



ASTRONOMISCHER ARBEITSKREIS KASSEL E.V.

32. Jahrgang

Nummer 96

September 2004

Die Venus vor der Sonne



Jupiterbeobachtungen • Sonnenbeobachtung
„Kamiokanne“ • Workshop „evolutionäre Systeme“

Das Blaue vom Himmel

Kabarett am Freitag, 17. September 2004, 18.00 Uhr, Aula der ASS

Im Jahre 2004 gibt es ein Jubiläum beim AAK: Die Sternwarte in Calden wird 30 Jahre alt. Grund genug also für eine Veranstaltung der besonderen Art. In Zusammenarbeit mit dem Verein deutsche Sprache, Regionalgruppe Kassel, wurde der Kabarettist **Ingo Borchers** aus Bielefeld engagiert. Am Freitag, **17. September**, 18.00 Uhr, tritt er in der Aula der Albert-Schweitzer-Schule auf. Ingo Borchers stellt ein ganz besonderes Programm zusammen aus seinen erfolgreichen Auftritten **“Das Blaue vom Himmel”** und **“Newspeak”**.

Aus der Pressevorstellung von **“Das Blaue vom Himmel”**

Ordnung ist Schein und Realität ist, was man daraus macht. Wenn sogar Supermärkte betonen müssen, dass sie „real“ sind, wenn nicht mehr das Erreichte zählt, sondern das Erzählte reicht – dann ist es Zeit für „Das Blaue vom Himmel“. In seinem dritten Programm unternimmt der Bielefelder Kabarettist eine satirische Reise durch Raum und Zeit, durch unendliche Weiten und maßlose Beschränktheit. Gibt es einen Zusammenhang zwischen schwarzen Löchern und leeren Kassen? Muß ich Einstein verstehen, um die Abseitsfalle erklären zu können? Und wie kommunizieren Politiker in Paralleluniversen? Getreu dem Motto **“Lieber mit Borchers irren, als alleine Recht behalten”** ist am Ende auch dem Letzten im Publikum klar: Eine große Wahrheit ist eine Wahrheit, deren Gegenteil immer noch eine Wahrheit ist.



Noch mehr Zitate

...und immer wieder diese apokalyptischen Kritiker, die sich beschweren, daß Wissenschaftler Gott spielen. Meine Güte, wenn nicht Wissenschaftler Gott spielen, wer dann? Welchen Ort du auch suchst, er wird noch da sein, wenn du ankommst. Wie lang eine Minute ist, kommt nur darauf an, auf welcher Seite der Toilettentür du bist.

Und hier die Daten

Freitag, 17. September 2004, 18 bis 20 Uhr, Aula der Albert-Schweitzer-Schule
Eintrittspreise: 7 €, Vereinsmitglieder, Lehrer/innen ASS 5 €, Schüler 3 €

Die Cafeteria bietet in der Pause einen Imbiss und Getränke an.

Der Kartenvorverkauf ist bei K.-P.Haupt und R.Kieselbach, insbesondere auch freitags, möglich!

Näheres unter www.theaterkontor.de

Inhaltsverzeichnis

Klaus-Peter Haupt Liebe Mitglieder.....	4
--	---

Beobachtungen

Roland Hedewig Der Venusdurchgang vom 8. Juni 2004.....	5
Impressionen vom Venustransit.....	12
Roland Hedewig Jupiterbeobachtungen 2003/2004.....	13
Roland Hedewig Starke Sonnenaktivität in der zweiten Julihälfte 2004.....	18
Manfred Chudy Sonnenfleckenbeobachtung 2003.....	20

Berichte

Michael Schreiber, Mike Vogt und Heiko Engelke „Kamiokande“ – Messungen der sekundären kosmischen Strahlung.....	21
Klaus-Peter Haupt Workshop Evolutionäre Systeme.....	40

Verschiedenes

Friedrich Baum und Christian Hendrich Pressespiegel.....	43
Unser Programm von September bis Dezember 2004.....	46

Titelbild: Fotomontage Venustransit (Originale: M. Hämmerling, Bearbeitung C. Hendrich)

Liebe Mitglieder.....

32 Jahre AAK und davon 30 Jahre Sternwarte Calden. Das wollen wir mit einem besonderen Fest feiern.

Am Freitag, 17. September kommt der Kabarettist Ingo Borchers mit einem kosmologischen Programm in die Aula der Albert-Schweitzer- Schule. Ich würde mich freuen, Sie und Ihre Freunde und Bekannten dazu begrüßen zu dürfen.

Am nächsten Tag ist dann der bundesweite Tag der Astronomie 2004. Mit einem Tag der offenen Tür in der Sternwarte Calden und einem Beobachtungsabend werden wir uns daran beteiligen.

Seit Juli hat die Sternwarte auch endgültig einen Stromanschluß, für Film- und Diavorführungen, aber auch für das Betreiben der CCD – Kamera und des Computers sind wir jetzt nicht mehr auf die Solaranlage angewiesen. Auch das ist ein Grund zum Feiern.

In dieser Korona finden Sie auch eine Zusammenfassung der Forschungsarbeit über die Müonenstrahlung, die das Jugend forscht Team Heiko Engelke, Michael Schreiber und Mike Vogt verfasst haben. Für diese Arbeit, die im Rahmen des PhysikClubs angefertigt wurde, erhielten sie den Regionalsieg Hessen Nord in Physik, bekamen einen Sonderpreis für die beste wissenschaftliche Präsentation, wurden Landesieger Hessen in Physik und erhielten auf dem Bundeswettbewerb einen Sonderpreis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft für eine herausragende Arbeit in Physik.

Der Pfingst-Workshop über Evolutionäre Systeme war ein voller Erfolg, ein neuer Workshop wird nächstes Jahr die Frage "Was ist Zeit?" diskutieren.

Ende Mai ist unser langjähriges Mitglied Manfred Singer nach schwerer Krankheit im Alter von 68 Jahren gestorben. Seit März 1987 war er Mitglied im AAK. Er war nicht nur ein äußerst interessierter Besucher der Vorträge, sondern hat auch seine Kontakte zu historischen Fernrohrsammlern genutzt, um unser Programm zu bereichern und uns auch in vielen Bereichen gefördert und unterstützt. Und wer 1990/91 auf den Alpenfahrten dabei war, hat ihn als einen fröhlichen Freund kennen gelernt, der sich aber auch neugierig und ernsthaft mit wissenschaftlichen Fragen auseinander gesetzt hat. Kurz bevor seine Krankheit erkannt wurde und sein Leben immer mehr einschränkte, hat er sich noch einen Traum erfüllt, eine Expedition mit dem Hundeschlitten über Grönlands Discobucht. Manfred Singer wird uns fehlen. Es bleibt uns nur ein ehrendes Andenken an einen hilfsbereiten, fröhlichen und an vielen Dingen interessierten Menschen.

Ihr KP Haupt



Der Venusdurchgang vom 8. Juni 2004

Roland Hedewig

So spektakulär wie die totale Sonnenfinsternis von 1999 war der Venustransit von 2004 nicht, aber er war ein viel selteneres Ereignis. Nur jeder dritten Generation ist es vergönnt, Venus-transits zu sehen. Der letzte erfolgte 1882, also vor 122 Jahren. Der nächste folgt zwar schon in 8 Jahren, am 6. 6. 2012. Aber dann dauert es rund 105 Jahre bis zum nächsten Venusdurchgang. Es gilt nämlich die Regel, dass die Intervalle in der Reihenfolge 121,5; 8; 105,5; 121; 8 Jahre aufeinander folgen, wobei jeweils zwei im 8-Jahresabstand aufeinander folgende Transits im Juni und die nächsten im Dezember stattfinden (s. Tabelle 1).

Datum	06.06.1761	03.06.1769	08.12.1874	06.12.1882	08.06.2004	06.06.2012
Intervall		8 Jahre	105,5 Jahre	8 Jahre	121,5 Jahre	8 Jahre

Tabelle 1: Zeitabstände von Venusdurchgängen

Die Seltenheit von Venusdurchgängen ergibt sich aus der Tatsache, dass Sonne, Venus und Erde in einer Reihe stehen müssen, um das Phänomen zu erzeugen. Das ist nur möglich, wenn die untere Konjunktion der Venus in der Nähe der Schnittlinie der Bahnebenen der Erde und der Venus stattfindet (vgl. Ahnerts Astronomisches Jahrbuch für 2003, S. 82-87). Merkurdurchgänge erfolgen viel häufiger, weil die Merkurbahn viel näher an der Sonne liegt als die Venusbahn.

Nachdem wir am 7. Mai 2003 den letzten Vorübergang des Merkur vor der Sonnenscheibe gut beobachten und fotografieren konnten, war natürlich die Erwartung groß, ob der Venusdurchgang am 8. Juni 2004 ohne Störung durch Wolkenbedeckung abläuft. Und wir hatten Glück. Im Raum Kassel war die Bewölkung am Vormittag des 8. Juni so gering, dass der Venusdurchgang problemlos von Anfang bis Ende beobachtet werden konnte.

Zwar verlief die Beobachtung ohne Teleskop, allein mit der Sonnenschutzfolie, enttäuschend, weil Venus erst mit deutlichem Abstand vom Sonnenrand mit bloßem Auge als schwarzer Punkt sichtbar war. Aber schon in kleinsten Teleskopen zeigte sich die Venus in allen Phasen des Durchgangs sehr klar und mit 58" Durchmesser so groß wie ein großer Sonnenfleck.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf meine Beobachtungen.

Instrument und Zubehör

Refraktor: Objektiv 80 / 1200 mm (Zeiss AS), Glas-Objektivsonnenfilter
Okulare 40 mm und 15 mm, Fotografie mit Okularprojektion

Kamera: Nikon FM 2 ohne Objektiv, Abschirmung des Seitenlichtes durch Zwischenringe,
Film Fuji Sensia 100 ISO

Belichtung mit 40 mm Okular 1/1000 s, mit 15 mm Okular 1/250 s

Beobachtungsort: Kassel-Nordshausen, Hausterrasse, 9° 26' E, 51° 17' N, 200 m ü. NN

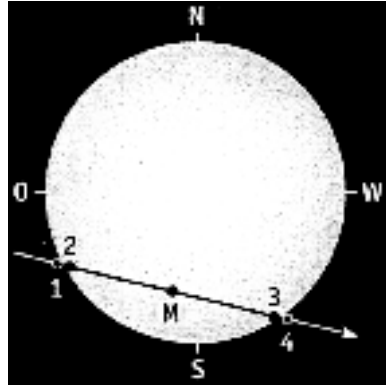
Das Objektivsonnenfilter lässt so viel Licht durch, dass trotz Okularprojektion je nach Größe des Sonnenbildes auf dem Film Belichtungszeiten von 1/2000 bis 1/250 s möglich sind.

Für die visuelle Beobachtung mit diesem Sonnenfilter schwäche ich die Helligkeit zusätzlich vor dem Okular mit einem Pentaprisma ab, das nur 0,16 % des einfallenden Lichtes durchlässt. Ist das Sonnenlicht durch Dunst oder eine dünne Wolkendecke geschwächt, verwende ich an Stelle des Pentaprismas nur ein Okularmondfilter. Bei stark geschwächtem Sonnenlicht kann auch dieses Filter weglassen.

Beobachtungsbedingungen

Insgesamt war die Venus am 8. Juni sechs Stunden vor der Sonne zu sehen. Die Bahn der Venus zeigt Abb. 1.

Abb. 1: Bahn der Venus vor der Sonne. Die Ziffern 1 bis 4 kennzeichnen die vier Kontakte mit dem Sonnenrand (aus Ahnerts Astr. Jahrbuch 2004, S. 85)



äußerer Kontakt	Eintritt	innerer Kontakt	kleinster Winkelabstand zur Sonnenuhrzeile	Austritt	äußerer Kontakt
7h 19m 50s	7h 39m 30s	10h 22m 20s	10° 40'	13h 03m 40s	13h 23m 00s

Tabelle 1: Zeitlicher Ablauf des Venusdurchgangs am 8. 6. 2004 in Kassel. Zeit in MESZ, Sekundenwerte gerundet

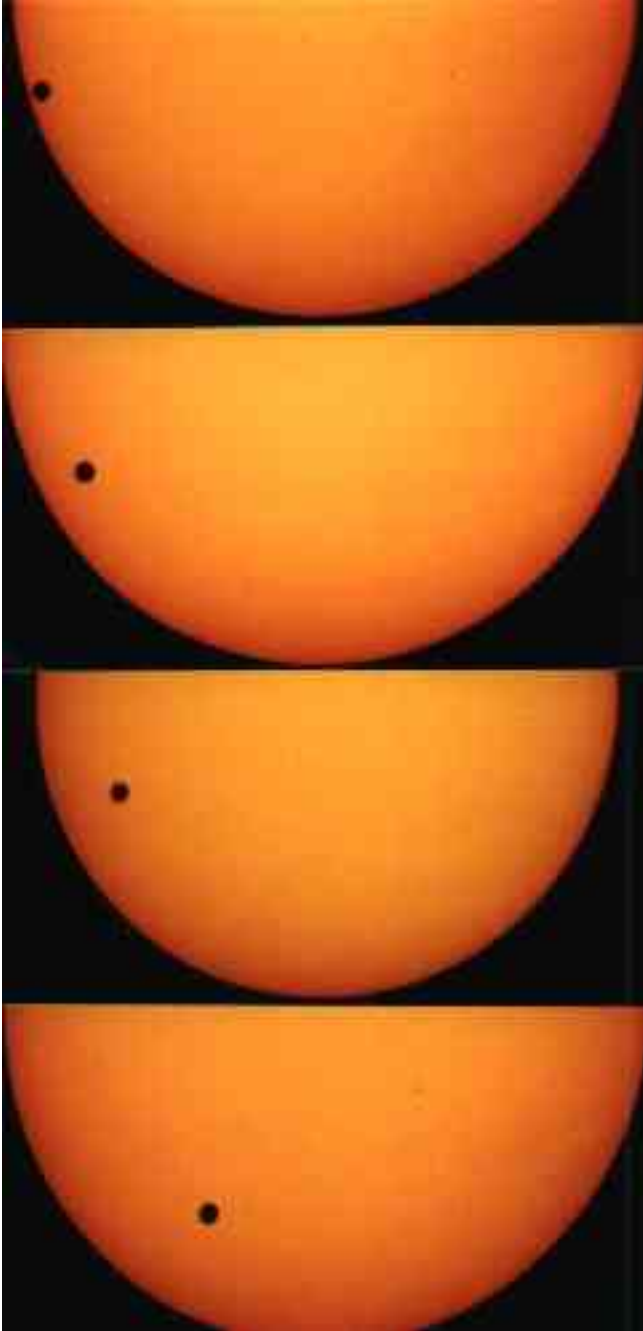
Eintritt und Austritt der Venus nahm ich jeweils mit dem 15 mm-Okular auf, also bei mittelstarker Vergrößerung, während ich in dem langen Zeitraum zwischen Eintritt und Austritt mit dem 40 mm-Okular, also bei schwacher Vergrößerung arbeitete, weil dann die gesamte Sonne im Gesichtsfeld lag.

Ergebnisse

In der Zeit von 7h 21m bis 13h 23m MESZ nahm ich 31 Farbdias auf, davon 21 mit dem 15 mm-Okular und 10 mit dem 40 mm-Okular. Von 17 Dias ließ ich Papierbilder anfertigen, die hier veröffentlicht werden (Abb. 2 – 18).

Die Fotos 2 – 9 zeigen im Original die vollständige Sonnenscheibe. Aus Platzgründen wird hier nur jeweils die Sonnenhälfte mit der Venus abgebildet.

Das durch Luftunruhe entstehende Tropfenphänomen beim 2. und 3. Kontakt, das in Ahnerts Astr. Jahrbuch 2003 auf S. 85 übertrieben dargestellt ist, trat beim Eintritt der Venus, als die Luft sehr ruhig war, nicht auf (Abb. 12 und 13). Beim Austritt der Venus zeigte sich das Phänomen trotz der mittags üblichen Luftunruhe nur ganz schwach (Abb. 14).



Venustransit

Abb. 2 – 5
40 mm Okular
Bel. 1/1000 s

7h 42m MESZ

8h 20m

8h 47m

9h 28m

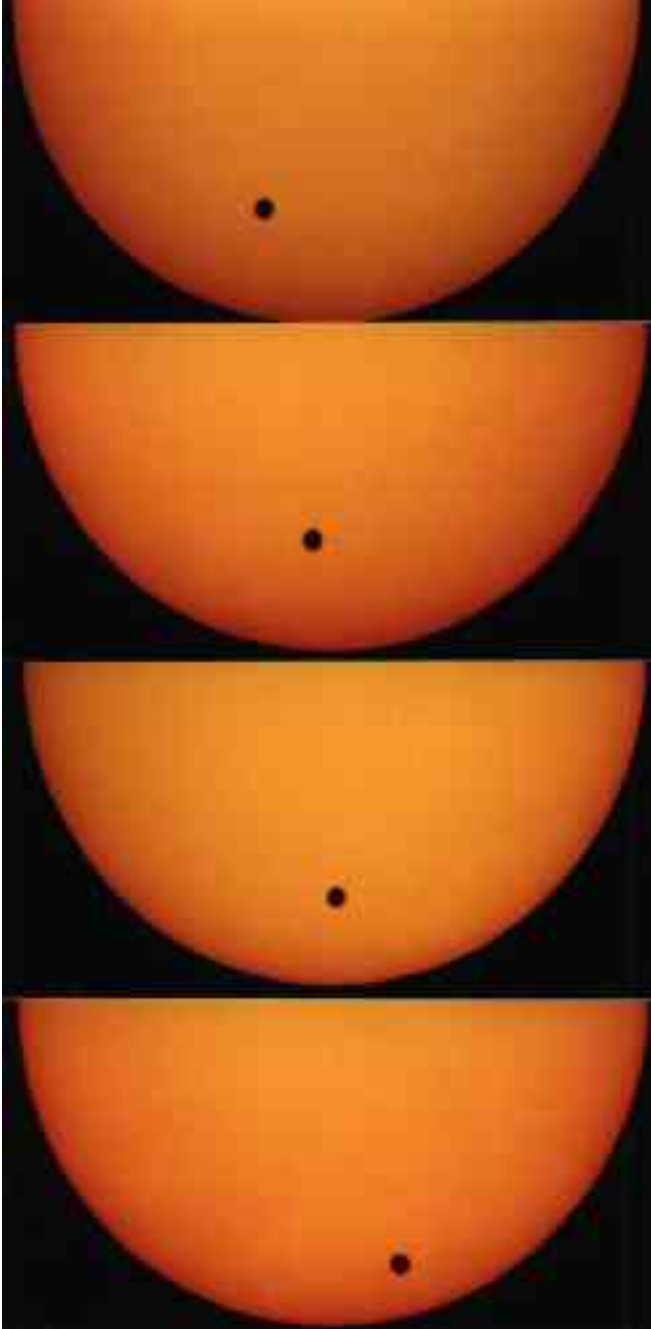
**Venustransit**

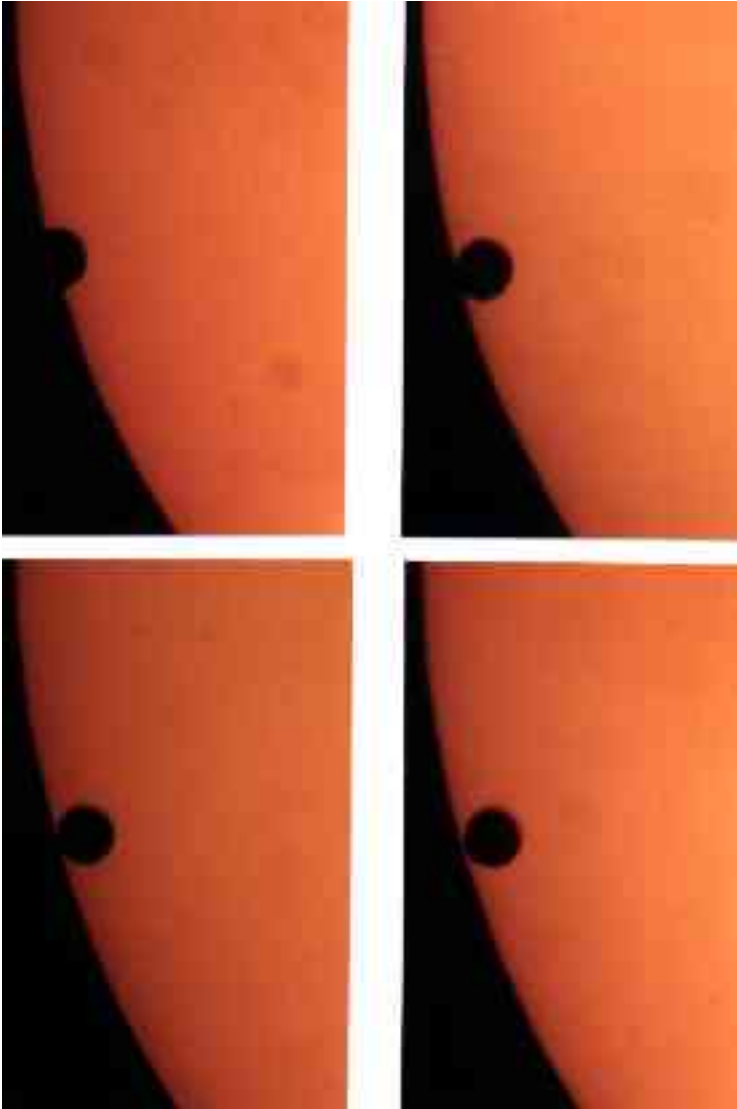
Abb. 6 – 9
40 mm Okular
Bel. 1/1000 s

10h 02m MESZ

10h 23m

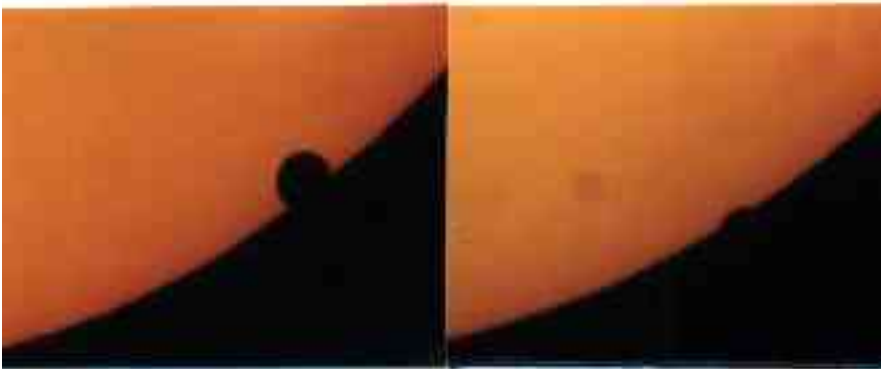
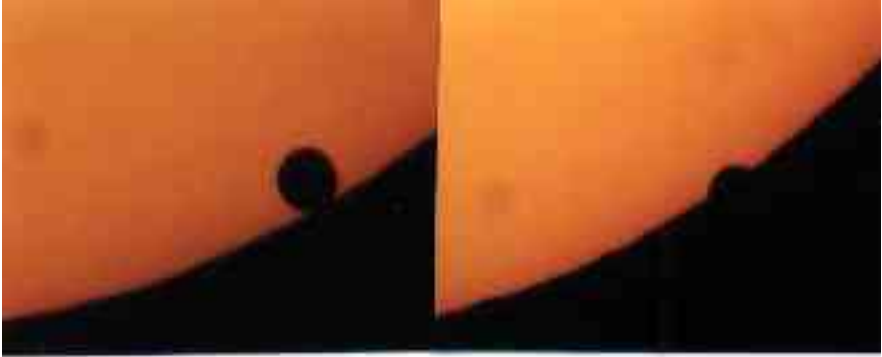
11h 24m

12h 17m



Anfang des Venustransits Abb. 10 – 13, 15 mm Okular, 1/250 s

7h 31m 7h 39,5m 7h 40m 7h 41m MESZ



Ende des Venustransits

Abb. 14 - 18
15 mm Okular, 1/250 s

13h 4,5m MESZ
13h 10m
13h 12m
13h 17m
13h 20m

Während zur Zeit des Merkurdurchgangs am 7. 5. 2003 ein großer Sonnenfleck als Größenvergleichsobjekt vorhanden war (s. KORONA 93, S. 12-14), erkannte ich am 8.6.2004 nur drei sehr kleine Fleckengruppen nahe der Sonnenmitte, nämlich eine A-Gruppe mit 2, eine A-Gruppe mit 3 und eine bipolare B-Gruppe mit 7 sehr kleinen Flecken. Nur die B-Gruppe

ist auf den Fotos abgebildet, und zwar auf den Dias sehr deutlich, auf den Papierbildern nur noch schwach und auf den gedruckten Fotos gar nicht mehr (s. Abb. 2 – 9).

Vergleich mit den Fotos anderer Beobachter

Auch bei den in Sternzeit 3 / 2004 veröffentlichten Fotos ist beim 2. und 3. Kontakt der Venus keine Tropfenform zu erkennen. Das von Detlev Niechoy aufgenommene Foto von 5:40h UT (7:40h MESZ) entspricht meinem etwas schärferen Foto in Abb. 11. Die bipolare Fleckengruppe ist auf dem Foto von D. Niechoy 7:35h UT (9:35h MESZ) am oberen Bildrand zu erkennen.

Literatur

Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2003. Sterne und Weltraum 2002.
S. 82-87: Ein seltener Gast vor der Sonne. Venustransit im Jahr 2004.
Ahnerts Astronomisches Jahrbuch 2004, Sterne und Weltraum 2003.
S. 85: Venus vor der Sonne.
Sternzeit 3 / 2004, Fotoseiten 100 – 101

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

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 Bräuning & Rudert OHG, Espenau

Auflage: 320

Redaktionsschluß dieser Ausgabe: 15.08.2004

Redaktionsschluß der kommenden Ausgabe: 15.12.2004

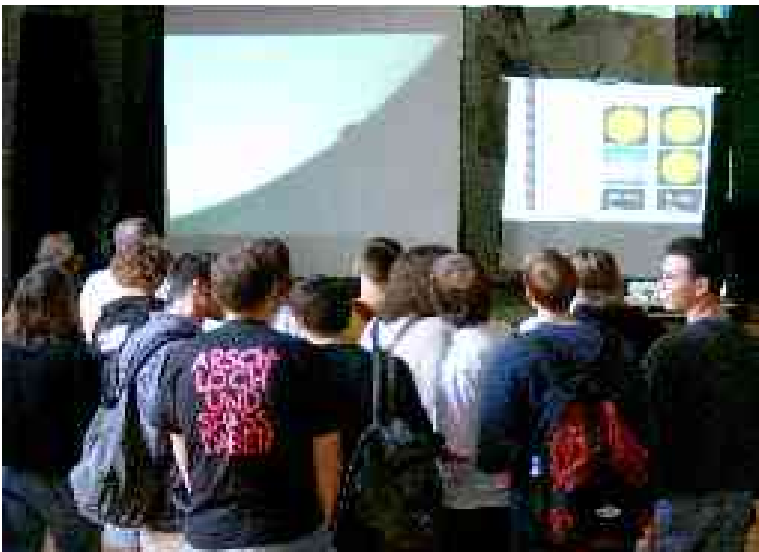
Die Artikel können an den Vereinsabenden in der Albert-Schweitzer-Schule abgegeben oder an Christian Hendrich, Kölnische Straße 52, 34117 Kassel, Tel. 0178-7772666 bzw. 0561-7015680 gesendet werden. Es werden nur Dokumente in elektronischer Form unterstützt, die entweder per e-Mail an: **christian@hendrich.org** 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. Abbildungen sollten idealerweise mit 300 dpi eingescannt werden, alle gängigen Bild-Dateiformate (mit ausreichender Qualität) werden akzeptiert.

Impressionen vom Venustransit

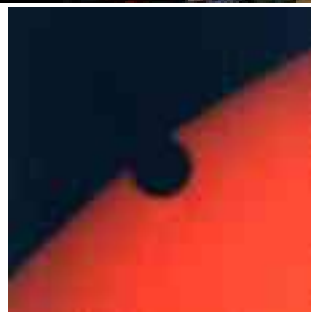


An der Sternwarte Calden wurde „gesetzeswidrig“ vermummt beobachtet

Großbild-Leinwand in der Albert-Schweitzer-Schule



Zweiter Kontakt ab fotografiert von der Leinwand
(Christian Hendrich)



Aufnahme aus der Sternwarte
(Manfred Chudy)

Jupiterbeobachtungen 2003 / 2004

von Roland Hedewig

Beobachtungsbedingungen

Dieser Bericht enthält die Ergebnisse meiner Jupiterbeobachtungen im Zeitraum vom 22. Dezember 2003 bis 18. Mai 2004.

Jupiter konnte von Anfang Oktober 2003 (in der Morgendämmerung) bis Ende Juni 2004 (in der Abenddämmerung) beobachtet werden – wenn das Wetter mitspielte. Er bewegte sich durch den Südteil des Sternbildes Löwe.

Die Opposition (größte Erdnähe) des Jupiter erfolgte am 4. März 2004 6 Uhr MEZ. Die Deklination des Planeten betrug am 8. Oktober 2003 + 9° 09', ging dann bis Ende Dezember 2003 auf + 5° 33' zurück, stieg bis 5. Mai auf + 9° 29'an und sank dann bis 4. Juli auf + 7° 28'.

Damit stand Jupiter in Kassel (51,3° N) zur Kulminationszeit 44,2° bis 48,2° hoch über dem Horizont und konnte Anfang März 2004 von 19 Uhr bis 5.30 Uhr MEZ, also insgesamt 10,5 Stunden lang beobachtet werden. Allerdings stand Jupiter 2004 deutlich tiefer über dem Horizont als zur Oppositionszeit des Jahres 2003. Damals betrug die Deklination am 1.4.2003 19° 06'.

Ein weiterer Nachteil gegenüber 2003 war der etwas geringere scheinbare Äquator-Durchmesser des Planeten. Er betrug am 8. 10. 2003 31,93", erreichte am 6. 3. 2004 44,48" und sank bis zum 4.7.04 auf 33,66". Dagegen betrug er zur Oppositionszeit des Jahres 2003, am 31.1. 2003 45,5" (vgl. KORONA 94, S. 17). Der scheinbare Durchmesser war also zur Oppositionszeit 2004 1 Bogensekunde = 2,2 % kleiner als 2003.

Der etwas tiefere Stand des Planeten über dem Horizont, sein geringerer scheinbarer Durchmesser und die häufig starke Luftunruhe führten zusammen im Jahre 2004 zu deutlich schlechteren Sichtbarkeitsbedingungen als 2003. Hinzu kommt, dass die Anzahl der wolkenlosen Nächte 2004 geringer war als 2003. Das zeigt sich auch in den Daten meiner Beobachtungen (s. Tabelle 1).

Verwendetes Instrument

150 mm-Refraktor (FH), Brennweite 2250 mm, Vergrößerungen 150 und 180, Orange-Filter, visuelle Beobachtung in Kassel-Nordshausen, 9° 56' E, 51° 17' N, 200 m ü. NN.

Anzahl der Beobachtungen

Monat	2003 Dez.	2004 Jan.	Februar	März	April	Mai	Summe
Tag	22 23	26 27	20 21 23 24	3 4 15 16 17	11 14 15 23	15 18	19
Anzahl	1	2	3 2	1 2 4 3 3 1	3 2 3 3	3 3	42

Tabelle 1: Beobachtungstermine und Anzahl der Jupiter-Zeichnungen von R. Hedewig

Für die drei Beobachtungszeiträume 3. – 4. 3., 11. – 16. 4. und 16. – 18. 5. fertigte ich nach insgesamt 19 Einzelzeichnungen die drei hier abgebildeten Karten der Jupiteratmosphäre an.

Beobachtungsergebnisse

Wichtigste Ergebnisse

- Das Nördliche Gemäßigte Band (NTB), das bereits im Dezember 2002 verschwand, blieb 2003 und bis zum Ende der Beobachtungen im Mai 2004 unsichtbar.
- Der Große Rote Fleck (GRF) setzte seine Drift entgegen der Rotationsrichtung des Planeten fort und bewegte sich von 85° Länge im Februar 2003 nach fast 91° Länge von März bis Mai 2004.

Bänder und Zonen von der Südpolarregion (SPR) bis zum STB

Das Gebiet von der Südpolarregion (SPR, in den Karten oben) bis etwa 50° S erschien stets dunkel und war unscharf gegen die nördlich anschließende hellere Zone abgegrenzt.

Das nördlich anschließende dunkle Band SSTB war stets gut zu erkennen. Ab April 2004 erschien es aber als Abgrenzung der bei 50° S endenden dunklen Region ohne helle Zwischenzone zwischen dieser und dem SSTB (Karten 2 und 3).

Das Südliche gemäßigte Band (STB)

Das Band war ständig gut sichtbar, erschien aber an verschiedenen Stellen unterschiedlich intensiv dunkel. Helle kurze helle Abschnitte (WOS ?) sah ich am 26. 1. bei 160° und am 18.5. bei 123° und 150° jovigraphischer Länge (s. Karte 3).

Südliche Tropische Zone (STrZ) und Großer Roter Fleck (GRF)

Die STrZ war, wie in früheren Jahren, die hellste Zone der Wolkenoberfläche des Planeten. Sie erschien überwiegend gleichmäßig breit mit Ausnahme der Engstelle am GRF.

Der GRF erschien sehr hell und war manchmal nur an der dunklen Umrandung der GRF-Bucht im SEB erkennbar.

Datum	2004	3. 4.	11. 4.	16. 4.	18. 5.
Position der GRF-Mitte		91°	$91,9^\circ$	90°	90°

Tabelle 2: Positionen des GRF in jovigraphischer Länge im Rotationssystem II

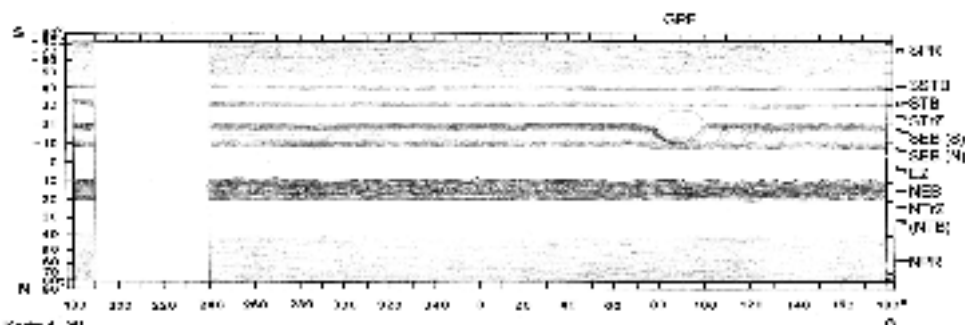
Als mittlere GRF-Position für die Zeit von April bis Mai 2004 kann also 91° Länge angenommen werden. Da im Februar und März 2003 die GRF-Position $85,5^\circ$ betrug, dürfte der GRF innerhalb von 13 – 14 Monaten um 5° entgegen der Rotationsrichtung des Jupiters gedriftet sein.

Südliches Äquatorband (SEB)

Das Band erschien, wie vor einem Jahr, durchweg geteilt in das südliche SEB (S), die hellere Innenzone und das nördliche SEB (N). Östlich der GRF-Bucht zwischen 100° und 150° Länge erschien die Innenzone in mehrerer helle Flecken mit dunkleren Zwischenräumen geteilt.

Äquatorzone (EZ)

In der hellen Äquatorzone erschienen mehrfach undeutliche nur wenig dunklere Strukturen. An einigen Tagen waren große helle Ovals zu sehen, deren Ränder im NEB wurzelten und die vom NEB aus unterschiedlich weit in die EZ hineinragten (s. Karte 3). Auf Karte 1 ist eine Girlande zu sehen, die vom NEB bis zur Mitte der EZ reicht. Das sehr schmale Äquatorband (EB) konnte ich zu keiner Zeit erkennen.



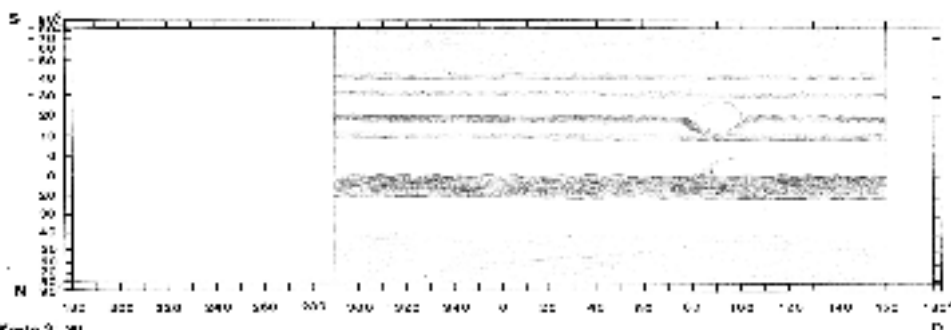
Karte 1 W

Beobachtungszeitraum: 1.8.22:25 - 4.9.2004 22:45 UT

Beobachter: Hedwig

Anzahl der Beobachtungen: 6

Instrumente: 100mm-Roll



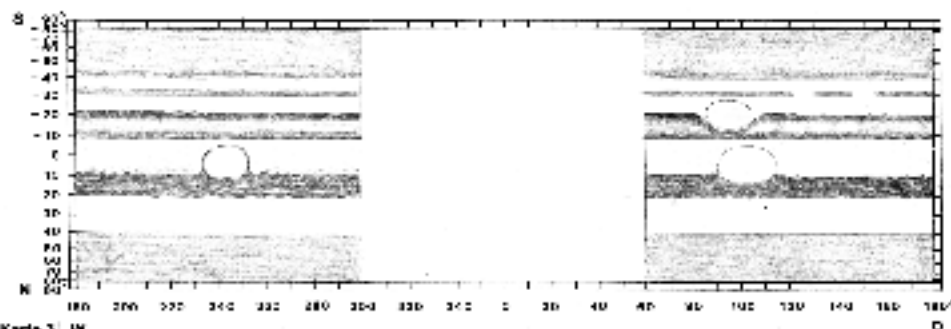
Karte 2 W

Beobachtungszeitraum: 1.4.22:45 - 10.4.2004 21:50 UT

Beobachter: Hedwig

Anzahl der Beobachtungen: 7

Instrumente: 100mm-Roll



Karte 3 W

Beobachtungszeitraum: 18.5.20:10 - 19.5.2004 21:30 UT

Beobachter: Hedwig

Anzahl der Beobachtungen: 6

Instrumente: 100mm-Roll

Nördliches Äquatorband (NEB)

Das NEB war das dunkelste Band der Jupiteratmosphäre. Eine Dreiteilung wie beim SEB war zu keiner Zeit erkennbar. Der Südrand erschien wellig mit Ansatzstellen von Girlanden bzw. Ovals. Das Innere des NEB erschien überwiegend turbulent mit helleren und dunkleren Stellen.

Nördliches Gemäßigtes Band (NTB)

In KORONA 94, S. 91 beschrieb ich ausführlich das Verschwinden des NTB in der Zeit von November 2002 bis Januar 2003. In Ahnerts Astronomischen Jahrbuch 2004, S. 35, zeigt das Jupiterfoto vom 16. 3. 2003 sehr deutlich, dass das NTB völlig fehlt.

Das NTB war von Dezember 2003 bis zum Ende meiner Beobachtungen im Mai 2004 nicht zu sehen. Wenn man bedenkt, dass dieses Band rund 3500 km breit ist, so breit wie Nordafrika vom Mittelmeer bis zum Golf von Guinea, so ist das Verschwinden (Fading) dieses Bandes sehr bemerkenswert.

Es ist zu erwarten, dass das Band sich im nächsten Monaten oder im nächsten Jahr neu bildet, so wie dies nach dem Verschwinden des SEB vor einigen Jahren der Fall war. Darauf sollten Jupiterbeobachter zu Beginn der nächsten Sichtbarkeitsperiode achten. Sie beginnt Ende November 2004 mit dem Erscheinen Jupiters in der Morgendämmerung.

Bereiche vom NTB bis zur Nordpolarregion (NPR)

Nördlich vom NEB war nur eine von 20° bis 40° N reichende, 20° breite helle Zone ohne jede Struktur zu erkennen. Im daran anschließenden, bis zum Nordpol reichenden, dunklen Bereich waren keine deutlichen Strukturen zu sehen.

Schatten von Jupitermonden

Bereits in einem 10-fach vergrößernden Fernglas sieht man die vier großen Jupitermonde, die Galilei 1610 mit seinem einfachen Fernrohr entdeckte, als winzige Lichtpunkte. Sie sehen dann wie lichtschwache Fixsterne aus. Als Scheibchen erkennt man diese Monde sowie deren Schatten auf der Jupiteroberfläche aber erst mit einem Teleskop, dessen Auflösung mindestens 1 Bogensekunde beträgt, denn so klein erscheinen sie zur Oppositionszeit. (s. Tabelle 3).

Name	Durchmesser	scheinbarer Durchmesser
I Io	3636 km	1,12''
II Europa	3066	0,94''
III Kallisto	4890	1,50''
IV Ganymed	5216	1,60''

Tabelle 3: Durchmesser der vier größten Jupitermonde zur Oppositionszeit des Jupiters

Das bedeutet, dass der Schatten des Mondes "Europa" mit einem scheinbaren Durchmesser von 0,94'' im März 2004 im 150 mm-Refraktor gerade noch gut zu sehen war. Ich beobachtete und zeichnete 2004 die Schatten folgender Monde (s. Tabelle 4):

21.2. 22:45 UT: I	16.4. 20:05: I,	21.20: II,	22:00: II.	23.4. 20:50: I,	21:50: I,
16.5. 21:10: I	18.5. 21:00: II,	21:30: II			

Tabelle 4: Daten der Zeichnungen von Schatten der Jupitermonde I und II

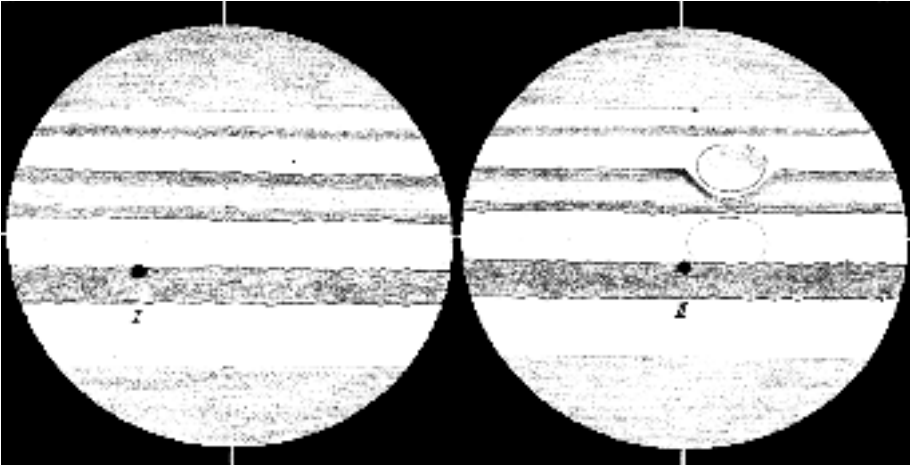


Abb. 4: Schatten der Jupitermonde I am 16. 4. 20:05 UT und II am 16. 4. 22:00 UT

In allen diesen Fällen lagen die Mondschatten am Südrand des NEB. Bei der letzten Beobachtung des Schattens von Mond II am 18.5.2004 hatte dieser Schatten nur einen scheinbaren Durchmesser von 0,81". Er lag damit an der Sichtbarkeitsgrenze des 150 mm-Refraktors.

Jupiterbeobachtungen von Manfred Chudy

Manfred Chudy stellte mir Kopien von 6 Jupiterzeichnungen des Jahres 2004 zur Auswertung zur Verfügung. Er beobachtete mit einem 200 mm-Refraktor, F = 3000 mm, der Sternwarte in Calden. Die Daten zeigt Tabelle 5:

Tag	März 5	17	27	30	31	Mai 16
Anzahl	1	1	1	1	1	1
ZM II	113°	99°	145°	267°	56°	179°

Tabelle 5: Daten der Jupiterzeichnung des Jahres 2004 von Manfred Chudy

Die GRF-Positionen sind in den Zeichnungen so unterschiedlich, dass sie für die Auswertung nicht verwendet werden können.

Interessant sind jedoch im NEB zahlreiche dunkle Barren unterschiedlicher Größe in allen 6 Zeichnungen und einige ovale, weiße Flecken (30. 3. 04) sowie sehr dunkle Ansatzstellen von Girlanden, die in die Äquatorzone hineinragen (16 .5. 04).

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

Starke Sonnenaktivität in der zweiten Julihälfte 2004

Roland Hedewig

Die Sonne bietet immer wieder Überraschungen. Nach dem letzten Maximum im November 2001 sollte die Sonnenaktivität eigentlich ständig sinken bis zum Minimum in 2006. Aber Ende Oktober 2003 gab es einen starken Anstieg mit Flares und darauf folgenden starken Nordlichtern, die auch in Kassel zu sehen waren (s. KORONA 95, S. 10-11 und SONNE 109, S. 8-11).

Danach sank die Sonnenaktivität bis Anfang Juli 2004 deutlich ab. Die von mir ermittelten (mit meinem k-Faktor 0,792 reduzierten) Monatsmittel der Sonnenflecken-Relativzahlen sanken von $Re = 61,5$ im November 2003 auf $Re = 36,0$ im Juni 2004. Und in der ersten Juliwoche sank die Anzahl der Flecken weiter. Am 6. Juli 2004 war nur noch ein winziger, punktförmiger Fleck zu sehen.

Aber dann begann ein starker Aktivitätsanstieg, der am 21. Juli 2004 seinen Gipfel mit 4 Fleckengruppen und insgesamt 91 Flecken erreichte. Die unreduzierte Relativzahl betrug $Re = 131$, die reduzierte $Re = 103,8$ (s. Tabelle 1 und Abb. 1).

Tage	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	15.	16.
Anzahl der Gruppen	2	2	2	2	1	1	1	1	2	3	3	3	4
Anzahl der Flecken	5	8	7	8	3	1	3	7	18	20	30	52	52
Re unreduziert	25	28	27	28	13	<u>11</u>	13	17	38	50	60	82	92
Re reduziert	19,8	22,2	21,4	22,2	10,3	<u>8,7</u>	10,3	13,5	30,1	39,6	47,5	64,9	72,9
Tage	17.	18.	19.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28. Juli		
Anzahl der Gruppen	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3		
Anzahl der Flecken	57	58	62	91	80	65	53	56	66	57	36		
Re unreduziert	107	98	102	<u>131</u>	120	95	83	86	96	87	66		
Re reduziert	84,7	77,6	80,8	<u>103,8</u>	95,0	75,2	65,7	68,1	76,0	68,9	52,3		

Tabelle 1: Sonnenflecken vom 1. bis 28. Juli 2004, Beobachter: R. Hedewig
Refraktor 80/1200, Reduktionsfaktor der Fleckenrelativzahl $k = 0,792$

Trotz der im Juli 2004 fast täglich niedergehenden Regenschauer konnte ich die Sonne fast täglich beobachten und an jedem Beobachtungstag eine Fleckenzeichnung anfertigen.

Interessant war die Entwicklung der großen Fleckengruppe Nr. 0652, die am 16. Juli am westlichen Sonnenrand auftauchte und bis zu dem durch die Sonnenrotation bedingten Verschwinden am östlichen Sonnenrand Ende Juli als große Gruppe erhalten blieb. Sie verwandelte sich in diesem Zeitraum von Typ E über F nach G. Die Kompositzeichnung in Abb. 2 zeigt die Entwicklung dieser Gruppe.

Diese Entwicklung konnte man auch auf den Satellitenfotos der Sonne verfolgen, die die NASA täglich ins Internet stellt und die auch die Schulsternwarte Gudensberg täglich im Internet veröffentlicht. Die Satelliten-Sonnenfotos der Zeit vom 22. bis 28. 7. 2004 nahm ich am Bildschirm auf Farbdiafilm auf. Solche Fotos eignen sich gut zur Kontrolle der eigenen Zeichnungen im Hinblick auf das Vorhandensein und die Positionen der Gruppen. So kann man z.B. an Hand solcher Fotos kontrollieren, ob man sehr kleine Gruppen übersehen hat.

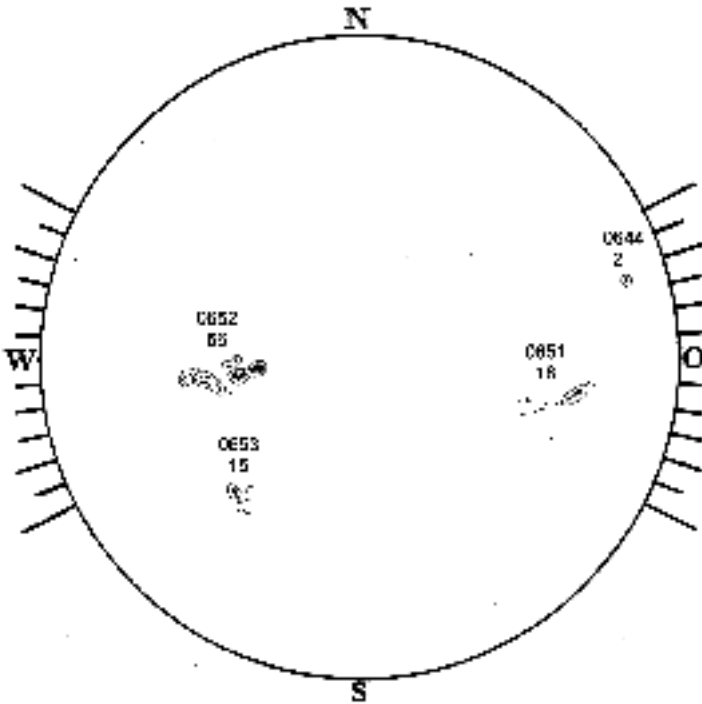


Abb. 1: Sonnenflecken am 21. Juli 2004, UT, 80/1200 mm-Refraktor, R. Hedewig
 Ziffern: Nummern der Gruppen, und Anzahl der Flecken in den Gruppen

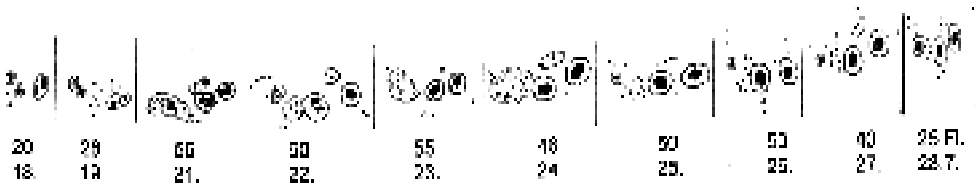


Abb. 2: Entwicklung der großen Sonnenfleckengruppe 0652 vom 18. bis 28. Juli 2004
 Kompositzeichnung nach 10 Einzelzeichnungen, Beobachter: R. Hedewig
 Ziffern: Anzahl der Flecken in der Gruppe (oben) und Datum (unten)

Das Auffinden sehr kleiner Gruppen im Sonnenfoto wird erleichtert durch die beigelegte Nummerierung der Gruppen. Das Zählen der Einzelflecken ist am Bildschirm nicht möglich, da wegen des groben Bildschirmrasters sehr kleine Flecken nicht sichtbar sind.

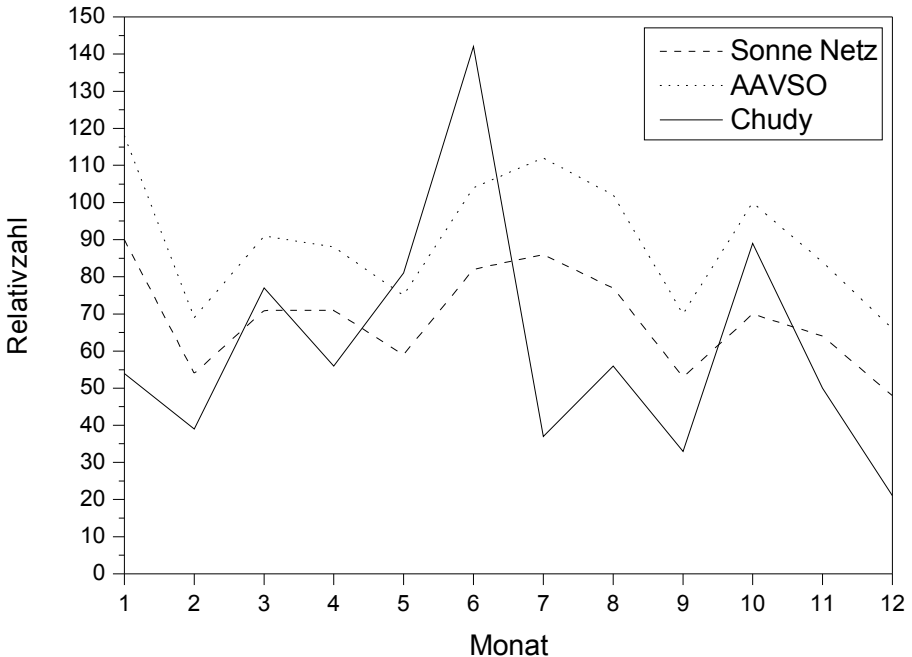
Man darf gespannt sein, welche Überraschungen die Sonne in den nächsten Monaten bietet.

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

Sonnenfleckenbeobachtung 2003

Manfred Chudy

Im Jahr 2003 wurde von Manfred Chudy regelmäßig die Sonne beobachtet. Die Ergebnisse sind in dem unten dargestellten Diagramm zusammengefasst. Im Vergleich mit den Ergebnissen des Sonne-Netzes sowie der AAVSO sind zum einen Bereiche mit ähnlicher Tendenz (z.B. März, Oktober) sowie Bereiche mit deutlichen Abweichungen (Juni, Juli) zu erkennen. Die von M. Chudy gefundenen Abweichungen wurden allerdings von R. Hedewig nicht beobachtet (vgl. Korona Nr. 95, S. 9), der eine sehr gute Übereinstimmung mit den Werten des Sonne-Netzes fand. Die Ursache für die Diskrepanzen könnte die unterschiedliche Zahl der Beobachtungstage in den jeweiligen Monaten sein.



„Kamiokanne“ – Messungen der sekundären kosmischen Strahlung

Michael Schreiber, Mike Vogt und Heiko Engelke

Wir, Michael Schreiber, Mike Vogt und Heiko Engelke, haben uns zusammen mit Klaus-Peter Haupt mit kosmischer Strahlung beschäftigt. Ab Anfang 2003 haben wir ein Experiment aufgebaut und weiterentwickelt, das Müonen mit einer einfachen Thermoskanne nachweist. Müonen sind Elementarteilchen, vergleichbar mit Elektronen. Sie bewegen sich mit fast Lichtgeschwindigkeit ständig durch uns durch und entstehen, wenn einzelne Protonen aus Supernovae auf die Erde prallen und mit Luftatomen zusammenstoßen.

Der Name „Kamio-Kanne“ ist vom japanischen Kamiokande-Detektor abgeleitet, wo mit riesigem Aufwand (zigtausend Liter hochreines Wasser in einem Berg, bespät von tausenden von Lichtverstärkern) ebenfalls kosmische Strahlung nachgewiesen wird. Zwar weisen wir „nur“ die so genannte „durchdringende Komponente“ der kosmischen Strahlung nach, aber unser Experiment funktioniert prinzipiell ähnlich – wir begnügen uns mit einem Liter Wasser und einem Verstärker.

Die Universität Mainz hat erstmals im Jahr 2000 das Experiment dokumentiert, mit dem sich kosmische Strahlung nachweisen lassen sollte. Im Physikclub der Kinder- und Jugendakademie Kassel nahmen wir diese Idee auf. Im Mai 2003 konnten die ersten Messungen gemacht werden, noch vor der ersten ausreichend langen Messung in Mainz, wo Mathias Fuidl zeitgleich seine Examensarbeit über das Experiment schrieb.

In den Sommerferien machte ein Teil des Physikclubs eine Höhlenexkursion, bei der der Versuch in einem Höhleneingang aufgebaut wurde. Über der Thermoskanne befanden sich 450m Kalkstein, die etwa zwei Drittel der kosmischen Strahlung aufhielten. Im Herbst folgten einige Langzeitmessungen über zwei Wochen. Wir stellten Schwankungen in der Müonenrate fest und versuchten, diese durch atmosphärische Einflüsse zu erklären. Parallel dazu wurden einige Störungsmessungen durchgeführt, um herauszufinden, welche Einflüsse den sensiblen Versuchsaufbau stören können.

Es folgten die Jugend forscht - Entscheide auf Regional- und Landesebene. Auf dem Regionalwettbewerb bei der Firma Buderus gewannen wir den Sonderpreis für die herausragende Präsentation; auf dem Landesentscheid bei der Firma Merck in Darmstadt erreichten wir den Landessieg.

Nach dem Landessieg gelang es uns, die Verstärkung der Photo-multipliersignale ohne die Apparatur der Universität Mainz umzusetzen. Wir benutzten dazu ein ausreichend schnelles Speicheroszilloskop mit Anschluss zum Computer, das bei Müonenereignissen triggert und die Triggersignale an den Computer weitergibt. Mit diesem erheblich zuverlässigeren Aufbau konnten wir weitere Messungen durchführen. Die aufwendigsten Messungen waren dabei zwei Absorptionmessungen unter einem 5m hohen Wassertank sowie in einem Gulli, wo wir den Detektor bis auf 8m Tiefe abgesenkt haben. Dabei konnten wir beobachten, wie die Müonenrate recht genau in dem Maße zurückging, wie es die Berechnungen vorhersagten. Lohn dieser Mühen waren Geldpreise auf Regional- und Landesebene, der Sonderpreis

auf dem Regionalwettbewerb für eine herausragende Präsentation, Praktika bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung bzw. an der TU Darmstadt beim Landeswettbewerb – und schließlich der mit 250 € dotierte Sonderpreis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft für eine herausragende physikalische Arbeit auf dem Bundeswettbewerb.

Die Teilnahme am Wettbewerb „Jugend forscht“ besteht aus mehreren Teilen: Vor den Wettbewerben muss die schriftliche Arbeit abgeschickt werden, auf dem Wettbewerb sind die Standgestaltung mit Posterpräsentation und der mündliche Vortrag gefragt. Die Poster und die schriftliche Arbeit erweiterten wir vor jeder weiteren Wettbewerbsrunde, um die neuesten Ergebnisse einzubringen.

Weil wir an verschiedenen Orten wohnen (Homburg und Kassel), arbeiteten wir sehr viel über Internet und Telefon. In meiner Mailbox befinden sich etliche hundert (!) Jugendforscht-E-Mails mit Terminabsprachen, langen und kurzen Diskussionen und neuen Versionen der Ausarbeitung. Die letzte Version dieser schriftlichen Ausarbeitung kursierte in zwei Teilen unter den Dateinamen „schriftliche Ausarbeitung letzte Version 24h.doc“ und „update he-12mai04-1800.doc“. Wie man sieht, in der Endphase waren die Arbeitstage lang und die Änderungen häufig – aber die Arbeit hat sich gelohnt. Nachfolgend die schriftliche Ausarbeitung.

Heiko Engelke

1 Das Experiment: Prinzip und Modifikationen

1.1 Motivation und Ziel unserer Untersuchungen

Müonen sind Elementarteilchen, die in den oberen Atmosphärenschichten durch den Zerfall primärer kosmischer Strahlung entstehen. Ihr Nachweis ist aus verschiedenen Gründen interessant:

Nach der klassischen Physik wären sie bereits nach einem Bruchteil der Strecke zerfallen. Stammen jedoch unsere gemessenen Ereignisse tatsächlich von Müonen, so ist dies ein Beweis dafür, dass ihre Zeit langsamer vergangen ist. Wir hätten somit einen Beleg für die Richtigkeit der Zeitdilatation aus der Speziellen Relativitätstheorie.

Für uns ist interessant herauszufinden, ob unser Experiment, dessen wesentlicher Teil eine einfache, mit Wasser gefüllte Thermoskanne ist, tatsächlich zum Nachweis von Müonen ausreicht. Die Wechselwirkung von Müonen im Wasser ist extrem schwach und Menschen sind mit ihren Sinnen nicht in der Lage, die kosmische Strahlung wahrzunehmen. Um zu untersuchen, ob wir wirklich Müonen messen, stellten wir verschiedene Überlegungen an und führten Kontroll- und Störungsmessungen durch, die nahe legen, dass die meisten der von uns gemessenen Ereignisse tatsächlich durch kosmische Strahlung bedingt werden.

1.2 Versuchsprinzip und Experimentaufbau

Um Müonen zu registrieren, machen wir uns eine ihrer Eigenschaften zunutze: Wenn sie mit hinreichender Geschwindigkeit durch Wasser fliegen, erzeugen sie Cherenkov-Strahlung. Unser Experiment misst diesen Lichtblitz folgendermaßen:

Zentraler Bestandteil ist eine handelsübliche Thermoskanne, die als lichtdichter reflektierender Wasserbehälter dient. Wenn sich nun ein Müon mit höherer Geschwindigkeit als Licht in Wasser durch die Kanne bewegt ($v > c/n$), so erzeugt es einen schwachen Lichtblitz. Um das Cherenkov-Licht zu registrieren, ist in den Kannendeckel ein Photomultiplier ein-

gebaut. Dieses Bauteil verstärkt den Lichtblitz und verwandelt ihn in einen elektrischen Strom, der nach einer zweistufigen Verstärkung vom Computer ausgewertet wird. Um den Photomultiplier, der unser eigentliches Messgerät darstellt, zu versorgen, benötigen wir ein Hochspannungsnetzgerät, das uns anfänglich von der Universität Kassel leihweise gestellt wurde; inzwischen verwenden wir ein eigenes, das der Jugend forscht – Sponsorpool finanziert hat. Das eigentliche Experiment wurde an der Universität Mainz entwickelt¹, von einem Team des Physikclub Kassels übernommen und nachgebaut.

1.3 Vorüberlegungen

Müonen entstehen beim Eintritt in die Erdatmosphäre. Während der Flugzeit zerfallen einige von ihnen. Da die Zerfallswahrscheinlichkeit mit der Flugstrecke anwächst, dürften wir an einem niedriger gelegenen Standort weniger Ereignisse messen. Die Müonen reagieren jedoch nicht nur mit der Luft, durch die sie sich bewegen, viel stärker ist ihre Reaktion mit Feststoffen wie z.B. Gestein. Bei einer Messung in einer Höhle in den französischen Alpen, die wir in den Sommerferien im Rahmen des Physikclubs durchführten, erhielten wir mit einer Überdeckung von 450m Kalkstein immer noch 35% der Ereignisrate, die wir zuvor auf einem Bergplateau gemessen hatten.

Der Energieverlust der Müonen beträgt $2 \text{ MeV/g} \times \text{cm}^2$ in Wasser.² Bei einer angenommenen Dichte des Kalksteins von $2,5 \text{ g/cm}^3$ sind dies ungefähr

$$2,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 450\text{m} \cdot 2 \frac{\text{MeV}}{\text{g} \cdot \text{cm}^2} = 225\text{GeV}$$

Laut dieser Formel dürften in der Höhle bei einer Überdeckung von 450m nur noch wenige Müonen in der Kanne ankommen. Zudem erfuhren wir von unserem Lehrer (Betreuer), dass in einem italienischen Forschungslabor in Gran Sasso etwa 1400m Kalkstein zur quasi völligen Abschirmung von Müonen ausreichen! Unser Messergebnis ist demnach zu hoch. Es stellte sich somit die Frage, warum wir in der Höhle noch so viele Ereignisse gemessen haben. Wir vermuten, dass radioaktive Isotope wie z.B. Thoriumgas, die im Berg entstehen, Ereignisse ausgelöst haben. Dabei ist auch zu bedenken, dass die Höhlenmessung eine unserer ersten Messungen war und zu diesem Zeitpunkt unsere Kenntnis über Störfaktoren noch sehr gering war.

Da die Ereignisse, die in der Kanne registriert werden, extrem schwach sind, reichen bereits extrem geringe Störungen aus, um die Messung unbrauchbar zu machen. Wir wissen auch, dass bereits das Anschalten von Leuchtstoffröhren im Klassenraum ausreicht, um unvorhersehbar viele Ereignisse auf einmal zu erzeugen. Aus diesem Grund gingen wir später dazu über, die Verstärkungselektronik mit Autobatterien zu betreiben.

1.4 Hygiene und Radioaktivität

Nach den Herbstferien erfuhren wir von unserem Lehrer, dass im italienischen Forschungslabor in Gran Sasso ähnliche Messungen durchgeführt werden, mit dem Ziel, Dunkle Materie nachzuweisen. Der Versuchsaufbau mit Szintillationsdetektoren ist im Prinzip ähnlich, es wird jedoch ein wesentlich größerer Aufwand betrieben, um Störungen auszuschließen. Das Labor liegt tief im Inneren eines Berges um kosmische Strahlung abzuschirmen. Außerdem wird ständig Luft durch das Labor geleitet, da im Gestein Thorium entsteht, was

¹ Siehe M. Fuidl, Kosmische Müonen in Schulversuchen, 2003 sowie M. Klein, Kosmische Müonen: Schulversuche zur Höhenstrahlung, 2000, Examensarbeiten an der Universität Mainz

² Persönliche Mitteilung von Francesco Arneodo, Gran Sasso

zu Störungen führt. Als wir erfuhren, dass schon radioaktive Wasserstoffisotope im Wasser ausreichen, um die dortigen Messungen zu beeinflussen, entschieden wir uns, die Kanne gründlich zu reinigen, obwohl Müonen relativ starke Signale erzeugen im Vergleich mit Neutrinos oder der umstrittenen Dunklen Materie.

Um festgesetzte Fremdstoffe zu entfernen, reinigten wir die Thermoskanne mehrfach abwechselnd mit Wasser und Methanol. Dadurch konnten wir einige Verunreinigungen in der Kanne beseitigen, nicht aber Einflüsse der Umgebung verringern.

Schon die Umgebungsradioaktivität und aus Betonwänden austretende Elektronen könnten ausreichen, um Ereignisse in der Kanne auszulösen. Solche Ereignisse würden als Müon gezählt, da der Photomultiplier nicht in der Lage ist, zwischen einer Störung und einem Müon zu unterscheiden. Wir haben keine Möglichkeit, die Umgebungsradioaktivität exakt zeitgleich zu registrieren, deshalb haben wir einen möglichst günstigen Ort für das Experiment ausgewählt, an dem die Umgebungsstrahlung zu gering ist um signifikante Störungen zu erzeugen. Bei radioaktiven Zerfällen kann selten eine ausreichend hohe Energie entstehen, damit die Elektronen durch Cherenkov-Strahlung nachgewiesen werden, und verschiedene Messungen mit radioaktiven Präparaten haben ergeben, dass unsere Abschirmung die Strahlungsintensität zusätzlich um den Faktor acht reduziert.

1.5 Verstärkungs- und Zähl elektronik

Bei den Test- und Einstellungsmessungen als Vorbereitung auf die dritte Langzeitmessung stellten wir plötzlich fest, dass die Zähl elektronik keine Spannung mehr bekam und daher keine Ereignisse mehr gezählt werden konnten. Bei näherer Untersuchung erkannten wir, dass ein Widerstand auf der Platine zur Strombegrenzung falsch dimensioniert und ständig überlastet worden war, sodass er durchzuschmoren drohte. Als Lösung wurde ein zweiter Stromkreis eingerichtet, der den Zählerteil unabhängig von der Verstärkung versorgte. Als Nebeneffekt verringerte sich dadurch auch das Rauschen in der Verstärkung, da die Bauteile der Zähl elektronik jetzt unabhängig voneinander arbeiten. Der Betrieb über Batterien brachte als zusätzlichen Effekt noch eine genauere Messung, da dadurch viele Störungen, die aus dem Stromnetz kamen, beseitigt werden konnten. Für die Messungen in der Höhle war der Batteriebetrieb ebenfalls notwendig.

1.6 Abschirmung gegen elektromagnetische Störstrahlung

Die Signale, die wir registrierten, sind extrem schwach und benötigten eine millionenfache Verstärkung, bis sie schließlich gezählt werden. Daher reichen bereits geringste Störungen aus der Umgebung aus, z.B. das Vorbeifahren der Straßenbahn, die dazu führen, dass die Messung unbrauchbar wird. Um dieses Problem zu beheben, haben wir einen Pappkarton mit Alufolie beklebt und geerdet. Als zweiter Schritt wurde eine Hülle aus Blei um die erste Vorverstärkung, die direkt auf der Kanne sitzt, angebracht. Das führte zwar zu einer starken Verringerung des Rauschens. Wir stellten jedoch gleichzeitig eine geringe Erwärmung der Bleifolie fest, da die Abwärme der Schaltung aus der Spannungsversorgung des Photomultipliers nicht mehr abgeführt werden konnte.

1.7 Weitere Eigenschaften unseres Experimentaufbaus

Einige Faktoren können die Ereignisanzahl verändern. Zum einen wird die Rate durch die Schwellenspannung beeinflusst. Diese legt fest, ab welcher Signalstärke des Multipliers ein Ereignis gezählt wird. Zum anderen ändert sich die Rate auch durch die zugeführte Hochspannung, die die Verstärkung des Multipliers regelt. Mit steigender Innentemperatur sollte

sich auch die gemessene Ereignisrate verändern. Dies ließe sich nachweisen, indem man die Ereignisrate in Abhängigkeit von der Innentemperatur beobachtet.

Da wir unsere Messungen unter anderem auf einem Dachboden ohne konstante Raumtemperatur durchführten, hätten wir einen Tag-Nacht-Effekt messen müssen. Da dies nicht der Fall war, konnten wir bei den folgenden Messungen die Raumtemperatur vernachlässigen.

Weiterhin sei noch erwähnt, dass die Hochspannungsnetzteile über eine auf 10nA genaue Strombegrenzung verfügt und mit einer maximalen Spannungsabweichung von 10^{-3} spezifiziert sind. Daher schließen wir Einflüsse aus der Netzspannung auf den Photomultiplier aus.

2 Auswertung der Messdaten

2.1 Datenverarbeitung

Den Aufbau unseres Experiments mit einer Ratenmessung haben wir bereits im Physikclub in einer größeren Gruppe durchgeführt. Dabei hat einer von uns den Aufbau und die Entwicklung der elektronischen Schaltung vorgenommen, ein anderer hat sich um die Statistik und die Auswertung gekümmert, ein dritter die theoretischen Hintergründe aufgearbeitet.

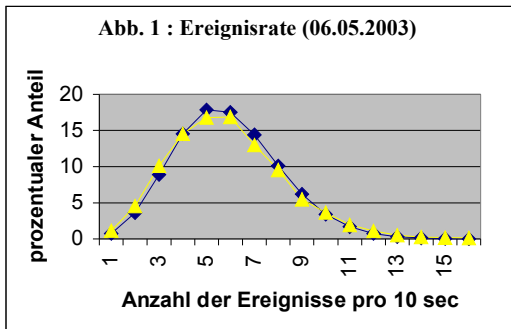
Die Registrierungs- und die Auswertesoftware haben wir eigens geschrieben. Die Software, die auf dem Computer während der Messung läuft, registriert Signale über die parallele Schnittstelle und schreibt in eine Textdatei den genauen Zeitpunkt eines Ereignisses. Ein Perl-Skript bringt diese Reihe anschließend in Ratenform. Bei einstellbarer Intervalllänge wird nur noch die Anzahl der Ereignisse, die in diesem Intervall registriert wurde, gezeigt. Diese Daten werden dann in einer Tabellenkalkulation weiter verarbeitet und mit verschiedenen Methoden ausgewertet.

2.2 Ratenmessung: Poisson-Verteilung

Die Poisson-Verteilung beschreibt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass in einem bestimmten Zeitabschnitt eine gegebene Anzahl von Ereignissen stattfindet. Die Ereignisse selbst treten selten und unabhängig voneinander auf, somit liegen die bekannten Voraussetzungen für die Anwendung der Poisson-Statistik eindeutig vor.

Der Graph einer Ratenmessung ist eine Poissonkurve. Auf der x-Achse wird die Anzahl der Ereignisse pro Intervall aufgetragen, auf der y-Achse die Wahrscheinlichkeit für das jeweilige Intervall. In unseren Graphen sind die tatsächlichen Werte blau eingezeichnet, die errechnete Poissonkurve ist gelb dargestellt.

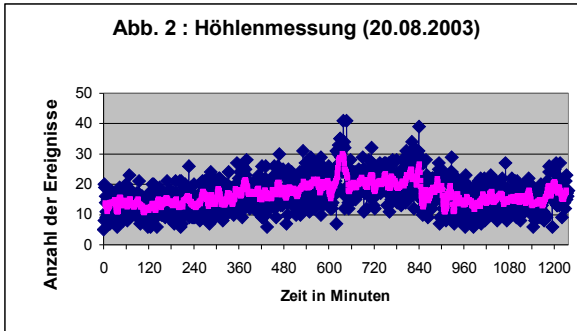
Bei unseren statistischen Auswertungen haben wir stets den Mittelwert der Ereigniszahl gebildet, der u.a. von der Höhe des Messortes, der Überdeckung, der Spannung und der Schwellenspannung abhängt, und daraus eine Poissonkurve errechnet (vgl. Abb. 1). Diese Kurve trugen wir anschließend in einen Graphen auf und verglichen sie



mit den tatsächlichen Werten. Die errechneten und gemessenen Kurven stimmen stets sehr gut überein. Auch dies war ein Anzeichen dafür, dass wir tatsächlich Müonen nachweisen und der Versuchsaufbau funktioniert. Auf die Ergebnisse werden wir in den folgenden Kapiteln noch weiter eingehen.

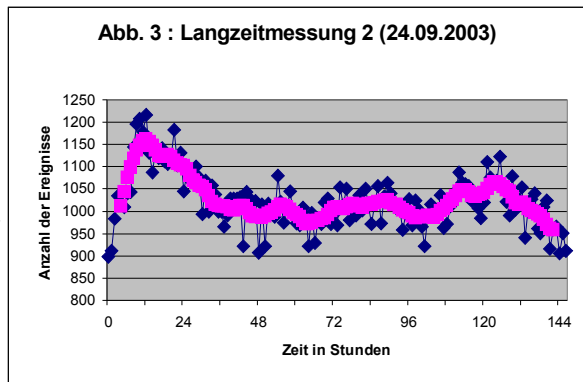
2.3 Langzeitauswertung

Bei der 24-stündigen Messung im Inneren einer Höhle im französischen Vercors sind wir zum ersten Mal auf ein sehr interessantes Phänomen gestoßen. Bei der Auswertung haben wir uns nicht auf eine Poisson-Verteilung beschränkt, sondern haben die Messwerte in einem "Zeitintervall – Anzahl der Müonen" Diagramm dargestellt (siehe Abb. 2). Mit dieser



Art von Auswertung ist es möglich Schwankungen der Ereignishäufigkeit während der Messung festzustellen. Dabei ist uns aufgefallen, dass es dort einen vorübergehenden Anstieg gibt. Dies hat uns veranlasst, Langzeitmessungen durchzuführen um eventuelle periodische Schwankungen zu erkennen und Maxima sowie Minima zu bestimmen.

Um die Langzeitmessungen auswerten zu können, haben wir eine weitere Methode angewendet. Bei den Kurven war zwar immer ein grober Verlauf zu erkennen, es lässt sich aber nicht erkennen, ob starke Anstiege bzw. Abfälle einen systematischen Gang haben oder eher zufällig verteilt sind. Aus diesem Grunde haben wir ein Verfahren angewendet, mit dem wir die Kurven mitteln können. Dabei werden von einem bestimmten Messwert ausgehend die vier vorherigen und die vier nachfolgenden Messwerte addiert und anschließend die Summe durch 9 geteilt. Grobe Ausreißer werden dadurch geglättet, sodass der Verlauf besser zu erkennen ist (vgl. Abb. 3). Ein ähnliches Verfahren wird auch zur Glättung der Sonnenflecken-Relativzahl-Kurve angewandt.



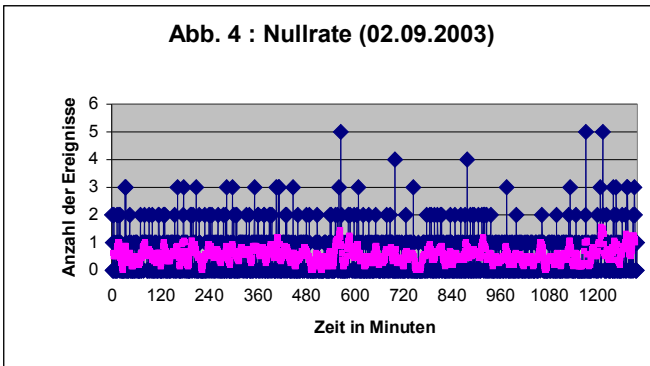
3 Messen wir Müonen? Untersuchung und Reduktion von Störungen

Neben der Abschirmung und Reinigung unternahmen wir einige weitere Betrachtungen und Versuche, um eventuelle Störquellen auszuschließen oder ihren Einfluss auf die Müonenmessung zu bestimmen.

3.1 Kontrollmessung 1: Nullrate

Das erste Verfahren, das wir seit Beginn unserer Messungen bei der Auswertung berücksichtigen, ist die Nullratenmessung ohne Wasser. Müonen können nur gemessen werden, wenn unsere Kanne mit Wasser gefüllt ist, denn nur dann tritt der Cherenkov-Effekt auf. Ist die Kanne leer, dürften eigentlich keine Ereignisse protokolliert werden. Da die Elektronik nicht ohne jegliche Fehler arbeitet und da sich immer wieder thermische Elektronen im Photomultiplier lösen, haben wir bei einer Messung ohne Wasser auch Ereignisse beobachtet.

Die Nullrate betrug bei unseren Messungen 0.34/10s. Bei unserer ersten Ratenmessung mit Wasser maßen wir dagegen eine Rate von 4.92/10s. Dies machte uns sicher, dass die meisten der Ereignisse tatsächlich im Wasser erzeugt wurden.



Anhand dieser Messung können wir die Genauigkeit unseres Experimentes besser einschätzen. Die Elektronik weist nur eine geringe Fehleranzahl auf (siehe Abb. 4). Die Fehleranzahl bleibt dort während der gesamten Nullratenmessung nahezu konstant. Das ist jedoch noch kein Beweis dafür, dass wir wirklich Müonen gemessen haben. Denn auch andere Teilchen, z.B. schnelle durch Radioaktivität entstandene Elektronen, können Lichtblitze erzeugen und somit ein Ereignis auslösen. Die verbleibenden Störquellen mussten also Lichtblitze im Wasser hervorrufen. Diese Art von Störquellen haben wir im weiteren Verlauf des Experimentes versucht, immer besser abzuschirmen.

3.2 Kontrollmessung 2: Gekippte Kanne

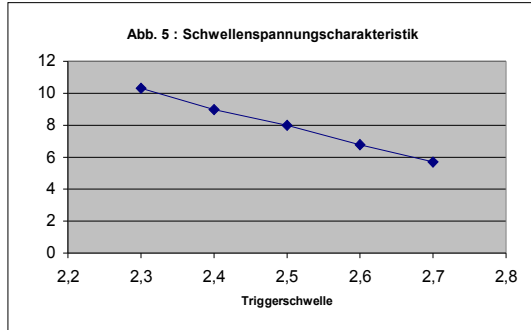
Wir haben die Kanne um 90° gekippt und wir maßen ein Ratenverhältnis von ungefähr 2.9 (nicht gekippt) zu 2.6. Dieser Wert entspricht etwa dem Verhältnis, das an der Universität Mainz gemessen wurde. Dort wurde mittels einer Koinzidenzmessung mit zwei geeichten Detektoren eine Effizienz von 90.6% bei senkrecht gestellter Kanne gegenüber 81.6% bei waagrechter Kanne festgestellt. Das entspricht einem Verhältnis von 0.9 gegenüber 0.896 bei unseren Messungen.

3.3 Kontrollmessung 3: Schwellenspannungscharakteristik

Um das Verhalten des Photomultipliers und der Verstärkungselektronik näher zu untersuchen, stellten wir verschiedene Messungen bei verschiedenen Schwellenspannungen auf. Erkennbar ist ein nahezu linearer Verlauf (vgl. Abb. 5), und ein weiter Messbereich, der zeigt, dass die gemessene Rate stark von der Schwellenspannung abhängt. Diese entscheidet über das Signal, ob es als Rauschen nicht gewertet, oder als Impuls gewertet werden soll.

3.4 Störlichtmessung

In der Kanne reichen schon wenige hundert Photonen aus, um den Photomultiplier auszulösen. Deshalb achten wir bereits im Vorfeld unserer Messungen darauf, möglichst kein Umgebungslicht an die Kanne zu lassen. Denn mit Hilfe eines Laserpointers haben wir festgestellt, dass die Kanne nicht vollkommen lichtdicht ist. Deswegen wurde das Experiment in abgedunkelten Räumen aufgebaut und zusätzliche Maßnahmen zur Lichtabschirmung getroffen.



3.5 Fazit

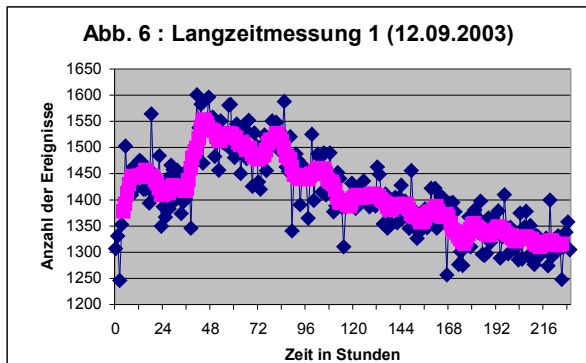
Trotz anfänglicher Skepsis sind wir uns mittlerweile sicher, dass die meisten Ereignisse in unseren Messungen von Müonen stammen. Wenn man den Versuchsaufbau leicht modifiziert (dunkler Raum, Abschirmung etc.) und die Nullrate abzieht, so bleiben nur noch wenige nicht ausgeschlossene Störungen über. Der Ratenunterschied bei der gekippten Messung macht uns zuversichtlich, zum größten Teil Müonen gemessen zu haben.

Als weitere Messmethode bleibt die Koinzidenzmessung mit zwei Kannen, damit nur die senkrecht kommenden Ereignisse berücksichtigt werden können und die Fehler in der Verstärkung reduziert werden können. Dieser Versuchsaufbau ist bisher noch nicht voll funktionstüchtig. Er wird zurzeit aufgebaut und erprobt.

4 Langzeitmessungen

4.1 Ursachen für die Langzeitvariationen

Nachdem wir angefangen hatten, unsere Messwerte nicht mehr nur als Poissonkurve darzustellen, sondern in einem "Zeitintervall – Anzahl der Müonen" Diagramm auszuwerten, wurde uns schnell klar, dass dies zu einem zentralen Punkt unserer Forschungsarbeit werden sollte. Schon die ersten Kurven zeigten, dass die Messungen starken Schwankungen unterliegen, die wir uns nicht erklären konnten. Aus diesem Grund starteten wir zunächst zwei Langzeitmessungen über jeweils eine Woche sowie eine weitere dreiwöchige Messung (23.12.2003 - 07.01.2004).



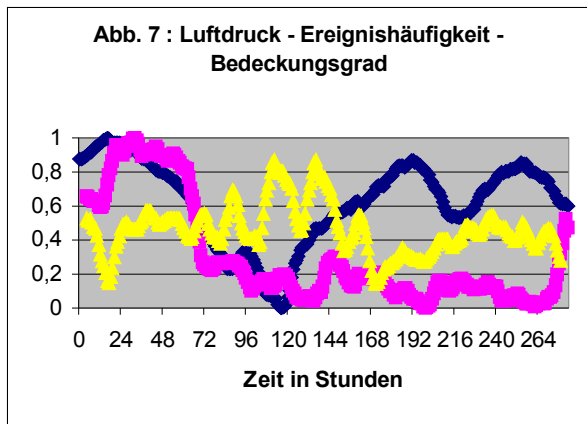
4.2 Tagesvariationen

Die Höhlenmessung vom 20.08.2003 hat gegen Mittag ein Maximum, ein zweiter, kleinerer Anstieg war gegen Abend erkennbar (vgl. Kap. 2.3, Abb. 2). Da die Messung ca. 24 Stunden lief, liegt ein Tag-Nacht Effekt nahe. Diese Vermutung wurde aber durch die späteren Langzeitmessungen widerlegt. Am Anfang der ersten Langzeitmessung ist ein starker Anstieg der Rate zu erkennen (vgl. Abb. 6). Dieser Anstieg erstreckt sich bereits über zwei Tage! Anschließend bleibt die Kurve zwei Tage auf einem konstanten, hohen Level. Dies kann bei einem Tag/Nacht-Effekt nicht der Fall sein, da dort die Kurve etwa sinusförmig aussehen müsste. Aus diesem Grund haben wir einen Tagesgang für unser Experiment ausgeschlossen.

4.3 Luftdruckabhängigkeit und Wettereinflüsse

Das Diagramm in Abb. 7 stellt einen Vergleich der Ereignisrate (pink), sowie des Luftdruckes (blau) und der Bedeckung durch Wolken (gelb) dar. Während der ersten fünf Tage ist der Verlauf der beiden Kurven ähnlich. Das hat uns zunächst dazu veranlasst, davon auszugehen, dass die Raten vom Luftdruck abhängig sind: Die Kurven legen nahe, dass die Müonenrate umso höher ist, je höher der Luftdruck ist.

Dies stimmt jedoch überhaupt nicht mit der Theorie überein, die das genaue Gegenteil besagt: Je höher der Luftdruck ist, umso mehr Luftatome befinden sich in der Atmosphäre. Je mehr Luftatome, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Müonen durch die Energieverluste an den Atomen zerfallen. Dabei verursachen die Luftatome nicht den Zerfall der Müonen, sondern sie sorgen dafür, dass die Müonen Energie verlieren. Dadurch werden sie langsamer



und zerfallen in unserem Bezugssystem schneller. Außerdem wird die Cherenkov-Strahlung erst dann erzeugt, wenn die Müonen eine hinreichend große Geschwindigkeit haben.

Also, müsste die Anzahl der Müonen, die nicht zerfallen und noch registriert werden können, mit steigendem Luftdruck sinken! Dieses mit der Theorie übereinstimmende Resultat wurde oft gemessen (z.B. in Gran Sasso, wie wir durch persönliche Mitteilungen erfahren), aber wir konnten diesen Effekt nicht bestätigen. Andere Effekte konnten wir ausschließen: Eine Luftdruckänderung in 10 – 40 km Höhe, die den Zerfall der primären kosmischen Strahlung beeinflussen könnte, kann als Ursache ausgeschlossen werden, da in dieser Höhe Luftdruckänderungen aufgrund der geringen Dichte keinen Effekt bewirken³. Dieses Verhalten könnte entweder auf eine Fehlfunktion unseres Experimentes zurückge-

³ Persönliche Mitteilung der meteorologischen Beratungsstelle, Heeresfliegerregiment 36, Fritzlar

führt werden, was allerdings auf Grund unserer bisherigen stets positiven Resultate unwahrscheinlich ist, oder auf gegensätzliche Einflüsse von Müonenrate und Luftdruck basieren.

Um dieses Phänomen näher zu untersuchen, planten wir eine mehrwöchige Langzeitmessung in den Weihnachtsferien. Dabei wollten wir möglichst viele Daten protokollieren, um die tatsächlichen Umgebungseinflüsse vor Ort zu bekommen. Wir entschieden uns, das Experiment in der Reiherwaldschule in Wabern aufzubauen. Vorteilhaft war für uns die Nähe zu der Wetterstation bei den Heeresfliegern in Fritzlar, wo wir halbstündig gewonnene Wetterdaten zu Temperatur, Luftdruck und zu den Wolkenschichten bekommen konnten.

Im ersten Teil der Messung ist dabei der bekannte Verlauf erkennbar: Wenn der Luftdruck steigt, dann steigt auch die Müonenrate an. Nach ungefähr zwei Wochen (etwa ab Neujahr 2004) stieg zum ersten Mal der Luftdruck an, während die Müonenrate auf einem konstanten Niveau blieb. Wir haben noch keine eindeutige Erklärung für dieses Phänomen gefunden. Möglich erscheint uns, dass ein weiteres, bisher für diese Messung nicht berücksichtigtes Phänomen die Messung beeinflusst. Wir gehen davon aus, dass der größte Einfluss auf die Ereignisrate durch die Wolken ausgeübt wird. Die Sonnenaktivität scheidet hier aus; unter den aufgeschlüsselten Sonnenwinddaten (Kap. 4.5) befindet sich kein den Effekt erklärendes Ereignis.

Nehmen wir erneut für die Absorption der Müonen in Wasser 2MeV/g cm^2 an, so können wir feststellen, dass ein Müon bei einer Flugstrecke von einem Meter in Wasser 200MeV verliert:

$$100\text{cm} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 2 \frac{\text{MeV}}{\text{g} \cdot \text{cm}^2} = 200\text{MeV}$$

Da Luft bei einem Druck von 1000mBar eine Dichte von $1 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ mg/cm}^3$ besitzt, verringert sich entsprechend der Energieverlust auf ein Tausendstel.

Die Atmosphäre besitzt eine Dicke von 1030 g/cm^2 ⁴ bei Normaldruck (Dichte mal Strecke):

$$\frac{1030\text{g}}{\text{cm}^2} \cdot 2 \frac{\text{MeV}}{\text{g} \cdot \text{cm}^2} \approx 2\text{GeV}$$

Findet nun bei einem extremen Sturmtief ein Luftdruckabfall auf $900\text{mBar} \hat{=} 900 \text{ g/cm}^2$ statt, so ändert sich der Energieverlust auf ca. $1,8\text{GeV}$. Die größte von uns beobachtete Luftdruckänderung war 41 g/cm^2 . Dies bewirkt eine Änderung um $0,082\text{GeV}$ – zu wenig, um es nachzuweisen.

4.4 Wolken

Während unserer „Weihnachtsmessung“ haben wir von der Wetterstation in Fritzlar Angaben zu den Wolkenschichten erhalten. Dort werden mehrmals am Tag Radiosondenaufstiege durchgeführt. Die Sonden protokollieren während des Aufstiegs Temperatur und Luftfeuchtigkeit. An ihnen ist zu erkennen, in welcher Höhe Wolken vorhanden sind. Anhand der Dicke und Höhe über dem Boden kann man Rückschlüsse auf die Wolken ziehen. Für uns war das Mischungsverhältnis interessant, das direkt aus den Aufstiegsgraphen ablesbar ist. Es wird in g/kg gemessen und gibt das Verhältnis von Wasser zu Luft in der Atmosphäre an.

⁴ T.K. Gaisser, Cosmic Rays and Particle Physics, Cambridge 1990 S.34

Der Vergleich der Müonenrate mit dem Bedeckungsgrad liefert keine eindeutig sichtbare Abhängigkeit. Das ist eventuell darauf zurückzuführen, dass die Angaben zum Bedeckungsgrad nicht dem absoluten Wassergehalt entsprechen. Wir haben daher eine Abschätzung angestellt, um festzustellen, wie hoch der Energieverlust maximal sein kann.

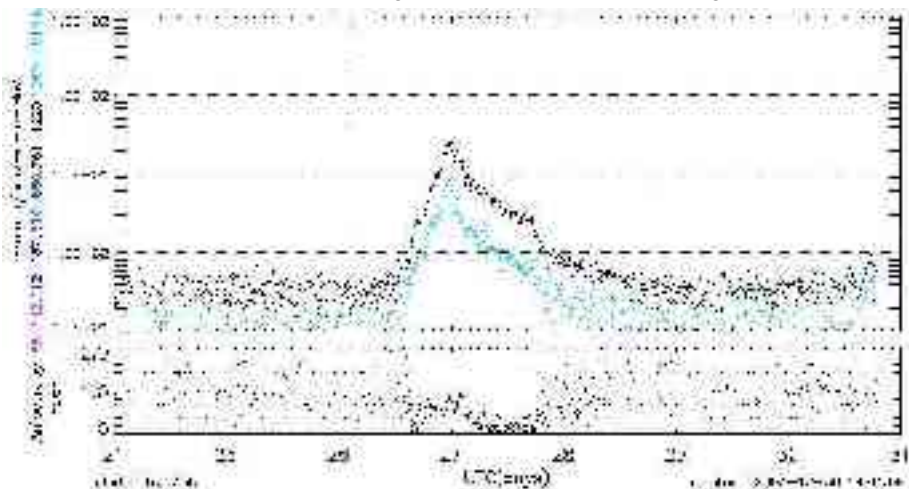
Das Mischungsverhältnis liegt am Boden bei um 7 g/kg , es fällt mit zunehmender Höhe stark ab und ist ab 4 km Höhe überhaupt nicht mehr eingezeichnet, da bei sehr geringem Luftdruck der Wassergehalt pro Volumen verschwindend gering ist. Der Wassergehalt der Atmosphäre bei bewölktem Himmel, beträgt am Boden etwa 7 g/m^3 und fällt wegen des geringeren Luftdrucks und der niedrigeren Temperatur in 5000 m Höhe auf etwa $0,25 \text{ g/m}^3$ ab. Wir erhalten durchschnittlich⁵ 2 g/m^3 über 5000 m und erhalten eine Dicke von $5000 \text{ m} \times 2 \text{ g/m}^3 = 50000 \text{ cm} \times 2 \mu\text{g/cm}^2 = 1 \text{ g/cm}^2$, was etwa 2 MeV entspricht.

Weitere Rechnungen und theoretische Überlegungen ergaben, dass die in Wolken vorhandene Wassermenge verglichen mit der einer Wassersäule sehr gering ist und somit keine signifikante Änderung der Messdaten erzeugen kann. Zusätzlich haben die Wolken ein Mischverhältnis weit unterhalb 10 g/m^3 , sodass sich dieser Effekt noch weiter abschwächt.

Auf Grund der sich verändernden relativen Luftfeuchtigkeit ist ein Einfluss von Wasser auf unsere Messung nicht auszuschließen. Die Müonen erzeugen in Wasser Cherenkov-Strahlung. Diese könnten sie auch – in vermindertem Maße – im Wasser der Wolken erzeugen und somit dort Energie verlieren. Um dies zu analysieren, möchten wir allerdings an Stelle der relativen Luftfeuchtigkeit die Wolkenverteilung in der Atmosphäre betrachten.

4.5 Sonnenaktivität

Bei einer Suche im Internet nach Experimenten zur kosmischen Strahlung sahen wir, dass die Sonnenaktivität immer protokolliert wird. Nachdem wir Daten zum Sonnenwind über diesen Zeitraum vorliegen hatten⁶, untersuchten wir die Kurven auf eine Übereinstimmung. Bisher haben wir nur eine Koinzidenz gefunden, nämlich einen Anstieg der Rate der nie-



⁵ Ein gleichmäßiger exponentieller Abfall wurde angenommen. Diese Funktion wurde integriert und der Mittelwert daraus gebildet.

⁶ <http://www.sel.noaa.gov/ace/>

derenergetischen solaren Protonen, die mit dem steilen Abfall unserer Müonenrate korreliert. Ob dies zufällig geschah, oder ob es tatsächlich eine Ursache-Wirkungs-Beziehung ist, können wir noch nicht sicher sagen, da wir dies bisher nur ein einziges Mal beobachten konnten.

Es erscheint plausibel, dass der Sonnenwind die primäre kosmische Strahlung und damit auch die Müonenrate beeinflusst, denn die geladenen Teilchen, die von der Sonne ausgehen, können über das mitgeführte Magnetfeld die ebenfalls geladenen Teilchen der primären kosmischen Strahlung leicht ablenken und so unsere Ereignisrate verringern. Aber der Sonnenwind besteht auch aus schnellen Protonen und Elektronen, so wäre besonders bei Eruptionen eine Erhöhung der Rate theoretisch möglich.

Allerdings fand gleichzeitig (vgl. Abb. 7) ein langsamer Luftdruckabfall statt, während die Ereignisrate verhältnismäßig steil abfiel (in drei Stunden um acht Prozent!). Der langsame Abfall des Luftdrucks muss nicht unbedingt auf eine weitere Ursache hindeuten. Außerdem wissen wir, dass der Luftdruck in den oberen Schichten der Atmosphäre annähernd konstant ist.

5 Messungen bei verschiedenen Höhen und Überdeckungen

5.1 Relativistische Berechnung der Flugzeit

Da die Geschwindigkeit der Müonen fast Lichtgeschwindigkeit beträgt, muss die Zeitdilatation der Speziellen Relativitätstheorie berücksichtigt werden. Die Eigenzeit der Müonen läuft von uns aus gesehen langsamer ab. Wenn man die normale Formel $s = v \cdot t$ ohne Zeitdilatation verwendet, würden die Müonen aufgrund ihrer geringen Halbwertszeit nach einer Strecke von wenigen hundert Meter zerfallen. Nach der Formel für Zeitdilatation gilt:

$$\sqrt{1 - (v/c)^2} \cdot \Delta t' = \Delta t$$

Wir haben bei zwei Messungen auf 1000m Höhe und 200m Höhe einen Ratenunterschied festgestellt. Nun wollen wir berechnen, ob dieser Unterschied durch Zerfall zu erklären ist. Wir nehmen dafür eine typische Energie der Müonen von 1GeV an. In dieser Beispielrechnung wird der Energie- und damit Geschwindigkeitsverlust der Müonen während des Fluges vernachlässigt.

Die Ruheenergie eines Müons beträgt 106MeV. Berechnen wir zunächst die Geschwindigkeit des 1GeV-Müons:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \quad \frac{1\text{GeV}}{0,106\text{GeV}} = \frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \Rightarrow v \approx 0,995c$$

Zunächst berechnen wir die Halbwertszeit der Müonen für eine Bewegung mit 0.995c. Die Halbwertszeit in ihrem Bezugssystem beträgt $15 \cdot 10^{-6} \text{ s}$. In unserem Bezugssystem entspricht dies

$$\frac{1,5 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{\sqrt{1 - (0,995)^2}} \approx 15,02 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

Innerhalb dieser Zeit legen die Müonen eine Strecke von $15,02 \cdot 10^{-6} \text{ s} \cdot 0,995 \cdot c \approx 4500 \text{ m}$ zurück. Bei unseren Messungen auf dem Bergplateau in Frankreich sowie in Kassel betrug der Höhenunterschied 1100m. Die Zeit, die die Müonen dafür benötigen, errechnet sich zu:

$$\frac{1100\text{ m}}{4483\text{ m}} \cdot 15,02 \cdot 10^{-6}\text{ s} \approx 3,69 \cdot 10^{-6}\text{ s}$$

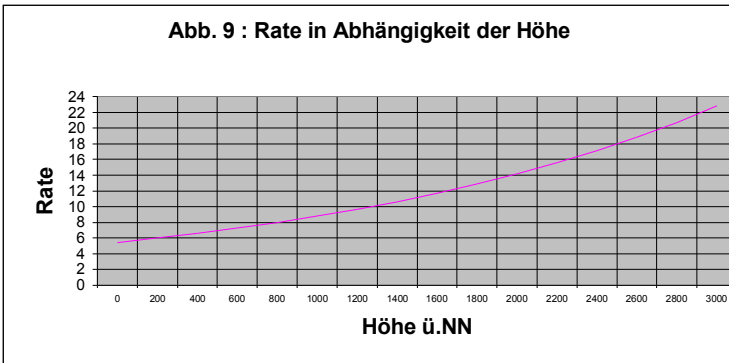
Um die Zerfallsrate in Abhängigkeit der Zeit zu betrachten, verwenden wir die Formel für Teilchenzerfall:

$$f(x) = \frac{1}{2^{\frac{t}{T_{1/2}}}} = 2^{-x}$$

Mit x wird beschrieben, wie oft die Halbwertszeit (15,02µs) vergangen ist. Dazu müssen wir die 3,69µs noch umrechnen:

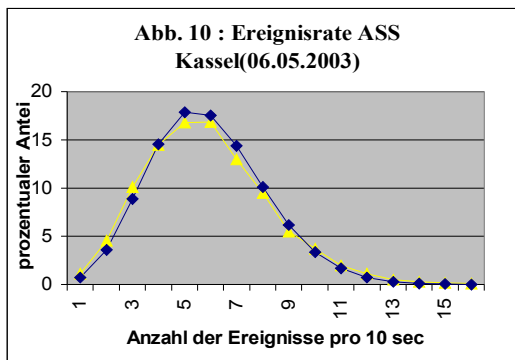
$$\frac{3,69 \cdot 10^{-6}\text{ s}}{15,02 \cdot 10^{-6}\text{ s}} \approx 0,245$$

Eingesetzt erhalten wir: $f(0,245) \approx 0,843$. Diese 85% beschreibt die noch nicht zerfallene Menge von Müonen, die nach der zurückgelegten Strecke in der Kanne ankommt. In einer Höhe von 1350m hatten wir im Mittel 12 Ereignisse. Daraus ergibt sich für unsere Ratenmessungen in Kassel ein Wert von ca. 10,1 (tatsächlich haben wir etwa 7 Ereignisse gemessen). Dieser Wert muss sehr kritisch betrachtet werden, denn wir hatten eine andere radioaktive Umgebungsstrahlung, unterschiedlichen Luftdruck und Wolkenhöhe.



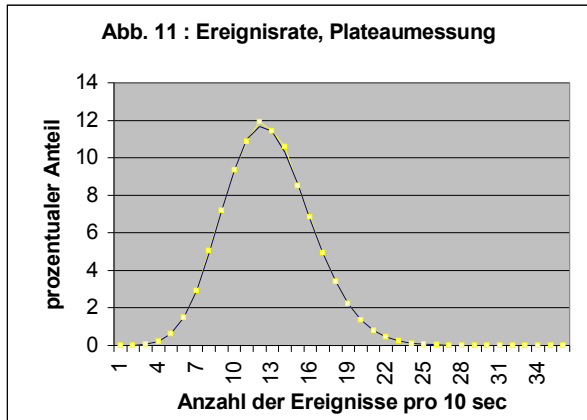
5.2 Messung in 250m ü. N.N.

Abb. 10 zeigt die ersten Ratenmessungen, die wir in 250m ü.N.N. an unserer Schule durchführten. Das Experiment fand in einem Raum mit einer Etage Überdeckung statt. Wir beobachteten eine Ereignisrate von 4.92 / 10s. Besonders gut zu erkennen ist die Übereinstimmung der beiden Kurven. (Blau ist die gemessene Kurve, gelb die errechnete.)



5.3 Messung in 1200m ü. N.N.

Abb. 11 zeigt die Ratenauswertung der Messung auf dem Campingplatz im französischen Méaudre in der Nähe der Höhle. Der Campingplatz liegt in etwa 1200m Höhe ü.N.N. Wir bauten unser Experiment dort auf, um einen Vergleichswert zu unserer Höhlenmessung zu haben. Deutlich ist hier, dass wir eine höhere Ereignisrate messen. Das ist zwar einerseits auf die größere Höhe über N.N. zurückzuführen, andererseits müssen aber auch die Störfaktoren wie eine hohe Temperatur (ca. 40°C im Zelt) berücksichtigt werden.



5.4 Messung in einer Höhle mit 450m Überdeckung

Bei der Auswertung der Höhlenmessung zeigte sich, dass wir dort wesentlich weniger Müonen gemessen hatten: Eine mittlere Rate von 3 gegenüber 12 ist signifikant, und damit ein sicheres Indiz dafür, dass der überwiegende Teil der kosmischen Strahlung vom Berg absorbiert wird. Aber im Nachhinein fragten wir uns, ob es denn tatsächlich so viele Müonen sein könnten, die es noch durch den Berg schafften. Wir können leider keine Aussage darüber treffen, wie hoch die Radioaktivität im Berg war und welcher Anteil der gemessenen Ereignisse auf die kosmische Strahlung fiel, weil wir die Radioaktivität noch nicht mitprotokollierten.

5.5 Weitere Höhenmessungen

In Kapitel 5.1 Abb. 9 lässt sich die Rate in Abhängigkeit der Höhe bedingt durch den relativistischen Effekt erkennen. Wir haben bereits eine Messung auf der Wasserkuppe durchgeführt, die einen Ratenunterschied zu den Kasseler Messungen zeigen sollte. Leider hatten wir ein Problem mit der Elektronik. Die Schwellenspannung ist mit der Zeit angestiegen, sodass diese Messwerte unbrauchbar wurden. Nach der Energiemessung möchten wir diese Messung deshalb noch einmal wiederholen.

6 Ausblick: Energiemessungen

Für die Osterferien haben wir eine weitere Messreihe mit neuer Zielsetzung geplant. Mit Hilfe von Absorptionsmessungen wollen wir die Rate niederenergetischer Müonen bestimmen und so eine Energieverteilung der sekundären kosmischen Strahlung zwischen etwa 200MeV und 1,2GeV aufnehmen.



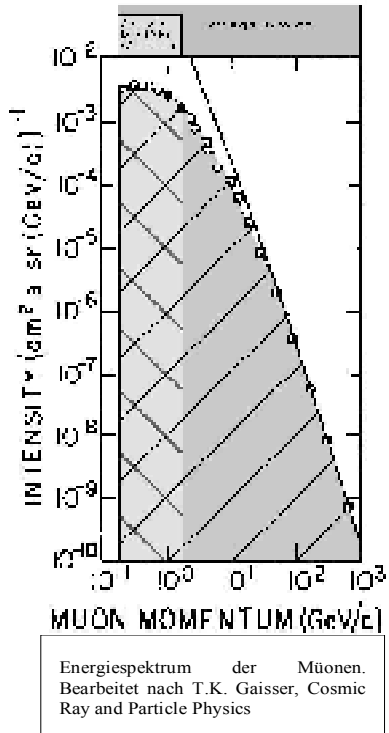
Wie in Kapitel 4.4 beschrieben, verlieren Müonen in Wasser Energie. Bringen wir nun eine Wassersäule mit einer definierten Höhe über unsere Kanne, so müssten wir einen Ratenunterschied nachweisen. Dazu nutzen wir einen Tauchtank, der uns für diese Zeit zur Verfügung gestellt wird. Der Tank hat eine Höhe von 5m und einen Durchmesser von 2,8m. Bei 5m Überdeckung beträgt der Energieverlust ca. 1GeV.

Bringen wir die Kanne direkt unter den Tank, so beträgt der Bedeckungswinkel des Tanks (d.h. der Winkel, unter dem Müonen durch die gesamte Wassersäule durchfliegen müssen, um die Kanne erreichen zu können) $31,3^\circ$.

Der nebenstehende Graph gibt die Energie und die Intensität der Müonen an. Da der Detektor eine Schwelle von 160MeV besitzt, ist die größtmögliche untere Schwelle etwa 1,16-1,2GeV (je nach Dicke des Tankbodens). Berücksichtigt man die doppel-logarithmische Auftragung und integriert nach linearer Neuskalierung, so zeigt sich, dass mit der vorhandenen Wasserhöhe ca. 50% der Müonen absorbiert werden.

Wir messen bei einer Wasserhöhe von 0m und 5m einmal fast alle Müonen und ein anderes mal nur die im einfach schraffierten Bereich des Energiespektrums. Durch Subtraktion können wir somit den Anteil der Müonen zwischen 200MeV und 1,2-GeV abschätzen.

Die erfolgreiche Durchführung dieses Experiments würde nicht nur zeigen, dass unsere Annahmen richtig sind, sondern sie würden auch Möglichkeiten aufzeigen weitere wissenschaftlicher Untersuchungen mit der Versuchsanordnung durchzuführen.



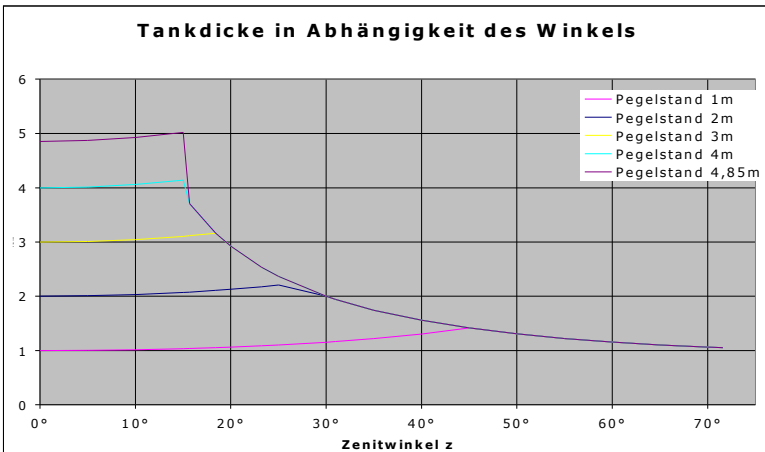
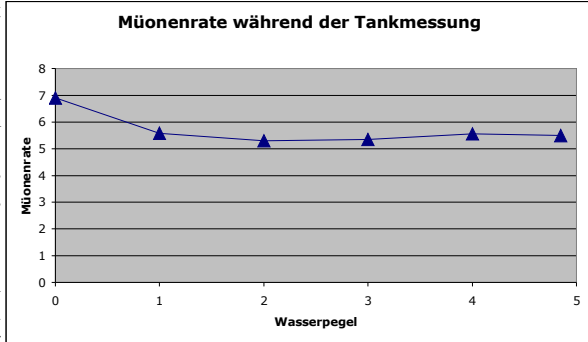
7 Auswertung der Tauchturmmessung

7.1 Erklärung des Ratenabfalls durch die Tankgeometrie

Bei der Tauchtankmessung (siehe 6.) wurde alle 12 Stunden der Wasserpegel um 1m erhöht, um bei verschiedenen Abschirmungen zu messen. Diese Daten wurden wie üblich in 10s-Raten umgewandelt, die Verteilungskurven und Langzeitauswertungen wurden betrachtet. Die Daten einer von uns aufgebauten zweiten Kanne, die im Zelt direkt neben dem Tank stand, wurden genauso ausgewertet, um Langzeitschwankungen im Müonenfluss nachweisen und rechnerisch berücksichtigen zu können.

Um den Ratenabfall festzustellen, wurden zuerst die gemessenen Raten gegen die Pegelstände aufgetragen. Der entstehende Graph ergab jedoch nicht den erwarteten linearen Abfall: Die Müonenrate fiel nur beim ersten Meter Wasser merklich ab, die folgenden 24000 Liter änderten nichts mehr an der Rate, die nun zwischen 5,3 und 5,6 schwankte.

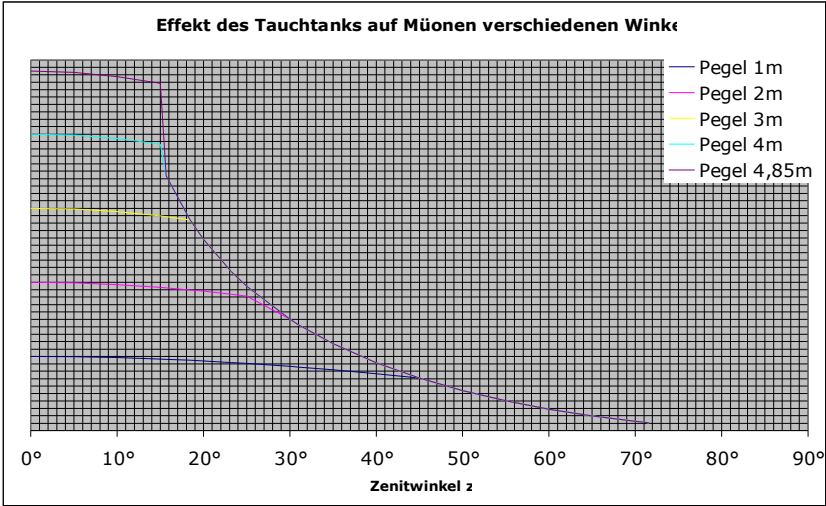
Da Müonen nicht nur senkrecht von oben kommen, ist es nötig, die Dicke des Tanks für verschiedene Auftreffwinkel zu berücksichtigen. Auf dem Graphen ist die Dicke des Tanks bei verschiedenen Pegelständen für verschiedene Winkel (Zenitdistanz) aufgetragen. Deutlich zu erkennen ist die "Kante", ab der die Müonen nur seitlich durch die Wand des Tanks zum Detektor fliegen. Durch trigonometrische Überlegungen wurde der Weg berechnet, den die Teilchen im Wasser zurücklegen.



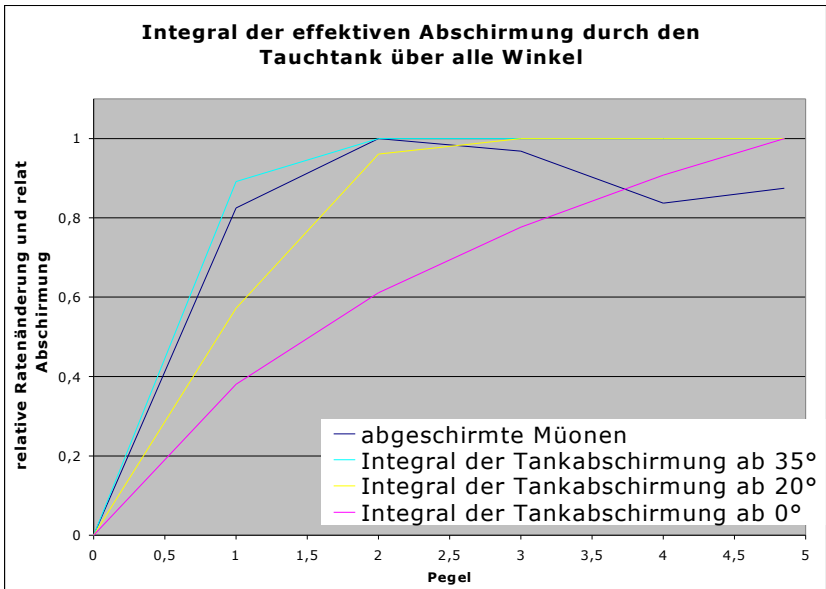
Im zweiten Graphen wird die sogenannte effektive Abschirmung des Tanks dargestellt: Niederenergetische Müonen haben eine Winkelverteilung, die der \cos^2 -Funktion entspricht⁷. Daher wurden die Tankdicken mit $\cos^2 z$ multipliziert. So ergibt sich die Abschirmung des Tanks, die die Häufigkeitsverteilung der Müonen aus verschiedenen Winkeln berücksichtigt.

Um den Ratenabfall deutlicher darzustellen, wurde später der Ratenabfall gegenüber der ersten Messung ohne Abschirmung (bei leerem Tank) aufgetragen. Beim Integrieren der Abschirmungen über den Auftreffwinkel ergibt sich immer noch ein starker Anstieg der Abschirmung, so dass wir einen stetigen Ratenabfall erwarten sollten (pinkfarbene Kurve). Da wir diesen Ratenabfall nicht gemessen haben, gehen wir davon aus, dass unser Detektor senkrecht kommende Müonen nur sehr schlecht nachweist, schräg einfallende Müonen jedoch relativ gut.

⁷ M. Fuidl, Kosmische Myonen in Schulversuchen, Examensarbeit Mainz, 2003, S. 25



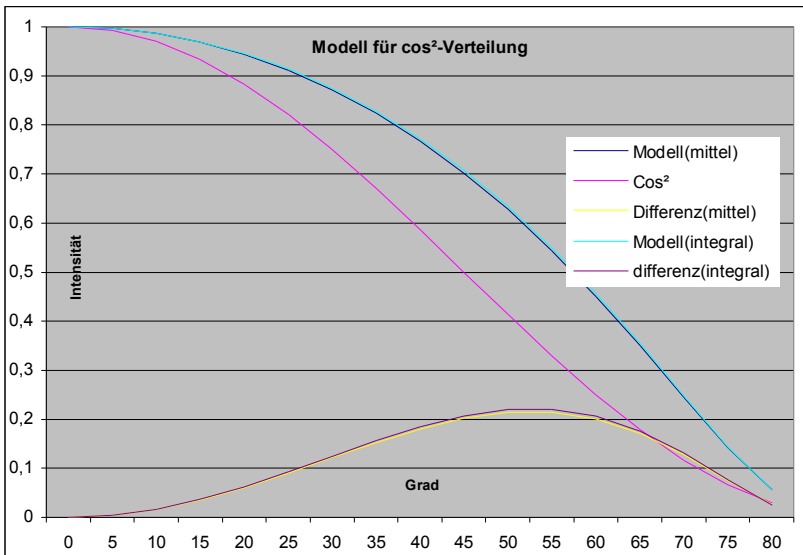
Wir nahmen eine Zenitdistanz an, ab der der Detektor überhaupt erst Müonen nachweisen kann. Diesen Winkel passten wir schrittweise an, bis sich die geometrisch errechnete Abschirmung des Tanks der tatsächlich gemessenen Müonenabschirmung (blau) gut angenähert hatte. Bei 35° ist eine sehr gute Übereinstimmung der Kurven zu sehen. Die Raten wären also erklärt, sofern die Thermoskanne erst Müonen nachweist, die unter einem Winkel >35° einfallen. Unter Tankabschirmung verstehe ich das Integral der Abschirmung durch den Tauchtank ab einer bestimmten Zenitdistanz bis 90°.



Das ist plausibel: Müonen erzeugen im Wasser einen Lichtkegel, der bei 300MeV-1GeV einen Winkel Q von etwa $36-40^\circ$ besitzt⁸. Daher trifft das Cherenkov-Licht dieser Müonen direkt auf den Photomultiplier, ohne reflektiert zu werden. Anscheinend ist die Reflexion innerhalb der Thermoskanne so schwach, dass das Cherenkov-Licht stark gedämpft wird, bevor es den Photomultiplier trifft, wenn es zuerst die Kannenwand trifft. Dem entspricht auch unsere Beobachtung, dass die zweite von uns gebaute Kanne, bei der wir darauf geachtet haben, dass die Multipliauerußenseite ins Wasser ragt, eine höhere Zählrate hat.

Modell für die Winkelverteilung

Da wir beim Tauchturm gesehen haben, dass wir nicht nur senkrecht kommende Müonen messen, sondern dass Großteil von der Seite kommt, suchten wir nach einem Modell, um die in der Literatur angegebene \cos^2 -Verteilung zu erklären. In unserer Berechnung berücksichtigten wir die längere Flugstrecke und damit den häufigeren Zerfall der Müonen aus größeren Zenitdistanzen. Mit unserem Modell für die relativistische Ratenabnahme bei längerer Flugstrecke, unter Berücksichtigung der Anfangshäufigkeit bei verschiedenen Energien, können wir diejenige Energie berechnen, bei der das Häufigkeitsmaximum der nicht zerfallenen Müonen liegt. Diese Werte können für bestimmte Flugstrecken und damit Zenitdistanzen berechnet werden. Daraus lässt sich annähernd die Häufigkeitsverteilung der Müonen für verschiedene Zenitdistanzen z berechnen, die eine gute Annäherung für die $\cos^2(z)$ -Verteilung ist.



⁸ M. Klein, Kosmische Myonen: Schulversuche zur Höhenstrahlung, Examensarbeit Mainz, 2000, S. 26

8. Ratenberechnung für die Absorptionsmessungen

Bei den Absorptionsmessungen wurden folgendermaßen erwartete Raten berechnet:

1. Für eine bestimmte Tiefe wurden die Flugstrecken berechnet, die Müonen aus verschiedenen Winkeln im abschirmenden Material zurücklegen müssen, z.B. die Flugstrecke durch den Tauchtank oder durch den Erdboden bei der Kanalmessung.
2. Aus den Flugstrecken und der Dichte des Materials wurde der Energieverlust berechnet, den die Müonen erfahren.
3. Aus diesem Energieverlust und der Nachweisschwelle des Detektors wurde die Mindestenergie bestimmt.

Das heißt z.B. für 2m Tiefe im Schacht und einen Winkel von 40° : Müonen verlieren im Erdboden 840MeV und benötigen dann noch 160MeV, um Cherenkovlicht zu erzeugen. Daher lösen nur Müonen, die 1GeV oder mehr besitzen, ein Ereignis aus.

4. Der Anteil der Müonen, die oberhalb dieser Energie liegen, wurde durch Integrieren des Energiespektrums bestimmt. (z.B.: 54% der Müonen haben mehr als 1GeV.)
5. Die Winkelverteilung der Müonen wurde als Faktor einberechnet (Beispiel: Aus 40° kommen noch 60% der Müonen, $0,54 * 0,6 = 0,324$)
6. Die so errechneten relativen Raten aus verschiedenen Winkeln werden aufsummiert, um die relative Rate bei einer bestimmten Tiefe bzw. einem bestimmten Pegelstand zu erhalten.

Bei einigen Berechnungen sind wir davon ausgegangen, dass der Detektor nur Müonen mit $\geq 30^\circ$ aufnimmt. Dort wurden nur diese Winkel aufaddiert.

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



Workshop „Evolutionäre Systeme“

Klaus-Peter Haupt

Nach der Organisation vieler Alpenfahrten wollte ich den doch geänderten Interessen vieler Jugendlicher und Erwachsener nachkommen und eine neue Arbeitsform mit neuen Inhalten ausprobieren.

Seit fast drei Jahren gibt es den PhysikClub in Nordhessen, in dem besonders interessierte und begabte Jugendliche zwischen 14 und 19 Jahren sich eigenständig mit Physik beschäftigen.

Die bisher behandelten Themen sind die Plattform für den Workshop gewesen:

- Chaos und Strukturen
- Elementarteilchenphysik
- Relativitätstheorie
- Kosmische Strahlung und Müonenforschung
- Netzwerktheorie
- Philosophie der KI – Forschung

Schon auf der letzten Alpenfahrt gab es durch die Kooperation mit AAK, PhysikClub und ASS einmal überhaupt erst die Chance zur Realisierung und dann aber auch ein intensives und interessiertes Arbeitsklima.

Die Astronomie stand bei diesem Workshop etwas im Hintergrund, obwohl an den Abenden Gelegenheit zu Beobachtungen angeboten und wahrgenommen wurden, es eine AG Kosmologie gab und der Einführungsvortrag über Astrophysik und Kosmologie ging. Aber die Astronomie war diesmal nur eine der möglichen „Zulieferungen“ zur Erfassung evolutionärer Prozesse.

Obwohl (oder gerade weil) in dem hochtechnisierten Land USA erneut kreationistischer Unsinn gesellschaftlich und politisch Dominanz erlangt, sollte der Workshop deutlich machen, welches gewaltige Erklärungspotential eine evolutionäre Strategie besitzt. Das gilt natürlich nicht nur für die Entstehung von Leben in seiner großen Vielfalt, sondern auch für die Selbstorganisation der materiellen und geistigen Natur.

Evolutionstrategien führen zum Auffinden komplexer Lösungen, zur Entstehung komplexer anorganischer Strukturen und schließlich zur Entstehung von Bewusstsein und der Entwicklung geistiger Phänomene auf rein materieller Grundlage.

Hier ist also das Zusammenspiel vieler extrem unterschiedlicher Erkenntnisse gefragt und genau das erfordert eine besondere Arbeitsform, wie sie in diesem Workshop praktiziert wurde.

Erst einmal gab es keine Gruppenleiter mit einem starren und festen abzuarbeitendem Programm. Die Gruppen sollten sich mit Hilfe eines Teamers (für alle!) und ausgegebenem Material, Fragestellungen und eigenen Ideen selbst organisieren und dann möglichst schnell vernetzen.

So eröffnete uns der Einführungsvortrag von Prof. Ruder (Institut für theoretische Astrophysik Tübingen) den Blick für Entwicklungsprozesse in Galaxien und im überschaubaren Kosmos.

Dann wurde das Material für die Arbeitsgruppen verteilt und erste Forschungsaufträge gegeben, die schon Vernetzungen mit anderen Gruppen beinhalteten und aufzeigten. Der Blick ins Detail begann:

- AG Zelluläre Automaten: Definition und Klassifizierung von Komplexität, Untersuchung des Hyperzyklus als Modell zur präbiotischen Evolution
- AG Genetische Algorithmen: Auffinden der Lösung eines logischen Problems mit Hilfe von Evolutionsstrategien
- AG Kosmische Evolution: Smolins Deutung der Feinabstimmung durch evolutionäre Prozesse in einem Multiversum
- AG Philosophie: Evolution von moralischen Regeln und Bewusstseinsformen
- AG Leben und künstliches Leben: Definition lebender Systeme, Bewertung technischer Möglichkeiten
- AG Geistige Evolution: Entwicklung von Bewusstsein
- AG Information: Definition und Bedeutung der Information in der kosmischen Entwicklung
- AG Laws of Form: Untersuchung der logischen Struktur und Anwendung auf den Informationsbegriff

Schon in den zweiten Gruppensitzungen wurden Ideen, Fragen und Impulse für die anderen Gruppen notiert und am Abend in einem Jahrmarkt der Ideen besichtigt und besprochen. Dies war ein erster konkreter Vernetzungsschritt.

Beim Fortführen und Aufgreifen in der nächsten Sitzung kam es schon zum Austausch einzelner Gruppenmitglieder, die Vernetzung hatte begonnen. Durch Gespräche mit den einzelnen Gruppen konnte ich eine Reihe von neuen Fragen entwickeln, zu deren Bearbeitung sich die Teilnehmer neu formierten und somit erneut vernetzten:

- Welche Rolle spielt der Mensch im Kosmos?
- Selbstbezug: Der Wiedereintritt der Information in den Verarbeitungsprozess
- Quellen und Senken von Information im Kosmos
- Geistige Evolution als Fortführung und Teil der kosmischen Evolution
- Kann ein zellulärer Automat Bewusstsein erlangen?
- Verdeutlichung der Evolutionsstrategien an Zahlenfolgen, Vektoren und Bitstrings
- Erzeugt das Spiel des Lebens Leben?
- MICH verändern – KI ermöglichen?

Die neuen Ergebnisse wurden dann in einer kleinen Posterausstellung und in einem Abschlussplenum vorgestellt und diskutiert.

Wir hatten 31 Teilnehmer/innen im Alter von 14 bis 79 Jahren. Auch das war ein Teil des Erfolges, das tolerante Miteinander in einem so weiten Altersbereich.

Wir waren in einem kleinen Haus untergebracht, das neben vielen kleineren Räumen, einem großen Speiseraum auch einen mit moderner Medientechnik ausgerüsteten Hörsaal (z.B. Funknetzwerk) hat. Der angrenzende Fußballplatz, das Beachballfeld, aber auch ein kleiner Bach mit Pendelbrücke und der Tischtennisraum boten viele Gelegenheiten für sportliche Freizeitaktivitäten. Viele machten auch einen kurzen Ausflug zur Burg Lichtenstein.

Neben Plenumsitzungen am Abend gab es auch einen Filmabend zum Thema ("Der 200 Jahre Mann"), Billiardspiele und gemütliches Beisammensein und die Gelegenheit zum astronomischen Beobachten.

Als besondere Attraktion wurde auch eine Befahrung einer nichtausgebauten Höhle angeboten, bei der die Teilnehmer/innen in kleinen Gruppen durch die Höhle klettern durften.

Der ständige Wechsel intensiver Arbeits- und Gesprächsphasen mit sportlichen Aktivitäten machten den besonderen Reiz des Zusammenseins von Jung und Alt aus.

Für das leibliche Wohl war bestens gesorgt, ein abwechslungsreiches, reichhaltiges und gut zusammengestelltes Essen, morgens und abends als Büffet, überzeugte wohl jeden.

Kurz: Nächstes Jahr gibt es in Lichtenstein wieder einen Workshop. Dann zum Thema: "Was ist Zeit?", passend zum Einsteinjahr 2005, wieder mit Prof. Ruder, einen Tag länger, mit noch mehr Höhle und vielleicht sogar mit einer Weltpremiere....

KPHaupt

Vergnügliches

Christian Hendrich

Wie fangen Wissenschaftler Elefanten und Löwen?

MODULA Programmierer importieren einen Elefanten aus einem Zoo.

Moslemische Extremisten erschießen und sprengen alles, was ihnen in den Weg kommt; und wenn's auch keine Elefanten sind.

PASCAL Programmierer markieren zuerst einen Punkt auf der Landkarte, schreiben dann END davor und träumen davon, dass Nikolaus Wirth von einem Elefanten totgetrampelt wird.

PERL Programmierer bauen sich eine regex, die nur auf Elefanten matcht, und parsen anschließend die Welt.

Sozialpädagogen jagen Elefanten in Argentinien.

Sonderpädagogen versuchen zuerst, die Elefanten zu verstehen.

SQL Programmierer verwenden folgenden Ausdruck: SELECT Elefant FROM Afrika.

Statistiker jagen das erste Tier das sie sehen n-mal und nennen es Elefant.

Statistiker schießen einmal vor und einmal hinter den Elefanten, so dass das Tier statistisch tot ist.

Systemanalytiker wären theoretisch in der Lage, die Korrelation zwischen Hutgröße und Trefferquote bei der Elefantenjagd zu bestimmen, wenn ihnen nur jemand sagen würde, was ein Elefant ist.

...to be continued

Pressespiegel

von Friedrich Baum und Christian Hendrich

Ein Kleinplanet in der Nähe der Sonne

Ein Kleinplanet, der auf seiner Bahn um die Sonne als einziger bekannter Asteroid fast so nahe an diesen Himmelskörper herankommt wie der Planet Merkur, ist vom Lowell Observatory in Flagstaff/Arizona aus entdeckt worden. Es ist der zweite ausschließlich innerhalb der Erdbahn befindliche Kleinplanet, den die Astronomen aufgespürt haben. Der erste, 2003 CP20, war den Astronomen des Lincoln Laboratory in Socorro/Neumexiko im vergangenen Jahr bei einer automatischen Suche nach Kleinplaneten aufgefallen. Für die Gruppe der Asteroiden, die sich nie weiter als die Erde von der Sonne entfernen, ist die Bezeichnung "Apohele" vorgeschlagen worden. Apohele ist das hawaiianische Wort für Umlaufbahn. Die überwältigende Mehrheit der Kleinplaneten bewegt sich zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter. Man schätzt, daß es nur ungefähr fünfzig Apohele gibt, die mindestens so groß sind wie das jetzt bei der "Lowell Observatory Near-Earth Object Search" (Loneos) beobachtete Objekt mit der Bezeichnung 2004 JG6, das einen Durchmesser von 500 bis 1000 Metern haben dürfte. Der Kleinplanet, der sich der Sonne bis auf 48 Millionen Kilometer nähert, umkreist diesen Himmelskörper einmal in einem halben Jahr. F.A.Z.

Planeten in der Tiefe des Alls

Das Transit-Verfahren läßt weit entfernte Sonnensysteme erkennen

In den vergangenen Jahren haben die Astronomen mehr als 120 extrasolare Planeten entdeckt. Fast ausnahmslos hat man sie anhand des "Wackelns" des Sterns aufgespürt, den sie umkreisen. Nur auf einen Planeten war man bisher dadurch aufmerksam geworden, daß er periodisch das Licht des Zentralsterns abschwächte, wenn er vor ihm vorbeizog. Mit diesem Transit-Verfahren, das künftig an Bedeutung gewinnen dürfte, sind jetzt zwei weitere Exoplaneten nachgewiesen worden. Das klassische Verfahren für die Suche nach Planeten beruht darauf, daß sich zwei durch die Gravitation aneinander gebundene Himmelskörper um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen, der nicht mit dem Zentrum eines der beiden Objekte übereinstimmt. Dadurch bewegt sich auch ein Stern, der von einem vergleichsweise massearmen Planeten begleitet wird, ein wenig hin und her. Die Bewegung zur Erde hin oder von ihr fort, die den Planeten verrät, läßt sich durch eine Verschiebung der Spektrallinien messen. Bislang hat man mit dem Verfahren wegen der meßtechnischen Grenzen nur verhältnismäßig massereiche Planeten gefunden, von denen die meisten zudem nicht allzu weit vom Sonnensystem entfernt sind. Das von der Schwerkraft unabhängige Transit-Verfahren eignet sich dagegen auch dafür, kleinere Planeten aufzuspüren -allerdings nur jene, bei denen wir auf die Kante der Bahn schauen. Sonst zögen die Objekte aus unserer Sicht nicht vor den Sternen hinweg. Für die Beobachtung weit entfernter und damit lichtschwacher Sternsysteme benötigt man im übrigen große Teleskope. Sie müssen unter anderem noch Strahlungsdifferenzen von einem Prozent erkennen lassen. Ein Planet von der Größe des Jupiters nämlich blockiert von einem sonnenähnlichen Stern, dessen Durchmesser zehnmal so groß ist wie ein solches Objekt, rund ein Hundertstel des Lichts. Geeignete Kandidaten für die Beobachtung suchen die Astronomen seit einiger Zeit mit speziellen Himmelsdurchmusterungen. Insbesondere das "Optical Gravitational Lensing Experiment" (Ogle), Zusammenarbeit der Universität Warschau mit der Carnegie Institution of Washington, eignet sich dafür. Ogle diene zunächst nur dazu, dunkle und somit unsichtbare

Materie dadurch aufzuspüren, daß sie als Gravitationslinse das Licht hinter ihr stehender Sterne verstärkt. Doch mit Ogle werden auch Lichtschwankungen von Sternen registriert. Bald hatte das Experiment 59 Kandidaten für die Suche nach Exoplaneten geliefert -Sterne, deren Licht periodisch für kurze Zeit schwächer wurde. Alle 59 Kandidaten sind spektroskopisch mit einem 1,5-Meter-Teleskop in Arizona und dem 6,5-Meter-Magellan-Teleskop in Las Campanas/Chile untersucht worden. Man wollte damit ein mögliches Wackeln der Sterne messen und gegebenenfalls die Masse eines Begleiters ermitteln. Die meisten Kandidaten erwiesen sich als Komponenten in Doppelsternsystemen. Nur bei einem, dem 5000 Lichtjahre von uns entfernten Ogle-TR-56, fand man Ende 2002 tatsächlich einen Planeten, womit sich das Transit-Verfahren erstmals für das Aufspüren solcher Objekte bewährt hat. (Vorher hatte man mit ihm nur einmal einen anhand des Wackelns eines Sterns entdeckten Planeten, HD 209458b, nachträglich bestätigen können.) Der ungefähr jupitergroße und wegen seines geringen Abstands zum Zentralstern heiße Planet erwies sich als recht exotisch. Seine Umlaufbahn hat eine Periode von nur 29 Stunden.

Mit dem 8,2-Meter-Kueyen-Teleskop des Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte in Chile sind nun alle bislang mit Ogle entdeckten Transit-Kandidaten -137 von 155 000 beobachteten Sternen in zwei ausgewählten Himmelsarealen Richtung Milchstraßenzentrum und Sternbild Carina -spektroskopisch analysiert worden. Dabei wurden zwei weitere Objekte mit Planeten identifiziert. In beiden Fällen handelt es sich wiederum um "heiße" jupiterähnliche Planeten. Der 6000 Lichtjahre von uns entfernte Ogle-TR-113 hat einen Planeten, der 35 Prozent mehr Masse als Jupiter und einen um 10 Prozent größeren Durchmesser aufweist. Der Begleiter umkreist den Zentralstern in 3,4 Millionen Kilometer Abstand einmal in nur 1,43 Tagen. Der Begleiter des 1200 Lichtjahre von uns entfernten Ogle-TR-132 ist so groß wie Jupiter, hat einen um 15 Prozent größeren Durchmesser und umkreist den Zentralstern in 4,6 Millionen Kilometer Abstand einmal in 1,69 Tagen. G.P.

Älteste Spuren gebändigten Feuers?

Den Gebrauch des Feuers haben die Vorfahren des Menschen möglicherweise schon wesentlich früher erlernt, als die bisherigen Erkenntnisse vermuten ließen. Eine israelische Forschergruppe hat von Feuer hinterlassene Spuren an etwa 790 000 Jahre alten Holz- und Samenresten sowie an Feuersteinen entdeckt, die in jener Zeit benutzt wurden. Die Fragmente konzentrierten sich im Grabungsgebiet von Gesher Benot Ya'aqov (Israel) an einigen Stellen, bei denen es sich nach Meinung der Forscher um frühere "Herde" handeln könnte. Daß die Brandspuren auf natürlich entstandenes Feuer zurückzuführen seien, schließen die Wissenschaftler wegen der Verteilung aus. Mit Feuer in Kontakt geraten waren unter anderem das Holz von Ölbäumen und wilden Weinstöcken sowie Stengel von wilder Gerste, also von Pflanzen, deren Früchte essbar sind. Ob der Homo erectus, der Homo ergaster oder der archaische Homo sapiens für das Feuer verantwortlich war, ist noch ungeklärt. Bisher reichten die -in Europa und der Levante entdeckten -Spuren von der Bändigung des Feuers nur ungefähr 500 000 Jahre weit in das mittlere Pleistozän zurück. F.A.Z.

Ringschatten beeinflusst Saturnwetter

Die Ringe des Saturn beeinflussen das Wetter auf dem Gasriesen. Darauf deuten neue Messungen der Raumsonde Cassini hin. Indem der Schatten der Ringe im Jahresverlauf über die Oberfläche des Planeten wandert, schafft er die Bedingungen für starke Sommergewitter und vergleichsweise harmlose Herbststürme. Cassini zieht seit Anfang Juli ihre Bahn um den Saturn und hat seitdem Radiowellen aufgefangen, die auf Blitze in der Atmosphäre des Planeten zurückgehen. „Wir registrieren das gleiche Knistern und Knacken, das man bei

einem Gewitter im AM-Radio hören kann“, erläutert William Kurth von der University of Iowa, Iowa City. Bei ihren Vorbeiflügen Anfang der 80er-Jahre hatten die Voyager-Sonden ähnliche Radiosignale aufgefangen. Die neuen Stürme „unterscheiden sich jedoch deutlich von den vor 20 Jahren erfassten“, so Kurth.

Eine mögliche Erklärung sehen Kurth und seine Kollegen im unterschiedlichen Schattenwurf der Ringe. Anfang der 80er-Jahre sei der Ringschatten auf die Äquatorregion des Saturn gefallen und habe in der wärmsten Region der Atmosphäre eine schmale, bandförmige Region mit kühlen Temperaturen geschaffen. Der Kontrast zwischen diesen zwei Regionen könnte zu heftigen Turbulenzen und damit zu starken und langlebigen Stürmen geführt haben. Mittlerweile wende Saturn der Sonne seine südliche Hemisphäre zu, gleichzeitig falle der Ringschatten auf die nördliche Hemisphäre. Die wärmsten und kältesten Regionen lägen daher weit auseinander.

www.scienceticker.info

Heute *Ab 7.20 Uhr knutscht Venus die Sonne*

schärfster Flirt-Tag

Mit Kristallen und Linsen wird abstrahlend
 flüchtig, er das grobste
 Tag des Jahres. Von 7.20
 Uhr bis 7.23 Uhr schmilzt
 nicht der heisse Liebesplur
 met 95 bis 100 Sekunden 470
 Grad Heißt um der Sonne
 (ne verbrennt, Er aufsteige-
 wölft, das, Natur-Ereignis,
 das so nur alle 121,5 Jahre zu
 sehen ist.
 • Für die Liebe wollen die
 Sterne heute besonders glän-
 zend. Mars und Jupiter, Gio-
 ve, V.D., Saturn, Plutonium,
 Kometen und auf dem Him-
 mel eine riesige Homosexuali-

• Drei kritische Schwingungen
 legen sich wie ein Schleier
 um die ganze Erde. Fliesen
 was noch nie so einfach und
 perfektioniert wie heute!
 • PS: Auf keinen Fall irgend-
 was mit der Venus und Sonne
 machen! Die **kehlhaas kann**
 verbrennen!

Bildzeitung, 8. Juni 2004



HNA, 9. Juni 2004

© Bildzeitung, 8. Juni 2004. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt durch die Bildzeitung. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt durch die Bildzeitung. Alle Rechte vorbehalten.

Vorträge und Veranstaltungen

September bis Dezember 2004

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

Fr, 3. 9.04, 18.30 Uhr Mitgliederversammlung

Fr, 10. 9.04, 18.00 Uhr Vortrag

Galaxien: Keine einsamen Welteninseln

Referent: K.-P.Haupt

Unser Bild von Galaxien hat sich gewandelt. Noch vor 100 Jahren war nicht endgültig geklärt, ob sie überhaupt aus Sternen bestehen, dann wurden sie als Welteninseln angesehen, die isoliert im Kosmos als Sternenansammlungen existieren. Inzwischen sehen wir sie als dynamische, wechselwirkende komplexe Systeme, die sich schon in der Frühphase des Kosmos gebildet haben und deren Entwicklung auch heute nicht zu Ende ist.

Fr, 17. 9.04., 18.00 Uhr Kabarett - Abend

Das Blaue vom Himmel

Ingo Borchers, Aula der ASS

Ordnung ist Schein und Realität ist, was man daraus macht. Wenn sogar Supermärkte betonen müssen, dass sie "real" sind, wenn nicht mehr das Erreichte zählt, sondern das Erzählte reicht – dann ist es Zeit für "Das Blaue vom Himmel". In seinem dritten Programm unternimmt der Bielefelder Kabarettist eine satirische Reise durch Raum und Zeit, durch unendliche Weiten und maßlose Beschränktheit. Gibt es einen Zusammenhang zwischen schwarzen Löchern und leeren Kassen? Muß ich Einstein verstehen, um die Abseitsfalle erklären zu können? Und wie kommunizieren Politiker in Paralleluniversen? Getreu dem Motto "Lieber mit Borchers irren, als alleine Recht behalten" ist am Ende auch dem Letzten im Publikum klar: Eine große Wahrheit ist eine Wahrheit, deren Gegenteil immer noch eine Wahrheit ist.

Sa, 18.9..04., 15.00 – 24.00 Uhr Sternwarte Calden

Die lange Nacht der Sterne

Am bundesweiten Tag der Astronomie beteiligt sich der AAK mit einem Tag der offenen Tür in der Sternwarte Calden und einem anschließendem Beobachtungsabend.

Fr, 24. 9.04, 18.00 Uhr Filmabend

Azoren: Vulkaninseln im Atlantik

Referent: K.-P.Haupt

Genau wie Island liegt die weitverstreute Inselgruppe der Azoren auf dem mittelatlantischen Rücken, nur eben viel südlicher. Abgeschieden mitten zwischen Europa und Amerika sind sie voller landschaftlicher Gegensätze, immer geprägt vom heißen Inneren der Erde.

Fr, 1.10.04, 18.00 Uhr Vortrag

Himmelskoordinaten

Referent: K.-P.Haupt

Grundkenntnisse des astronomischen Koordinatensystems benötigen alle, die in der Sternwarte oder mit eigenen Fernrohren beobachten wollen, aber auch die Vorführer im Planetarium.

Fr, 8.10.04, 18.00 Uhr Sternwarte Calden

Einstellen nach Himmelskoordinaten

Referent: Ralf Gerstheimer

Die im letzten Vortrag erworbenen theoretischen Kenntnisse werden mit praktischen Übungen an den Fernrohren der Sternwarte erweitert.

Fr, 15.10.04, 18.00 Uhr Sternwarte Calden

Arbeit mit der CCD - Kamera

Referent: Martin Hämmerling

Der Einsatz der CCD – Kamera und die Arbeit mit der zugehörigen Software werden in der Sternwarte demonstriert.

Fr, 22.10.04, 18.00 Uhr Vortrag

Nachhaltiges Lernen als Herausforderung

Referent: K.-P.Haupt

Der sog. PISA – Schock hat ein hektisches Reagieren der Kultusbürokratie erzeugt. Statt Möglichkeiten des “Nachhaltigen Lernens” zu schaffen, kommt das “Druck – Barriere –Modell” verstärkt zur Anwendung. Lassen sich damit wirklich nachhaltig die Leistung der Schulen verbessern?

Fr, 29.10.04, 18.00 Uhr Vortrag

Denken im Ungeheuren: Skizzen und Denken aus Leben und Werk Friedrich Nietzsche`s

Referent: Andreas Doerr

Kaum eine Biographie eines Philosophen ist so mit seinem Werk - und vice versa - verknüpft, kaum ein philosophisches Leben faszinierender. Nietzsches widersprüchliches Denken, um die Widersprüche des Denkens aufzuzeigen, war Anlass für Miss-

brauch und Fehlinterpretationen. Die notwendige Distanz während soll die These angedeutet werden, on Nietzsche nicht doch einen Weg zur Philosophie im 21. Jahrhundert gewiesen haben könnte.

Fr, 5.11.04., 18.00 Uhr Vortrag mit Experimenten

Kosmische Musik oder “Man müsste Klavier spielen können”:

Solar Music

Referent: K.-P. Haupt

Wie entstehen eigentlich Töne und Klänge und wie funktionieren Musikinstrumente? Die physikalischen Grundlagen der Musik werden anschaulich an einfachen Experimenten vorgeführt. Das Empfinden von Musik geht aber über die physikalische Registrierung der Schallwellen hinaus, es besitzt eine kulturelle und genetische Grundlage.

Aber nicht nur unsere Instrumente machen Musik, auch die Sonne spielt auf Millionen von Tasten Klavier und den konzertanten Zusammenklang beobachten die Sonnenphysiker als die berühmte “5 Minuten Oszillation”, die im Vortrag nicht nur erklärt, sondern auch hörbar gemacht wird.

Fr, 12.11.04, 18.00 Uhr Vortrag

Kosmische Musik II : Der Klang des Urknalls

Referent: K.-P.Haupt

Die Strukturbildung bei der Entstehung des Kosmos ist mitgeprägt von gigantischen Schallwellen. Wie sind sie entstanden? Wie kann man diese primordialen Schallwellen nachweisen und wie hören sie sich für uns an? Die Einführung in das Urknallmodell endet mit dem Anhören der kosmischen Symphonie der ersten Millionen Jahre.

Fr, 19.11.04, 18.00 Uhr Vortrag mit Film

Vulkane

Referent: K.-P.Haupt

Vulkane zeugen vom heißen Inneren der Erde und von der Bewegung der Krustenplatten. Der Vortrag gibt eine kurze Einführung in Formen des Vulkanismus und zeigt anschließend Beispiele aus Island, Sizilien, den liparischen Inseln und den Azoren.

Fr, 26.11.04, 18.00 Uhr Vortrag

Wann polt sich das Erdmagnetfeld wieder um?

Referent: K.-P.Haupt

Das Erdmagnetfeld schützt uns vor den kosmischen Strahlen, es ist aber nicht stabil. Nicht nur, dass die Pole wandern, sondern auch eine regelmäßige Umpolung, bei der das Feld für einige Zeit ganz seine Schutzfunktion verliert, ist eine natürliche Erscheinung der Erdentwicklung, die sicher auch das Leben auf der Erde beeinflusst.

Fr, 3.12.04, 18.00 Uhr Vortrag

Entropie kann man fühlen und Temperaturen nur messen

Referent: K.-P.Haupt

Die Entropie als Maß für die Unordnung und die Information ist eine schon lange bekannte Größe der Physik, die aber, weil sie ja so schwer zu verstehen ist, selten im Unterricht behandelt wird. Dabei ist Entropie nichts anderes als Wärme und wir Menschen haben sogar Entropiesensoren in unserer Haut. Deshalb können wir Temperaturen so schlecht abschätzen!

Fr, 10.12.04, 18.00 Uhr Vortrag

Was ist Licht? – Das Erkennen in der Physik als sprachliches Problem

Referent: K.-P.Haupt

Auf die einfache Frage nach der Natur des Lichtes wissen Physiker keine überzeugende Antwort. Für Licht und Materie gibt es unterschiedliche Modelle für verschiedene Experimente, die alle durch das Modell der Quantenmechanik erfasst werden. Aber eine sprachliche Barriere erschwert uns das Verstehen ungemein.

Fr, 17.12.04, 18.00 Uhr Adventstee

Ein gemütlicher Jahresausklang mit Tee und Kuchen.....

Planetariumsprogramme des AAK

Der Himmel über Kassel

Der aktuelle Sternenhimmel über Kassel scheint unveränderlich zu sein. Lediglich die Bewegungen der Erde sorgen für einen veränderten Anblick. Aber gemessen in kosmischen Zeitmaßstäben lebt der Mensch viel zu kurz um das ständige Werden und Vergehen am Sternenhimmel direkt zu beobachten. Im Planetarium können wir eine sternklare Nacht im Jahr 6000 zeigen, in der der Große Wagen über dem Nordosthorizont von Kassel aufgeht (bis Oktober einschl. jeweils donnerstags 20.00 Uhr und sonntags 16.00 Uhr)

Eine Reise unter dem Sternenhimmel

Dieses Programm ist als Familienprogramm besonders für Kinder unter 13 Jahren geeignet. Es werden der jeweils aktuelle Sternenhimmel und einfache Vorstellungen von den Himmelsobjekten dargestellt.

(Jeweils sonntags um 15.00 Uhr)

Warum ist der Himmel schwarz?

Wie dicht stehen Sterne und Galaxien und warum überstrahlen sie sich nicht gegenseitig zu einem gleißend hellen Himmelshintergrund? Das berühmte Olbersche Paradoxon sagt etwas über die Endlichkeit und Vergänglichkeit des Kosmos.

(ab November jeweils donnerstags 20.00 Uhr und sonntags 16.00 Uhr)

Vorfürhungen des AAK im Planetarium (im Museum für Astronomie und Technikgeschichte, Orangerie, An der Karlsaue 20c, 34121 Kassel, Tel.: 0561 – 701320):

donnerstags um 20.00 Uhr und sonntags um 15.00 und 16.00 Uhr

Vorführer: Klaus-Peter Haupt, Stefan Hohmann, Roxane Kieselbach, Mike Vogt, Michael Schreiber

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. Am 3.9. beginnen neue Forschungsprogramme, so dass der ideale Zeitpunkt für einen Neueinstieg gegeben ist. Neben der Durchführung von Jugend forscht Projekten sind die folgenden Projekte geplant:

- Atome sichtbar machen: Bau eines Rastertunnel-Mikroskops
- Sternhaufen im Computer: Simulation von Massenansammlungen
- Für ewig schwebend: Herstellen eines Supraleiters
- Wenn Sterne singen: Modellversuche zu Schallschwingungen der Sonne
- Sonne oder Mensch? Ursachen des Treibhauseffektes
- Tropfende Wasserhähne: Chaos und Strukturen untersuchen
- Nichtlineare Verstärker erzeugen Chaos
- Quasare und Schwarze Löcher: Beobachten der Helligkeitsschwankungen
- Alles ist relativ: Die Relativitätstheorie begreifen
- Eine Mini-Sonne aus Schall: Sonolumineszenz
- Wellen, hart wie Stahl: Solitonen
- Das Quantenradiergummi beim Mach – Zehnder - Interferometer
- Jugend forscht Projekte: JuFo Intensum von Netzwerken, JuFo Netzwerksimulation, JuFo Cerenkov Effekt, JuFo Gasanalysator
- Betreuung von physikalisch orientierten Jahresarbeiten

Jeden Freitag ab 15.30 /16.00 Uhr ASS Neubau RN102

Beginn: Fr, 3.9.2004. 16.00 Uhr

Für besonders interessierte und besonders begabte Schüler/innen ab Klasse 9

Leitung: KP Haupt

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 1.-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: Marcus Schüler, Mittelfeldstr.1, 34127 Kassel, Tel.85556

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

Aufgabenbereiche:

Instrumente der Sternwarte: W. Steinmetz, W. Schäfer

Führungen: R. Gerstheimer

Elektrik der Sternwarte: 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

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



Ein Blick in Ihre Zukunft. Mit der Sparkassen- Altersvorsorge.

 Kasseler
Sparkasse

Mit unseren Angeboten zur privaten und betrieblichen Altersversorgung können Sie sich unbeschwert auf jungen Jahren. Dafür sorgt ein maßgeschneidertes Vorsorgeplan mit starker Rendite für die Zukunft. Mehr dazu in Ihrer Sparkassen-Finanzfiliale und unter www.kasseler-sparkasse.de. **Wann's um Geld geht - Sparkasse.**