

Sternenbote



Das Vereinsmagazin der
Vereinigung **K**refelder **S**ternfreunde e.V.



In dieser Ausgabe:

- | | | |
|----|--|-------------------------------|
| 3 | Der Vorstand hat das Wort | <i>Wolfgang Verbeek</i> |
| 4 | Wie funktioniert eigentlich Radio-
astronomie (2) | <i>Karl-Wilhelm Horstmann</i> |
| 8 | Unglaublich, aber wahr –
Kometen, eine Herausforderung für
Amateurastronomen | <i>Paul Eich</i> |
| 11 | Geschichte der Astronomie (2)
Von Babylon zu den Griechen | <i>Stephan Küppers</i> |
| 13 | Neues aus der astronomischen
Forschung (10) | <i>Wolfgang Verbeek</i> |
| 16 | Gravitation im PC | <i>Frank Thielen</i> |
| 19 | Termine, Veranstaltungen und Vortrags-
reihen der VKS | |

Impressum:

Herausgeber: VKS - Vereinigung Krefelder Sternfreunde e.V.

Redaktion: Stephan Küppers – ask99@gmx.de

Telefon: 02151 – 59 22 90 (1. Vorsitzender Dr. Dipl. Chem. Wolfgang Verbeek)

Telefon in der Sternwarte: 02151 – 78 35 53

Postfach 102310, 47723 Krefeld

Bankverbindung: Sparkasse Krefeld, BLZ 320 500 00, Konto Nr. 339 259

VKS-Homepage: <http://www.vks-krefeld.de>

E-Mail: krefelder_sternfreunde@gmx.de

Der Vorstand hat das Wort

Wolfgang Verbeek

Reisen bildet. Dieser Spruch ist uns allen wohlbekannt. Wenn wir also im Urlaub nicht nur faul am Pool herumlümmeln oder am Strand nur in der Sonne braten, sondern auch über Land und Leute einiges mit nach Hause nehmen können, dann hat sich der Urlaub wirklich gelohnt. Und wenn die Urlaubsreise gar in eine Region mit geringer Lichtverschmutzung und klarer Luft geht, so dass astronomische Beobachtungen höherer Qualität möglich sind, dann haben wir uns neben vielem Neuen eine besondere Freude mit zusätzlichem Erinnerungswert gemacht. Ich werde die eindrucksvolle Konstellation aller fünf mit bloßem Auge sichtbarer Planeten im Mai 2002 am Abendhimmel auf Lesbos nicht vergessen, auch nicht den Leonidensturm im November 2000 in Tunesien, wo in einer knappen Stunde 45 Meteore vom Himmel regneten. Und besonders Frank Thielen und Elmar Rixen wird es in den vergangenen Jahren nicht anders ergangen sein, wenn sie am südlichen Sternhimmel von Namibia oder Südafrika glitzernde Schneebälle, geheimnisvolle Nebel und ferne Galaxien inklusive einer Supernova bewundern konnten.

Reisen sollten allerdings auch schon vor dem eigentlichen Antritt der Reise zur ausreichenden Information genutzt werden. Wenn wir mit 13 Mitgliedern der VKS Ende Juli für drei Wochen nach Namibia starten, dann haben wir in verschiedenen Vortragsabenden von Frank Thielen schon viel Interessantes vom Land

und seinen astronomischen Besonderheiten gehört, werden noch die überaus vielfältige Tierwelt erleben und auch erfahren, welche wechselvolle geologische Entwicklung das Land in den vergangenen 1000 Millionen Jahren genommen hat.

Auch Reisen zu besonderen astronomischen Einrichtungen oder Denkmälern können für den einen oder anderen für uns interessant sein. Unser verstorbener Ehrenmitglied Hermann Steffens hat seine vielfältigen Reisen auch dazu genutzt, astronomische Großteleskope in aller Welt zu besuchen. Wer daran Interesse hat, sollte sich das Buch von Volker Witt besorgen :

"Astronomische Reiseziele für unterwegs. Sternwarten, Museen und Schauplätze der Astronomie" , ISBN 3-8274-1414-8.

Wenn ich im Mai in der Nähe von Almeria im Urlaub bin, werde ich auf die Sierra de los Filabres fahren und mir das Observatorium von Calar Alto mit seinem 3,5 m Teleskop ansehen.

Goethe hat zum Thema Reisen einst an seinen Dichterkollegen Schiller folgendes geschrieben:

Für Naturen wie die meine, die sich gerne festsetzen und Dinge festhalten, ist eine Reise unschätzbar, sie belebt, berichtigt, belehrt und bildet.

In diesem Sinne grüße ich Sie und Euch herzlich!

Clear Sky !

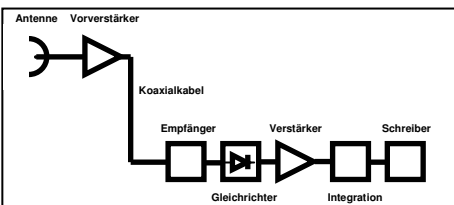
Ihr / Euer **W.Verbeek**

Wie funktioniert eigentlich Radioastronomie ? (2)

Karl-Wilhelm Horstmann

TECHNIK

Ein Radioteleskop (Radiometer) besteht aus Antenne, Vorverstärker, Empfänger, Detektor, Messverstärker, Integrator und Schreiber oder Computer. Das Rauschsignal wird von der Antenne zum Vorverstärker geleitet. Da auch der Empfänger ein Rauschen produziert, wie Antenne, Antennenkabel, Röhren, Transistoren, Widerstände – alles erzeugt ein Rauschen - muss das Eigenrauschen des Vorverstärkers so niedrig wie irgend möglich gehalten werden. Ein sehr geringes Eingangsrauschen haben parametrische Verstärker und „Maser“ (microwave amplifikation by stimuliert emission of radiation) = Kurzwellenverstärkung durch angelegte Emission von Strahlung.



Blockschaltung eines einfachen Radioteleskops

Die Radioastronomen kühlen ihre Verstärker mit flüssigem Helium auf wenige Kelvin herunter. Diese Kühlung ist nötig, da alle nachfolgenden Stufen das Eigenrauschen des Vorverstärkers mit verstärken.

Maser und parametrische Verstärkung sind sehr aufwendig und teuer; für den Amateur kommen sie daher nicht in Betracht.

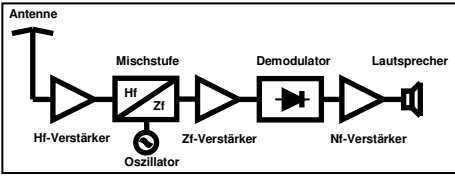
Parabolantennen haben eine gute Richtwirkung. Sie bestehen aus Blech oder Drahtnetz mit einer Maschenweite von $2/10$. Die Strahlung wird im Brennpunkt von der eigentlichen Antenne, einem Dipol, oder bei Mikrowellen von einem runden oder rechteckigen Metallhohlleiter, dem sogenannten Antennenhorn, aufgenommen und als hochfrequenter Wechselstrom zum Vorverstärker weitergeleitet.

Yagiantennen sind die üblichen Fernsehantennen. Sie sind für den Amateur leichter zu handhaben als Parabolantennen, da der Aufnahmewinkel, die sogenannte Antennenkeule, breiter ist und das Objekt länger beobachtbar bleibt, wenn nicht nachgeführt wird.

Außerdem werden noch Helical-Antennen, auch Wendelantennen genannt, benutzt. Sie bestehen aus schraubenförmig gewickeltem Aluminiumdraht oder -rohr.

Antennen müssen der jeweiligen Wellenlänge angepasst sein ($1/2 \lambda$). Das vorverstärkte Signal gelangt über Koaxialkabel zum Empfänger. Normales HF-Kabel ist nicht geeignet, da die Verluste zu hoch sind und von der geringen Eingangsspannung am Empfänger nichts mehr ankommt. Daher verwendet man dämpfungsarmes Kabel wie RG 213 oder noch besser ECOFLEX, damit die Kabelverluste klein bleiben.

Der Empfänger ist ein Superheterodyne – Empfänger (Überlagerungsempfänger).



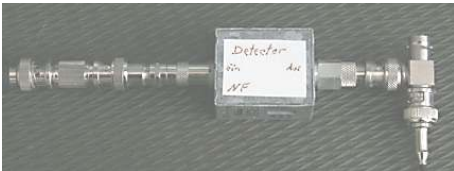
Blockschaltung eines Überlagerungsempfängers

Hier wird die vorverstärkte Frequenz „fe“ mit einer im Empfänger erzeugten Oszillatorfrequenz „fo“ gemischt, wodurch die Zwischenfrequenz „fz“ entsteht. „fz = fo - fe“. Diesen Vorgang nennt man auch „überlagern“.

Der Vorteil des Überlagerungsverfahrens besteht darin, dass man den „ZF“-Verstärker für eine feste Zwischenfrequenz anlegen und damit eine gute Trennschärfe und eine hohe Verstärkung erzielen kann. Also ist die „ZF“ niedriger, als die Empfangsfrequenz. Niedrige Frequenzen lassen sich leichter verstärken als hohe Frequenzen.

Die Zwischenfrequenz wird im ZF-Verstärker weiter verstärkt, im Demodulator in Niederfrequenz („NF“) umgesetzt und im NF-Verstärker weiter verstärkt, dann an den Lautsprecher weitergegeben.

In der Radioastronomie tritt an Stelle des Lautsprechers ein Detektor, der entweder an den „ZF“ oder „NF“-Ausgang angeschlossen wird.



Detektor
Eigenbau von K.W. Horstmann

Danach folgt der Messverstärker, der die vom Detektor gelieferte Gleichspannung weiter verstärkt. Wegen ihrer sehr geringen Stärke muss die Gleichspannung über eine längere Zeit aufsummiert werden. Dazu wird sie einem Integrator zugeführt. Der Integrator ist ein R-C-Glied und besteht aus einem Widerstand und einem Kondensator. Über den Widerstand wird der Kondensator eine längere Zeit durch die Gleichspannung aufgeladen. Über einen Schalter sind verschiedene Integrationszeiten schaltbar: 0,01 – 10 s. Danach wird die gleichgerichtete Rauschspannung von einem Schreiber als Kurve auf ein laufendes Papierband aufgezeichnet oder über einen A/D – Wandler vom Computer ausgewertet.



Schreiber
Eigenbau von K.W. Horstmann

Der Empfänger muss sehr konstant sein; die Verstärkung darf nicht driften, da die Verstärkungsschwankungen in das Messergebnis eingehen.



Empfänger bei K.W. Horstmann

Peter Wright beschreibt in SuW 9/1999 ein einfaches Radioteleskop, das aus Komponenten einer Satellitenanlage besteht. Damit kann man die thermische Radiostrahlung von Sonne und Mond nachweisen. 1946 konstruierte der Radioastronom Robert Dicke am Massachusetts Institute of Technology (MIT) den Schalteempfänger (= Dicke-Empfänger). Hier ist zwischen Antenne und Empfänger ein Schalter eingefügt, der den Empfänger mehrmals pro Sekunde mit der Antenne oder mit einem Widerstand fester Temperatur verbindet. Am Ausgang des Empfängers ist ein Synchron - Detektor geschaltet, der das pulsierende Signal von dem nicht pulsierenden Eigenrauschen des Empfängers trennt. Wegen der schnellen Schaltfolge braucht der Empfänger nicht so konstant zu sein, wie beim direkten Empfänger. Der Schalter kann ein Relais sein oder auch ein Transistor, eine Röhre oder Diode, die als Schalter arbeiten. Das Relais im Antenneneingang muss allerdings ein HF-Relais sein, im Synchron-Detektor genügt auch ein normales Relais.

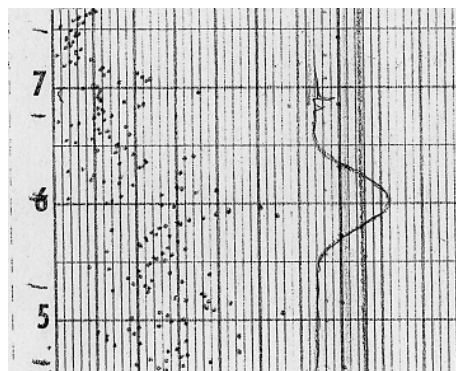
Die Objekte der Radioemission

Die Sonne

Der stärkste Radiostrahler wegen ihrer Nähe ist die Sonne. Die thermische Strahlung der ruhigen Sonne, ohne Flecken und Aktivitäten, ist am einfachsten bei etwa 10 - 11 GHz beobachtbar. Die Strahlung der aktiven Sonne - sie übertrifft die Strahlung der ruhigen Sonne um ein Vielfaches - ist bei etwa 300 MHz am stärksten.

Die Strahlungsausbrüche haben meist eine Dauer von etwa 10 min bis einige Stunden.

Bei einer Wellenlänge von ca. 1 m beobachtet man Rauschstürme, die aus einer Folge von sekundenlangen Strahlungsspitzen bestehen und Stunden bis etliche Tage andauern können. Wegen der hohen Temperatur von 2 Mio Kelvin strahlt auch die Korona.



Sonnendurchgang durch Parabolantenne
Aufgezeichnet von K.W. Horstmann

Die Planeten

Alle Planeten geben temperaturbedingt Radiostrahlung ab. Auch die Erde bei einer Temperatur von etwa 290 K (= 20 Grad C). Auch wir selbst, unsere Körper, geben Radiostrahlung ab, wie auch Bäume, Sträucher, Häuser und dergleichen; alles, was Temperatur hat, gibt Strahlung ab, wenn eine Antenne darauf gerichtet wird.

Jupiter

Der Planet Jupiter erzeugt neben der thermischen Strahlung auch Synchrotronstrahlung, da er ein starkes Magnetfeld besitzt. Das Maximum der Strahlungsintensität liegt bei etwa 20 MHz und variiert stark mit der Zeit. Bei der Entstehung von Strahlungsausbrüchen spielt die momentane Position des Jupitermondes Io eine entscheidende Rolle.

Der Mond

Der Mond emittiert thermische Strahlung vorwiegend im GHz – Bereich.

Die Milchstrasse

Die Strahlung der Milchstrasse ist ebenfalls Synchrotronstrahlung und in Richtung Schütze (Sagittarius), dem Zentrum der Galaxis, am stärksten. Das Zentrum wird darum auch „Sagittarius A“ genannt. In den Spiralarmen der Milchstrasse befinden sich Wolken aus neutralem Wasserstoff, die Linienstrahlung emittieren (21cm = 1420 MHz).

Pulsare

Die Pulsare wurden 1967 durch Zufall von einer Studentin namens Jocelyn Bell, Mitarbeiterin von Hewisch in Cambridge, entdeckt. Hewisch erhielt darum 1974 den Nobelpreis für Physik. Der Krebsnebel-Pulsar wurde 1969 entdeckt. Er ist der Überrest einer Supernova, die 1054 von chinesischen Astronomen beobachtet wurde.

Der Krebsnebel sendet gepulste Radiostrahlung aus, die durch einen 33 mal in der Sekunde rotierenden Neutronenstern erzeugt wird. Dieser Pulsar hat etwa 1,5 Sonnenmassen, aber nur einen Durchmesser von etwa 10 km. Er trägt die Bezeichnung PSR 0532+21. Die Pulse entstehen dadurch, dass Rotationsachse und magnetische Achse einen Winkel bilden. Liegt die Erde in Richtung der magnetischen Achse, so überstreicht bei jeder Umdrehung der Strahl die Erde, ähnlich wie bei einem Leuchtturm. Das Magnetfeld des Neutronensterns hat eine enorme Stärke von etwa 10^8 Tesla.

Nach Angaben in der Fachliteratur erzeugt der Neutronenstern „Giant“ Pulse, die etwa alle 5 Minuten die Erde mit einer Intensität von 2.000 Jy erreichen. Die Pulse sind stark genug, um sich als Interferenz in einem Fernsehgerät zu zeigen.

Starke Radiostrahler:

Cassiopeia A; Cygnus A, Taurus A, Virgo A sowie die Quasare, die jedoch sehr weit entfernt sind (außerhalb unserer Galaxis).

Unglaublich aber wahr - Kometen, eine Herausforderung für Amateurastronomen

Paul Eich

Erinnert Ihr Euch noch an den Winter 1996/97?

Unter den Amateurastronomen brach ein regelrechtes Kometenfieber aus. Verursacher war der helle Komet „Hale-Bopp“, der mit bloßem Auge als prächtiger „Schweifstern“ am Nachthimmel zu sehen war.

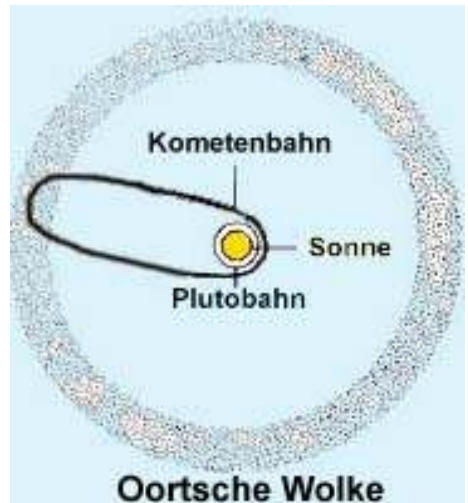


Hale-Bopp

Entdecker waren bereits am 22.07.1995 die Amateurastronomen Alan Hale und Thomas Bopp aus dem Südwesten der USA. Die meisten Kometen werden durch Amateurastronomen entdeckt. Das hat bereits Tradition, denn Caroline Herschel, die jüngere Schwester von Wilhelm Herschel begann 1780 mit einem 150 mm-Spiegel nach Kometen zu suchen. Am 1. August 1786 wurden ihre Bemühungen belohnt: sie entdeckte ihren ersten Kometen. Und der zweite im Jahre 1788 entdeckte erwies sich als periodischer Komet, der alle 150 Jahre wiederkehrt. Sie entdeckte bis zum Jahre 1797 insgesamt 8 Kometen.

Was sind eigentlich Kometen?

In weiter Distanz zur Sonne handelt es sich um sehr kalte, einige Kilometer große Objekte, die jeweils einem „schmutzigen Schneeball“ oder einem „eisigen Schlammklumpen“ ähneln. Nach dem holländischen Astronomen Jan Oort ist eine aus zahllosen Kometen bestehende Wolke außerhalb der Planetenbahnen benannt, die sich kugelförmig um das gesamte Planetensystem herum gebildet hat.

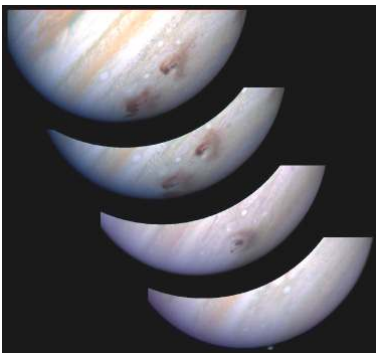


© www.haberer-meteorite.de

Solange sich die Kometenkerne dort aufhalten, sind sie für uns unsichtbar. Erst wenn sie dazu veranlasst werden, ihre Umlaufbahn in das Innere des Sonnensystems zu verlagern, haben wir eine Chance, das Objekt zu entdecken. Ob vorbeiziehende Sterne oder gegenseitige gravitative Einflüsse für die Bahnänderung ursächlich sind, ist noch nicht restlos geklärt, aber so kommen einzelne dieser Objekte aus der Wolke in den inneren Teil des Sonnensystems.

Sobald sie sich der Sonne nähern, beginnen die zu Eis gefrorenen Gase und Wasserbestandteile aufzutauen und jeweils einen von der Sonne abgewandten Schweif zu bilden. Das wird durch den Sonnenwind verursacht. Genau betrachtet handelt es sich um einen geteilten Schweif. Die aufgetauten Gase bilden einen bläulichen und die mitgerissenen Staubpartikel einen gelblichen Schweif, der viele Millionen Kilometer lang sein kann. Manche Kometen zeigen auch explosionsartige Ausbrüche mit einer Jet-Bildung am Kern. Bei jedem Besuch eines Kometen in der Nähe der Sonne, verliert er einen Teil seiner flüchtigen Bestandteile. Aus diesem Grund sind Kometen – auch wenn sie bis zu 500 Sonnenumläufe bestehen – für kosmische Maßstäbe kurzlebige Objekte.

Die Bahn eines Kometen durch das Sonnensystem kann durch die zufällige Nähe eines Planeten verändert werden. Jupiter wirkt schon durch seine enorme Masse „anziehend“ auf solche Objekte, die dann entweder zu kurzperiodischen Kometen werden, wie der berühmte Komet Halley, der eine Periode von 76 Jahren hat. Oder sie werden von Jupiter „verschlungen“, wie das im Juli 1994 mit dem Kometen Shoemaker-Levy 9 passierte.



Er wurde in über 20 Stücke zerrissen, die dann in spektakulärer Weise auf Jupiter stürzten. Jeder eingestürzte Brocken setzte mehr Energie frei als eine Atombombe und seine Wirkung auf die obersten Wolkenschichten war noch Tage nach dem Einschlag zu beobachten.

Um Kometen zu finden, bedarf es einer Menge Zeit, Erfahrung und Geduld und natürlich einer Riesenportion Glück. Erste Voraussetzung ist eine mondlose, sternklare Nacht außerhalb lichtverschmutzter Ortschaften. Dann sollte es ein Teleskop mit einem weiten Sichtwinkel sein. Damit werden allerdings auch verwaschene Lichtflecken sichtbar, die sich als ferne Galaxien, Nebel oder Sternhaufen erweisen. Mitunter sind es aber auch Kometen. Deshalb ist ein guter Sternatlas erforderlich, wo man das verdächtige Objekt entweder verzeichnet findet, dann ist es kein Komet, oder man findet dort keinen Eintrag, dann ist es ein Grund zu Jubel: ein Komet! Um aber ganz sicher zu gehen, empfiehlt sich die Beobachtung am nächsten Tag. Hat sich die Position des entdeckten „Flecks“ verändert, kann das als Bestätigung für die Kometenentdeckung gewertet werden. Ist man sich ganz sicher, dass es sich um einen Kometen handeln muss, dann schnell ans Telefon oder den PC und das „Central Bureau for Astronomical Telegrams“ (CBAT) informieren = International Astronomical Union (Mailstop 18), Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, Massachusetts, 02138 USA. Dazu muss man die genaue Position (die Koordinaten) des Objektes angeben können.

Wenn sich der Verdacht bestätigt und Sie der Erste waren, der das Objekt gemeldet hat, bekommt es sehr wahrscheinlich Ihren Namen. So geschah es 1979 dem japanischen Kometenjäger Kohoutek.



Komet Kohoutek

Der Amateurastronom William Bradfield hat inzwischen 16 Kometen entdeckt und er sucht noch immer weiter. Er arbeitet nach der hier angegebenen Methode mit dem Teleskop.



Komet Bradfield

© www.meta-evolutions.de

Andere Kometenjäger benutzen die Astrofotografie, wie etwa Carolyn Spellmann-Shoemaker, die seit 1981 Kometen „jagt“ und bis 1993 insgesamt 30 (in Worten: dreißig) Kometen entdeckt hat. Nie zuvor wurden so viele Kometen nach einer einzigen Person benannt!

Es wäre doch wirklich toll, wenn einer der nächsten Kometen mit einem Namen aus unserer VKS-Mitgliederliste bezeichnet würde, oder?

Die Beobachtung von neuen, aber auch von periodischen Kometen macht großen Spaß. Auch für bereits geübte Sternenbeobachter ist es immer wieder eine Herausforderung, im Gegensatz zu den fest am Himmel stehenden Sternen die bewegten Objekte aufzuspüren.

In den astronomischen Fachzeitschriften, die bekanntlich in unserer Sternwarte ausliegen, sind die genauen Positionen heller Kometen aufgeführt. Auch das Internet gibt Auskunft über Kometen.

Geschichte der Astronomie (2) – Von Babylon zu den Griechen

Stephan Küppers

Babylonische Astronomie

Die babylonische Astronomie beginnt etwa im 3000 v.Chr. und erreicht ihren Höhepunkt ca. 600-500 v.Chr. Eine der herausragenden Leistungen der babylonischen Astronomen war die genaue Bestimmung der Zeit zwischen zwei gleichen Mondphasen (synodischer Monat) mit

- 29,530641 d
NABURI' ANNU (3.Jh. v.Chr.)
- 29,530594 d
KIDINNU (um 380 v.Chr.)

Der moderne Wert ist 29,530589 d.

Ferner benutzten die Babylonier einen Kalender, der sich am Mondlauf orientiert (12*30 Tage) mit einem Schaltmonat bei Bedarf. Die Einteilung eines Tages (Beginn bei Sonnenaufgang) in 24 gleichlange Stunden erfolgte etwa ab 1700 v.Chr.

Eine weitere Leistung war das Erkennen der Sarosperiode. Hierbei handelt es sich um den Zeitraum zwischen zwei gleichartigen Mond- und Sonnenfinsternissen, der ca. 223 synodische Monate umfasst.

Nicht zuletzt verdanken wir den Babyloniern viele unserer Sternbilder, insbesondere die Tierkreiszeichen.

Astronomie anderer Kulturen

Hier sind vor allem die Erkenntnisse der Chinesen und der indianischen Hochkulturen interessant.

Von den alchinesischen Astronomen weiß man, dass sie Rechenvorschriften zur Vorhersage von Finsternissen besaßen und dass sie 1054 n.Chr. eine Supernova, deren Reste wir

heute als Krebsnebel (M1) kennen, beobachtet haben.



Außerdem sind chinesische Sternkarten zur Seenavigation überliefert.

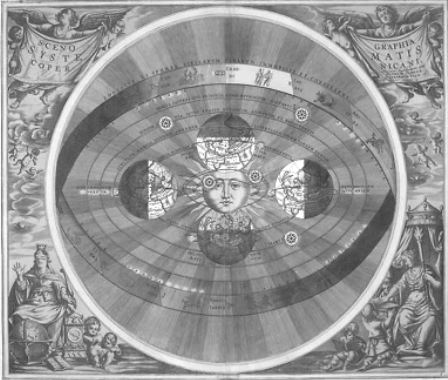
Von den Mayas ist bekannt, dass sie bereits im Jahre 3229 v.Chr. ein totale Mondfinsternis beobachteten, die synodischen Umlaufzeiten der Planeten recht genau kannten sowie zwei Kalendersysteme besaßen. Der religiöse Kalender hatte 13 Monate mit 28 Tagen sowie einem Feiertag zwischen den Jahren, der bürgerlichen Kalender hatte 18 Monate mit 20 Tagen sowie einen Monat mit 5 (Unglücks)Tagen. Der bürgerliche Kalender wurde auch bei den Azteken benutzt.

Griechische Astronomie

Erste Hinweise auf Astronomie lassen sich in den Schriften Homers und Hesiods finden (ca. 800-700 v.Chr.). Homer beschreibt in der Odyssee wie man sich in der Navigation an den Sternen orientieren kann und bezieht sich dabei auf den Großen Bären, den Orion und die Pleiaden. Hesiod hat quasi den ersten „Bauernkalender“ erstellt, in dem er beschrieb, welche Sternbilder zu verschiedenen Jahreszeiten vor dem Morgengrauen aufgehen, um auf die richtigen Zeitpunkte zum Pflügen, Säen und Ernten hinzuweisen.

Weitere bedeutende Erkenntnisse verdanken wir folgenden Personen:

Aristarchos von Samos (ca. 250 v.Chr.) entwickelte ein heliozentrisches Weltmodell mit der Sonne im Mittelpunkt des Alls.



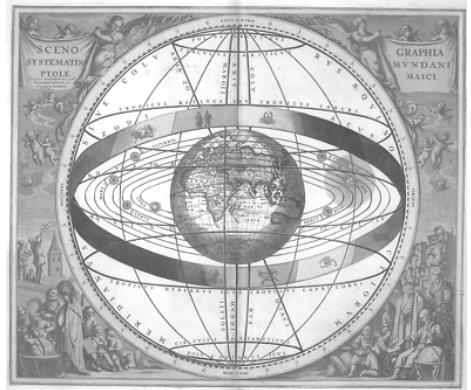
Heliozentrisches Weltbild
Aus: Andreas Cellarius, Harmonia Macro-cosmica, 1708

Eratosthenes (276-195 v.Chr.) ermittelte durch Bestimmung der Mittagshöhe die Breitendifferenz zwischen Alexandria und Syene in Ägypten ($7,5^\circ$). Da er die Entfernung der Orte kannte, berechnete er zum ersten Mal den Gesamtumfang der Erde mit 39.690 km. (Der tatsächliche Erdumfang beträgt im Mittel 40030 km.)

Hipparchos (190-125 v.Chr.) war der bedeutendste beobachtende Astronom der Antike. Er hat mit seinem 850 Fixsterne umfassenden Katalog ein Sternverzeichnis geschaffen, das die Grundlage aller späteren Verzeichnisse bis Copernicus geblieben war. Ihm wird auch die Erfindung des Astrolabiums zugeschrieben. Ferner entdeckte er durch Auswertung überlieferter und eigener Beobachtungen der Äquinoktien die

Präzession der Erdachse. Er berechnete sie zu etwa 1° pro Jahrhundert. Der heutige Wert beträgt etwa 1° pro 72 Jahre.

Claudius Ptolemaeus (100-160 n.Chr.) verwarf in seinem Werk „Almagest“ das heliozentrische Weltbild von Aristarchos und ersetzte es durch ein Geozentrisches, das später nach ihm „Ptolemäisches Weltbild“ genannt wurde.



Geozentrisches Weltbild
Aus: Andreas Cellarius, Harmonia Macro-cosmica, 1708

Es setzte die Erde fest in den Mittelpunkt des Weltalls. Alle anderen Himmelskörper bewegen sich auf „vollkommenen“ Kreisbahnen um die Erde. Da diese Bewegung jedoch den astronomischen Beobachtungen widersprach, ließ er in seinem Modell alle Himmelskörper auf ihren Bahnen weitere Kreise um diese Bahn ziehen (Epizykel) und teilweise auch wieder Bahnen um diese Bahnen. Durch den Einsatz von etwa 80 solcher Bahnen konnte Ptolemäus die Beobachtungen in Einklang mit seinem Modell bringen.

Quellen:
www.wikipedia.de
Homepage von Martin Netopil

Neues aus der astronomischen Forschung (10)

Wolfgang Verbeek

1. Phosphor aus dem All ?

Seit Jahren rätseln Forscher, wie sich vor ca. 4 Mrd. Jahren auf der Phosphor-armen Erde Leben entwickeln konnte, denn Phosphor ist ein Grundbaustein der DNS (Desoxyribonukleinsäure). Nun fanden Wissenschaftler in Meteoriten mittels der Kernresonanz-Spektroskopie verschiedene Phosphor-Verbindungen, wobei eine davon dem Adenosintriphosphat, dem Energielieferant der Zellen, ähnelt. (Ah.11/04,S.8)

2. Fünf neue Neptunmonde.

Fünf neue zwischen 31 und 54 km große Neptunmonde wurden von US-Astronomen entdeckt. Auf Grund ihrer weiten, elliptischen und stark geneigten Bahnen gehören sie zu den sogenannten irregulären Monden und wurden vermutlich vom Mond Triton eingefangen. Damit sind derzeit 13 Neptunmonde bekannt. (Ah.11/04,S.12)

3. Mysteriöses SETI-Signal.

Vom Radioteleskop in Arecibo wurde im Zusammenhang mit dem SETI-Home-Projekt ein bislang unbekanntes Signal aus dem All empfangen. Es stammt aus der Region der Sternbilder Fische und Widder, in der bislang keine extrasolaren Planeten entdeckt wurden. (Ah.11/04,S.13)

4. Riesenteleskop in der Antarktis? Australische Astronomen haben in der Antarktis auf einem hoch gelegenen Plateau mit Hilfe eines kürzlich errichteten Observatoriums die Beobachtungsbedingungen getestet.

Die Ergebnisse sind verwegen: Ein dort errichtetes Teleskop mit einem Spiegeldurchmesser von 16 Metern würde das Auflösungsvermögen des HST weit übertreffen. (SO.11/04,S.6)

5. Meteorit aus dem Mare Imbrium. Im Sultanat Oman wurde 2002 ein Meteorit gefunden, der nach chemischer Analyse eine Einschlagsbrekzie aus dem Mondmare Imbrium darstellt. Seine Hauptmasse von 206 Gramm wurde vor 3909 Mio. Jahren bei der Entstehung des Mare Imbrium gebildet und nach mehreren Ereignissen wurde der Meteorit durch einen Einschlag vor 340.000 Jahren ins All geschleudert und landete vor ca. 9700 Jahren auf der Erde. (SuW.12/04,S.12)

6. Sternenwiege im Centaurus. Im Sternbild Centaurus wurde in einer Entfernung von 13.700 Lichtjahren ein Sternentstehungsgebiet mit ca. 300 neugebildeten, zum Teil sehr massereichen Sternen entdeckt. Die Sterne sind nach spektroskopischen Daten von Akkretionsscheiben umgeben und stellen damit Planetenentstehungsgebiete dar. (SuW.12/04,S.14)

7. Kometensonde DEEP-IMPACT. Die im Januar 2005 gestartete Kometensonde soll im Juli den Kometen Tempel 1 erreichen und ein 372 kg schweres Kupfer-Projektil mit 10,3 km/s auf die Kometenoberfläche abschießen. Der dabei gebildete Krater von bis zu 50 Metern Durchmesser soll von der Sonde spektroskopisch untersucht werden. Der Einschlag soll auch mittels Teleskopen von der Erde aus beobachtet werden. (SuW.12/04,S.14)

8. Zwei neue Saturnmonde.

Mit Hilfe der Raumsonde CASSINI wurden zwei neue Saturnmonde entdeckt, die zwischen den Bahnen der Monde Mimas und Enceladus kreisen. Damit erhöht sich die Zahl der bekannten Saturnmonde auf 33. (SuW.12/04,S.15)

9. SWIFT im All.

Die Hauptaufgabe von SWIFT ist die Überwachung des gesamten Himmels auf Gammastrahlenausbrüche. Dazu sind die drei Instrumente BAT (Burst Alert Telescope), XRT (X-Ray Telescope) und UVOT (Ultraviolet/Optical Telescope) an Bord. Es werden ca. zwei Gammastrahlenausbrüche pro Woche erwartet, deren Position innerhalb von 20 Sekunden an erdgebundene Teleskope übermittelt werden kann. (SuW.1/05,S.10)

10. Kristalline Silikate in protoplanetaren Scheiben.

In der protoplanetaren Scheibe eines 160 Lichtjahre entfernten, jungen sonnenähnlichen Sterns wurden mit Hilfe eines speziellen Spektrometers des SUBARU-Teleskops die kristallinen Silikate Quarz (SiO_2), Enstatit ($\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$) und Forsterit (Mg_2SiO_4) eindeutig identifiziert. (SuW.1/05,S.13)

11. Kippt die Erdachse ?

Bohrproben vom Meeresgrund geben Auskunft, dass das Klima im Verlauf der letzten 30 Mio. Jahre einem häufigen Wechsel zwischen Warm- und Kaltzeiten unterworfen war.

Modellrechnungen haben ergeben, dass die Erdachse auf Grund einer Resonanzerscheinung einen kritischen Punkt erreicht und innerhalb der kommenden 10 Mio. Jahre um 0,4 Grad kippen wird, was mit globalen Klimaänderungen verbunden sein dürfte. (Ah.1-2/05,S.8)

12. Ein zweites Schwarze Loch.

Im Zentrum unserer Milchstraße wurde durch die Beobachtung von sieben massereichen, gleichmäßig bewegten Sternen von französischen Astronomen auf ein ca. 1300 Sonnenmassen schweres Schwarze Loch geschlossen. Ein derartiges Schwarze Loch würde zu einer neuen, bislang unbekanntem „Mittelgewichtsklasse“ gehören. (Ah.1-2/05,S.9)

13. Spuren einer Supernova.

Am Grund des Pazifiks vor Hawaii sind Forscher der TU München auf Zeugnisse einer Supernova gestoßen. Im Sediment wurden Spuren des Eisenisotops $\text{Fe} 60$ gefunden, das nur durch die Explosion eines massereichen Sterns in ca. 100 Lichtjahren Entfernung und vor ca. 2,8 Mio. Jahren erklärt werden kann. Die Supernova mag damit Auswirkungen auf die Entwicklung des Menschen gehabt haben. (Ah.1-2/05,S.10)

14. Das Ende von Phobos.

Genau Bahnanalysen des Marsmondes Phobos haben ergeben, dass sich dieser möglicherweise in einer beschleunigten Umlaufbewegung befindet. In 50 Mio. Jahren könnte sich der Mond dem Mars soweit genähert haben, dass er durch die Gravitationskräfte des Mars auseinandergerissen wird und auf die Marsoberfläche stürzt. (SO.1/05,S.6)

15. Tsunami durch Asteroideneinschlag. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,3 % stürzt am 16. März 2880 ein ca. 1 km großer Asteroid auf die Erde. Nach einer Computersimulation bei Einschlag in den Nordatlantik ergeben sich Wellenhöhen von 20-100 Metern, die zu einer vollständigen Zerstörung der Städte in Ufernähe führen würden.
(SuW.2/05,S.14)

16. Ungewöhnlicher Stickstoff in Kometen. Präzise spektroskopische Untersuchungen des Kometen LINEAR C/2000WM1 weisen auf ein ungewöhnliches Isotopenverhältnis hin. Während im Stickstoff der Erde auf 272 N 14-Atome ein N 15-Atom kommt, beträgt das Verhältnis beim untersuchten Kometen 140 : 1.
(SuW.2/05,S.15)

17. SMART-1 erreicht den Mond. Die europäische Mondsonde SMART-1 ist Mitte 11/04 in eine Umlaufbahn um den Mond eingeschwenkt. Erstmals in der Geschichte der Raumfahrt wurde ein Ionenantrieb verwendet. Auf Grund unerwartet hoher Antriebsleistung erreichte die Sonde den Mond fünf Monate früher als geplant. Mittels zweier wissenschaftlicher Geräte, einem IR-Spektrometer und einem Röntgenstrahl-Spektrometer soll die Mondoberfläche genau kartographiert und chemisch-mineralogisch untersucht werden. (SuW.2/05,S.19)

SuW. : Sterne und Weltraum
Ah. : Astronomie heute
SO. : Star Observer

Gravitation im PC

Frank P. Thielen

Kann mein eigener Computer den Zusammenhalt des Universums simulieren?

Gravitation – salopp „Schwerkraft“ – ist eine der wichtigsten Kräfte im Universum, im großen Maßstab ganz sicher die entscheidende überhaupt. Und doch ist sie in ihrer Grundlage eine recht einfache Sache, so dass man ihre Wirkungen selbst am eigenen Rechner nachvollziehen kann.

Die Formel für die Gravitationskraft zwischen zwei Körpern ist:

$$F = G * m_1 * m_2 / r^2$$

m_1 und m_2 sind dabei die Massen der beiden Körper (in kg), r der Abstand zwischen ihren Zentren in m und G die „Gravitationskonstante“, eine von Physikern ausgemessene Zahl (die eigentlich nur von „ Q “ schon mal verändert wird, um gewisse Effekte zu erzielen).

Wenn wir Sonne und Erde nehmen, dann besorgt man sich die Massen der beiden aus einem Buch, ebenso den Wert von G . Den mittleren Abstand kennen die meisten auswendig, und daraus kann der Taschenrechner die Kraft ausrechnen. Diese Kraft nützt aber noch nicht viel, wichtiger für die Bewegung ist die „Beschleunigung“, mit der man den Einfluß auf die Bewegung berechnen kann. Nach der recht bekannten Formel „ $F = m * a$ “ (Kraft [Force] ist Masse mal Beschleunigung [Acceleration]) bringt uns daraus

$$a = F / m$$

weiter, denn nun können wir den

Einfluß der Sonnengravitation auf die Erde in Form von Beschleunigung berechnen, wenn wir für m die Masse der Erde einsetzen.

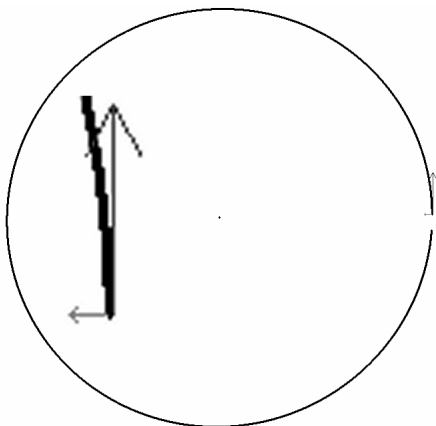
Daraus kann man auch gleich sehen, welchen unterschiedlichen Effekt die Gravitationskraft auf die beiden Körper hat. Die Kraft, die durch die Anziehung die Sonne auf die Erde ausübt, ist dieselbe wie die der Erde auf die Sonne (so paradox das klingt), aber wenn wir die Beschleunigung berechnen, dann wird bei der Erde diese Kraft durch ihre Masse dividiert, bei der Kraft auf die Sonne aber eben durch die Sonnenmasse. Diese ist aber über 300000 mal so groß, so dass sich die Sonne kaum merklich bewegt, wenn die Erde an ihr zieht.

Wenn man einen Taschenrechner benutzt, um diese Gravitationsbeschleunigung der Sonne auf die Erde zu berechnen, dann bekommt man nur ca. 0.0059 m/s^2 heraus, was ca. ein 1650stel der sogenannten „Erdbeschleunigung“ ist, die uns am Boden hält. Und doch reicht diese „Sonnen-Beschleunigung“ aus, um die Erde seit Jahrmilliarden auf ihrer Bahn zu halten!

Stellen wir uns nun die Sonne in der Mitte eines Bildschirmfensters vor und die Erde waagrecht daneben weiter rechts. Wenn wir die Beschleunigung ausrechnen, müssen wir noch ihre Richtung berücksichtigen. Steht die Erde rechts, ist klar, dass die Sonne sie nach links zieht. Steht sie im gleichen Abstand oberhalb der Sonne, dann wird sie nach unten gezogen. Es bleibt (bei einer exakten Kreisbahn, also bei gleichem Abstand der beiden) der Betrag – also die absolute Größe – gleich, aber die Richtung ändert sich laufend.

Für solche Berechnungen muss also Vektorrechnung benutzt werden, und zwar am einfachsten in einem „kartesischen“ Koordinatensystem, wo man die drei Hauptrichtungen im dreidimensionalen Raum mit x, y und z bezeichnet. Darauf will ich nun nicht näher eingehen; man muß nur bei allen Rechnungen die drei Komponenten der Vektoren für Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung einzeln in x, y und z betrachten.

Für die grafische Darstellung ist es praktisch, daß man Vektoren als Pfeile oder Striche zeichnen kann. Ihre Richtung ist dann sofort sichtbar, und die Länge ein Maß für den Betrag (die absolute Stärke). Das Bild zeigt die Erde beim Umlauf um sie Sonne, ihren aktuellen Bewegungsvektor (die bekannten knapp 30 km/s) genau nach oben und den Beschleunigungsvektor durch die Sonnenanziehung genau nach links (der Ausschnitt mit den Vektoren ist vergrößert).



Wenn eine Beschleunigung an einem Körper zieht – auch die des Motors in einem fahrenden Auto – dann ändert der Körper seine Geschwindigkeit und seinen Ort. Die Formel für die Änderung der Geschwindigkeit ist mit

$$\mathbf{v} = \mathbf{a} * \Delta t$$

(„v“ für „Velocity“) recht einfach, die Änderung des Ortes oder der zurückgelegten Strecke wird durch

$$\mathbf{s} = \mathbf{v} * \Delta t + \frac{1}{2} * \mathbf{a} * \Delta t^2$$

beschrieben. Wenn man eine solche Simulation mit einem Rechner durchführt, teilt man die Zeit in kleine Stückchen, sogenannte „Delta t“s. Das kann z.B. ein Tag sein, was bei der Erdumlaufbahn schon recht groß ist. Bei der **Veränderung** von Ort und Geschwindigkeit muß man berücksichtigen, daß der alte Zustand erhalten bleibt und die Änderung einfach dazu addiert wird!

Wir vergleichen nun die Situation am Beginn der Simulation und die nach einem Zeitschritt, also nach Δt : Der Geschwindigkeitsvektor zeigt am Ende des Schrittes nicht mehr genau nach oben, sondern ein bißchen nach links. Warum? Weil sich nach $\mathbf{v} = \mathbf{a} * \Delta t$ eine neue, zusätzliche Geschwindigkeit in Richtung der Sonne ergeben hat, die zu der alten (senkrecht nach oben) addiert wird. Bei Vektoren ist das simpel, indem man sie als Pfeil einfach hintereinander stellt.

Der Ort (die Position) hat sich ebenso geändert, wobei man die „Nachoben-Bewegung“ durch die alte Geschwindigkeit beachten muss ($\mathbf{s} = \mathbf{v} * \Delta t$), auf die man die neue von $\mathbf{s} = \frac{1}{2} * \mathbf{a} * \Delta t^2$ addieren muss. Das sieht bei den Vektoren im Prinzip genauso aus wie bei der Geschwindigkeit.

Nach dem ersten Zeitschritt kommt der nächste dran, und wenn man deren viele macht, sieht man, dass der ursprünglich genau nach oben gerichtete Geschwindigkeitsvektor nach einem viertel Umlauf genau nach links gerichtet ist. Die Erde hat einen Viertelkreis um die Sonne ausgeführt.

Dies klappt so schön natürlich nur, wenn die Anfangsgeschwindigkeit korrekt ist, also knapp 30 km/s. Ist sie kleiner, fällt die Erde zuerst mehr in Richtung Sonne und beschreibt eine Ellipse, deren sonnenfernster Punkt unsere Ausgangsposition ist. Hätte sie überhaupt keine Geschwindigkeit, dann würde sie in die Sonne fallen – aber wirklich nur dann! Ist ihre Geschwindigkeit größer als die Kreisbahngeschwindigkeit (aber kleiner als die Fluchtgeschwindigkeit), dann beschreibt sie eine Ellipse mit dem Perihel am Ausgangspunkt.

Warum nun so kompliziert? Die Keplerschen Gesetze mit den Ellipsen sagen doch, wie sich ein Körper um die Sonne bewegt. Das sind doch immer Ellipsen, und die muss man nicht in kleinen Zeitschritten berechnen! Stimmt, aber nur für zwei Körper. Schon ab drei Körpern gibt es keine allgemeingültigen geschlossenen Formeln für die Bewegung, und eine Iteration (schrittweise Berechnung) ist nötig. Und wenn man z.B. die Stabilität eines Kugelsternhaufens mit einer Million Sternen über 10 Milliarden Jahre überprüfen will, kommt man um leistungsfähige Rechner nicht herum.

Allgemein muss man in einem System mit n Körpern **auf jeden Körper die Gravitationskraft aller anderen Körper** berücksichtigen. Wenn sich Sterne in einem Kugelsternhaufen oder unserer Galaxis bewegen, dann laufen sie – von weit genug weg betrachtet – um den Schwerpunkt des Systems. Wenn ein Stern einen Haufen umläuft und schon ein ganzes Stück von allen anderen Sternen entfernt ist, kann er das Zentrum des Haufens (vorausgesetzt er ist symmetrisch, d.h. der Schwerpunkt ist wirklich im Zent-

rum) quasi als „dicken Stern“ betrachten, den er umläuft – auch wenn da gar kein „dicker Stern“ ist! Die Summe aller einzelnen Gravitationsvektoren addiert sich zu einem vom Schwerpunkt ausgehenden. Ähnlich ist es mit der Erde: Die ISS wird von allen Atomen der Erde zusammen auf ihrer Bahn gehalten, aber glücklicherweise braucht man nicht die Gravitation jedes einzelnen Atoms zu berechnen, sondern die der gesamten Erdmasse in ihrem Zentrum. Allerdings stimmt das nur für einen homogenen, d.h. materialmäßig gleichförmigen Körper. Wäre z.B. eine gesamte Halbkugel der Erde aus Eisen, aber die andere aus leichtem Quarz, dann würde das gar nicht mehr stimmen und unsere Satelliten hätten merkwürdige Bahnen.

Für einen Simulationsschritt eines komplexen Systems müssen bei 1000 Sternen auf den ersten also die Einflüsse aller anderen 999 berechnet werden, dann für den zweiten die der anderen 999 usw. Das sind bei jedem Schritt fast eine Million von Vektoren, Entfernungen usw. Da kann man sich vorstellen, daß auch heutige Rechner mit einigen GHz Prozessortakt daran zu knabbern haben. Trotzdem kann ein normaler, einigermaßen moderner PC bei 1000 Sternen über 10 Schritte pro Sekunde berechnen, so daß man der Simulation zusehen kann. Bei so vielen Sternen gibt das ein nettes Gewusel, und man sieht, wie dynamisch der Weltraum ist, wenn man andere Zeiträume betrachtet als ein so kurzes Menschenleben.

Ein kleines Windows-Programm, das diese Simulationen durchführt, ist beim Autor erhältlich. Siehe auch:
<http://www.geist-oder-materie.net/Astronomie/Himmelsmechanik/Dreikörperproblem/dreikörperproblem.html>

Termine, Veranstaltungen u. Vortragsreihen der VKS

Stand: 8. März 2005

Kurzfristige Termine und Änderungen entnehmt bitte unserer Homepage
(<http://www.vks-krefeld.de>)

Beginn der Vorträge in der Sternwarte jeweils 20:30 Uhr

(Wer einen Vortrag halten möchte, bitte bei Rainer Gorissen melden!)

APRIL

Fr, 08.04. 20:30 Uhr **Rainer Gorissen:** Grundlagen der Astronomie

Fr, 15.04. 20:30 Uhr **Frank Thielen:** Der größte Nebel im Universum – der Tarantelnebel und andere leuchtende Wolken am Himmel

Fr, 22.04. 20:30 Uhr **Elmar Rixen:** Die Tierwelt Namibias

MAI

Do-So, 05.-08.05. **ITV Internationales Teleskoptreffen Vogelsberg**
Wer dort hinfährt, bitte bei Frank Thielen oder in der Sternwarte melden

Sa, 21.05. 10:00 Uhr **21. ATT Essen**
Deutschlands größte Astronomiebörse,
Gesamtschule Bockmühle

JUNI

Fr, 03.06. 20:30 Uhr **Dr. Wolfgang Verbeek:** Die Geologie Namibias

JULI

Do, 28.07.- Fr, 19.08. VKS-Fahrt nach Namibia (Neumond am 05.08.)
Erste Infos im Sternenbote 4/2003 (E. Rixen, Seite 2)
Organisation: F. Thielen, E. Rixen, W. Verbeek
Nächstes Vorbereitungstreffen am 16. April!

SEPTEMBER

Fr, 30.09.- Mo, 03.10. VKS-Fahrt in die Eifel nach Dasburg
Neumond am 03.10., Sonnenfinsternis siehe unten !
Datum steht fest, Quartier ist gebucht.

OKTOBER

Mo, 03.10. Ringförmige Sonnenfinsternis, bei uns partiell im Südosten sichtbar - Dies ist 2005 die einzige in Mitteleuropa sichtbare Finsternis!
Alle Angaben in MESZ für Krefeld:
Sonnenaufgang 7:38 h,
Beginn 9:54 h (Höhe 19° über Horizont),
Maximale Phase 11:07 h (50 %, Höhe 27°),
Ende 12:24 h (Höhe 33°)
Gemeinsame VKS-Beobachtung geplant (in der Eifel und in Krefeld), näheres folgt!