


Sirius



3/2001
Jahrgang 31
3 DM

Mitteilungsblatt der Starkenburg-Sternwarte Heppenheim



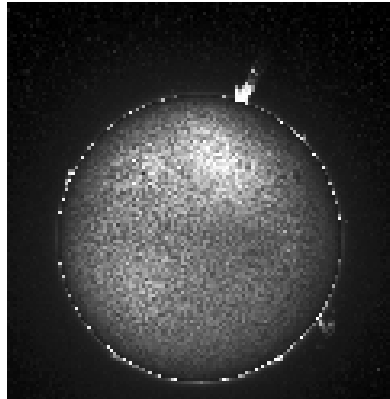
Der neue Sirius
Alfred Sturm & Martin Geffert
Lost in Space?
Ein Komet vor Weihnachten?
Chaos im Sonnensystem
Das neue Vortragsprogramm 2002

Inhalt

Der neue Sirius	1
Alfred Sturm & Martin Geffert	2
Lost in Space?	5
Ein Komet vor Weihnachten?	6
Chaos im Sonnensystem	8
Das neue Vortragsprogramm Frühjahr 2002	14

Titelbild

H-alpha Sonne vom 2.4.1999, 7.30 Uhr UT,
Montage aus 2 Bildern. Schnellebige Protuberanz
(40 min.) mit 300.000 km Höhe. Foto: Sven Klügl



Impressum:

Redaktion

Der Vorstand der Starkenburg-Sternwarte

Redaktionszentrale/Layout

Sven Klügl

E-Mail: sirius@starkenburg-sterne.de

Postanschrift

Starkenburg-Sternwarte e.V.

Niemöllerstraße 9

D-64646 Heppenheim

Tel: 06252/798844

E-Mail: info@starkenburg-sterne.de

www.starkenburg-sterne.de

Bankverbindung der Sternwarte

Bezirkssparkasse Heppenheim

Konto: 101 769 55 BLZ: 509 514 69

Ab Spenden von DM 100.-

stellen wir ein Spendenquittung aus.

Druck

KS Druck, 64646 Heppenheim

FARBE GESTALTUNG BAUTENSCHUTZ

Gugenberger

Verputz

Malerarbeiten

Gerüchbau

Heppenheim - Gunderlachstraße 20

☎ 7 43 43

**Verputz- Maler- und Tapezierarbeiten
Trockenbauarbeiten
Vollwärmeschutz
Denkmalpflege
Natursteinsanierung**

Aktuelles

Seit der letzten Ausgabe des Sirius hat sich viel auf der Sternwarte getan. Jeden Samstag treffen sich Mitglieder, um an und um die Sternwarte herum zu renovieren und auszubessern. Dabei haben sich immer wieder neue Arbeiten aufgetan.

So mussten wir feststellen, dass das Efeu, das vor der Plattform gewachsen war, sich durch einige der Trennfugen der Betonplatten gedrückt hat. Beim Entfernen des Efeus haben wir dann festgestellt, dass der Beton Risse hatte, und er an vielen Stellen sogar abgeplatzt war, da die Armierisen zu nah unter der Oberfläche liegen.

So mussten wir die Eisen freilegen, streichen und wieder anfangen, die entstandenen Löcher zu verputzen.

Der Vorgarten wurde von allerlei Gehölz befreit, so dass die Sternwarte wieder besser zu sehen ist und wir nächstes Jahr eine große Wiese vor der Sternwarte haben. Allerdings steht uns noch eine größere Arbeit bevor, da die Akazien anfangen uns wieder nach Osten hin die Sicht versperren.

So kommt eines zum anderen, und unsere Aktiven müssen ständig neu planen und umdenken.

Die neue Montierung

Am 29.09. haben wir angefangen, alles vorzubereiten, um die neue Montierung (K100) für unseren 45 cm Newton auf die Säule zu stellen.

Erst einmal wurde die alte Montierung demontiert, um dann später mit einem Autokran auf die Platt-



form gehoben zu werden, denn sie wird unseren großen Refraktor tragen.

Als erstes wurde die schwere Grundplatte ausgerichtet und mit neuen Dübeln auf der Säule befestigt. Mit Ausgleichsbeton und Kunstharz wurde die Grundplatte jetzt endgültig fixiert.

Jetzt ist sie da ...

Als die K100 am Haken des Autokrans hing, war es für die anwesenden Aktiven wie Weihnachten und Neujahr zusammen!

Gott sei Dank spielte das Wetter mit und wir konnten schon nach drei Nächten das Ausrichten der Pol-Achse abschließen.

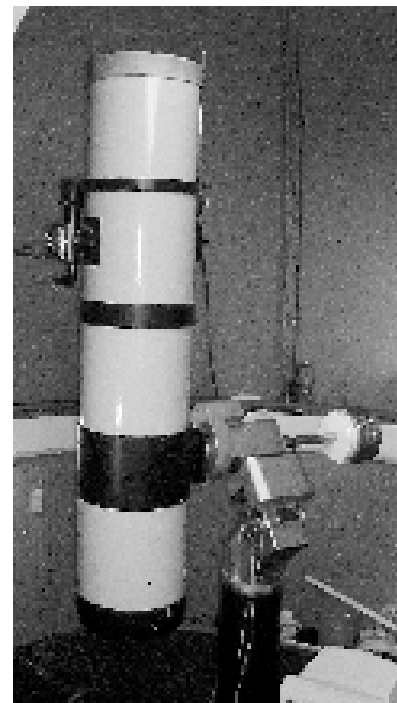
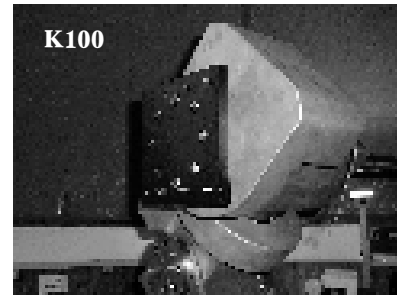
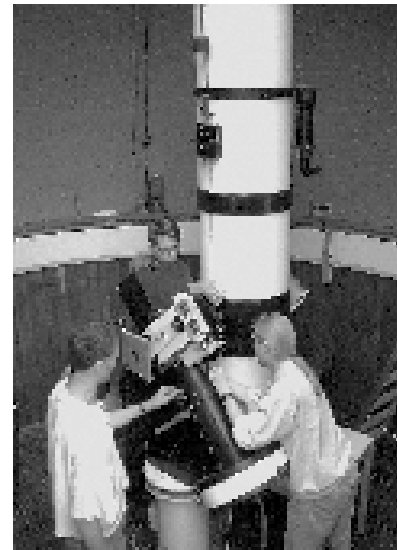
Wir können unseren Mitglieder schon jetzt versprechen; wenn alles so läuft wie wir uns dies vorstellen, werden wir in einer Stunde das beobachten können wozu wir früher fünf Stunden gebraucht haben.

Wer einmal gesehen hat, wie schnell und präzise die K100 ein Objekt anfährt, den wird es nicht wundern, wenn wir in den kommenden Beobachtungsnächten eine große Anzahl von neuen Kleinplaneten entdecken.

Und was kommt jetzt?

In den nächsten Monaten wird die Fertigstellung der Kuppel und des Museums weiter voran getrieben werden, damit wir im neuen Jahr mit dem Umbau der Radioastronomie beginnen können.

Außerdem möchten wir unserem Vortragsraum ein neues Gesicht geben - doch über diese Vorhaben werden wir in der nächsten Ausgabe ausführlich berichten ...



Wie Alfred Sturm und Martin Geffert die Starkenburg-Sternwarte gründeten

von Ethy Schäfer-Syben

Zwei Jungen und ein Buch (1936-1946)

1936 kam Martin Geffert in das Frisörgeschäft Sturm in die Lehre. Zwei Jahre später wurde der Sohn des Inhabers, Alfred, ebenfalls als Lehrling eingestellt. Die beiden Jungen, die sich anfreundeten, hatten bald ein gemeinsames Steckenpferd: Die Sterne und das All. Das ist so seltsam nicht. Gerade in jener Zeit waren populär-astronomische Bücher und auch die ersten Raumfahrerzählungen, etwa von Hans Dominik und Bruno Bürgel unter Jungens sehr gefragt. Aber bei den beiden kleinen Figaros ging das Interesse tiefer als bei den meisten. Bruno Bürgels „Die Himmel rühmen“ wurde geradezu ihr Kultbuch, und sie versuchten sich sogar mit einem aus dem Linsensatz von „Kosmos“ selbstgebautes Teleskop in ersten Beobachtungen. Und schon damals entstand ein Traum: „Wir wollen eine richtige Sternwarte haben“. Obwohl noch viele Jahre vergehen sollten, ehe dieser Traum Realität werden konnte, der Grundstein war in diesen Jahren gelegt.

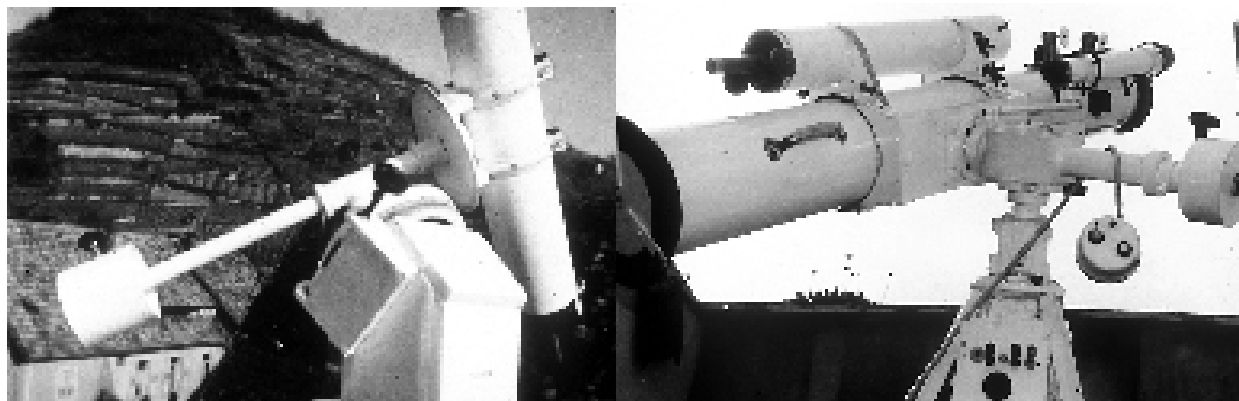
Ein neuer Beginn nach dem Krieg (1946 - 1957)

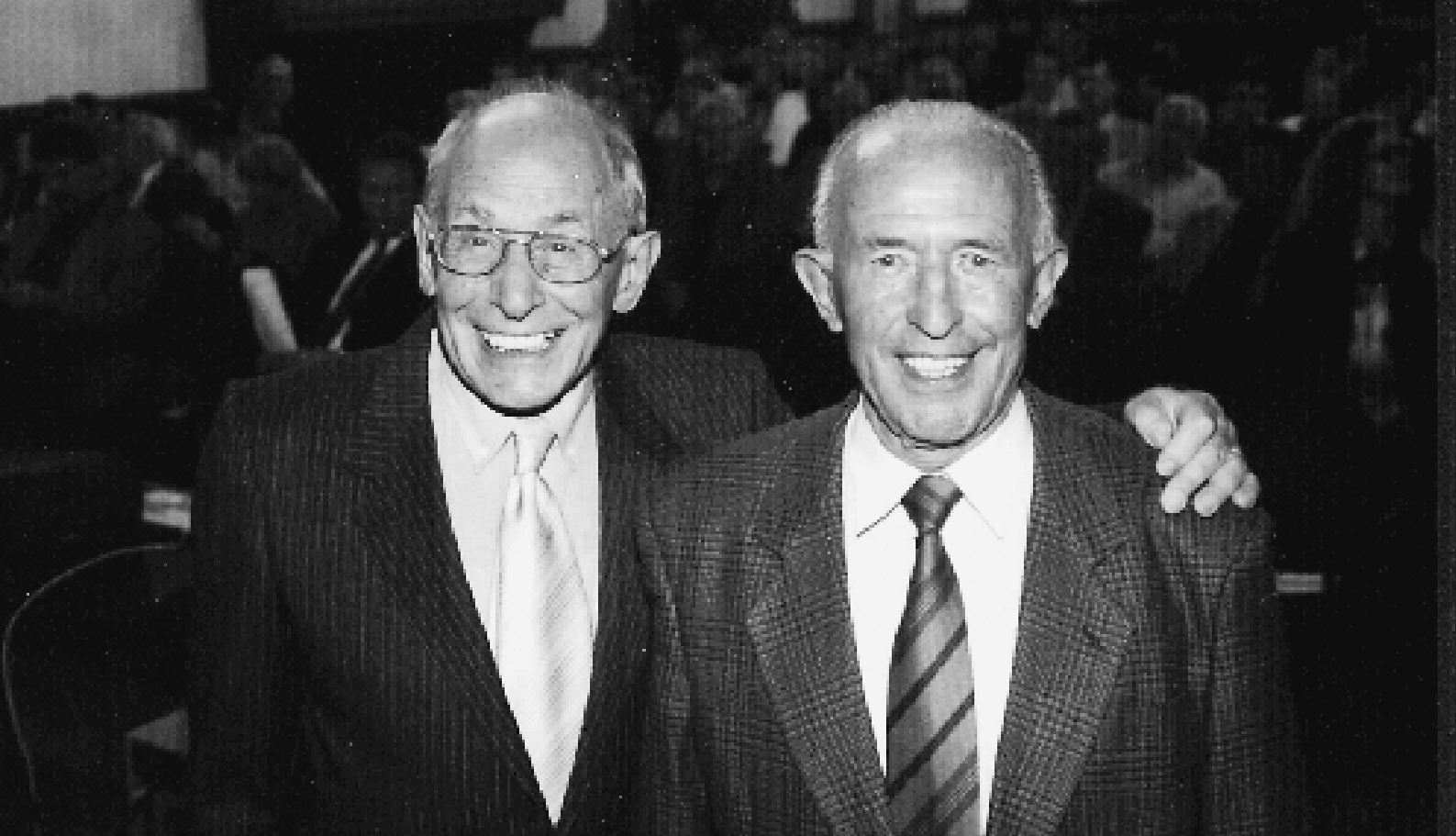
Der 2. Weltkrieg war die große Zäsur. Aber die beiden jungen Männer kamen heil nach Hause, und als sie sich wieder trafen, war natürlich das gemeinsame Interesse an der Astronomie und der Traum von der „richtigen Sternwarte“ wieder akut. In ihrer Begeisterung steckten sie Freunde und Be-

kannte an. Franz Meissner stieß dazu und auch andere. Als in den Apriltagen 1957 der Komet Arend-Roland am Himmel sichtbar wurde, entsannen sie sich des kleinen, selbst zusammen gebauten Teleskops, das in einer Dachkammer die Kriegsjahre überdauert hatte. Die Keimzelle zum „Astronomischen Arbeitskreis Heppenheim“ entstand.

Es wird wirklich ernst! (1957 - 1968)

Jeden Dienstag Abend kamen nun etwa 15 Sternfreunde zu Beobachtungen und Aussprachen im Sturmschen Laden zusammen. Die Freunde bauten sich ein brauchbares Teleskop nach der Anleitung von Dr. Hans Rohr „Das Fernrohr für Jedermann“. Es hatte 150 mm Durchmesser und eine Länge von 1300 mm und wurde durch eine eigens geschaffene Öffnung im Dach des Fachwerkhauses in der Kleinen Bach 3 geschoben. Die beiden Freunde, Alfred Sturm und Martin Geffert, bildeten Führung und Kern des Arbeitskreises, Franz Meissner, der neben einem eigenen Teleskop auch mathematisches und astronomisches Fachwissen mitbrachte, war sozusagen das dritte Bein, welches dem Heppheimer Kreis die solide Statik vermittelte. Aber die Freunde wollten nun doch eine eigene Sternwarte haben. Sie horchten sich um. Das Provisorium, so gut es auch funktionierte, hatten sie endgültig satt. Martin Geffert war im Besitz eines Mopeds und daher der mobilste. Er





fuhr unermüdlich an alle Standorte, die in Frage kamen, z.B. ein Gelände auf der Juhöhe oder eine alte Flakstellung in der Nähe der Helenenruhe.

Dann ergab ein Kontakt mit Bürgermeister Spiegel (Hambach) einen brandheißen Tipp: Ein Grundstück auf dem hinteren Schloßberg am Fuße der Starkenburg.

Es war wirklich geeignet, sogar ideal: solider, erschütterungsfreier Fels, Abschirmung des städtischen Lichtes durch die Kuppe der Starkenburg und vor allem gut zu erreichen, selbst zu Fuß vom Stadtkern Heppenheims aus.

Die Verhandlungen zogen sich allerdings noch hin. Das Grundstück konnte der junge „Astronomische Arbeitskreis“ in Erbpacht haben, aber die Stadtväter betrachteten es als ein Risiko, an dieser hervorragenden Stelle den Bau einer Sternwarte zuzulassen. Bürgermeister Metzendorf hatte jedoch Vertrauen in das Projekt und setzte sich dafür ein. 1968, nach dreijährigem Hin und Her, zähem und unermüdlichem Ringen mit dem Magistrat, begannen die Planierungsarbeiten auf dem Gelände. Eine visionäre Zeichnung, die Alfred Sturm damals anfertigte, zeigt die Sternwarte in verblüffender Weise genau so, wie sie nach dem ersten Bauabschnitt dann aussah.

Aufbaujahre (1969- 1976)

Nach und nach wächst die Sternwarte in diesen „Gründerjahren“. Vieles, sehr vieles wird in Eigenarbeit geleistet. Aber der äußere Aufbau, das feste Haus, ist nicht das allein Wichtige. Genau so wesentlich ist der „innere Aufbau“: Da ist erst einmal das Instrumentarium. Von Alfred Sturm wird ein zweiter 15 cm Spiegel geschliffen. Und zweitens wird natürlich so viel wie möglich beobachtet und



die Beobachtungsergebnisse ausgewertet, es werden Kolloquien und Seminare gehalten, 1971 erscheint der erste »SIRIUS«.

Am 11. März 1973 wird die Sternwarte eingeweiht. Im historischen Festsaal von Heppenheim, dem Kurfürstensaal, findet die Feier statt. Professor Labs von der Landessternwarte Heidelberg hält den Festvortrag „Amateurastronomie und Fachastronomie“.

Zum ersten Mal werden die „Tage der offenen Tür“ veranstaltet, inzwischen auch eine feste Einrichtung.

1974 werden die Gründer der Starkenburg-Sternwarte für ihr außergewöhnliches Engagement belohnt. Dr. Dr. Fritz Mühleis aus Mannheim möchte den kostbaren Fundus seiner Privatsternwarte in guten Händen wissen. Er nimmt Verbindung mit Alfred Sturm auf, und im September kann der Astronomische Arbeitskreis einen Vertrag abschließen, in dem ihm die wertvollen Instrumente übergeben werden: Das 450 mm Newton-Spiegelteleskop, das 300 mm Maksutov-Spiegelteleskop und der 200 mm Alt-Reflektor. Nun mußte eine Kuppel gebaut werden, und ein größerer Vortragsraum sollte auch entstehen. Diesmal gehen die Arbeiten dieses zweiten Bauabschnittes zügig voran. 1976 ist auch dieser Schritt erfolgreich beendet.

Sturm, Geffert und ihr Lebenswerk

Der „Astronomische Arbeitskreis“, wie er immer noch hieß, war ein stabiler Verein, der längst die Anerkennung in Stadt und Land bekam, die ihm gebührte. Ungleich anderen Vereinen, die unentwegt Geld kosten und verbrauchen, stand er, dank des Fleißes und der Redlichkeit seiner Vorsitzenden, gut da. Durch Spenden, Führungen, Kurse und Vorträge wurde das Fundament für eine solide Basis auch in finanzieller Hinsicht gelegt. Gebäude und Instrumentarium stellen zusammen einen respektablen Wert dar, der von Martin Geffert korrekt verwaltet wird. Alfred Sturm „verdient“ durch unermüdliche Vortragsarbeit das meiste Geld. Ein bescheidener Zuschuss der Stadt drückt die Anerkennung des Magistrats aus. So kann der Vorstand

von Jahr zu Jahr feststellen, dass die Haushaltslage gut ist. Die Mitgliedsbeiträge sind moderat, für Jugendliche die Hälfte. So stoßen immer mehr junge Menschen dazu. Die „Tage der offenen Tür“ bringen jetzt Rekorde von fast 4000 Besuchern.

1977 kommt die Radio-Astronomie unter Peter Riese hinzu.

Alfred Sturm ist ein leidenschaftlicher Wanderer, und so werden auch jährlich große Fahrten und Wanderungen gemacht. Dabei werden andere Sternwarten und Planetarien besucht. Astro-Freizeiten für die Jugendlichen sind sehr beliebt. Die wöchentlichen Kolloquien haben häufig anspruchsvolle astronomische Themen. Sie werden durch historische, technische, philosophische und archäologische Vorträge erweitert.

Bilanz (Die Jahre von 1983 bis heute)

Nachdem in einem „dritten Bauabschnitt“ die Sternwarte nochmals durch mehrere Räume erweitert wird – wieder fast alles in Eigenarbeit – ist die jetzige Größe erreicht. Ob das die endgültige ist, wird eine weitere Entwicklung zeigen. Die moderne Technik der Astronomie, CCD-Kameras, Computer und anderes hält Einzug auf der Sternwarte, der Nachwuchs zeigt, dass er mit den komplizierten Geräten umgehen kann.

Am Anfang stand ein Traum und ein Bausatz-Fernrohr, am Ende eine der größten und erfolgreichsten Amateur-Sternwarten Europas.

Lost in Space?

Astronomie

von Karin Sonnenberg & Jens Rothermel

Wie die meisten von Ihnen wissen, verfügt die Sternwarte über eine recht ansehnlich bestückte Bibliothek. Leider war diese in

den letzten 3 Jahre verwaist, das heißt, es gab keinen Bibliothekar. Seit Juli haben wir uns der Sternwarten Bibliothek angenommen. Nach nun mehr als 80 investierten Arbeitsstunden sind die meisten großen Arbeiten erledigt- eine Datenbank wurde erstellt, der Soll- mit dem Ist-Bestand abgeglichen, rund 125 bis dato noch nicht registrierte Bücher markiert und in die Datenbank integriert. Eine Bibliotheksordnung wurde erstellt, die die Benutzung regelt. Als nächstes muß nun noch einiges sortiert werden.

So schön es ist, das Ergebnis der investierten Arbeit zu sehen, so erschreckend ist die Bilanz des Buchbestandabgleichs. Der momentane Ist-Bestand weist, verglichen mit dem letzten dokumentierten Bestand (von vor ca. 3 Jahren), eine Lücke von 191 Büchern auf. Grob geschätzt bedeutet dies, dass Bücher im Wert von **ca. 6.500 DM** fehlen. Bei einem Gesamtbestand von 917 Büchern fehlen somit über 20 %.

Stellt sich natürlich die Frage, wo diese Bücher alle sind. Sind sie etwa alle »lost in space«? Unser Ziel ist es, möglichst viele dieser verschollenen Exemplare wieder zu bekommen. Um entsprechende Rückgabeerinnerungen versenden zu können, arbeiten wir gerade die Eintragungen der letzten Jahre im Ausleihbuch durch. Ein allgemeiner Bücherrückgabeaufruf und die neue Bibliotheksordnung liegen auch diesem Sirius bei.

Abschließend sei noch zu sagen, dass wir hoffen, dass die Bibliothek in Zukunft wieder reger genutzt wird. Die langen Winterabende, welche zum Lesen einladen, nahen auch schon wieder.

Bücher die fehlen!

100 Milliarden Sonnen/Kippenhahn • 30 Jahre im Zeichen der Sterne (1947–1977)/VSM • Astrofotografie als Hobby, eine Anleitung für Amateure/ Knapp • Astrofotografie für Jedermann/Texereau • Astrologie – das falsche Zeugnis vom Kosmos/Wiechoczek • Astrometrische Bauelemente/

Mönch • Astronomical Algorithms/Meeus, Jean • Astronomie/Henkel • Astronomie – Planeten, Sterne, Galaxien/Kerrod • Astronomie I, Die Sonne u. ihre Planeten/Gondolatsch • Astronomie II, Fixsterne und Sternsysteme/Gondolatsch • Astronomische Algorithmen/Meeus • Astronomy/Baker • Astrophotographie/Martinez • Atlas of the Heavens (Atlas Coeli 1950.0)/Becvar • Aufbruch zum Mars/Miles • Aus fernen Welten/ Bürgel • Cambridge Enzyklopädie der Astronomie/Mitton • Check a Possible Supernova/Salmi • Das Echo des Urknalls/Overbye • Das Fernrohr für Jedermann/Rohr • Das Fischer Lexikon, Mathematik I/Behnke • Das Radiouniversum/Hey • Das schwarze Loch/Petit • Das Sonnensystem/Frazier • Das Sonnensystem/Smoluchowski • Das Weltall/Couper • Der gefrorene Stern/Greenstein • Der neue Kosmos/Unsöld • Der Traum von der Einheit des Universums/Weinberg • Der Urknall/Petit • Der Weltraum/Klotz • Die Entdeckung des Nichts/Genz • Die Erde im All/Glöss • Die Evolution des Universums/Hiller • Die Geschichte der Astronomie und die Entwicklung des Teleskops .../Learner • Die Kometen im Spiegel der Zeiten/Griesser • Die Nachtwandler/Koestler • Die Physik der Unsterblichkeit/Tipler • Die Sonne – Aus der Perspektive der Erde/Friedmann • Eine Formel verändert die Welt/Fritzsch • Eine kurze Geschichte der Zeit/Hawking • Einführung in die Sonnenbeobachtung/Hammerschmidt • Einführung in die visuelle Beobachtung veränderlicher Sterne/Hübscher • Einsteins Ideen/Hoffmann • Elementare Materie, Vakuum und Felder/Greiner • Entwicklung eines fasergekoppelten Echelle-Spektrografen/Mandel • Ergebnisse des Perseidenprogramms u. Tätigkeitsber./VSM • Explodierende Sonnen/Montmerle, Prantzos • Fernrohrmontierungen u. ihre Schutzbauten/Staus • Galactic and Extra-Galactic Radio Astronomy/Verschuur, Gerrit, Kellermann • Galaxien/Ferris • Geheimnisvolle Sonne/Giovanelli, Ronald • Geologie auf dem Mond/Guest, Greeley, • Geschichte der Astronomie/Becker • Goldmanns Atlas der Planeten/Calalay • Grundlagen der Ephemeridenrechnung/Montenbruck • Halleys Komet/Harpur • Handbuch für Sternfreunde/Roth, Günter • ...

Dies ist ein Auszug aus der langen Liste der Bücher, die uns fehlen! Vielleicht findet sich ja das ein oder andere wieder ein.

Ein Komet vor Weihnachten?

von Dr. Hans Zekl

Ein im November 2000 entdeckter Komet nähert sich dem inneren Sonnensystem und könnte im November 2001 für das bloße Auge sichtbar werden.

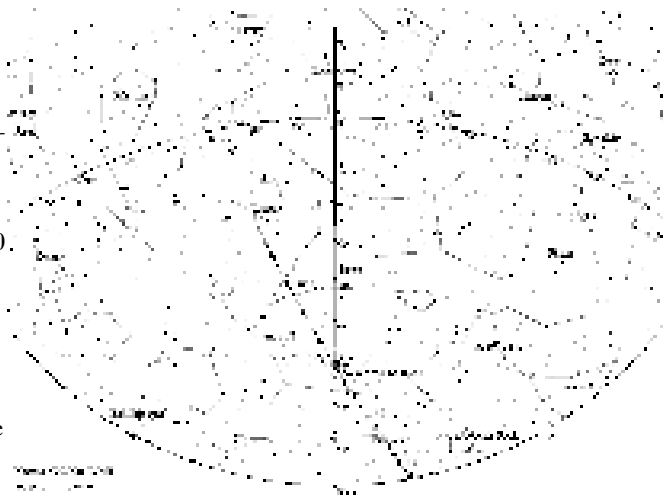
Als der Komet am 16. November 2000 durch das Lincoln Laboratory Near-Earth Asteroid Research Project – kurz LINEAR – entdeckt wurde, hielt man ihn für einen Planetoiden, einen jener kleineren Körper im Planetensystem, die sich vorwiegend auf Bahnen zwischen den Planeten Mars und Jupiter um die Sonne bewegen. Einige können allerdings der Erde sehr nahe kommen, sogenannte NEOs – Near Earth Objects. Speziell um diese Gruppe kümmert sich auch eine engagierte Beobachtergruppe an der Starkenburg-Sternwarte in Heppenheim. Viele dieser Kleinstplaneten sind so schwach, dass sie nur während ihres nahen Vorbeiflugs an der Erde zu sehen sind.

Schließlich wurde der vermutliche Planetoid als Komet enttarnt und bekam die offizielle Bezeichnung C/2000 WM1. Ein weiterer - inoffizieller - Name lautet Komet LINEAR, wobei er aber nicht mit dem gleichnamigen Komet vom Spätsommer 2000 verwechselt werden sollte. Dieser hatte sich beim Vorbeiflug an der Sonne vor den Augen der Astronomen buchstäblich in Staub aufgelöst.

Kometen sind nicht sehr zuverlässig. Ihr zukünftiges Verhalten kann deshalb nicht exakt berechnet werden. Dennoch deutet doch einiges darauf hin, dass 2000 WM1 mit dem bloßen Auge zu sehen sein wird.

Wie hell wird er werden?

Diese Frage ist schwierig zu beantworten, insbesondere für neue Kometen, die zum ersten Mal beobachtet werden. Den Aufbau und die Zusammensetzung eines Kometen faßt man unter dem

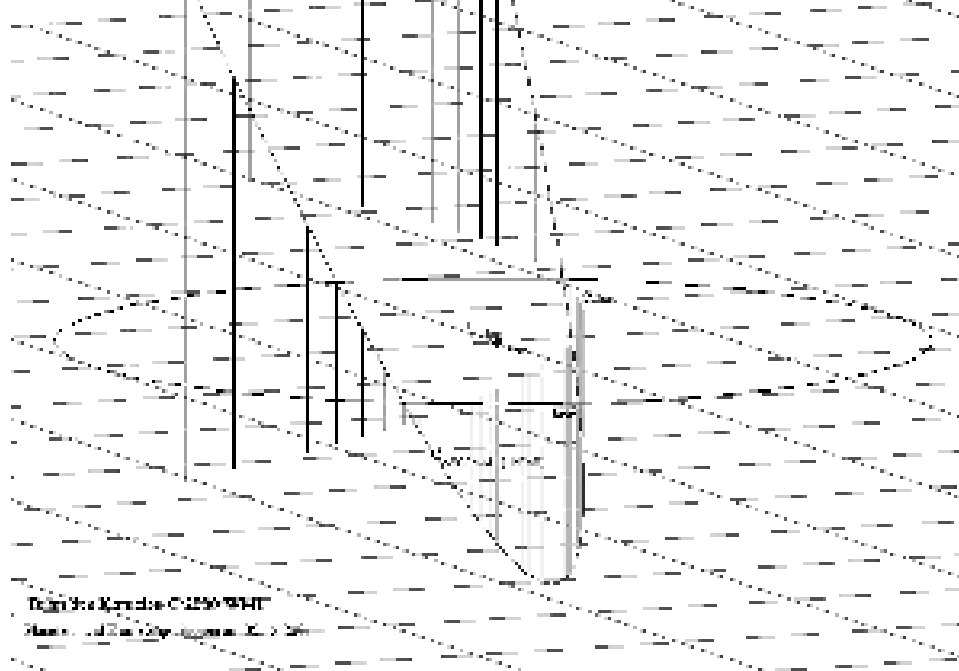


Bahn des Kometen C/2000 WM1 (LINEAR) vom 25.11. – 17.12.2001. Die Grafik zeigt den Himmelsanblick am 5. Dezember 2001 um 21:20.

Schlagwort **Schmutziger Schneeball** zusammen. Der eigentliche Kometenkern ist ein lockeres Gebilde aus Staub und verschiedenen gefrorenen Gasen. Die hauptsächlichsten Bestandteile sind Kohlendioxid, Ammoniak, Methan und Wasser. Der Durchmesser des Kerns von C/2000 WM1 wird auf etwa 3 km geschätzt. Dagegen besitzt der helle Komet Hale-Bopp, der im Frühjahr 1997 für mehrere Wochen strahlend hell seine Bahn über den Himmel zog, einen Durchmesser von etwa 40 km. Je mehr ein Komet sich der Sonne nähert, um so wärmer wird seine Oberfläche. Die gefrorenen Gase fangen dann an, direkt zu verdampfen. Wegen des Vakuums im Weltraum bilden sich keine Flüssigkeiten. Die Kometenoberfläche verdampft dabei aber nicht gleichmäßig. Vielmehr gibt es nur einige sehr aktive Stellen, aus denen Gas mit hoher Geschwindigkeit – einige 100 m/Sek – wie ein Dampfstrahl weggeblasen wird. Dabei werden Staubkörner mitgerissen. Je näher ein Komet sich der Sonne nähert, um so heftiger dampft er.

Um den eigentlichen Kern bildet sich schließlich eine Gas- und Staubwolke aus, die Koma. Ihre Eigenschaften – Größe, Dichte sowie Abstand zur Sonne und zur Erde - bestimmen die Helligkeit des Kometen. Der ständig von der Sonne ausgehende Teilchenstrom, der Sonnenwind, reißt dann die Gase und den Staub mit sich, und die beiden Kometenschweife entstehen. Der gelbliche Staubschweif zeigt dabei eine gekrümmte Form, weil die relativ schweren Staubkörner länger in der Nähe der Kometenbahn verbleiben. Dagegen ist der bläuliche Gasschweif meist gerade. Aber beide Schweife zeigen immer von der Sonne weg.

C/2000 WM1 erreicht seinen geringsten Abstand zur Sonne am 22. Januar 2002. Er ist dann 83 Millionen Kilometer von ihr entfernt. Den kleinsten Abstand zur Erde erreicht er aber schon am 3. Dezember 2001, wenn er in einem Abstand von 47 Millionen km an ihr vorbei zieht. Die größte Helligkeit dürfte er nach einer Schätzung des Astronomen Brian Marsden vom Kleinplanetenzentrum (MPC) der Internationalen Astronomischen Union (IAU) bei etwa 4. Größe Mitte Januar 2002 erreichen. Damit wird er deutlich schwächer als Hale-Bopp bleiben, der die Helligkeit der hellsten Sterne erreichte. Astronomen teilen die Helligkeit der Himmelsobjekte nach einer besonderen Skala ein. Die schwächsten Sterne, die man an einem wirklich dunklen Himmel mit bloßem Auge sehen kann, sind 6. Größe. Der hellste Stern - Sirius im Großen Hund – strahlt mit -1.4. Auch der Astronom Mark Kidger vom Observatorium auf Teneriffa schätzt eine maximale Helligkeit zwischen 3. – 5. Größe. Genauere Vorhersagen lassen sich erst dann machen, wenn der Komet wieder zu beobachten ist. Aber selbst unter pessimistischen Annahmen dürfte 2000 WM1 zumindest ein hübsches Feldsternobjekt werden.



Bahn des Kometen C/2000 WM1 (LINEAR) durch das innere Sonnensystem. Die Bahn des Kometen steht etwa 72 Grad geneigt zur Erdbahn. Der Komet kommt im Bild von links oben. Ab dem 29. November wandert er unterhalb der Erdbahn um die Sonne und ist deshalb für einige Wochen nur von südlichen Breiten aus zu beobachten.

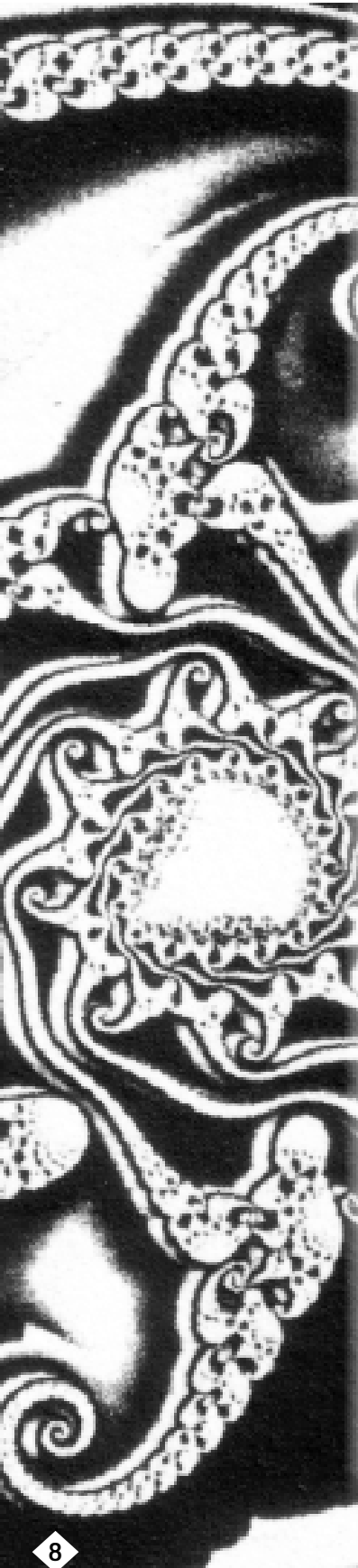
Die beste Beobachtungszeit für Beobachter in mittleren nördlichen Breiten ergibt sich einige Wochen vor der maximalen Helligkeit - Ende November bis Mitte Dezember 2001, während des geringsten Abstands zur Erde. In diesem Zeitraum wird der Komet LINEAR vermutlich etwa 5. Größe hell sein und wandert durch die Sternbilder Widder, Fische, Walfisch und Bildhauer. Danach bewegt er sich so weit nach Süden, dass er von Mitteleuropa nicht mehr zu sehen sein wird. Dagegen steht er für Beobachter auf der südlichen Erdhälfte immer höher am Himmel. Allerdings kann der Komet bis zu seinem Verschwinden in den Abendstunden während seiner Höchststellung im Süden beobachtet werden. Wenn er Anfang 2002 wieder auftaucht, ist er dann nur noch im Fernglas zu sehen.

Auch wenn C/2000 WM1 kein so spektakuläres Ereignis wie der große Komet Hale-Bopp wird, ist er der hellste Komet seit Jahren. Er wird auch von ungeübten Beobachtern zu sehen sein, sofern sie sich an einem dunklen, von störenden Lichteinflüssen freien Ort befinden.

Chaos im Sonnensystem

von Stefan Kraus - Starkenburg-Sternwarte

Die Vorstellung des Chaos



In den 70er Jahren begann ein Meteorologe ernsthaft an seinem Verstand zu zweifeln. Dass die Wettervorhersage damals wie heute nicht viel mit der Realität zu tun hatte, war wohl auch schon damals jedem bekannt, aber was **Edward Lorentz** zum Stutzen brachte, war folgendes: Er versuchte, mit Computern Luftströmungen zu simulieren, und obwohl er **zweimal scheinbar genau dieselben Werte und Annahmen** in sein Computerprogramm hineinsteckte, ergaben sich plötzlich völlig andere Resultate. Einmal zirkulierte die Luftströmung links, das andere Mal rechts herum. Unser naturwissenschaftliches Weltbild, die Vorhersagbarkeit allen Geschehens, basiert letztlich darauf, dass wir in die physikalischen Gleichungen, welche die Welt beschreiben, Werte „hineinstecken“, um eindeutig zu erfahren, „was in der Zukunft passieren wird?“. Für Zweideutigkeiten in den Vorhersagen gibt es in solch einem **deterministischen Weltbild** keinen Platz. Also begann Lorentz zu recherchieren, was wohl passiert war. Alles schien gleich - allein beim zweiten Durchlauf hatte der Computer die Startwerte nach der sechsten Nachkommastelle abgeschnitten! Eine **winzige Änderung**, die nach dem damaligen Verständnis niemals für solch **gravierende Auswirkungen** im Resultat hätte verantwortlich sein dürfen, und doch war es der erste Fall, in dem einem Wissenschaftler jenes auffiel, was wir heute als „**Deterministisches Chaos**“ bezeichnen. Sehr viele physikalische Gleichungen tragen diese Eigenschaft in sich. Ihr Verhalten wird bei winzig kleinen Änderungen in den Voraussetzungen chaotisch, also nicht mehr vorhersagbar. Zur Veranschaulichung wird meist der sog. Schmetterlingseffekt herangezogen: Bereits der Flügelschlag eines Schmetterlings soll das zukünftige Weltwetter derart gravierend beeinflussen können, dass es unvorhersagbar wird.

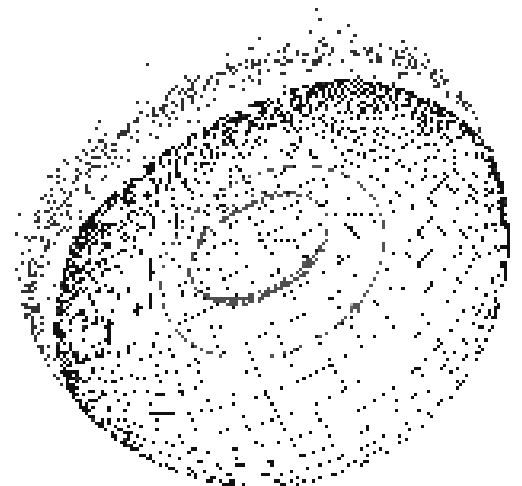
Die Meteorologen hatten eine echte „Entschuldigung“ für ihre schlechten Vorhersagen gefunden, und in der **Chaosforschung** wurden Lorentz Beobachtungen zu einer übergreifenden Theorie über

das Verhalten bestimmter, **nicht-linearer, mathematischer Gleichungen** ausgearbeitet. Etwas Wesentliches in der Chaostheorie ist die Suche nach **Orten der Stabilität** in bestimmten Systemen. Hinter diesen Gebieten verbergen sich dann meist höchst komplexe Strukturen, die besonders „anziehend“ (attraktiv) auf einen Körper innerhalb des Systems wirken. Eine der bemerkenswertesten Eigenschaften dieser Gebiete ist ihre Selbstähnlichkeit, was bedeutet, dass unter beliebigen starken Vergrößerungen immer wieder dieselben Muster und Strukturen auftauchen!

Aber tritt Chaos auch in der Astronomie auf?

Das Dreikörperproblem

Was der Flügelschlag des Schmetterlings den Meteorologen, kann den Astronomen nur die **Schwerkraft** sein - sie ist die einzige treibende Kraft im Kosmos und gehorcht trotzdem Newtons verblüffend einfachem **Gravitationsgesetz**. Um die anziehende Kraft zwischen zwei Körpern zu bestimmen, sagt uns Newtons Gesetz: Nimm einfach die Massen der beiden Körper, multipliziere sie, teile durch das Entfernungskadrat und nehme noch mit einer Konstanten mal. Ein einfacheres Gesetz kann man sich kaum vorstellen. Damit wäre es nun z. B. ein Leichtes, die Bewegung eines Kleinplaneten um die Sonne beliebig weit in die Zukunft vorherzusagen. Aber sobald ein dritter Körper hinzukommt, etwa der Jupiter, wird die Sache viel verzwickter. Unser Gesetz gilt nur für zwei Körper. Wie wenden wir es auf drei Körper an? Dieses Problem ist nicht mehr exakt lösbar.



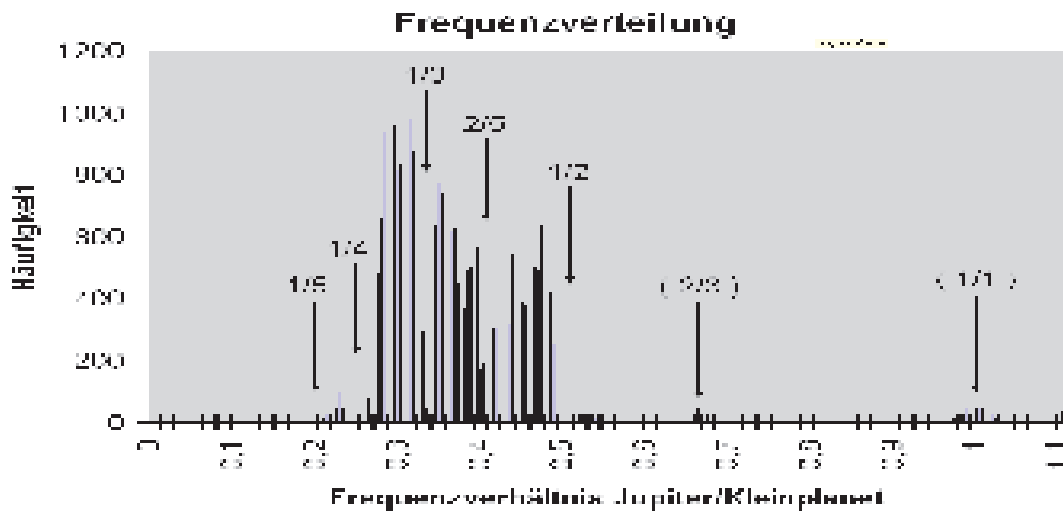


Diagramm 1: Die Häufigkeit, mit der Kleinplaneten eines bestimmten Frequenzverhältnisses auftreten.

Die einzelnen Körper stören sich wechselseitig. Vor allem Jupiter als das Schwergewicht des Sonnensystems zupft beständig an den Kleinplaneten und versucht, deren Bahnen zu stören. Gerade an diesem ständigen „Zupfen“ setzt die Chaostheorie an.

Das KAM-Theorem - ein mathematischer Koloss

Im Jahr 1954 präsentierte ein russischer Mathematiker, **Andrey Kolmogorov**, seinen Kollegen ein Theorem, dessen wahre Bedeutung erst zwanzig Jahre später im Rahmen der Chaostheorie erkannt wurde. Das Theorem war von den fachlichen Anforderungen her selbst für seine Mathematikerkollegen ein schwer verdaubarer Brocken, und ein stichfester Beweis lies noch 13 Jahre auf sich warten und bedurfte noch den Arbeiten **Arnold** und **Moser's**. Heute ist die gemeinsame Arbeit der drei Wissenschaftler unter dem Namen **KAM-Theorem** bekannt. Ganz allgemein sagt das Theorem etwas über die Stabilität eines „Torus im Phasenraum“ aus, wenn dieser Torus eines konservativen Systems gestört wird.

Bei den Tori handelt es sich um eine gedankliche Konstruktion der theoretischen Physik, und man wurde sich aufgrund der mathematischen Komplexität erst relativ spät bewusst, dass sich das Theorem etwa auch mit Kleinplaneten in Verbindung bringen lässt, deren Bahnen vom Jupiter gestört werden.

Jeder Planet oder Kleinplanet umkreist mit einer bestimmten **Frequenz** die Sonne. Bei dieser Frequenz handelt es sich um nichts anderes als um den Faktor 2π geteilt durch die Umlaufzeit. Benötigt

das Objekt ein Jahr für einen Umlauf um die Sonne, beträgt seine Frequenz $2\pi / 1$ Jahr. Bei einer **Halbierung der Umlaufzeit** auf ein halbes Jahr hingegen, **verdoppelt sich die Frequenz** auf $2\pi / 0.5$ Jahre = $4\pi/\text{Jahr}$ - was einfach bedeutet, dass dieser Planet oder Kleinplanet doppelt so schnell die Sonne umrundet.

Die Aussage des KAM-Theorems ist nun, dass nur jene Tori (also auch Kleinplanetenbahnen) **stabil** sein sollen, deren Frequenz in einem **hinreichend irrationalen Frequenzverhältnis** steht. Die irrationalen Zahlen sind jene, die sich nicht als Bruch darstellen lassen, also beispielsweise die Wurzeln. Im Gegensatz hierzu gibt es die rationalen Zahlen - das sind die uns gut vertrauten Brüche, wie $1/2$, $1/3$, $1/4$ usw. Solche Bahnen mit rationalem Verhältnis sollen also auf lange Sicht **nicht stabil** sein.

Die Frequenz der Störquelle ist einfach die Umlauffrequenz Jupiters und das **Frequenzverhältnis die Jupiterfrequenz geteilt durch die Frequenz des Kleinplaneten**.

Wir haben also eine ganz simple Aussage, die man leicht überprüfen kann: Es sollte praktisch keine Kleinplaneten geben, deren Umlauffrequenz in einem Verhältnis von $1/2$, $1/3$, $1/4$, ... zur Jupiterfrequenz steht. Zur Überprüfung rechnet man einfach dieses Verhältnis aus und trägt in einem Histogramm auf, wie viele Kleinplaneten welches Frequenzverhältnis aufweisen.

Bislang wurden von dem bekannten **Minor Planet Center** in den USA mehr als 110 000 Kleinplaneten registriert, wobei jedoch nur bei we-

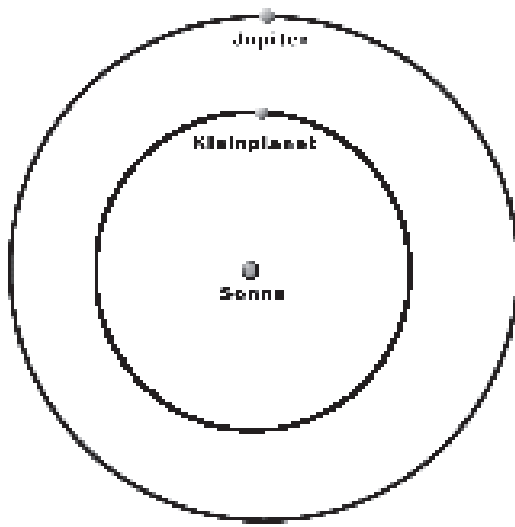


Abb. 1: Bei dem hypothetischen Kleinplanet mit einem rationalen Frequenzverhältnis von $1/2$ erreichen Jupiter und Kleinplanet ihren kleinsten Abstand immer an derselben Stelle im Raum.

Abb. 2: Bei einem irrationalen Frequenzverhältnis verteilt sich die Störung Jupiters gleichmäßig über die Bahn des Kleinplaneten. Dies zeigt schon die unregelmäßige Verteilung der Stellen, an denen beide Körper ihren kleinsten Abstand voneinander erreichen. In der Abbildung werden die ersten fünf Oppositionen Jupiters mit einem $10000/14142$ -Kleinplaneten gezeigt.

niger als einem Viertel der Objekte die Bahnparameter für eine Nummerierung sicher genug bekannt sind. Für diese nummerierten Objekte ist in *Diagramm 1* die Häufigkeitsverteilung der Frequenzverhältnisse aufgezeichnet. Hierzu bedient man sich einfach des dritten Keplerschen Gesetzes, um

aus der Großen Halbachse die Umlaufzeit und somit auch die Frequenz zu errechnen. Es ist offensichtlich, dass die Kleinplaneten einige Frequenzen meiden: Bei runden Brüchen wie $1/2$, $1/3$, $1/4$, $2/5$ treten deutliche **Lücken (Kirkwood-Lücken)** auf! Genau dies ist die Vorhersage des KAM-Theorems!

Doch hier die **Ausnahme von der Regel**: Bei $1/1$, dem rationalsten aller Brüche, tummelt sich eine ganze Gruppe von Kleinplaneten! Ein Widerspruch? Das gilt es mit folgenden Überlegungen zu untersuchen.

Resonanz - Ein anschaulicher Erklärungsansatz

Man kann sich auch noch anders klarmachen, was hier passiert ist. Betrachten wir zuerst den Fall, dass die Umlauffrequenz des Kleinplaneten in dem eindeutig **rationalen Verhältnis von $1/2$** zur Jupiterfrequenz steht (*Abb. 1*).

Das bedeutet, der Kleinplanet vollführt während einem Jupiterumlauf genau zwei Umläufe. Nehmen wir an, Jupiter und Kleinplanet haben zu Beginn unserer Betrachtung gerade ihren minimalen Abstand. Dann wird sich der Kleinplanet nach jedem weiteren „Jupiterjahr“ wieder genau an derselben Stelle in minimalem Abstand befinden. Die Momente, an denen Jupiter und Kleinplanet in ihrer kleinsten Entfernung voneinander stehen, sind natürlich besonders interessant: Wie erwähnt fällt die Kraftwirkung quadratisch mit

der Entfernung ab, und somit ist die Störung der Kleinplanetenbahn hier am größten. Beim betrachteten $1/2$ -Verhältnis stehen sich Jupiter und Kleinplanet nach genau einem Jupiterjahr wieder an der gleichen Stelle gegenüber, und die Störung kann **in genau der gleichen Richtung und Stärke** wirken wie das Jupiterjahr zuvor. Durch den glatten Bruch können sich **winzige Störungen im Laufe der Zeit aufaddieren**, und die Bahn des Planeten verändert sich durch diese Resonanz solange, bis ein „krummes“ Frequenzverhältnis erreicht ist.

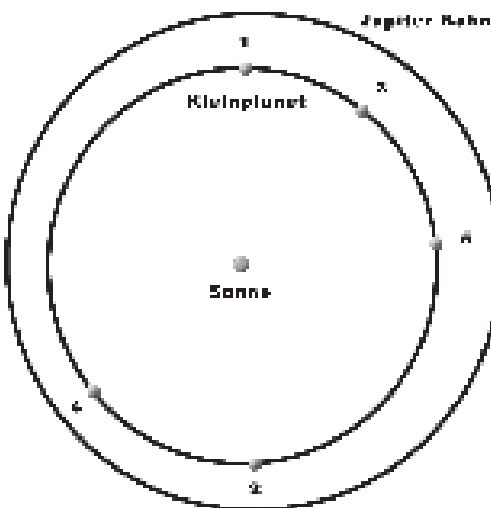
Das denkbar „krummste“ Verhältnis ist das einer **irrationalen Zahl**. Irrationale Zahlen lassen sich zwar nicht als Bruch darstellen, man kann sie jedoch durch Brüche beliebig genau annähern. So ist beispielsweise der Bruch $1/1,4142 = 10000/14142$ eine Näherung für die irrationale Zahl $1/\sqrt{2}$.

Bei einem irrationalen Verhältnis ist es mit der einfachen Regelmäßigkeit und Periodizität des obigen Falles vorbei. Während eines Jupiterumlaufs schafft der Kleinplanet hier nur noch $1,4142$ Umläufe und steht somit nach einem Jupiterjahr an einer völlig anderen Position als zu Beginn. Die minimalen Abstände (auch Oppositionen genannt), bei denen die Störung am stärksten wird, finden nicht mehr nur an ein paar festen Stellen der Bahn, sondern gleichmäßig über die ganze Bahn verteilt statt.

Die obige Situation, bei der sich Jupiter und Kleinplanet an genau derselben Stelle ihrer Bahn treffen, wird sich nur noch alle 10000 Jupiterjahre oder 14142 Kleinplanetenjahre wiederholen! In *Abb. 2* sind beispielsweise die fünf ersten Oppositionen Jupiters mit dem beschriebenen Kleinplanet eingezeichnet.

Ergo: Hierdurch **heben sich die Störungen häufig auch gegenseitig auf**, und die Bahn ist im Schnitt kaum gestört!

Nun verstehen wir auch unsere Ausnahme von der Regel: Wir hatten festgestellt, dass sich - dem KAM-Theorem scheinbar zum Trotz - jede Menge Kleinplaneten an der $1/1$ -Resonanz befinden. Das



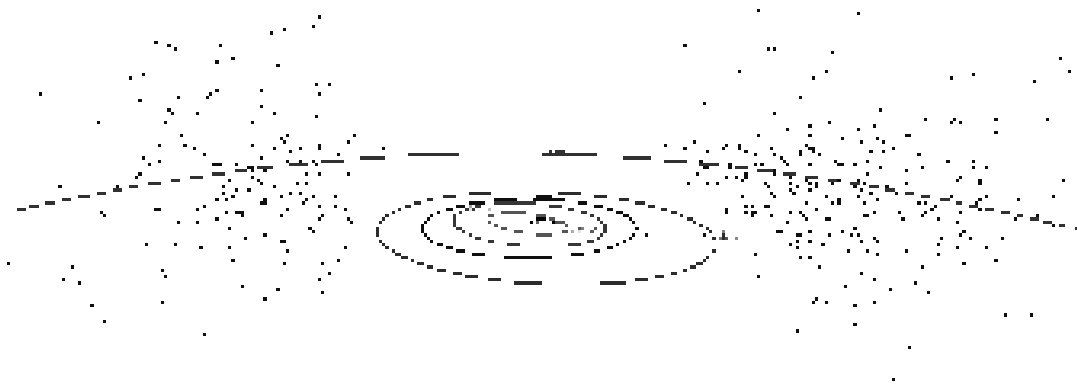


Abb. 3: Die Jupiter-Trojaner stehen in einer 1/1-Resonanz, d. h. sie haben ziemlich genau dieselbe Umlaufzeit wie Jupiter und unterliegen daher auch nicht dessen gravitativen Störungen. Die Grafik zeigt die beiden „Trojaner-Wolken“ vom Kleinplaneten 2000 HR 24 aus gesehen und wurde mit SkyObserver erstellt.

bedeutet anschaulich, dass die Kleinplaneten dieser „Gruppe“ die gleiche Umlauffrequenz wie Jupiter besitzen! Sie umrunden die Sonne etwa mit der gleichen Geschwindigkeit wie Jupiter und halten daher im Schnitt einen festen Abstand zu dem Planeten ein. Während alle anderen Kleinplaneten zu „rasanten Überholmanövern“ ansetzen, tummeln sich die sogenannten **Jupiter-Trojaner** in zwei stabilen, wolkenförmigen Gebieten auf Jupiters Umlaufbahn (*Abb. 3*). Wegen dieses „Sicherheitsabstands“ sind die Trojaner-Bahnen praktisch nicht gestört.

Es gibt zwei weitere, in ihrer Mitgliederzahl etwas „exklusivere“ Gruppen, die trotz ihrer eindeutig rationalen Frequenzverhältnisse stabile Bahnen hervorbringen. Die erste ist auch im *Diagramm 1* zu erkennen und heißt **Hilda-Gruppe (2/3)**. Eine besondere Eigenschaft ist, dass alle Mitglieder dieser Gruppe in der Ebene der Ekliptik ein Dreieck bilden, das stets dem Jupiterumlauf folgt (siehe *Abb. 4*)! Bei der anderen handelt es sich um die **Thule-Gruppe (3/4)**. Die Gründe für das außergewöhnliche Verhalten dieser beiden Gruppen sind etwas komplexer, werden jedoch seit den Arbeiten einer Forschungsgruppe um Milani (1985) ebenfalls verstanden.

Die Saturnringe

Alle bisherigen Überlegungen helfen, auch viele andere Phänomene im Sonnensystem zu beschreiben. So gelten etwa für Ringsysteme genau dieselben Regeln und Gesetze! Die wunderschöne **Struktur der Saturnringe** lässt sich nur mit Hilfe des KAM-Theorems oder unserem „anschaulichen“ Erklärungsansatz deuten! In den 70er Jahren lieferten die **Voyager-Raumsonden** uns erstmals ein detailliertes Bild von der überwältigend filigranen Struktur der Ringe. So gibt es

neben der von der Erde aus gut sichtbaren **Cassini- und Encke-Teilung** noch **tausende weitere, schwächere Teilungen**, die den Ring in dunkle Zonen mit geringer Teilchendichte und helle Zonen mit hoher Teilchendichte unterteilen. Diese Unterbrechungen der Ringstruktur sind scharf begrenzt und treten in scheinbar unregelmäßigen Abständen auf. Insgesamt wird die Zahl der Ringe auf weit über 100 000 geschätzt!

Der Saturnring mit seinen Abermilliarden an Staubteilchen und Steinbrocken wird von den **Monden des Saturns** gestört. Bislang sind bereits 18 solcher Monde entdeckt worden. Die Monde haben ebenso wie die einzelnen Partikel des Saturnrings eine bestimmte Umlauffrequenz, die sich wieder anhand des Dritten Keplerschen Gesetzes aus dem Bahnradius errechnen lässt. Mit der Erfahrung, die wir bei den Kleinplaneten gewonnen haben, würden wir nun annehmen, dass jene Bahnen auf dem Ring, die in einem **rationalen Frequenzverhältnis (1/2, 1/3, ...)** zu einem der Monde stehen, nicht stabil sein sollten. Also müssten eben dies die Stellen sein, an denen eine Verdünnung und damit eine **Teilung des Rings** zu beobachten sein wird. Die Partikel, die sich hingegen auf Bahnen mit **stark gebrochenem oder gar irrationalem Verhältnis** befinden, werden von den Monden nicht so stark gestört werden.

Aufgrund der großen Anzahl der bekannten Saturnmonde lässt sich jedoch erahnen, dass die ganze Situation deutlich komplizierter als bei den Kleinplaneten ist. Trotzdem wird man schon mit

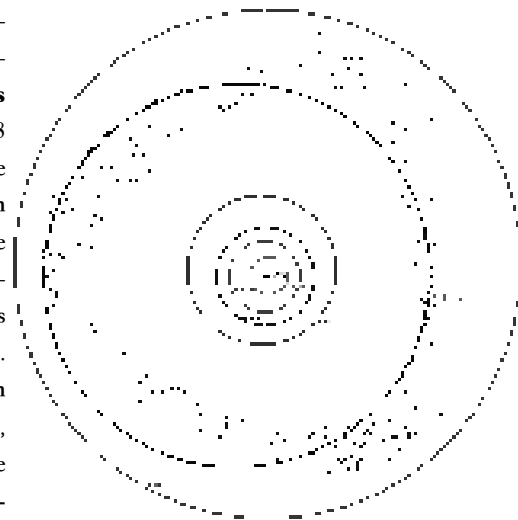


Abb. 4: Kleinplaneten der sog. „Hilda-Gruppe“ schaffen genau drei Umläufe, während Jupiter zwei Umläufe vollführt. Trotzdem sind diese Bahnen stabil. Die Grafik wurde erstellt mit SkyObserver.

Tabelle 1: Auch innerhalb des Saturnsystems bewahrt das

KAM-Theorem seine Gültigkeit. In den Zeilen sind die markantesten Ringteilungen und deren Abstand vom Saturnmittelpunkt in Saturnradien ersichtlich. Für jede Teilung wurde das Frequenzverhältnis zu den zehn innersten Saturnmonden ausgerechnet.

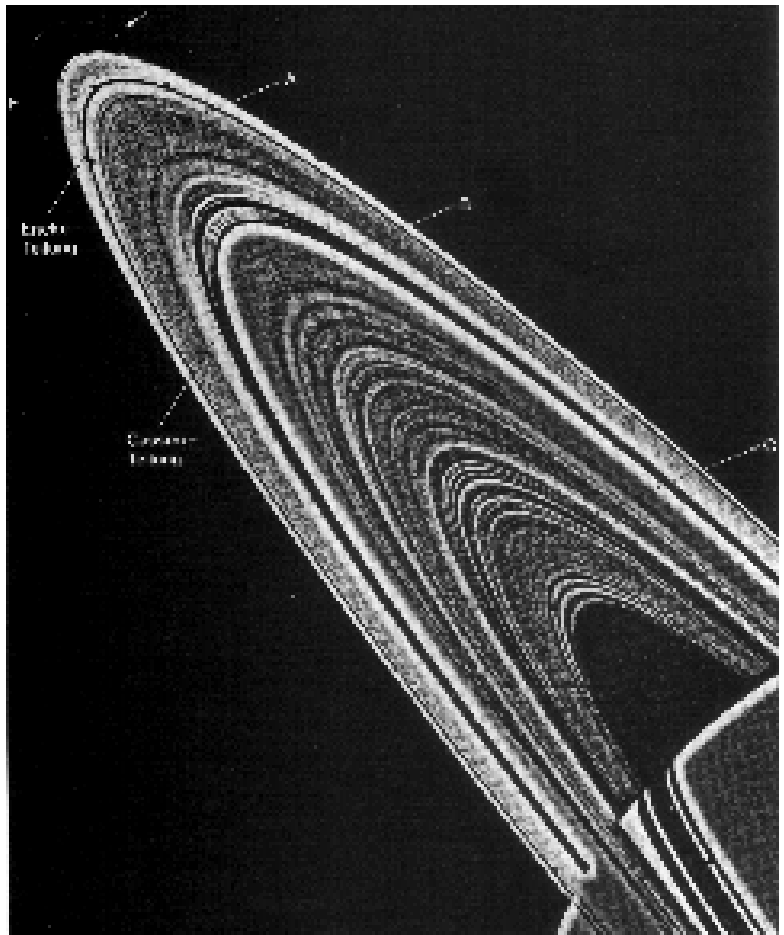
[F ₁₀]		Atlas	Prometheus & Pandora	Janus	Epimetheus	Mimas	Enceladus	Tethys	Teleso	Calypso
1/1	Mimas	0.538	0.528	0.507	0.475	0.475	0.349	0.174	0.174	0.174
1/2	Enceladus	0.349	0.349	0.349	0.349	0.349	0.349	0.174	0.174	0.174
2/3	Tethys	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174	0.174
3/4	Teleso	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119
4/5	Calypso	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090

einer ganz simplen Rechnung fündig. *Tabelle 1* zeigt die entsprechenden Frequenzverhältnisse für die zehn innersten Saturnmonde. Die weiter außen liegenden Monde tragen aufgrund ihrer großen Entfernung nicht mehr so stark zur Feinstruktur des Ringsystems bei.

Als erstes fällt eine 1/1-Resonanz bei **Atlas** ins Auge. Es handelt sich um einen Begleitmond, dessen Bahn gerade entlang der äußeren Kante des A-Rings führt. Als nächstes kann man eine 6/7-Frequenz von **Janus** und **Epimetheus** bemerken, die für die Entstehung der **Encke-Teilung** verantwortlich ist (zugegeben: Es gehört etwas Phantasie hinzu). Der Mond **Mimas** hat eine Frequenz, die doppelt so groß wie die der inneren Kante der **Cassini-Teilung** ist. Bei den Monden **Tethys**, **Teleso** und **Calypso** gerät man vielleicht zuerst ins Stocken. Ein Druckfehler? **Alle drei weisen dieselbe Frequenz auf!** Auf der Suche nach stabilen Bahnen sind die Leichtgewichte Teleso und Calypso auf die Frequenz von Tethys ausgewichen. Hier befinden sie sich auf stabilen Bahnen und Tethys hat seine eigenen Trojaner!

Wenn man sich den Ring *en detail* ansieht, kann man erahnen, was die mathematische Formulierung des KAM-Theorem's wirklich

aussagt. Rekapitulieren wir: **Bahnen mit rationalem Frequenzverhältnis sind instabil, solche mit irrationalem Verhältnis stabil.** Der Mathematiker wird sagen: „Die rationalen und irrationalen Zahlen liegen doch unendlich dicht beieinander!“ Auch diese Komplexität lässt sich im Ring des Saturns erahnen. Tausend und Abertausend Ringe, deren **Selbstähnlichkeit** und wahrlich chaotische Ineinanderschachtelung durchweg den Gesetzmäßigkeiten des KAM-Theorems der Chaosforschung folgt!



KLÜGL

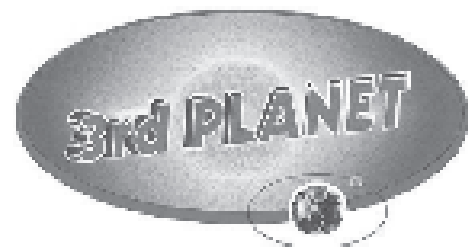
Ulrich
Lipke
Schnabel
S. Knebel
K. W. Knebel

Lehrstraße 3
Happelheim
D6252 / 4706
www.klugl.com



Fahrtzeit für alle

Das Astronomiefachgeschäft
im Rhein-Main-Gebiet



Teleskope und Zubehör
Alles für den Sternfreund

Binokel - Neule - Refraktoren - Teleskope - CCD - Spiegel - Periscope

www.3rdplanet.de

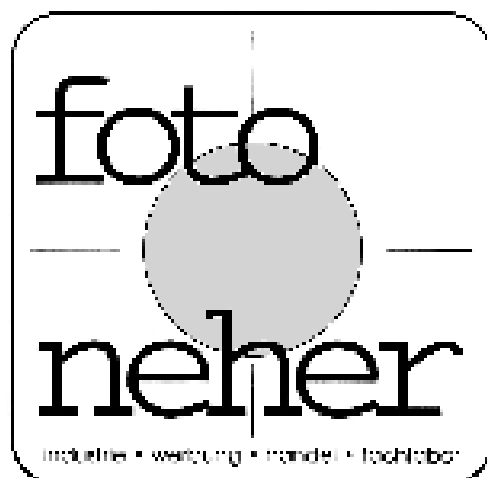
- Jantar - Startrak - Skytrac - Skywatcher - Sunfire - IAT - IAS

3rd Planet Astronomiegeräte
GmbH • Gliluther
Waldelbergen • Lindenstraße 210
64294 Darmstadt • Oberstadt
Tel./Fax: 06252 - 25 11 13
web: www.3rdplanet.de

Mo-Fre: 10.00 - 12.00 Uhr
15.00 - 18.00 Uhr
Sa: 10.00 - 13.00 Uhr

Mitgliedsworttag
gleich nebenan

Wir freuen uns auf Ihren Besuch!



Digital-Foto-Service

- Digital-Fotografie für Drucksachen und Internet
- Po3- und Bewerbungsbilder
- Belichtung Ihrer Digital-Fotos auf original Fotopapier
- Restaurierung aller Fotos

Hoppenheim • Kleiner Markt 9
Tel: 06252 2249 • Fax: 06252 4706

Das Vortragsprogramm

für Januar bis Mai 2002

- Di, 8. Januar 2002 Die Mitarbeiter der Starkenburg-Sternwarte
Astronomie aktuell
Ein Abend für Kurzbeiträge, Diskussionen und die Beantwortung von Fragen
- Di, 15. Januar 2002 Markus Landgraf, ESOC Darmstadt
Erforschung unserer Galaktischen Nachbarschaft
Interstellarer Staub und Gas
- Di, 22. Januar 2002 Peter Wright, Starkenburg-Sternwarte
Der Himmel über dem Gornegrat
Beobachten bis ein Terahertz
- Di, 29. Januar 2002 Lothar Kurtze, Starkenburg-Sternwarte
Die Sonnenfinsternis 2001 in Madagaskar
Sonne - Lemuren - Chamäleons und mehr
- Di, 5. Februar 2002 Die Mitarbeiter der Starkenburg-Sternwarte
Astronomie aktuell
Ein Abend für Kurzbeiträge, Diskussionen und die Beantwortung von Fragen
- Di, 19. Februar 2002 Yasmin A. Walter, Volkssternwarte Darmstadt
Die Milchstraße als Kannibale
Hat unsere Galaxie schon andere Sternsysteme verschluckt?
- Di, 26. Februar 2002 Stefan Kraus, Starkenburg-Sternwarte
Chaos im Sonnensystem
Was die Kleinplaneten und Saturnringe mit der Chaostheorie zu tun haben.
- Di, 5. März 2002 Die Mitarbeiter der Starkenburg-Sternwarte
Astronomie aktuell
Ein Abend für Kurzbeiträge, Diskussionen und die Beantwortung von Fragen
- Di, 12. März 2002 Rainer Kresken, Starkenburg-Sternwarte
Astronomie im Südwesten der USA
Eine Reise zu den grossen Observatorien in Kalifornien und Arizona
- Di, 19. März 2002 Dr. Hans Zekl, Starkenburg-Sternwarte
Geister aus der Sonne
Das solare Neutrinoproblem und seine Lösung
- Di, 26. März 2002 Prof. Dr. Helmut Schnitzspan, Fachhochschule Mannheim
Pi
Alles über Pi? - fast alles
- Di, 2. April 2002 Die Mitarbeiter der Starkenburg-Sternwarte
Astronomie aktuell
Ein Abend für Kurzbeiträge, Diskussionen und die Beantwortung von Fragen
- Di, 9. April 2002 Rainer Kresken, Starkenburg-Sternwarte
INTEGRAL
Das europäische Gammastrahlen Teleskop
das Observatorium für die energiereichsten Vorgänge im Universum
- Di, 16. April 2002 Peter Riese, Starkenburg-Sternwarte
Blick durch ein unsichtbares Fenster ins Weltall – Radioastronomie
Beobachtungsmöglichkeiten mit unserer neuen Anlage
- Di, 23. April 2002 Matthias Busch, Starkenburg-Sternwarte
Asteroidenjagd am Großteleskop Calar Alto - Südsanien
Bericht über den Beobachtungsaufenthalt vom 8. - 13. April 2002
- Di, 30. April 2002 Feiern Sie mit uns unter dem Sternenhimmel in den Mai!
Sternwarten-Grillabend
(jeder bringt mit, was er verzehren möchte)
- Di, 7. Mai 2002 Die Mitarbeiter der Starkenburg-Sternwarte
Astronomie aktuell
Ein Abend für Kurzbeiträge, Diskussionen und die Beantwortung von Fragen
- Di, 14. Mai 2002 Yasmin A. Walter, Volkssternwarte Darmstadt
Ein BOOMERANG kehrt zurück
Neues vom Urknall und der heißen Phase danach
- Di, 21. Mai 2002 Matthias Busch, Starkenburg-Sternwarte
Entfernungsmessung im Weltall
Am Beispiel eines Experiments mit dem Stern »Ross 248«
- Di, 28. Mai 2002 Paul Böhme, Starkenburg-Sternwarte
Mechanische Schwingungen im Resonanzfall
Experimentalvortrag

Beginn immer um 20 Uhr im Vortragsraum der Starkenburg-Sternwarte.
Änderungen in der Vortragsfolge sind möglich.

Vorschau auf die nächste Ausgabe:

- Calar Alto - Teil 2
- Digitale Bildbearbeitung
- Ein neuer Vortragsraum?
- ...

