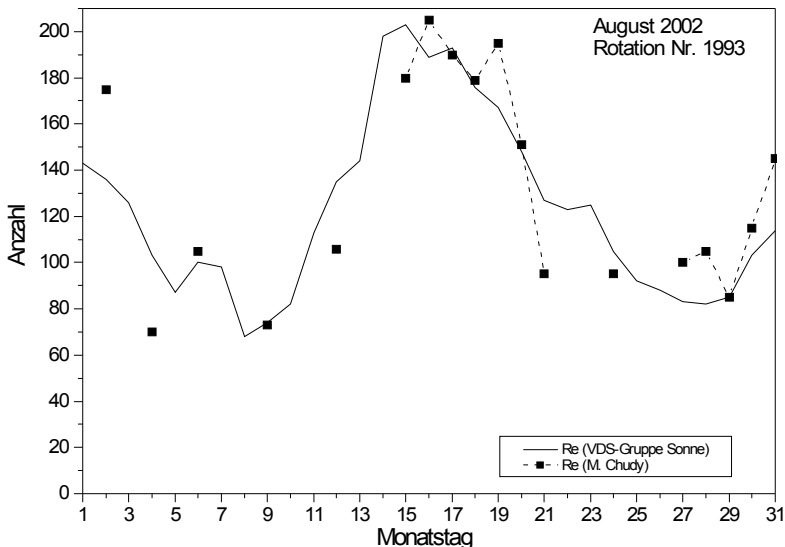
Die VDS-Gruppe Sonne schreibt folgendes (Auszüge aus www.sonneonline.org):

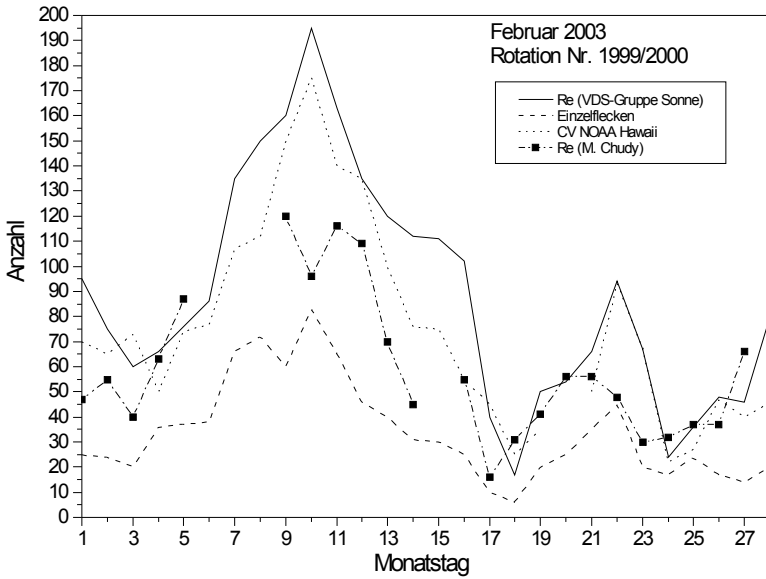
Zur Sonnenbeobachtung gehört nicht nur etwas Wissen über die Sonne selbst. Der Beobachtungsalltag lässt sich mit einigen Hilfen auch so organisieren, dass möglichst viel Zeit für die Beschäftigung mit der Sonne - immerhin das eigentliche Interesse - übrigbleibt und dass die Beobachtung unter möglichst günstigen Bedingungen durchgeführt wird.

Dabei taucht zuerst die Frage auf: "Wie gut ist eigentlich die gerade durchgeführte Beobachtung?"

Wie sollte das Notieren der Beobachtung am besten organisiert werden? Das sonst sehr sinnvolle Beobachtungsbuch hat sich bei der Sonnenbeobachtung nicht bewährt. Es empfiehlt sich, eine tägliche Skizze der Sonnenoberfläche anzufertigen. Am besten geht man dabei so vor, dass die Zeichenschablone mit kleinen Magneten oder Klammern auf dem Projektionschirm befestigt wird.

Im August 2002 und auch im Februar 2003 wurde die Sonne von unserem Vereinsmitglied M. Chudy beobachtet. In den Diagrammen sind die Relativzahlen von M. Chudy im Vergleich zu den Relativzahlen der VDS-Gruppe Sonne und denen des Observatoriums NOAA in Hawaii aufgetragen. Insgesamt ist eine gute Übereinstimmung der Werte zu erkennen.





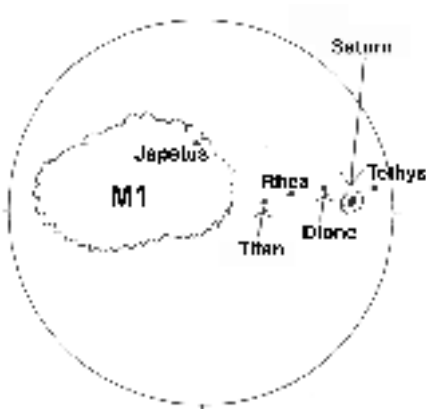
Sonne am 10.02.2003, aufgenommen vom Mees Weißlicht Teleskop, Hawaii
 Weitere Bilder: <http://www.solar.ifa.hawaii.edu/MWLT>

Begegnung von Saturn und M1

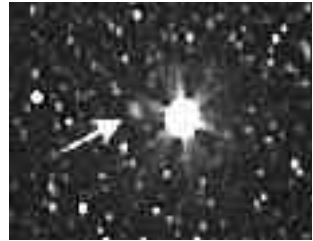
(von Manfred Chudy und Christian Hendrich)

Am 07.01.2003 um 23:00 Uhr konnte M. Chudy in der Sternwarte Calden eine Annäherung des Saturn an M1 beobachten. Leider konnte die Überschreitung von M1, die am 04.01.2003 stattfand, nicht beobachtet werden.

Instrument:	Newton	Okular Nr.:	26
Temperatur:	-10° C	Wind:	1-2
Zenitprisma:	nein	Filter:	OII, UHC
Vergrößerung:	61-fach	Gesichtsfeld:	0,8°

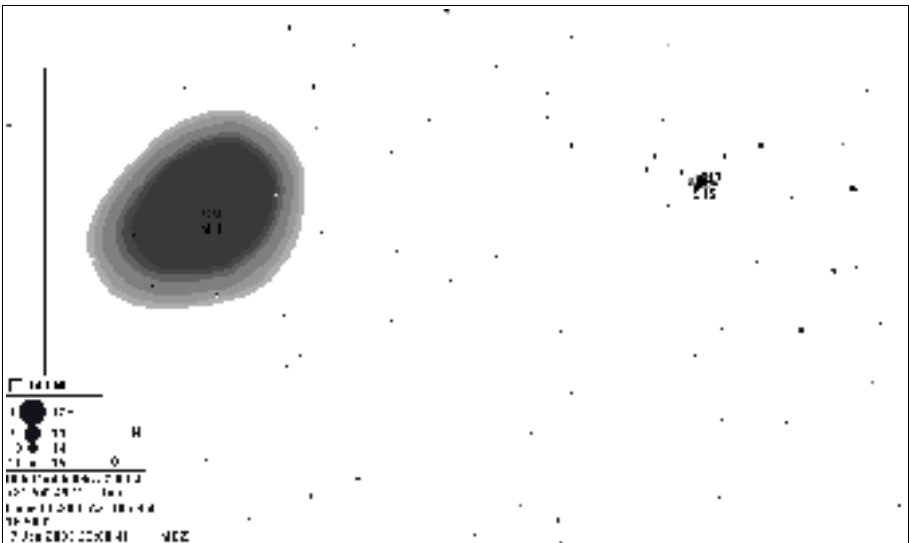


links: Beobachtung v. M. Chudy



rechts:
Aufnahme
von Ralf
Gerstheimer
(Pfeil: M1)

unten: so sieht es die Astronomie-
Software Guide



Riesenteleskope

Eine Antwort auf die Frage, ob es noch Neues zu erforschen gibt

(von Roland Hedewig)

Falsche Prognosen

Im Jahre 1875 fragte ein Abiturient den Physikprofessor Philipp von Jolly an der Universität München, ob er Physik studieren solle. Jolly riet ab. In der Physik gebe es nichts wesentlich Neues mehr zu entdecken. Es bleibe nur noch die Betrachtung einiger Einzelfälle. Der Abiturient ließ sich nicht abschrecken. Er studierte Physik und setzte die größte Revolution in Gang, die die Physik je erlebte: Um 1900 entwickelte er die Quantenmechanik. Es war Max Planck. (s. Literaturverzeichnis Nr. 10)

Im Jahre 1900 meinte Lord Kelvin (William Thomson) in einer Vorlesung, die Physik nähere sich ihrer Vollendung und werde bald eine exakte und abgeschlossene Wissenschaft sein. Nur fünf Jahre später stellte Albert Einstein seine Spezielle Relativitätstheorie vor, die neue Horizonte der physikalischen Forschung eröffnete. (10)

1996 veröffentlichte in den USA der Wissenschaftsjournalist und damalige Redakteur bei „Scientific American“ John Horgan das Buch „The End of Science“. Er behauptet darin, die Naturwissenschaften, die Sozialwissenschaften und die Wissenschaftstheorie seien am Ende. Das Buch löste heftige Diskussionen aus. Eine Dokumentation der Auseinandersetzung findet man im Internet unter <http://www.edge.org/3rd-culture/horgan/>. Die deutsche Übersetzung des Buches erschien 1997 unter dem Titel „An den Grenzen des Wissens. Siegeszug und Dilemma der Naturwissenschaften“.

Nach Horgan habe z.B. die Kosmologie ihr goldenes Zeitalter bereits hinter sich. Das Standardmodell eines einst explodierenden und jetzt noch expandierenden Universums werde maßgebend bleiben. In Zukunft werde man sich wie die Botanik darauf beschränken müssen, unzählige empirische Fakten zu sammeln. (5, 10)

Ist seine Diagnose schlüssig und seine daraus abgeleitete Prognose überzeugend oder genau so falsch wie die von Jolly und Kelvin?

Zunächst dürfte Horgans Bild der Botanik überholt sein. Die Botanik hat sich in den letzten Jahrzehnten von einer überwiegend beschreibenden zu einer stark kausalanalytisch arbeitenden, experimentellen Naturwissenschaft entwickelt, in den letzten Jahren vor allem durch die Anwendung molekularbiologischer Methoden, auch im Bereich der Systematik. Für die Kosmologie trifft Horgans Diagnose ebenso wenig zu. Viele zentrale Probleme sind noch nicht aufgeklärt, so z.B. die Frage, wie der Urknall abgelaufen ist, ob das Universum endlich oder unendlich ist, ob es ewig expandieren oder wieder kontrahieren wird.

Darüber hinaus ist zu fragen, ob man etwas über die Grenzen eines Gegenstandes oder einer Disziplin sagen kann, wenn man sich ausschließlich innerhalb dieser Grenzen bewegt? Müsste man dann die Grenzen nicht auch von außen kennen? Selbst wenn man nur die von innen zu findenden Grenzen berücksichtigt, bleibt noch viel zu entdecken. (10)

Harwits positive Prognose

Ein Beispiel für eine positive Prognose sind Überlegungen des Astronomen Martin Harwit von der Cornell University (4), die Horgan zwar erwähnt, aber nicht diskutiert. Harwit formuliert z.B. eine positive Prognose für die Astrophysik. Er nennt 43 Objektklassen oder „kosmische Phänomene“, die 1981 bekannt waren, z.B. Planeten, Planetenringe, Monde, Kometen, Hauptreihensterne, Rote Riesen, Weiße Zwerge, Pulsare, Sternhaufen, Galaxien mit Gas, Galaxien ohne Gas und die Expansion des Weltalls. Dagegen waren Scheibensterne oder Schwarze Löcher noch nicht zuverlässig bekannt. Zu ergänzen wären aus heutiger

Sicht noch Dunkle Materie, die weder Strahlung emittiert noch absorbiert und uns nur durch ihre Gravitation bekannt ist, und Dunkle Energie.

Harwit schätzt nun ab, wie viele Objektklassen wir noch nicht kennen. Einige Phänomene kennen wir nur auf eine einzige Weise, Supernovae z.B. über sichtbares Licht, andere Objektklassen kennen wir auf mehrere Weisen, Quasare z.B. über sichtbares Licht und über Radiostrahlung. Harwit zählt, wie viele Objekte man auf eine oder zwei Weisen kennt und ermittelt daraus über statistische Verfahren (vor allem über Poisson-Statistik), wie viele Objektklassen es dann insgesamt geben sollte bzw. wie viele man auf keine Weise kennt, wie viele also noch unbekannt sind. Danach soll es 130 Objektklassen geben, davon waren 1981 43 Klassen, also rund ein Drittel bekannt.

Folgt man Harwits Überlegungen, gibt es noch viel zu entdecken, obwohl die Anzahl aller Objektklassen begrenzt ist. Bis zum Jahre 2200 sollten 90 % aller Phänomene bekannt sein. Die höchste Entdeckungsgeschwindigkeit sagte er für das Jahr 2000 voraus. (4, 10)

Angesichts der Inbetriebnahme neuer Riesenteleskope und des Hubble-Space-Teleskops und der damit in den letzten Jahren gemachten Entdeckungen scheint sich diese Prognose Harwits zu bestätigen. Auf solche Entdeckungen ist auch die Kosmologie angewiesen. Je mehr Phänomene man kennt, desto größer ist die Chance, darunter auch kosmologisch bedeutende zu finden. Je reicher die Funde sind, desto mehr mögliche kosmologische Modelle können wir ausschließen. (10)

Großteleskope 1917 – 1990

Mit dem 2,5 m-Spiegelteleskop vom Mount Wilson bei Los Angeles, dem größten optischen Teleskop der Zeit von 1917 bis 1947, wies Edwin Hubble nach, dass die „Spiralnebel“ aus zahlreichen Sternen bestehen, also Galaxien wie unsere Milchstraße sind. Aus der Rotverschiebung des Spektrums solcher Galaxien bestimmte er deren Fluchtgeschwindigkeit und leistete damit einen wesentlichen Beitrag zur Kenntnis der Expansion des Weltalls und zur Theorie der Entstehung des Kosmos durch den Urknall.

Mit diesem Instrument bestimmte Albert A. Michelson seit 1920 durch Interferometrie die Durchmesser vieler nah gelegener Fixsterne. Er vergrößerte die Öffnung des Teleskops, indem er einen sechs Meter langen Metallträger mit Spiegeln an beiden Enden vor die Öffnung des Gittertubus montierte.(3)

Ein großer Schritt zur weiteren Erforschung der Galaxien war 1948 die Inbetriebnahme des 5 m-Spiegelteleskops auf dem Mount Palomar bei San Diego. Es blieb 30 Jahre lang das leistungsstärkste optische Teleskop der Welt. Astronomen, die mit ihm arbeiteten, setzten Maßstäbe für die Erforschung ferner Galaxien und Galaxienhaufen.

Parallel zur Arbeit mit optischen Großteleskopen wurde die Radioastronomie entwickelt.

Der Bau von Radioteleskopen mit Parabolantennen fand seine Höhepunkt im Bau des 100 m- Teleskops von Effelsberg in der Eifel, des größten frei beweglichen Radioteleskops der Welt (1972) und des fest im Boden installierten 305 m-Radioteleskops von Arecibo in Puerto Rico. Zur Verbesserung des Auflösungsvermögens schloss man mehrere Radioteleskope zu einem Interferenzsystem (Radiointerferometer) zusammen. Manche Einzelteleskope solcher Systeme stehen mehr als 100 km voneinander entfernt.

Nachdem die Sowjetunion ihre seit 1957 führende Rolle in der Raumfahrt 1969 durch die Mondlandung amerikanischer Astronauten verloren hatte, sollten die USA im Teleskopbau überboten werden. 1974 wurde in Selentschuk im Kaukasus als größtes optisches Teleskop der Welt ein 6 m-Spiegelteleskop in Betrieb genommen. Wegen der großen Masse von Spiegel und Montierung ist es azimutal montiert und wird durch Computersteuerung nachgeführt. Es brachte in den ersten Jahren nur schlechte Ergebnisse, weil der 42 Tonnen

schwere Spiegel aus Pyrexglas unter dem Einfluss wechselnder Temperaturen während der Beobachtungsnächte deformiert wurde. Erst der Einsatz eines Spiegels aus Sital führte nach 1980 zu brauchbaren Ergebnissen. (9)

Ab 1973 wurden, beginnend mit dem 3,8 m-Spiegelteleskop auf dem Kitt-Peak in Arizona, weltweit, vor allem aber in den USA und in Chile, zahlreiche Teleskope mit Spiegeldurchmessern von 3 Metern an aufwärts in Betrieb genommen (s. Tabelle 1).

Deutschland beteiligte sich 1981 mit dem 3,5 m-Zeiss-Reflektor des MPI für Astronomie (Heidelberg) auf dem 2170 m hohen Calar Alto östlich von Granada in Süd-Spanien, nachdem dort bereits je ein Reflektor mit Spiegeldurchmessern von 1,2 m, 1,5 m und 2,2 m installiert waren. Auch am Aufbau und Betrieb der Europäischen Südsternwarte (ESO) von La Silla in Chile ist Deutschland beteiligt.

Als größtes Spiegelteleskop eines europäischen Landes wurde der 4,2 m-Reflektor auf Las Palmas (Kanarische Inseln) in 2400 m Höhe installiert (11), dem später noch ein 8 m-Spiegelteleskop folgte. (6)

Der Bau mehrerer Schmidt-Spiegelteleskope brachte einen Zuwachs an Bildschärfe. Die Entwicklung dieser Teleskope ist jedoch über den Spiegeldurchmesser von 2 Metern (Korrektionsplatte 1,34 m) im Karl-Schwarzschild-Observatorium in Tautenburg bei Jena nicht hinausgegangen. (11)

Riesen-Teleskope seit 1990

Der Sprung in die Klasse der Riesenteleskope mit über 6 Metern Spiegeldurchmesser erfolgte nach 1980. Dabei kam es zu einem Wettlauf zwischen den beiden größten Sternwarten der Welt, dem Observatorium auf dem 4200 m hohen Mauna Kea in Hawaii und der Europäischen Südsternwarte ESO von La Silla auf dem 2400 m hohen Cerro Paranal in der Atacama-Wüste im Norden von Chile.

Auf dem Mauna Kea, wo der Nachthimmel so klar und dunkel ist wie an nur wenigen Orten der Erde, wurden das 8,1 m-Gemini-Nord-Teleskop, das 7 Länder betreiben, und das japanische 8,2 m-Subaru-Teleskop in Betrieb genommen. (11)



Observatorium auf Mauna Kea, Hawaii

Sternwarte	Spiegel	Bemerkungen	Höhe ü. NN
Calar Alto, Spanien	3,5 m	MPI für Astronomie (Heidelberg)	2170 m
Las Palmas, Kanar. Inseln	4,2 m		2400 m
Mt. Palomar, Kalifornien	5,08 m	Hale-Teleskop, 1948	1700 m
Mt. Hamilton, Kalifornien	3,0 m	Lick-Observatorium	1280 m
Kitt Peak, Arizona	3,5 m 3,81 m	1973	2100 m
Mt. Hopkins, Arizona	4,5 m 6,5 m	6 1,83m-Spiegel auf 1 Montierung ebenfalls ein Multi-Mirror-Teleskop	
Hobby-Eberly-Tel., Texas	9,2 m	starrer Hauptspiegel	
Mauna Kea, Hawaii	3,00 m 3,58 m 3,80 m 8,10 m 8,20 m 2x 9,80 m	USA Frankreich, USA, Kanada Großbritannien Gemini-Nord Subaru-Teleskop, Japan Keck-Teleskope, Interferometer	4200 m
Cerro Tololo, Chile	4,0 m		2200 m
Las Campanas, Chile	2 x 6,5 m	Magellan-Teleskope	
Cerro Parachon, Chile	8,1 m	Gemini-Süd	
ESO, La Silla, Cerro Paranal Chile	3,58 m 3,50 m 4x 8,20 m	1976 1990, NTT, adaptive Optik Very Large Telescope (VLT) , Interferometer	2400 m
Selentschuk, Georgien	6,0 m	1974, azimutal	2100 m
Siding Spring, Australien	3,9 m	Australien, Großbritannien	1200 m
Narrabri, NSW, Austral.	2 x 6,7 m	Interferometer	

Weitere Teleskope der 8 m-Klasse: In Texas, Arizona, Südafrika und den Kanarischen Inseln.

Hubble-Space-Teleskop	2,4 m	NASA	595 km
James Webb Space-Teleskop	6,5 m	NASA, in Planung (Start 2010)	1500000 km
CELT	30 m	California Extremely Large Telescope aus 1080 Segmenten, in Planung, USA	
OWL	ca. 90 m	Overwhelmingly Large Telescope, ESO aus 2000 Segmenten, in Planung	

Tab. 1: Reflektoren ab 3 m Spiegeldurchmesser (nach Angaben von 6, 9, 11)

Anfang der 1990er Jahre erfolgte als vorläufige Krönung der Entwicklung von Riesenteleskopen auf dem Mauna Kea der Bau der beiden 10 m-Keck-Teleskope. Ihre Spiegel von genau 9,80 m Durchmesser bestehen aus 36 Segmenten von 0,90 m Durchmesser. Die Konstruktion erfolgte durch das California Institute of Technology (Caltech) und die University of California. (6)

Übrigens brauchen die mit den Keck-Teleskopen arbeitenden Astronomen, nicht auf den 4200 m hohen Mauna Kea mit seiner sauerstoffarmen Luft und Kälte zu kommen. Im Observatorium arbeitet nur ein Techniker, der „telescope operator“. Die Astronomen sitzen dagegen 70 km entfernt in einer in Waimea gelegenen Station auf Meeresspiegelhöhe in einem klimatisierten Raum und untersuchen dort auf Bildschirmen die eingestellten Objekte.

An anderen Sternwarten wie dem VLT der ESO oder den beiden Gemini-Observatorien wird ein Teil der Beobachtungen im „service mode“ absolviert. Astronomen übermitteln den Wissenschaftlern vor Ort Beobachtungsaufträge. Diese führen die Aufträge durch und übermitteln den Auftraggebern die Ergebnisse per Datenleitung. Die Observatorien können auf diese Weise alle genehmigten Programme in einer Warteschlange sammeln und dann an einem Stück durchführen, wenn die Bedingungen gerade günstig sind. So ersparen sich Astronomen unter Umständen mehrere tausend Kilometer lange Reisen und den Umgang mit neuen, komplizierten Geräten. Ein Nachteil besteht allerdings darin, dass Astronomen ihre Programme nicht mehr in letzter Minuten ändern oder den ersten eingehenden Ergebnissen anpassen können. (6)

Deutsche Astronomen, die am VLT beteiligt sind, halten in der ESO-Zentrale in Garching bei München mit einer Datenleitung via Satellit oder Kabel die Verbindung mit den 12 000 km entfernten Teleskopen in La Silla.

In Texas nahm man das 9,2 m-Hobby-Eberly-Teleskop in Betrieb. Der aus Segmenten bestehende Spiegel ist starr. Das Sternenlicht wird durch den beweglichen, vom Computer gesteuerten Sekundärspiegel auf den Hauptspiegel gelenkt, während sich der Himmel dank der Erdrotation über das Teleskop „bewegt“. Trotz der starren Position des Hauptspiegels kann das Teleskop 70 % des Himmels erfassen. Nach diesem Prinzip soll auch das South African Large Telescope (Salt) gebaut werden. Diese Konstruktion ist besonders kostengünstig. (6)

Planung der nächstgrößeren Teleskop-Generation

Bereits heute arbeiten die Entwickler der Keck-Teleskope, also Wissenschaftler und Techniker der University of California und des California Institute of Technology (Caltech) am Entwurf für den ersten 30 m-Spiegel. Das „California Extremely Large Telescope“ (Celt) soll aus 1080 Segmenten mit 0,5 m Durchmesser bestehen. (6)

Noch weiter gehen die Pläne für die Europäische Südsternwarte (ESO). Dort soll das „Overwhelmingly Large Telescope“ (OWL) mit einem Spiegel aus 2000 Segmenten gebaut werden, die eine Fläche so groß wie ein Fußballfeld (7350 m²) bedecken. (6) Diese Fläche hat ein Kreis mit 96,7 m Durchmesser.

Weltraumteleskope

Weltraumteleskope bieten den Vorteil, dass die Abhängigkeit der Beobachtung vom Wetter, von der Luftunruhe, von der Luftverschmutzung und vom Streulicht der Umgebung wegfällt. Ein weiterer Vorteil ist die Nutzung der kurzwelligen Teile des elektromagnetischen Spek-

trums, die bei terrestrischen Beobachtungen wegen der Abschirmung dieser Anteile durch der Atmosphäre fehlen, also vor allem Ultraviolett-, Röntgen- und Gammastrahlen.

Schließlich ist es mit Teleskopen außerhalb der Erdatmosphäre auch möglich, die Existenz von Wasser und Sauerstoff im Weltraum nachzuweisen. Von der Erde aus gelingt das nicht, weil Kohlendioxid-, Sauerstoff- und Wasserdampf-Moleküle der Atmosphäre die schwache Strahlung von Wasser und Sauerstoff aus dem Weltall überdecken.

Der Erforschung von Strahlen, die auf der Erdoberfläche nicht zu empfangen sind, dienen Speziatsatelliten, die zwar keine Riesenteleskope enthalten, aber die Funktion der terrestrischen Riesenteleskope wesentlich ergänzen. Einige Beispiele seien hier genannt:

- Zum Nachweis von **Wasser und Sauerstoff**: Das Infrared Space Observatory **Iso** der Esa (1995-1998) und der Submillimeter Wave Astronomy Satellite **Swas** (1998-2004).
- Zur Untersuchung der **Röntgenstrahlung**: Der Röntgensatellit **ROSAT** mit einem Walter-Teleskop mit 84 cm Öffnung, 2,4 m Brennweite und einem Auflösungsvermögen von 1,8" (11)
- Zur Untersuchung der **Gammastrahlung**: Der Gammastrahl-Satellit **Integral** (International Gamma Ray Astronomy Laboratory) der Esa.

Der 4 Tonnen schwere Satellit Integral wurde im Oktober 2002 mit einer russischen ProtonRakete gestartet. Er erforscht die energiereichsten Phänomene des Kosmos. Der Satellit enthält einen Gamma-Detektor, der Gammaquellen sehr präzise lokalisiert, ein Gamma-Spektrometer, einen Röntgen-Detektor und eine Kamera für sichtbares Licht. Da diese vier Messgeräte alle in dieselbe Richtung zeigen, wird gleichzeitig dasselbe kosmische Ereignis auf verschiedenen Wellenlängen vom optischen Bereich bis zur Gammastrahlung erfasst. Weil die Messinstrumente nicht durch den Strahlungsgürtel der Erde gestört werden sollen, fliegt der Satellit in einer elliptischen Bahn zwischen 10 000 km und 153 000 km Höhe (40% der Entfernung des Mondes). Erst oberhalb von 40 000 km macht es Sinn, die Messgeräte überhaupt einzuschalten. Der Satellit soll die Erde mindestens 2 Jahre lang umkreisen.

Die Geräte sind auf Schwarze Löcher, Neutronensterne, Aktive Galaktische Kerne und auf die rätselhaften Gammastrahlenausbrüche gerichtet. Zweimal am Tag hat der Satellit die winzige Chance, einen Gammastrahlenausbruch im Kosmos zu vermessen. Diese gewaltigen Explosionen dauern nur Sekunden bis Minuten. Wo sie stattfinden, ist nicht vorhersehbar. Die Messungen können zur Klärung der Frage beitragen, ob die starken Gammastrahlenausbrüche den Kollaps eines fernen Riesensternes oder auch die Kollision zweier Neutronensterne signalisieren. (7)

Das von der NASA gebaute, 1,5 Milliarden Dollar teure **2,4 m-Hubble-Space-Teleskop**, das ursprünglich 1982 den Betrieb aufnehmen sollte, wurde erst im April 1990 in eine Erdumlaufbahn in 595 km Höhe gebracht. Es erwies sich zunächst als Versager, weil wegen einer Randverformung des Primärspiegels lichtschwache Objekte, für die er eigentlich gebaut wurde, nicht abgebildet werden konnten. Nach aufwendigen Reparaturen wurde seine volle

Leistungsfähigkeit hergestellt. Mit der im März 2002 anmontierten neuen Advanced Camera for Surveys (ACS, 16 Mill. Pixel, 76 Mill. Dollar) arbeitet das Teleskop zehnmals effizienter als vorher.

Das Teleskop ist ein Ritchey-Chretien-System, dessen Strahlengang wahlweise auf verschie-

dene Messeinrichtungen gelenkt werden kann. Eine Teleskopmontierung fehlt völlig. Angesichts der Flughöhe und Umlaufzeit dauert eine Nacht für das Teleskop nur 30 Minuten. Bei den 30-Minuten-Aufnahmen werden Objekte der Untersuchung zugänglich, die die größten terrestrischen Teleskope bis zum Jahre 2000 nicht abbilden konnten, so z.B. Sterne bis zur Größenklasse 26. Die elektronische Kamera zerlegt ein Himmelsfeld von wenigen Bogenminuten Seitenlänge in 4 Millionen Bildelemente und sendet diese unter Verwendung der Energie von Solarzellen, zur Empfangsstation auf der Erde.

NASA-Forscher entwickeln gegenwärtig das **6,5 m-James Webb Space Telescope (JWST)**. Es soll im Juni 2010 starten und nach drei Monaten seine endgültige Position in 1,5 Millionen Kilometern Entfernung im Lagrange Punkt L 2 erreichen. Das Teleskop soll vor allem die starke Rotverschiebung von Objekten des frühen Universums messen und Aufnahmen von Regionen der Entstehung von Sternen und Planeten, die oft von Staub verhüllt sind, liefern. (8)

Schließlich kann man auch die Kameras der bisher gestarteten **Planetensonden** als Raumteleskope im weiteren Sinne bezeichnen. Hierzu gehören die Sonden Pioneer 10 (Start 1972, Funkkontakt bis Januar 2003), Voyager 1 und 2 (1977), Galileo (1989) und Cassini-Huygens (1997). Die Huygens-Sonde soll am 27. 11. 2004 auf dem Saturnmond Titan landen.

Lösungen für technische Probleme von Riesenteleskopen

Neue Konstruktionsprinzipien für große Spiegel

Bereits der 20 Tonnen schwere 5 m-Spiegel des Mt. Palomar-Teleskops musste durch zahlreiche Halterungen, die in Aussparungen des Glaskörpers auf der Rückseite sitzen befestigt werden, damit er sich bei der Teleskopbewegung nicht durch sein eigenes Gewicht verformt. Wie der 42 Tonnen schwere und 65 cm dicke 6 m-Spiegel von Selentschuk zeigt, sind massive Spiegel von mehr als 5 m Durchmesser nur schwer herzustellen, zu handhaben und in Teleskopen bei Temperaturwechsel optisch stabil zu halten. Als Ausweg aus diesem Dilemma wählte man unterschiedliche Lösungen.

Das Mt. Hopkins-Teleskop in Arizona ist ein **Multi-Mirror-Teleskop**. Es enthält sechs 1,83 m-Spiegel auf einer gemeinsamen Montierung. Die Bilder führt man so zusammen, dass die sechs Einzelspiegel zusammen wie ein 4,5 m-Spiegel wirken.

Die beiden Keck-Teleskope enthalten einen **Mosaik- oder Segmentspiegel** aus 36 nur 0,9 m großen Spiegel, die zusammen den 9,8 m-Spiegel bilden.

Die Spiegel der beiden 6,5 m-Magellan-Teleskope von Las Campanas in Chile haben ein geringes Gewicht, weil sie innen hohl sind. Ihre Festigkeit erhalten sie im Inneren durch eine wabenartige Struktur, sie sind also **Wabenspiegel**.

Spiegelkorrekturen durch aktive Optik

Dünne monolithische Spiegel und Mosaikspiegel haben den Nachteil, dass sich ihre optische Güte durch mechanische, thermische und andere Effekte während der Beobachtung verschlechtert. Sie müssen deshalb wiederholt nachjustiert werden. Das geschieht durch tragende Unterstützungssysteme, mit denen man die Spiegelkrümmung etwas verändern kann. Man nennt diese Konstruktion „aktive Optik“.

Das Nachjustieren erfolgt zu Beginn der Beobachtung eines neuen Objektes und auch während der Beobachtung in regelmäßigen Abständen, indem die Güte der Abbildung eines im Aufnahmegebiet vorhandenen Referenzsternes analysiert wird.

Eine Beispiel sind die vier nur 20 cm dicken 8,2 m-Spiegel des VLT der ESO in Chile. Ihre Stabilität erhalten sie durch computergesteuerte Kolben, die die Form des Spiegels korrigieren, solange sich das Teleskop bewegt. (6)

Schärfere Bilder durch Speckle-Interferometrie

Das Hauptproblem der terrestrischen Beobachtung ist die Minderung der Bildqualität durch die Atmosphäre. Auf dem 4200 m hohen Mauna Kea ist die Luftmenge vom Boden bis zur oberen Grenze der Atmosphäre immerhin schon auf die Hälfte reduziert gegenüber einem Standort in Meeresspiegellhöhe. Aber selbst diese noch vorhandene Luft bewirkt, dass ein 10 m-Teleskop dem 2,4 m-Raumteleskop an Bildqualität (Auflösungsvermögen) unterlegen ist.

Einen Ausweg bietet die Speckle-Interferometrie: Bei der optischen Abbildung einer Punktlichtquelle (z.B. eines Sterns) entsteht in der Brennebene des Teleskops ein kleines Beugungsscheibchen. Seine Größe ist bestimmt durch die Wellenlänge des Lichts und die Öffnung des Teleskops.

Durch die Inhomogenität der Atmosphäre werden die Wellenfronten des Lichts aber verformt. In der Brennebene des Teleskops ergibt sich durch die Interferenz einzelner Bereiche der Wellenfront an zufällig verteilten Stellen eine Verstärkung, an anderen Stellen eine Verminderung der Intensität. So entsteht ein großes Szintillationsscheibchen mit einem Muster heller Flecken (engl. speckles), von denen jedes einzelne einem Beugungsscheibchen entspricht.

Schon kurz darauf geht das Muster in ein anderes über, da sich die Deformationen der Wellenfronten schnell ändern. Bei längeren Belichtungszeiten überlagern sich alle Muster. Das Szintillationsscheibchen wird dadurch viel größer als das eigentliche Beugungsscheibchen des Sterns. Dadurch können z.B. Doppelsterne, die das Teleskop auf Grund seines Auflösungsvermögens getrennt abbilden müsste, nicht getrennt abgebildet werden.

Bei der Speckle-Interferometrie filtert man aus dem ankommenden Licht einen schmalen Wellenlängenbereich aus und macht Tausende Momentaufnahmen von nur 0,01 Sekunden Dauer. Durch das automatische Ausmessen sehr vieler Aufnahmen und unter Anwendung geeigneter mathematischer Verfahren durch einen Computer wird das der Quelle zugeordnete Beugungsscheibchen rekonstruiert, so als hätte keine Deformation der Wellenfronten stattgefunden.

Man verwendet das Verfahren zur Trennung von Doppelsternen und zur Durchmesserbestimmung von Sternen, deren Winkeldurchmesser größer ist als das Auflösungsvermögen des Teleskops, aber kleiner als das Szintillationsscheibchen. Bei Überriesensternen, z.B. bei Beteigeuze, kann man damit sogar die Helligkeitsverteilung auf der Sternoberfläche ermitteln. (11)

Kompensation der Luftunruhe durch adaptive Optik

Bei Luftturbulenz bringt auch die Speckle-Interferometrie keine wesentliche Verbesserung der Bildqualität. Ein genialer Ausweg aus diesem Dilemma ist die adaptive Optik. Diese misst die ständig wechselnden Störungen, die die Lichtwellen beim Durchqueren der Atmosphäre erleiden. Die Störungen werden nahezu zeitgleich mit Hilfe eines kleinen, dünnen, deformierbaren Spiegels im Strahlengang des Teleskops im Mittel hundert Mal pro Sekunde kompensiert. Das geschieht durch viele kleine Motoren. So kann das theoretische Auflösungsvermögen des optischen Systems voll erreicht werden. (6)

Der bei einer adaptiven Optik zu betreibende Aufwand ist viel größer als bei der aktiven

Optik, weil wegen der raschen und rein zufälligen Änderungen atmosphärischer Inhomogenitäten ein Wellenfrontanalysator in Intervallen von 1 bis 50 Millisekunden die jeweilige Bildqualität prüft und die Kompensationsbewegungen für viele Stellen des Hilfsspiegels berechnet, die dann sehr schnell mit den an der Rückseite des Spiegels angebrachten Stellgliedern ausgeführt werden muss.

Die noch zu tolerierenden Wellenfrontdeformationen liegen bei $1/4$ der jeweiligen Wellenlängen des Lichts, in dem beobachtet wird. Bei gelbem Licht mit einer Wellenlänge von ca. 560 nm sind das also 140 nm. Da der notwendige Aufwand mit abnehmender Wellenlänge steigt und die Wellenfrontdeformationen und ihre zeitlichen Änderungen bei großen Wellenlängen geringer sind als bei kleinen, wurden adaptive Optiken bisher nur im Infrarotbereich erfolgreich angewandt.

Trotz dieses Erfolges mit der adaptiven Optik ist das Hubble-Raumteleskop nicht überflüssig geworden, weil die adaptive Optik nur im Infrarotbereich gut funktioniert und terrestrische Teleskope nicht im ultravioletten Licht beobachten können, weil diese Strahlung von der Ozonschicht der Atmosphäre blockiert wird.

Speckle-Interferometrie und adaptive Optik gehören im Infrarotbereich inzwischen zum Beobachtungsstandard. Im Bereich des sichtbaren Lichts befinden sie sich noch im Erprobungsstadium. (6)

Steigerung des Auflösungsvermögens durch Interferometer

Interferometer sind Geräte zum Messen kleinster Winkel unter Ausnutzung von Interferenzerscheinung.

Mit dem **Phaseninterferometer nach Michelson** misst man den Abstand dicht benachbarter Doppelsterne oder den Durchmesser eines nahen Sternes mit einem Teleskop möglichst großer Öffnung. Dazu setzt man je einen kleinen Spiegel rechts und links verschiebbar in relativ großem Abstand vor die Teleskopöffnung (s. Abb. 1a). Das von einem Stern kommende Licht wird dadurch in zwei getrennte Wellenzüge aufgespaltet, die in der Brennebene des Fernrohrs zur Interferenz gebracht werden. Dabei ergibt sich ein Beugungsmuster, in dem abwechselnd helle und dunkle Streifen sichtbar sind. Das von einem zweiten, dicht benachbarten Stern kommende Licht ergibt ebenfalls ein Streifenmuster, das aber gegen das erste umso mehr verschoben ist, je größer der Winkelabstand der beiden Sterne ist. Man verändert jetzt den Spiegelabstand so lange, bis die hellen Streifen des einen Beugungsmusters mit den dunklen Streifen des anderen gerade zusammenfallen. Aus dem dann erreichten Spiegelabstand und der Wellenlänge des Lichts berechnet man den Winkelabstand der beiden Sterne. Nach dem gleichen Prinzip kann man den Winkeldurchmesser eines Einzelsternes bestimmen, da man die beiden Hälften eines Sternscheibchens als die zwei Komponenten eines engen Doppelsternes ansehen kann.

Solche Durchmesserbestimmungen sind nur bei Sternen möglich, deren Winkeldurchmesser (von der Erde aus gesehen) größer als das Auflösungsvermögen des Instruments ist. (11)

Das waren vor Inbetriebnahme der neuen Riesenteleskope nur nahe Riesensterne wie z.B. Beteigeuze. Aus dem Winkeldurchmesser und der Entfernung des Sterns von der Erde errechnet man den wahren Durchmesser des Sterns.

Sirius	8,8 Lichtjahre	0,006 ^{''}	2,5 Mio. km (1,7 mal Sonne)
Beteigeuze	600 Lichtjahre	0,040 ^{''}	1.120 Mio. km (800 mal Sonne)

Zum Vergleich:

Jupitermond Europa

bei Erdnähe

1,0^{''}

3 138 km (0,9 mal Erdmond)

Auflösung eines

15 cm-Refraktors

1,0^{''}

Der Europaschatten auf Jupiter ist also im 15 cm-Refraktor sichtbar. Europa ist der kleinste der vier Galileischen Jupitermonde.

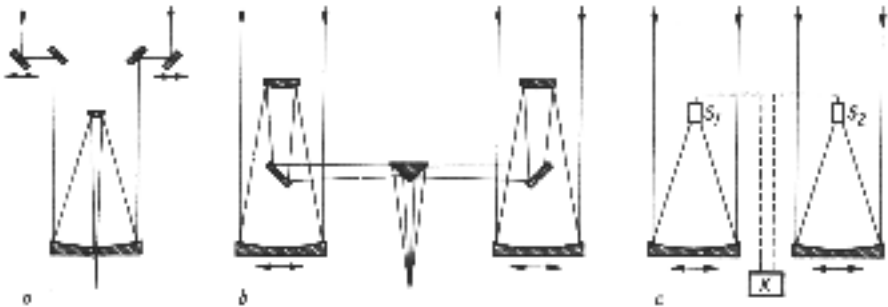


Abb. 1: a Phaseninterferometer mit zwei kleinen, verschiebbaren Spiegeln
 b Zwei-Apertur-Interferometer mit zwei getrennten Teleskopen
 c Korrelations-Interferometer mit Sekundärelektronenvervielfachern (S) und Korrelator (K) (aus 11, S. 132)

Mit dem **Zwei-Apertur-Interferometer** erreicht man eine wesentliche Erhöhung des Auflösungsvermögens. Zwei Teleskope sind in einem weiten Abstand, z.T. mehr als 100 m, gegeneinander verschiebbar aufgestellt (Abb. 1b). Mit Hilfe optischer Zusatzeinrichtungen werden die von beiden Teleskopen kommenden Wellenzüge in einer gemeinsamen Brennebene phasengerecht zusammengeführt. Das Messprinzip ist das gleiche wie beim Michelson-Interferometer. Man kann auch mehrere, in bestimmten Abständen fest installierte Teleskope zu einem Interferometer vereinigen, wobei die Lichtstrahlen wie bei einem Heliostaten durch Spiegel so auf eine Stelle gelenkt werden, dass Teleskopverschiebungen unnötig sind. Nach diesem Prinzip wurde in Culgoora (Australien) ein Interferometer gebaut, das aus 11 Teleskopen besteht, die längs einer Strecke von 640 m verteilt sind. Mit diesem Instrument soll man theoretisch Winkel bis herab zu etwa $0,0005''$ messen können.

Die Prüfung des Streifenmusters erfolgt mehrmals pro Sekunde mittels lichtelektrischer Detektoren. Durch die kurze Messzeit einer Einzelmessung ist gewährleistet, dass sich die durch die Luftunruhe hervorgerufenen Interferenzänderungen nicht störend bemerkbar machen. (3, 11)

Beim **Intensitäts- oder Korrelationsinterferometer** vergleicht man die von zwei benachbarten Teleskopen kommenden Strahlungsströme eines schmalen Spektralbereichs (Abb. 1 c). Sie werden mittels lichtelektrischer Detektoren hoher Zeitauflösung in elektrische Ströme umgesetzt und diese miteinander korreliert. Diese Interferometer haben den Vorteil, dass die optische Güte der benutzten Instrumente nicht sehr hoch zu sein braucht, da nur ihr Lichtsammelvermögen, nicht ihre Abbildungsgüte ausgenutzt wird. Nach diesem Prinzip arbeiten auch die Radiointerferometer mit großer Basislänge. (10)

Die Interferometrie wird in der Radioastronomie seit über 30 Jahren erfolgreich angewendet. Sie ist im Bereich des sichtbaren Lichts viel schwieriger, weil die Wellenlängen dieses Lichts 10 000 mal kleiner sind als die der Radiowellen. Die Kombination zweier Strahlen erfordert deshalb eine ungeheure Präzision. Bereits Fehler von Bruchteilen eines Mikrometers machen die Beobachtung wertlos. (3, 6)

Adaptive Optik und Interferometrie bei den Riesenteleskopen

Bei den hellsten Sternen macht die Interferometrie mit Riesenteleskopen noch Einzelheiten sichtbar, die hundertmal kleiner sind als diejenigen, die das 2,4 m-Weltraumteleskop noch zeigen kann. (3)

Im Herbst 2001 wurden die beiden 8,2 m- Teleskope „Antu“ und „Melipal“ des VLT in La Silla erstmals für Testmessungen zusammengeschaltet. Für die dabei gewonnenen Daten entwickelten Astronomen von drei Observatorien ein Computerprogramm, mit dessen Einsatz der genaue Durchmesser des nur 4,22 Lichtjahre entfernten Roten Zwergs Proxima Centauri bestimmt wurde. Er beträgt 200 000 km. Das ist das 1,5-fache des Jupiter- und 1/7 des Sonnendurchmessers. (1) (Die Durchmesser-Angabe „100 000 km“ in (2) gilt für den Radius).

Proxima centauri bildet mit dem hellen Doppelstern Alpha centauri ein Dreifachsternsystem. Er ist zwar der nächstgelegene Fixstern, aber infolge seines geringen Durchmessers und der geringen Leuchtkraft erscheint er an unserem Himmel nur als Stern der 11. Größenklasse, ist also 100 mal dunkler als die lichtschwächsten Sterne, die man in einer dunklen Nacht gerade noch mit bloßem Auge sieht. Der mit den beiden 102,4 m voneinander entfernten VLT-Teleskopen bestimmte Winkeldurchmesser von Proxima centauri beträgt nur 0,001 Bogensekunden (genauer: 1.02 milliarcsec). Das entspricht dem Durchmesser eines Objekts von knapp 2 m in der Entfernung des Mondes (384 000 km). Man könnte also mit dieser Teleskopkombination noch einen Astronauten auf dem Mond erkennen. (1)

Im September 2002 konnten die Strahlengänge aller vier 8,2 m-Teleskope erstmals während zweier Nächte paarweise gekoppelt werden. Theoretisch hatte das System während dieser Zeit eine Winkelauflösung von 0,003 Bogensekunden. Das entspricht etwa 1/600 000 des Vollmonddurchmessers.

Im Dezember 2002 gelangen dann mit dem Mid-Infrared Interferometric Instrument „Midi“ die ersten Aufnahmen von Interferenzstreifen des Sterns Epsilon Carinae. Damit war der Beweis für das perfekte Zusammenspiel aller Komponenten des Very Large Telescops Interferometer (VLTI) erbracht.

Im Jahre 2003 wird das erste von mehreren „kleinen“ Hilfsteleskopen mit 1,8 m Spiegeldurchmesser zwischen den vier 8,2 m-Teleskopen des VLT aufgestellt. Mit diesen Zusatzteleskopen können die Interferometrie-Experten experimentieren, ohne die Großteleskope zu blockieren. Später verhelfen sie dem Gesamtsystem zu besseren Bildern.

In Zukunft soll das VLT auch eine adaptive Optik erhalten, die der Luftunruhe in der Atmosphäre mit Hilfe superschnell beweglicher Spiegel entgegenwirken und die Empfindlichkeit des Interferometers noch einmal verhundertfachen soll. (1, 2)

Diese Zukunft hat schon begonnen, denn die Internet-Information der ESO in Garching vom 29.11.2002 zum Thema „Adaptive Optik“ lautet: „The first Adaptive Optics instruments for the VLT Interferometer will be installed in 2003“ (1, S. 4).

Mit den neuen Interferometer-Riesenteleskopen wird es möglich sein, Sternoberflächen, Staubscheiben um ferne Sterne als Vorläufer von Planetensystemen und sogar die Schatten von Planeten, die vor dem Zentralstern vorüberziehen, zu erkennen.

Astronomen werden künftig auch Bildserien der Rotation von Sternen verfolgen und Flecken auf ihrer Oberfläche beobachten können.

Aus dem reichen Fundus neuartiger Daten werden sich neue Erkenntnisse über Entstehung, Aufbau, Aktivität, Entwicklung und Verlöschen von Sternen gewinnen lassen. (3)

Neue Forschungsergebnisse durch den Einsatz von Riesenteleskopen

Bestimmung der Expansionsrate des Universums

Durch die Untersuchung von Supernovae ferner Galaxien soll es möglich werden, zu entscheiden, ob die Expansion des Universums ständig weiter läuft oder einmal zum Stillstand kommt, sich eventuell umkehrt und der Kosmos in einer Implosion endet.

Dafür muss die Expansionsrate für verschiedene Epochen des Kosmos in der Vergangenheit ermittelt werden. Dazu muss man die Entfernungen von Galaxien bis zu mehreren Milliarden Lichtjahren möglichst genau bestimmen. Als Indikatoren („Standardkerzen“) dienen Supernovae des Typs Ia, also Weiße Zwergsterne, die plötzlich kollabieren und dabei eine gewaltige Explosion auslösen. Diese Supernova-Explosionen verlaufen alle gleich und erreichen stets die gleiche Maximalleuchtkraft. Aus dem Verlauf des Helligkeitsabfalls können Astronomen Rückschlüsse auf die Maximalhelligkeit ziehen, und daraus lässt sich ihre Entfernung bestimmen. Um eine Supernova dieses Typs zu identifizieren, benötigt man ihre Spektren. Dazu braucht man die großen Teleskope.

Solche Forschungen betreibt vor allem ein Team des Harvard-Astronomen Robert Kirshner. Es konnte bereits nachweisen, dass sich die Expansion des Universums beschleunigt, obwohl eigentlich die Gravitation der Galaxien untereinander die Expansion bremsen sollte. Die beste Erklärung des neuen Befundes ist, dass der Raum selbst eine abstoßende Kraft ausübt, eine Idee, die bereits Albert Einstein aus theoretischen Gründen äußerte. Die sogenannte „Kosmische Konstante“ wirkt der Gravitation entgegen. (6)

Untersuchung der Zentren von Galaxien

Auf dem Gebiet der Infrarot-Astronomie und der adaptiven Optik haben sich die beiden Gemini-Teleskope inzwischen eine Spitzenstellung erworben. Die am Gemini-Nord-Teleskop gewonnene Aufnahme vom Zentrum der Milchstraße gehört zu den schärfsten überhaupt.

Mit Hilfe des VLT der ESO fand das Astronomenteam von Danielle Alloin 2001 Beweise für die Existenz eines gigantischen Schwarzen Loches im Kern der nahen Galaxie M 77 im Sternbild Walfisch.

Untersuchung von Planeten anderer Sterne

Das Team von Geoffrey Marcy (University of California in Berkeley) ist die erfolgreichste Forschungsgruppe, die nach Planeten außerhalb unseres Sonnensystems sucht. Aus den periodischen Verschiebungen von Linien im Spektrum eines Sterns kann man auf dessen Bahnschwankungen unter dem Einfluss eines großen Planeten schließen. Je größer das

Teleskop ist, desto eher wird es möglich, solche feinen Linienverschiebungen in Sternspektren nachzuweisen und damit auch Planeten zu finden.

Seit im Herbst 1995 erstmalig die Schweizer Astronomen Michael Mayer und Dieter Queloz anhand ihrer Messkurven einen Jupiter ähnlichen Trabanten des 48 Lichtjahre entfernten Sterns 51 Pegasi fanden, wurden bis Ende 2002 rund 100 Exoplaneten nachgewiesen. Fast alle sind vermutlich Gasriesen, viele davon massereicher als Jupiter, die ihren Stern auf einer engen Umlaufbahn umkreisen und daher zu nachweisbaren Bahnschwankungen des Sterns führen.

Mit den 10m-Keck-Teleskopen gelingt es inzwischen, auch Planeten aufzuspüren, die geringere Massen und größere Umlaufbahnen haben und deshalb viel geringere Bahnschwankungen ihres Zentralsternes bewirken. Astronomen hoffen, dort in den nächsten Jahren auch Planeten zu finden, die nur wenig massereicher sind als die Erde.

Solche Planeten haben vermutlich eine feste Oberfläche. Sie könnten Wasser besitzen, das sich in Flüssen, Seen und Meeren sammelt und das Lösungsmittel für biochemische Prozesse ist. Die Entdeckung wasserreicher Planeten, die für Organismen bewohnbar sind, wäre ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Beantwortung der Frage nach der Existenz von Leben außerhalb der Erde. (6; vgl. Spektrum 1/2001, S. 42; KORONA 82, Januar 2000, S. 32-55)

Langzeitbeobachtung von Planeten und Monden des Sonnensystems

Die neuen Riesenteleskope, besonders die mit adaptiver Optik, liefern auch schärfere Bilder von Planeten und Monden unseres Planetensystems.

So studiert das Team der Astronomin Imke de Pater (University of California in Berkeley) mit der adaptiven Optik der Keck-Teleskope Planeten und Monde des äußeren Sonnensystems. Es fand fleckige Wolken in der Uranusatmosphäre, den hellen Epsilon-Ring und drei weitere schmale Ringlets um den Planeten. Da Uranus in 17 Stunden einmal rotiert, kann man schon in einer halben Nacht sehen, wie sich die Wolken über den Planeten bewegen. (6)

Weitere Beobachtungsobjekte dieses Teams sind der Saturnmond Titan, der einzige Mond unseres Planetensystems mit einer dichten Atmosphäre, und der Jupitermond Io. Im Februar 2001 konnte die Gruppe auf Io mit einem Keck-Teleskop einen starken Vulkanausbruch beobachten. (6) Je ein Foto von Io mit Vulkanausbruch, Uranus mit Ringen und Neptun, aufgenommen mit der adaptiven Optik eines Keck-Teleskops, sind in der neuen Zeitschrift „Astronomie heute“ (deutsche Ausgabe von „Sky and Telescope“), Heft März/April 2003, S. 38/39 abgebildet.

Zwar liefern die Kameras von Planetensonden aus der Nähe detailreichere Bilder von Planeten und Monden, so z.B. die Voyager sonden 1979 von Jupiter und 1980/81 von Saturn sowie Voyager 1986 von Uranus und 1989 von Neptun. Die Landefähren ermöglichen darüber hinaus extreme Nahaufnahmen und Untersuchungen des Bodens fester Planeten und Monde. Aber die terrestrischen Riesenteleskope bieten die Möglichkeit, mit wesentlich geringerem finanziellen Aufwand über viele Jahre hin kontinuierlich das zu beobachten, was von der Erde aus auf den Oberflächen von Planeten und Monden zu sehen ist.

Untersuchung von Objekten am Rande des Sonnensystems

Der Astronom Michael Brown studiert mit den Keck-Teleskopen die Kuiper-Gürtel-Objekte (Kuiper Belt Objects, KBOs) am Rande unseres Planetensystems. Hier befinden sich die Überreste aus den frühen Tagen des solaren Nebels, aus dem alle Planeten, Monde und Kometen des Sonnensystems entstanden. Mit Hilfe von Spektren dieser seit über 4,5

Milliarden Jahren tief gefrorenen Körper gelang es Brown und anderen Forschern bereits, Hinweise auf organische Moleküle in diesen Körpern zu finden.(6) Als größter dieser Körper wurde im Oktober 2002 der jenseits der Plutobahn kreisende Quaoar mit einem Durchmesser von 1250 km identifiziert.

Literatur

- (1) ESO: How small are small Stars really?. ESO Press Release 22/02, 29.11.2002
<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2002/pr-22-02.html>
- (2) Fischer, D.: Geballte Teleskop-Power. *Astronomie heute*, März/April 2003, 15
- (3) Haijan,A.R./Armstrong,J.T.: Ein schärferer Blick auf die Sterne. *Spektrum* 6/2001,42-49
- (4) Harwit, M.: Die Entdeckung des Kosmos. Geschichte und Zukunft der astronomischen Forschung. Piper, München 1983
- (5) Horgan, J.: An den Grenzen des Wissens. Siegeszug und Dilemma der Naturwissenschaften. Luchterhand, München 1997
- (6) Jayawardhana, R.: Auftritt der Giganten. *Astronomie heute*, März/April 2003, 32-39
- (7) Körkel, T.: Blick ins Gamma-All. *Astronomie heute*, März/April 2003, 17
- (8) McDowell, J./MacRobert, A.M.: Das Webb-Weltraumteleskop. *Astronomie heute*, März/April 2003, 16
- (9) Marx, S./Pfau, W.: Sternwarten der Welt. Herder, Freiburg 1980
- (10) Vollmer, J.: Wieso können wir die Welt erkennen?. Hirzel, Stuttgart/Leipzig 2003
- (11) Zimmermann, H./Weigert, A.: Lexikon der Astronomie. Spektrum, Heidelberg 1999

Prof. Dr. Roland Hedewig, Am Krümmershof 91, 34132 Kassel, r.hedewig@t-online.de



Fehlerhafte Expansion...
Gegendarstellung zum Artikel von G. Dinglinger in KORONA 91
 (von Klaus-Peter Haupt)

Im Artikel "Expandierendes oder statisches Universum" in KORONA 91, S.13-20 entwickelt G. Dinglinger ein Modell zur Erklärung der kosmischen Rotverschiebung.

Ich sehe diesen Artikel nicht nur sehr kritisch, manche Darstellungen erscheinen eher konfus und in vielen Fällen sind erhebliche physikalische Fehler enthalten. Einige Kritikpunkte sollen im folgenden beschrieben werden:

- Die Frage nach dem Zentrum des Raumes ist in dem aus dem dtv-Atlas entnommenen Zitat richtig dargestellt, die anschließende Diskussion von G.Dinglinger ist aber falsch. Insbesondere erfordert die Urknalltheorie keinen Mittelpunkt.
- Die Zentralbeschleunigung kompensiert nicht die Gravitationsbeschleunigung, sie ist mit dieser identisch. Offensichtlich findet eine durchgehende Verwechslung von Zentripetal- Zentrifugal- und Zentralkräften statt. Identische Kräfte können sich nicht kompensieren, Trägheit und die Rolle von Bezugssystemen wird nicht in die Betrachtung einbezogen. Damit werden einfache, lange bekannte und mehr als hinreichend überprüfte Prozesse des Kräftegleichgewichtes falsch dargestellt. Aus offensichtlich falschen Voraussetzungen kann ich aber beliebige Aussagen folgern.
- Die Raumkrümmung ist keine mathematische Theorie sondern ein durch physikalische Beobachtungen bestätigtes Modell, das aber hier offensichtlich nicht verstanden wurde. Dass dieses Modell nicht mit den Erfahrungen der Praktiker (Bergleute) übereinstimmt, hat für die Physik keine Bedeutung. Von der Erde ist schon lange bekannt, dass sie keine Scheibe ist, obwohl dies mit unseren Alltagserfahrungen gut übereinstimmen würde.
- Auf S. 14 behauptet Dinglinger, dass es keine im Raum bekannte Abbremsung gibt. Schon in einfachen newtonschen Modellen der Kosmologie wird die Gravitation als abbremsend zur Expansion angesehen.
- Die Bemerkungen über die Hubble – Konstante sind falsch. Der korrekte Wert liegt nicht zwischen zwei Werten, sondern recht präzise bei 71 km/sec Mpc
- Problematisch ist die Darstellung in Abb.1: Die Rotverschiebung entsteht nicht durch eine Fluchtgeschwindigkeit, also nicht durch den Doppler-Effekt. Dies wußte schon Hubble 1926! Deswegen ist auch die Zunahme mit der Entfernung nicht der physikalisch primäre Effekt. Entscheidend ist die Laufzeit zwischen Emission und Absorption des Lichtes und die kann nur mit Hilfe von Weltmodellen in eine Entfernung umgerechnet werden.
- Suspekt erscheinen mir die Rechnungen auf S.15/16, zumal die Formel für den relativistischen Dopplereffekt falsch ist.

Nach so vielen Fehlern und falschen Darstellungen kann ein alternatives Modell nicht sehr vertrauenswürdig erscheinen. Zumal auch hier wieder Bemerkungen vorkommen, die ich physikalisch nicht deuten kann:

- Welche Diskrepanz gibt es zwischen den Frequenzen schwingender Elektronen und der Lichtgeschwindigkeit???
- Wieso werden radiale Pulse in anderer Richtung bestenfalls als Resultierende bzw. Welle registriert?

- Die Annahme einer Geschwindigkeit für einen Quantensprung und der Berechnung einer klassischen kinetischen Energie bereitet mir mehr als Kopfzerbrechen.
- Die Ausbreitung des Lichtes durch einen Impulsübertrag in einem Photonenfeld und die dadurch erfolgte Energiedissipation als Rotverschiebung zu deuten ist ein abenteuerlicher Versuch bestens überprüfte Modelle der Physik zu ignorieren und den Begriff "Photon" schlicht umzudefinieren. Ein entsprechender Versuch ist schon 1965 von Barnothy unternommen worden, die von einer "Ermüdung" der Photonen bei der Ausbreitung im Raum als Erklärung für die Rotverschiebung ausgingen. Nach der Quantenfeldtheorie gibt es Wechselwirkungen der Photonen mit den virtuellen Feldquanten im Vakuum, die zu einer Energieänderung führen. Eine quantitative Abschätzung ist zur Zeit noch nicht möglich, da der Anteil der Vakuumenergie nicht theoretisch bestimmbar ist. Kosmologische Modelle legen aber nahe, dass die Vakuumenergie der heutigen Materieenergiedichte entspricht. Damit könnte eine Abschätzung dieser Wechselwirkung möglich werden, aber nicht mit einer Vermengung klassischer und quantenmechanischer Rechnungen sondern nur mit Hilfe der Quantenfeldtheorie. Gegen die schon von Zwicky 1929 aufgestellte Ermüdungshypothese gibt es zahlreiche Argumente. Einige von ihnen treffen auch auf die Variation von Barnothy zu.
Dinglinger bezieht seine Argumentationen nicht auf den gesamten Spektralbereich, so dass er insbesondere nicht die Temperatur der Hintergrundstrahlung erklärt. Dies ist aber bei einem statischen Universum notwendig. Und wie lässt sich die beobachtete Feinstruktur der Hintergrundstrahlung in Dinglingers Modell deuten? Man kann mit einem Modell nicht beliebig herausgegriffene Teilaspekte der Natur erklären und andere, wesentlichere Aspekte ignorieren. Erst Recht nicht, wenn diese Aspekte das Modell falsifizieren....

Ich finde es eigentlich spannend, alternative Vorstellungen zu diskutieren. Und ich denke, man sollte offen sein für Ansichten, die unbekannte oder neue Wege erschließen. Andererseits aber sollte die Basis der eigenen Überlegungen erst einmal richtig sein (nur aus richtigen Aussagen kann man sinnvolle Folgerungen ziehen) und die anschließenden Alternativen sollten den Gesetzen der Logik und der Natur genügen.

Schade, dass vielleicht mancher Leser hier eine falsche Vorstellung von der Expansion des Kosmos bekommen hat. In meinem Vortrag am 13.6. werde ich nochmals die richtigen Modelle und alternative sinnvolle Vorstellungen erklären.

Leider haben sich ähnliche Kritiken auch bei einer nachträglichen Sichtung anderer Veröffentlichungen von Dinglinger in der KORONA ergeben. In der Ausgabe vom April 2002 wird deutlich, dass Dinglinger letztlich wieder die seit 100 Jahren endgültig begrabene Äthertheorie aufleben lassen will. Nur scheint er den Äther als Photonenfeld zu bezeichnen. Dass er den Widerspruch zur Relativitätstheorie nicht sieht, scheint auch an einem nicht ausreichendem Durchdringen der Einsteinschen Vorstellungen zu liegen. So wird der unterschiedliche Zeitablauf beim Zwillingsparadoxon mit schlicht falschen Argumenten wegdiskutiert und die Beschreibung der Eigenzeiten in bewegten Bezugssystemen erscheint ebenfalls nicht korrekt.

Bildergalerie von Ralf Gerstheimer (von Christian Hendrich)

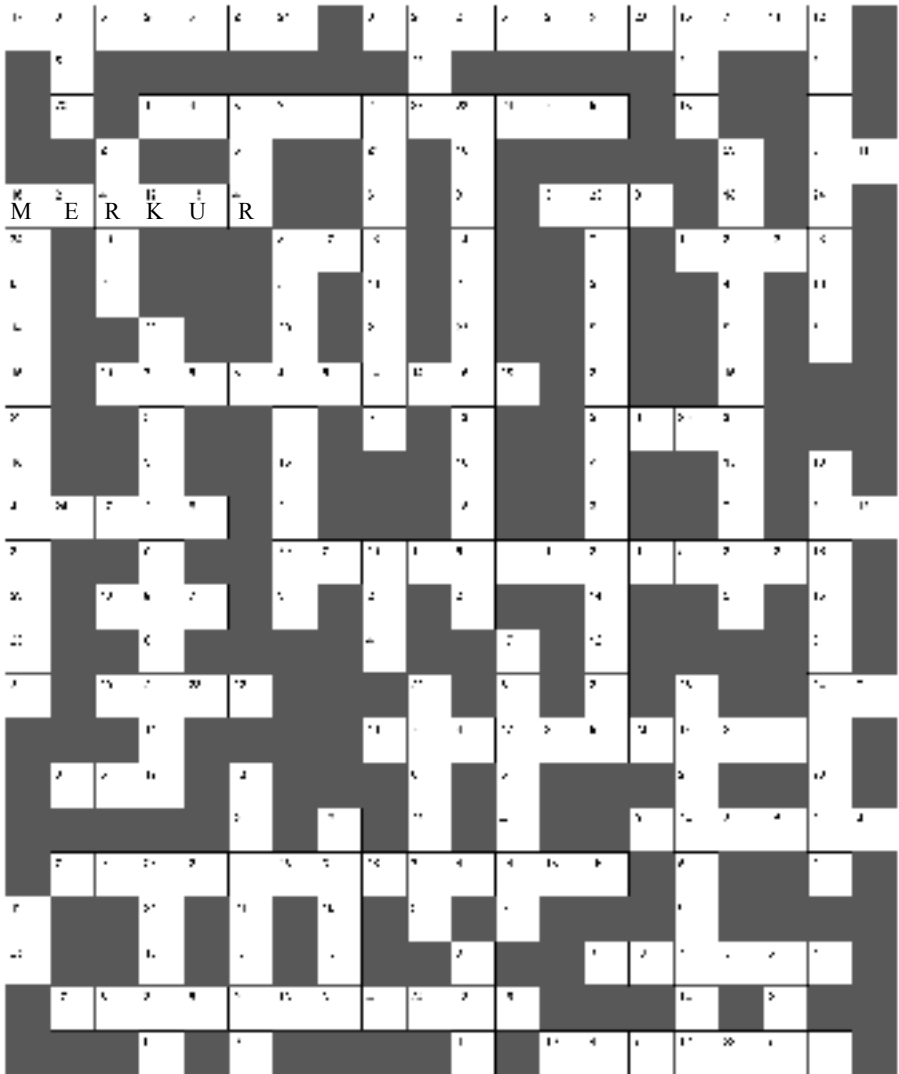
Kommt man Freitags zu den Vorträgen des AAK, so trifft man häufig auf unser Vereinsmitglied Ralf Gerstheimer, der immer wieder beeindruckende Bilder dabei hat, die er u.a. mit Videokamera und Dobsonoteleskop aufgenommen hat. Einige der neuesten Bilder sollen hier vorgestellt werden. Diese Bilder sind übrigens auch auf seiner Internetseite www.astromanie.de verfügbar, deren Besuch sich immer lohnt.



links: Orion-Nebel, 26.3.2003
 MTV12V1/Newton 8" f/4
 unten: Rosetten-Nebel, 26.3.2003
 MTV12V1/55mm FO



Rätselecke
(von Christian Hendrich)



- 0: 1: 2: 3: 4: 5: 6: 7: 8: 9: 10:
- 11: 12: 13: 14: 15: 16: 17: 18: 19: 20: 21:
- 22: 23: 24: 25:

Pressespiegel (von Frank Baum)

Die fünf größten Kuiper-Objekte

Die fünf größten bekannten Kleinplaneten des Kuiper-Gürtels jenseits der Bahn des Neptuns sind in jüngerer Zeit "vermessen" worden. Sie alle haben Durchmesser von mehr als 600 Kilometer. In vier Fällen haben Forscher des Max-Planck-Instituts für Radioastronomie in Bonn die Daten gewonnen. Sie hatten die Objekte mit einem 30-Meter-Submillimeter-Teleskop auf dem Pico Veleta bei Granada/Spanien erhalten. Mit dem Teleskop wird die Wärmestrahlung solcher Himmelskörper registriert. Wieviel Strahlung bei der Erde ankommt, hängt von der Distanz der Objekte, ihrer Größe und ihrer Oberflächentemperatur ab. Das fünfte Objekt wurde mit dem James-Clerk-Maxwell-Teleskop in Hawaii vermessen, der Kleinplanet Quaoar zusätzlich mit dem Hubble-Weltraumteleskop, mit dem er sogar als Scheibchen zu sehen war (siehe F.A.Z. vom 9. Oktober). Die Durchmesser der fünf Kleinplaneten betragen ungefähr 1250 Kilometer (Quaoar), 1050 Kilometer (Ixion), 900 Kilometer (Varuna), 890 Kilometer (2002 AW197) und 670 Kilometer (1999 TC36). Die Unsicherheit liegt -abgesehen von Quaoar- jeweils bei etwa 15 Prozent. F.A.Z.

Anderes Eisen im Erdtrabanten

Einen Beweis für die These, daß der Mond bald nach der Entstehung des Planetensystems durch eine Kollision der Erde mit einem Objekt von der Größe des Mars entstanden ist, glauben jetzt Wissenschaftler aus der Schweiz entdeckt zu haben. Schon frühere Studien hatten gezeigt, dass der Mond aus Gesteinen besteht, die jene aus dem Erdmantel verblüffend ähneln. Jetzt haben die Schweizer Forscher massenspektroskopisch festgestellt, daß das Verhältnis von Eisen-57 zu Eisen-54 im Mondgestein größer ist. Das läßt sich ihrer Meinung nach nur mit einer extrem heißen Phase in der Frühzeit der beiden Himmelskörper erklären. Damit damals auch das Eisen verdampfte, muß eine Temperatur von mindestens 1700 Grad geherrscht haben, die einzig durch eine Kollision erzeugt worden sein kann. Dieser Prozeß hat die Brocken aus der Erde, die später den Mond formten, stärker verändert, so daß sie mehr von dem leichten Eisen-54 verloren haben als die Erde. F.A.Z.

Ein riesiger Sternennring rund um die Milchstraße

Ein riesiger Ring aus Sternen scheint die Milchstraße zu umgeben. Das glaubt jedenfalls eine internationale Forschergruppe, die eine Vielzahl von Bildern der Milchstraße genauer untersucht hat. Den Wissenschaftlern fielen dabei Sterne auf, die von der scheinbaren Helligkeit und der Farbe her offenbar nicht zur Galaxis gehören. Verschiedene Anzeichen deuten darauf hin, daß sie einst ein eigenes Sternsystem bildeten, das der Milchstraße zu nahe kam und zerstört wurde. Von dem Ereignis dürften insgesamt einige hundert Millionen Sterne zeugen, aus denen der Ring Hochrechnungen zufolge besteht. Allerdings ist dieser Ring, der einen Durchmesser von 120000 Lichtjahren hat und in der Ebene der Milchstraßen-Scheibe liegt, wo er schwer aufzuspüren ist, nicht perfekt. Er weist Dellen auf, die von der Schwerkraft anderer Galaxien erzeugt worden sind. Sollte sich die These erhärten, dürfte die "Kollision" vor etwa zehn Milliarden Jahren stattgefunden haben. Derzeit können die Forscher aber nicht vollständig ausschließen, daß die in dem Ring vereinten Sterne früher kerne eigene Galaxie gebildet haben, sondern aus der Milchstraße herausgeschleudert worden sind. F.A.Z.

Enges Doppelsternsystem mit einem Planeten?

Auch enge Doppelsternsysteme, in denen sich zwei Himmelskörper in geringem Abstand umkreisen, könnten Planeten besitzen. Das glauben jetzt zumindest Astronomen der Thüringer Landessternwarte Tautenburg und des McDonald Observatory der University of Texas herausgefunden zu haben. Sie stützen sich dabei auf Beobachtungen des 45 Lichtjahre von der Erde entfernten Doppelsternsystems Gamma Cephei in einem Zeitraum von zwanzig Jahren. Gamma Cephei besteht aus einem Hauptstern, der 1,59mal soviel Masse wie die Sonne hat, und einem kleineren Stern, der diesen in demselben Abstand umkreist wie der Planet Uranus unser Zentralgestirn. Schon anderen Astronomen war aufgefallen, daß die Helligkeit des Hauptsterns variiert. Das hatte man bislang physikalischen Prozessen in seinem Innern zugeschrieben. Die deutsch-amerikanische Forschergruppe kommt nun jedoch zu dem Ergebnis, daß die Schwankungen dafür zu regelmäßig sind. Sie ließen sich wesentlich besser mit einem Planeten erklären, der den Hauptstern einmal in 2,5 Jahren um kreist. Er wäre dann von diesem so weit entfernt wie der Mars von der Sonne. Seine Masse wäre etwa 1,76mal so groß wie jene des Jupiters. Auch in anderen Doppelsternsystemen haben die Astronomen schon Planeten entdeckt. In jedem dieser Fälle war der Abstand zwischen den beiden Sternen jedoch mindestens hundertmal so groß wie der Abstand zwischen den beiden Komponenten von Gamma Cephei. F.A.Z.

Quasare im frühen All langsamer entwickelt

Die Quasare haben das Universum in der ersten Milliarde von Jahren nach dem Urknall deutlich weniger dominiert, als die Beobachtungen in jüngerer Zeit vermuten lassen. Das zeigen Rechnungen von Forschern der Harvard University in Cambridge/Massachusetts. Die Astronomen hatten sich gewundert, daß mehr und mehr mächtige Quasare aus jener Epoche entdeckt wurden. Diese Sternsysteme beziehen ihre Energie nach der gängigen Meinung aus Schwarzen Löchern in ihren Zentren. Der Leuchtkraft der Quasare zufolge müßten viele der Schwarzen Löcher Massen von je einigen Milliarden Sonnen haben. Wie sich so gewaltige Zentren innerhalb der ersten Milliarden Jahre des Universums gebildet haben sollten, blieb ein Rätsel. Jetzt belegen die neuen Rechnungen statistisch, daß die Helligkeit von etwa einem Drittel der fernen Quasare durch Sternsysteme im Strahlengang, die als Gravitationslinsen wirken, mindestens auf das Zehnfache verstärkt worden ist. Die Sternsysteme haben also deutlich kleinere Schwarze Löcher, als die Messungen vermuten lassen. Demnach haben sich die Sternsysteme im frühen Universum langsamer entwickelt, was plausibler ist. Bei Quasaren, die nicht so weit entfernt sind, wird die Helligkeit nur in rund einem Prozente nennenswert von Gravitationslinsen angehoben. F.A.Z.

Stärkstes Magnetfeld in einem Plasma

Ein Magnetfeld mit der Stärke von 40 000 Tesla haben Forscher des Rutherford Appleton Laboratory bei Oxford erzeugt. Es übertrifft damit das irdische 'Magnetfeld um das Milliardenfache und den bisherigen Rekordwert um mehr als das Hundertfache. Wie Karl Krushelnick und seine Kollegen kürzlich auf einer Tagung der amerikanischen Physikalischen Gesellschaft berichteten, haben sie einen intensiven Laserpuls von wenigen Pikosekunden Dauer auf ein Plasma aus positiv geladenen Ionen und negativ geladenen Elektronen gerichtet. Durch die Reaktion des Laserstrahls mit dem Plasma entstanden neben hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auch die extremen Magnetfelder. Deren Stärke ermittelten die Forscher über die Polarisation der emittierten Strahlung. Der

Vergleich der experimentellen Werte mit theoretischen Vorhersagen ergab, daß in der dichtesten Zone des Plasmas die Feldstärke sogar 100000 Tesla betrug. Außer zu FusionsExperimenten könnten die starken Felder zur Überprüfung einer Reihe astrophysikalischer Theorien im Labor dienen. Nach einer gängigen Lehrmeinung sind beispielsweise die Atmosphären von Neutronensternen oder weißen Zwergen, die beim Kollaps riesiger Sterne entstehen, von derartig starken Magnetfeldern durchsetzt. F.A.Z.

Rasantes schwarzes Loch: Massives Doppelsternsystem im Sternbild Skorpion

Ein Schwarzes Loch, das mit einer Geschwindigkeit von rund 400 000 Kilometern pro Stunde durch unsere Milchstraße rast, ist von einer internationalen Forschergruppe entdeckt worden. Derzeit bewegt sich das Objekt zusammen mit einem Begleitstern in einer Entfernung von sechs- bis neuntausend Lichtjahren im Sternbild Skorpion. Die Forscher um Felix Mirabel von der französischen Atomenergiebehörde CEA und Roberto Mignani von der Europäischen Südsternwarte in Garching haben Aufnahmen des Weltraumteleskops Hubble aus den Jahren 1996 und 2001 ausgewertet und mit Beobachtungen weiterer Teleskope kombiniert. Das Doppelsternsystem mit der Bezeichnung GRO J1655-40 bewegt sich viermal so schnell wie die Sterne in seiner Umgebung. Wie die Forscher in der Zeitschrift "Astronomy and Astrophysics" (Bd. 395, S. 595) berichten, weist das hohe Tempo des Schwarzen Lochs darauf hin, daß es höchstwahrscheinlich durch die Explosion einer Supernova entstanden ist. Dabei muß es durch die Wucht der Explosion aus der Supernova heraus geschleudert worden sein. Gängigen Vorstellungen zufolge sprengt der explodierende Stern seine Hülle ins All, während sein Kern zu einem kompakten Neutronenstern oder zu einem noch kompakteren Schwarzen Loch zusammenfällt. GRO J1655-40 könnte nun der Beweis dafür sein, daß Supernovae die Geburtshelfer Schwarzer Löcher sind. Die Hubble-Aufnahmen enthüllten noch weitere Informationen über das Doppelsternsystem. Der alternde Begleitstern umkreist das Schwarze Loch einmal in 2,6 Tagen und wird von ihm nun nach und nach aufgezehrt. Vom dunklen Schlund des Lochs schießen Energieströme, sogenannte Jets, mit 90 Prozent der Lichtgeschwindigkeit ins All. Kleine Schwarze Löcher wie GRO J1655-40, auch Mikroquasare genannt, besitzen zwischen 3,5 und 15 Sonnenmassen. Der vor einigen Wochen gestartete Satellit Integral der Europäischen Weltraumbehörde, der den Himmel im energiereichen Gammabereich absucht, könnte auch zahlreiche kleine Schwarze Löcher in unserer Nachbarschaft aufspüren. mli



Beobachtungshinweise (von Christian Hendrich)

3.5.2003	8 Uhr MEZ	Asteroid 3 Juno in Opposition (10m1 in Libra)
5.5.2003		eta-Aquariden Maximum (sichtbar vom 1.-8.Mai, ZHR=20-60, V=65km/s)
7.5.2003	8 Uhr MEZ	Merkur in unterer Konjunktion (Merkurdurchgang vor der Sonne)
8.5.2003	21 Uhr MEZ	Mond 3,5 Grad nördlich von Jupiter
16.5.2003	5 Uhr MEZ	Totale Mondfinsternis (Totalität findet unterhalb des Horizonts statt)
17.5.2003	10 Uhr MEZ	Asteroid 1 Ceres in Konjunktion
21.5.2003	21 Uhr MEZ	Asteroid 9 Metis in Opposition (9m6 in Libra)
22.5.2003	2 Uhr MEZ	Mond 4,3 Grad südlich von Mars
29.5.2003	3:30 MEZ	Mond 0,9 Grad südlich von Venus und 1,8 Grad nördlich von Merkur
31.5.2003	4:30 MEZ	Lokal partielle, ringförmige Sonnenfinsternis
3.6.2003		Tau-Herkuliden Maximum (sichtbar 19.5.-14.6.)
3.6.2003	7 Uhr MEZ	Merkur in größter westlicher Elongation (24,4 Grad, fast unsichtbar nahe dem Horizont)
6.6.2003	3 Uhr MEZ	Asteroid 10 Hygiea in Konjunktion
8.-9.6.2003		Libriden Maximum
9.6.2003	21 Uhr MEZ	Pluto in Opposition (13m8 in Ophiuchus)
10.-20.6.2003		Juni-Lyriden Maximum
10.6.2003	21 Uhr MEZ	Asteroid 12 Victoria in Opposition (8m8 in Ophiuchus)
14.6.2003		Sagittariden Maximum (sichtbar 15.4.-15.7.)
19.6.2003	4 Uhr MEZ	Mond bei Mars, Mars 4 Grad nördlich (größte Annäherung oberhalb des Horizonts um 9 Uhr MEZ mit 2,2 Grad)
20.6.2003	20 Uhr MEZ	Asteroid 8 Flora in Opposition (9m2 in Sagittarius)
21.6.2003	20:11 MEZ	Sonne im Sommerpunkt, Sommersonnenwende, längster Tag des Jahres
22.6.2003	17 Uhr MEZ	Mars passiert Uranus im Abstand von 3,1 Grad
24.6.2003	15 Uhr MEZ	Saturn in Konjunktion
27.6.2003		Corviden Maximum (sichtbar 25.6.-2.7.)
28.6.2003		Juni-Draconiden Maximum
1.7.2003	7 Uhr MEZ	Asteroid 7 Iris in Konjunktion
1.7.2003	9 Uhr MEZ	Merkur im Perihel (Sonnennähe, Abstand Merkur-Sonne 0,3075 AE bzw. 46 Mio. km)
2.7.2003	22 Uhr MEZ	Mond 3,7 Grad nördlich von Jupiter
4.7.2003	3 Uhr MEZ	Erde im Aphel (Sonnenferne, Abstand Erde-Sonne 1,0167 AE bzw. 152,1 Mio. km)
5.7.2003	11 Uhr MEZ	Merkur in oberer Konjunktion
17.7.2003	10:30 MEZ	Mond bedeckt Mars unsichtbar unterhalb des Horizonts, Abstand 3 Grad um 4 Uhr MEZ
25.7.2003	21 Uhr MEZ	Jupiter 0,6 Grad südlich von Merkur
26.7.2003		Asteroid 2000 PH5 in Perigäum (Erdnähe, min. Abstand Asteroid-Erde 0,012 AE)
26.7.2003	17 Uhr MEZ	Saturn im Perihel (Sonnennähe, Abstand Saturn-Sonne 9,031 AE bzw. 1,351 Mrd. km)
27.7.2003	3 Uhr MEZ	Saturn 3,6 Grad südlich von Mond
28.7.2003	1 Uhr MEZ	Delta-Aquariden Maximum (sichtbar 12. Juli - 19 August mit ZHR ~ 30 und V=40km/s)
29.7.2003		Alpha-Capricorniden Maximum (sichtbar 3. Juli - 15. August mit ZHR ~ 12 und V=25km/s)
30.7.2003	5 Uhr MEZ	Asteroid 5 Astraea in Konjunktion
30.7.2003	23 Uhr MEZ	Mars im Stillstand, anschließend rückläufig
4.8.2003	7 Uhr MEZ	Neptun in Opposition in Capricornus
10.8.2003	7 Uhr MEZ	Venus im Perihel (Sonnennähe, Abstand Sonne-Venus 0,718 AE)
12.8.2003	23 Uhr MEZ	Perseiden Maximum (mit ZHR<90 (stark) bei 59 km/s (schnell), maximal 10. - 14. Aug.
14.8.2003	8 Uhr MEZ	Merkur im Aphel (Sonnenferne, Abstand Sonne-Merkur 0,4667 AE)
14.8.2003	22 Uhr MEZ	Merkur in größter östlicher Elongation (27,4 Grad)
16.8.2003		Asteroid 37655 (1994 PM) im Perigäum mit 0,025 AE (10x Abstand Erde-Mond)
17.8.2003		Kappa-Cygniden Maximum (sichtbar 3. - 25. Aug., 5<ZHR<10 (schwach) bei 25 km/s (langsam)
18.8.2003	19 Uhr MEZ	Venus in Konjunktion mit der Sonne
22.8.2003	11 Uhr MEZ	Jupiter in Konjunktion mit der Sonne
24.8.2003	20 Uhr MEZ	Uranus in Opposition in Aquarius
28.8.2003	1 Uhr MEZ	Merkur im Stillstand, anschließend rückläufig
28.8.2003	17 Uhr MEZ	Mars in Opposition in Aquarius
30.8.2003	12 Uhr MEZ	Mars im Perihel (Sonnennähe, Abstand Sonne-Mars 1,381 AE)

Quellen: <http://me.in-berlin.de/~jd/himmel> • H.-U. Keller (Hrsg.): Das Kosmos Himmelsjahr, Franck-Kosmos-Verlag • Ron Baalke (Hrsg.): Space Calendar, NASA/JPL, <http://www.jpl.nasa.gov/calendar/> • Fred Espenak (Hrsg.), "Twelve Year Planetary Ephemeris (TYPE)", NASA/GSFC, <http://lep694.gsfc.nasa.gov/cod693/TYPE/TYPE.html>

Das AAK - Programm

April bis Juli 2003

Fr, 25.4.03, 18.30 Uhr Mitgliederversammlung

Fr, 2.5.03, 18.00 Uhr Vortrag

Merkur vor der Sonne

Referent: K.-P.Haupt

Am Vormittag des 7.5. wandert der Planet Merkur vor die Sonnenscheibe, eine Sonnenfinsternis der besonderen und recht seltenen Art. Der Vortrag erläutert die himmelsmechanischen Grundlagen, geht auf die Beobachtungsmöglichkeiten ein und zeigt wie man durch solche Beobachtungen die Entfernung Erde-Sonne bestimmen kann..

Fr, 9.5.03, 18.00 Uhr Filmabend

Expedition Höhle

Ein Film über Höhlenbefahrungen von Klaus-Peter Haupt

Fast 15 Jahre lang sind zahlreiche Mitglieder des AAK auf Expeditionen in europäischen Großhöhlen gewesen und haben dabei die nicht ausgebauten und für Besucher normalerweise nicht zugänglichen Höhlen befahren. Der Film dokumentiert zahlreiche dieser Expeditionen und zeigt eindrucksvolle Aufnahmen einer Welt ohne Licht.

Fr, 16.5.03, 18.00 Uhr Vortrag

Der Tod von Hi und Ho: Die Vorhersage von Finsternissen

Referent: K.-P.Haupt

Im Mai sind eine Sonnenfinsternis und eine Mondfinsternis zu beobachten. Natürlich wissen wir wie solche Finsternisse entstehen, aber wie kommen die Finsterniszyklen zustande, die schon unsere Vorfahren vor vielen Tausend Jahren zur Vorhersage benutzten?.

Fr, 23.5.03, 18.00 Uhr Präsentation

Kamio - Kanne

Jugendakademie Kassel

Die Schüler/innen des Physik-Clubs von Albert-Schweitzer-Schule und Jugendakademie haben sich mit einem Experiment beschäftigt, das Myonen der Höhenstrahlung in einem bisher bundesweit einmaligem Schulexperiment mit Hilfe einer Kaffeekanne nachweist. Die Funktion der Messeinrichtung, theoretisches Hintergrundwissen und natürlich der Versuch selbst zusammen mit Demonstrationsexperimenten und den Messergebnissen, u.a. zur Absorption von Myonen in Gebäuden werden

an diesem Abend von den Schüler/innen präsentiert. Die jungen Forscher/innen stehen für Gespräche und Diskussionen zur Verfügung. Unterstützt wurde das Projekt von der Albert-Schweitzer-Schule und den Universitäten in Mainz und Kassel.

Fr, 30.5.03, 18.00 Uhr Vortrag

Warum Lernen (und Lehren) heute schwerer fällt...

Referent: K.-P.Haupt

In vielen Studien und Vergleichstests wird dem Lernen und Lehren an deutschen Schulen kein gutes Zeugnis erstellt. Der Vortrag beleuchtet nicht nur die institutionellen Aspekte sondern auch allgemeine gesellschaftliche Entwicklungen, die eine Ursache für die Bildungsmisere sein könnten.

Fr, 6.6..03, 18.00 Uhr Vortrag

Was ist Zeit?

Referent: K.-P.Haupt

Wir alle empfinden den Zeitablauf, aber Physiker haben Schwierigkeiten, wenn sie Zeit definieren wollen. Welche Naturvorgänge sind für eine Zeitdefinition geeignet und welche seltsamen Eigenschaften hat die Zeit? Vielleicht gibt es die Zeit in der Natur gar nicht und ist nur ein Teil unserer Wirklichkeitskonstruktion?

Fr, 13.6.03, 18.00 Uhr Vortrag

Neues vom Rand des Kosmos...

Referent: K.-P.Haupt

Wie expandiert der Kosmos? Was können wir uns unter der Expansion vorstellen? Warum ist die Hubble – Konstante nicht konstant? Warum wird in vielen populären Büchern die Expansion des Kosmos falsch dargestellt? Warum gibt es keine Expansionsgeschwindigkeit und warum hat die Rotverschiebung nicht immer etwas mit dem Doppler-Effekt zu tun?

Fr, 20.6.03, 18.00 Uhr Vortrag

Was ist Licht und wie groß sind Photonen?

Referent: K.-P.Haupt

In vielen Büchern geistern noch die Vorstellung des Dualismus: Licht als Teilchen oder Wellenerscheinung. Wir wissen heute, dass keines von beiden Vorstellungen stimmt, Licht besteht aus Objekten, den Photonen, für deren Eigenschaften es keine Entsprechung in unserer Wirklichkeit gibt. In diesem Vortrag wagen wir einen Blick in die Realität.

Fr, 27.6.03, 18.00 Uhr Vortrag

Die Realität der Quantenwelt

Referent: K.-P.Haupt

Eigentlich sind die seltsamen Erscheinungen der Mikrowelt wie Quantensprünge, Beamen und der Tunneleffekt im Widerspruch zu unserer alltäglichen Vorstellung der Welt. Aber mit einem Hauch Philosophie (Konstruktivismus) und einer großen Portion Physik (Dekohärenz) lässt sich die Quantenwelt verstehen.

Fr, 4.7..03, 18.00 Uhr Vortrag mit Experimenten

Ordnung und Chaos, die beiden Seiten einer Welt

Referent: K.-P. Haupt

Der scheinbare Widerspruch zwischen Ordnung und Chaos hat viele mystisch-religiöse Vorstellungen einer Welterschöpfung begünstigt. Heute wissen wir, dass Ordnung und Chaos keine Gegensätze sind, sondern sich gegenseitig bedingende Aspekte unseres Kosmos und seiner Evolution.

Fr, 11.7.03, 18.00 Uhr Vortrag

Was kann man auf Mars beobachten?

Referent: Prof.Dr. R.Hedewig

In diesem Sommer ist uns der Mars so nah wie seit Generationen nicht. Es sind deshalb besonders viele interessante Beobachtungen der Marsoberfläche möglich. Darüber hinaus gibt es auch Neues über die aktuelle Marsforschung zu berichten.

Fr, 18.7.03, 18.00 Uhr **Sommerfest in der Sternwarte Calden**

Bitte Grillgut und Getränke selbst mitbringen!

Fr, 5.9.03, 18.30 Uhr Mitgliederversammlung

Tag der offenen Tür in der Sternwarte Calden

Do, 1.Mai 2003 ab 15.00 Uhr: Bei Kaffee und Kuchen präsentiert sich die Sternwarte für die Öffentlichkeit.

Merkur – Transit

Zur Beobachtung ist bei klarem Himmel am Mittwoch, 7.5. die Sternwarte Calden von 7.00 Uhr bis 13.30 Uhr geöffnet. Eine weitere Beobachtungsmöglichkeit (mit Übertragung auf Videogroßprojektion) gibt es auch in der Albert-Schweitzer-Schule.

Totale Mondfinsternis

Am Morgen des Fr, 16.5.03 ist ab 4.00 MESZ der Eintritt in den Kernschatten zu beobachten, bis dann der Mond um 5.45 MESZ untergeht. Zu dieser Zeit ist bei klarem Himmel die Sternwarte geöffnet.

Partielle Sonnenfinsternis

Am Sa, 31.5. geht um 5.14 MESZ die Sonne zu 60% verfinstert auf, kurze Zeit später ist sie bis zu 81% bedeckt. Die Finsternis ist dann bis um 6.27 MESZ zu beobachten. Auch während dieser Zeit ist die Sternwarte geöffnet. Und anschließend gibt es ein gemeinsames Frühstück auf dem Gelände der Sternwarte (bitte Kaffee selbst mitbringen).

Astro – Weekend

An einem Wochenende findet für Jugendliche ab Klasse 9 ein Zeltlager auf der Sternwarte statt. Es wird gemeinsam beobachtet und es gibt auch Arbeitsgruppen, die sich mit der Astronomie beschäftigen. Die Verpflegung muss jeder selbst mitbringen.

Geplant ist der folgende Termin:

Beginn am Fr, 23.5., 20.00 Uhr bis So, 25.5., 12.00 Uhr

Bei schlechtem Wetter gibt es einen zweiten Termin im Juni.

Planetariumsprogramm des AAK

Die Revolution des Kopernikus

Neben dem aktuellen Sternenhimmel geht es um die drei kopernikanische Revolutionen, das heliozentrische Weltbild, der Evolutionsgedanke und die Entwicklung künstlicher Intelligenz (bis Ende Mai).

Mars in Erdnähe

Nach dem aktuellen Sternenhimmel sehen wir uns die Oppositionsschleife von Mars an, und erfahren auf einem Flug zum Mars Neues aus der Marsforschung (ab Juni).

Vorfürhungen des AAK im Planetarium: donnerstags um 20.00 Uhr und sonntags um 15.00 Uhr. Vorführer: Klaus-Peter Haupt, Stefan Hohmann, Roxane Kieselbach, Mike Vogt

Physikclub

Die Kinder- und Jugendakademie und die Albert-Schweitzer-Schule veranstalten unter Leitung von K.-P.Haupt für besonders begabte und interessierte Jugendliche ab Klasse 9 einen Physikclub. Treffen ist jeden Freitag von 16.00 Uhr bis 17.30 Uhr. Die Teilnehmergruppe plant Vorträge, Exkursionen, Experimente, Diskussionen zu physikalischen Themen (zur Zeit mit Elementarteilchenphysik). Zur Zeit beschäftigen wir uns mit Hochenergiephysik und Höhlenforschung. Geplant ist eine Einheit über Atmosphärenphysik.

Einführung in die Astronomie

Unser Mitglied Dr. Rüdiger Seemann veranstaltet für die Volkshochschule Kassel einen Astronomiekurs für Anfänger, der jeweils am Montagabend in der Albert-Schweitzer-Schule stattfindet. Anmeldung über die Volkshochschule.

Bibliothek

Jedes Mitglied kann sich kostenlos vor und nach den freitäglichen Veranstaltungen Bücher ausleihen.

Sternwarte Calden

Öffentliche Führungen: Jeden Freitag bei wolkenfreiem Himmel ab ca. 21.00 Uhr bzw. 20.30 (Oktober bis April). Gruppen auch an anderen Tagen nach Voranmeldung unter T. 0561-311116 oder 0177-2486810.

Bitte achten Sie auch auf aktuelle Pressehinweise, u.a. auch auf die manchmal in der Monatsmitte in der HNA erscheinende, vom AAK betreute, Sternkarte mit Beobachtungshinweisen.

Mitglieder: Alle Mitglieder, die einen Instrumentenführerschein besitzen, können vom Vorstand einen Schlüssel zur Sternwarte erhalten.

Instrumentenführerschein: Interessenten werden freitags ab 20.30 Uhr bei wolkenfreiem Himmel ausgebildet. Bitte vorher mit Martin Hämmerling in Verbindung setzen.

Einstellen von Beobachtungsobjekten: Hilfestellung gibt's nach Voranmeldung bei Martin Hämmerling, Ralf Gerstheimer und Manfred Chudy ebenfalls freitags ab 20.30 Uhr.

Telefonnummer der Sternwarte Calden: 05674 – 7276
Manchmal ist die Sternwarte auch an anderen Terminen besetzt. Rufen Sie an und nehmen Sie an den Beobachtungen teil.

Instrumente:

Kuppel 1: 30 cm Newton Reflektor
10 cm Refraktor

6" Schmidt Kamera

Kuppel 2: 20 cm Schaer – Refraktor auf neuer Montierung mit Computersteuerung

Außensäulen: Celestron C8 (20 cm Spiegel)

25 cm Newton – Reflektor

20 cm Newton-Cassegrain ($f = 3000$ mm) mit Leitrohr

Zubehör: Feldstecher 20x80 mit Stativ

Gitterspektrograph

Halbleiter-Photometer

Interferenzfilter

T-Scanner für H-Alpha-Sonnenbeobachtung

Objektivsonnenfilter
 CCD – Kamera mit Computer
 Mintron-Himmelskamera mit Monitor

Eintritt: Erwachsene 2.-Euro, Jugendliche 0,50 Euro. Mitglieder des AAK und deren Gäste zahlen keinen Eintritt.

Der Vorstand des AAK:

Vorsitzender:

Klaus-Peter Haupt, Wilhelmshöher Allee 300a, 34131 Kassel, Tel./Fax: 0561-311116,
 Mobiltel. 0177-2486810, e-mail: kphaupt@aol.com

Kassenwart:

Roxane Kieselbach, Ruhstrathöhe 24, 37085 Göttingen, Tel.0551-377868

1.Beisitzer:

Wilhelm Steinmetz, Werraweg 23, 34314 Espenau, Tel.05673-7677

2.Beisitzer:

Martin Hämmerling, Im Boden 10, 34355 Staufenberg, Tel.05543-999936

3.Beisitzer:

Markus Schüler, Mittelfeldstr.1, 34127 Kassel, Tel.0177-7535413

4.Beisitzer:

Ralf Gerstheimer, Schöne Aussicht 26, 34317 Habichtswald, Tel.05606-53855

Aufgabenbereiche:

Instrumente der Sternwarte: M.Hämmerling, W.Steinmetz, W.Schäfer

Führungen: M.Chudy, R.Gerstheimer

Elektrik der Sternwarte: S.Hohmann, A.Werner, M.Hämmerling

Grundstückspflege: B.Kieselbach, W.Müller, W.Schäfer, W.Steinmetz, F.Haupt

Bibliothek: E.Kieselbach

Sternpatenschaften: C.Hendrich, S.Hohmann

Pressemitteilungen: K.-P.Haupt

Planetarium: K.-P.Haupt

Sternkarte, Internet: J.Bicker

Koronaredaktion: C.Hendrich, W.Steinmetz

Zuschriften für die KORONA:

Christian Hendrich, Kölnische Str.52, 34117 Kassel, Tel. 0561-7015680 o. 0178-7772666

Alle Veranstaltungen finden, wenn nicht anders angegeben, in der Albert-Schweitzer-Schule, Kassel im Neubau (Eingang Parkstr.) statt.

Der AAK ist auch im WorldWideWeb vertreten: <http://www.astronomie-kassel.de>

Und nun zum Schluß der übliche Hinweis!

Haben Sie Ihren Beitrag schon bezahlt?

Der Jahresbeitrag beträgt 35.- €, der ermäßigte Beitrag beträgt 15.- € (für Studenten, Schüler, Auszubildende oder auf Antrag beim Vorstand), der Familienbeitrag beträgt 50.- €

Vereinskonto: Kasseler Sparkasse (BLZ 52050353) 127048

Informationen beim Kassenwart:

Roxane Kieselbach
Ruhstrathöhe 24
37073 Göttingen

Impressum

Die KORONA wird herausgegeben vom Astronomischen Arbeitskreis Kassel e.V. (AAK) und kostenlos an die Mitglieder und befreundete Vereine im Austausch mit deren Mitteilungen verteilt.

Redaktion: alle Autoren

Zusammenstellung: C. Hendrich

Druck: Druckerei Ausdruck Heppner und Ziegler GbR, Kassel

Auflage: 300

Redaktionsschluß dieser Ausgabe: 01.04.2003

Redaktionsschluß der kommenden Ausgabe: 16.08.2003

Die Artikel können an den Vereinsabenden in der Albert-Schweitzer-Schule abgegeben oder an Christian Hendrich, Kölnische Straße 52, 34117 Kassel, Tel. 0178-7772666 bzw. 0561-7015680 gesendet werden. Es werden nur Dokumente in elektronischer Form unterstützt, die entweder per e-Mail an: **christian@hendrich-online.de** oder per Diskette oder CD-Rom an obige Anschrift gesandt werden. Als Dateiformate werden Richtext (.rtf), MS Word (.doc), Staroffice (.sdw) sowie Openoffice unterstützt. Als Seitenformat muß DIN A5 und als Schriftgröße 9 Punkt gewählt werden. **Dokumentvorlagen** für die obengenannten Office-Programme können auf der Homepage des AAK unter www.astronomie-kassel.de heruntergeladen werden. Abbildungen sollten idealerweise mit 300 dpi eingescannt werden, alle gängigen Bild-Dateiformate (mit ausreichender Qualität) werden akzeptiert.

Title:(020207 PS-Los-Sparen_148x210_2c
Creator:(QuarkXPress Passport\252 4.11:
CreationDate:(D:20021112120747Z)