



ANDROMEDA

Zeitschrift der Sternfreunde Münster e. V.

AUS DEM INHALT

Das Higgs Boson - Teil 2

Was kommt da auf uns zu?

Sonnenfinsternis in Australien

25. Jahrgang - 3/2012

3.- Euro



Komet C/1996 B2 Hykutake



Inhalt

Editorial	4
Astro-Tour 2012	5
Wie groß ist die Welt? Teil II	11
Bildnachweise	17
Lustiges Silbenrätsel	18
Reise zur Sonnenfinsternis nach Australien	19
Was kommt da auf uns zu?	21
Wie der Schlangenträger zum Schlangenfänger wurde	26
Auf dem Holzweg durchs Universum	30
Das Higgs- Boson Teil II	31
Twice in a lifetime	37
Vom Compton - Effekt zur Planck - Skala? Teil II	40
Was? Wann? Wo?	46

Für namentlich gekennzeichnete Artikel sind die Autoren verantwortlich.

Impressum

Herausgeber: Sternfreunde Münster e. V.
 Sentruper Straße 285, 48161 Münster

Redaktion: Benno Balsfulland, Wolfgang Domberger, Michael Dütting,
 Hans-Georg Pellengahr, Stephan Plaßmann, Ewald Segna (V.i.S.d.P.),
 Michael Seifert, Hermann Soester, Philipp Stratmann

Kontakt: Michael Dütting, Telemannstr. 26, 48147 Münster
 02 51 / 98 746 68 Auflage: 200 / Dezember 2012



Titelbild: Komet 17/P Holmes - Werner Baumann
 2. Umschlagseite: Komet C/1996 B2 Hyakutake - Werner Baumann
 3. Umschlagseite: M 81 und M 82 - Jochen Borgert
 Rückseite: M 97 und M 108 - Jochen Borgert

EDITORIAL

...UND HALLO...

Wenn Ihr dieses Heft in den Händen haltet, sind die Feierlichkeiten zu der 25-jährigen Vereinsgründung schon wieder Vergangenheit.

Einige Aktionen fanden statt. Zum Beispiel ein Festessen mit einem tollen Büffett im „La Vela“ für Mitglieder und deren Ehefrauen- wie -männer, sowie Freunde/innen und treue Wegbegleiter. Auch eine Festveranstaltung im Planetarium, bei

und den Sternfreunden lobte und den Wunsch aussprach, dass das auch die nächsten 25 Jahre so bleiben möge.

25 Jahre Sternfreunde Münster, das heißt auch, 25 Jahre Engagement im Verein, sei es als offizieller im Vorstand oder im Hintergrund in den Projektgruppen: Die Astrokids geführt durch Jürgen, dann Veronika und jetzt Andreas; die Beginner, derer sich schon seit ca. 10 Jahren Stephan annimmt. Die Kosmologiegruppe, geführt durch Wolfgang, der uns ganz „neue“ Welten mit Mathe öffnete und auch nicht zu vergessen die Eltern der Astrokids (hallo Birgit, Andreas und..), die sich toll bei den



Die Gründungsmitglieder v.l.n.r.: Christian Pietzner, Stephan Plaßmann, Michael Große, Ewald Segna, Andreas Göttker, Sebastian Freff (es fehlt Karl-Heinz Hummel) und der aktuelle I. Vorsitzende: Michael Dütting

der der Leiter des LWL-Museums für Naturkunde, Dr. Hendricks die Begrüßungsworte an die Anwesenden richtete und im Besonderen die gute Zusammenarbeit zwischen LWL-Museum

Sternfreunde Münster Ausstellungen einbringen. Allen ein dickes Dankeschön. Ohne Euch wäre die Aufgabe einen Verein mit Leben zu füllen und am Leben zu erhalten nicht möglich. **EWALD**

Astro-Tour 2012

*Helmut Piel, Christiane Wermert,
Christian Rieping*

Sommer 2011: Ein Jahr im Voraus geplant, mit konkreten Vorstellungen und Hoffnungen verbunden, zum Starttermin wegen großer Wetterzweifel auf vier Teilnehmer reduziert, erreichten wir am Donnerstag, den 11.10.2012, unser Ziel, das Wallackhaus auf 2.304m auf der Alpensüdseite – im dichtesten Nebel. Das entsprach nun gar nicht unserer Erwartung; dafür waren wir doch nicht 1.000km gefahren. Wir fuhren noch am selben Abend auf die Alpennordseite durch den Tunnel des sogenannten Hochtöres - und es empfing uns ein tiefschwarzer Sternenhimmel mit dem Band der Milchstraße und einem totalen Rundumblick. Die drei erfahreneren Sterngucker hatten recht schnell ihre Teleskope aufgestellt und etliche Deep-Sky Highlights angesteuert. Ich als Newcomer hatte jetzt schon mal so den ersten Eindruck gewonnen, wie eine Astronacht unter Sternfreunden abläuft und war recht zufrieden mit meinen eigenen Beobachtungen. Gegen Mitternacht zogen erste Wolken auf und wir packten mit einer zuversichtlichen Grundstimmung unsere Ausrüstung ein, dem wohlverdienten Nachtschlaf entgegen. Christian, Benno und Christiane

hatten allerdings noch nicht genug und verabredeten einen Schichtdienst: alle zwei Stunden blickte einer von ihnen in den Himmel, um ein mögliches Aufreißen des Himmels nicht zu verschlafen. Um 5:00 Uhr rief dann Christiane zum „Frühsport“. Die zarte Mondsichel und die leuchtende Venus störten den morgendlichen Himmel kaum, so dass es sich lohnte, die Teleskope auf dem Parkplatz vor dem Hotel noch einmal aufzubauen.

Fr. 12.10.2012:

Wenn auch der Tag mal Sonne, mal Wolken brachte und zum Bergwandern einlud, kündigte der Abend doch eine dichte, undurchdringliche Wolkendecke an, die gute Getränke und eine ruhige Nacht mit ausgeschlafenen Sternfreunden versprach; und so war es auch. Die abwechselnde Himmelskontrolle im Schichtdienst wurde aber wieder beibehalten.

Sa. 13.10.2012:

Warum nicht mal Bergwandern auf der Alpennordseite abseits der Großglockner-Hochalpenstraße? Gesagt - getan; alle vier erst runter talwärts bei heftigem Wind und Regen, Verschnaufpause, und dann wieder rauf.

Er musste ja kommen, der Schnee und er kam auch. Wir wollten es aber wis-

sen und sind mit dem ganzen Anhänger voll Technik bei leichtem Schneetreiben abends auf die Alpennordseite gefahren – von der Hoffnung getragen, auch dieser Abend möge dort wolkenfrei sein; war er aber nicht. Dafür steckten wir keine 50m entfernt vom Tunnelausgang im Schnee fest - nichts ging mehr - ohne Schneeketten. Also Taschenlampen raus, Schneeketten auspacken, Gebrauchsanleitung studieren und - wie denn jetzt? Von vorne, von hinten, von links, von rechts, Kettenglieder verbinden / lösen, Kettenverbindungen schließen. Jedenfalls Christian und Christiane blieben schön ruhig und hatten es bald geschafft, während Benno und ich die ganze Szene möglichst gut ausleuchteten; schnell zurück im Wallackhaus gemütlich bei Bier und Wein. Gegen 22:30 Uhr war Christian auf einmal verschwunden, um kurz danach freudig zu verkünden: Der Himmel ist klar am Wallackhaus. So hatten wir uns das ja auch eigentlich vorgestellt - vor der Reise.

Also raus, Geräte aufstellen, gucken. Leider nur kurz, weil die Wolken kamen. Aber Christian akzeptierte das nicht, und ich sehe noch, wie sich die roten Rücklichter seines Wagens (ohne Anhänger) langsam die schneeglatte Hochalpenstraße Richtung Hochtor entfernen. Er kam bald zurück, nahm Christiane und Benno samt seines 20

Zoll Dobson mit (Anhänger mit mehr Teleskopen war bei den Straßenbedingungen nicht zu riskieren) - und die drei waren verschwunden bis zum nächsten Morgen um 4:45h.

Auf der Alpennordseite erwartete uns ein samtschwarzer Nachthimmel. Wir suchten uns unter den vielen Parkplätzen entlang der Straße (natürlich alle frei zu dieser Stunde) einen aus, der im Windschatten eines Berges lag, sodass wir komfortable Bedingungen hatten. Das Seeing war überwiegend gut, nur in Richtung Norden ließ es zu wünschen übrig. Da wir uns ein Teleskop zu dritt teilen mussten, ist die Liste der beobachteten Objekte nicht allzu lang, der geteilte Genuss war aber natürlich der dreifache.

Wir beobachteten Galaxien wie NGC 524, M 74, M 77, M 82 und M 33 mit einem Detailreichtum, wie man ihn im lichtverschmutzten Münsterland wohl kaum zu Gesicht bekommt. M 1 zeigte einige deutliche Einbuchtungen, filamentartige Strukturen waren am Rand schwach erkennbar. Planetarische Nebel wie NGC 1360 (deutlich sichtbarer Stern, umgeben von großer, ellipsenförmiger, etwas asymmetrischer Gashülle, die am Rand zerfranst), NGC 1535 (planetarischer Nebel mit deutlich sichtbarem Zentralstern und

zwei deutlich abgegrenzten Gasschalen; Ähnlichkeit mit Eskimonebel; äußerste Schale etwas unregelmäßig) und andere wurden beobachtet, sowie auch der Kugelsternhaufen M 79 im Sternbild Hase, bei dem wir natürlich die südliche Lage unseres Standortes ausnutzten. Die Stars dieser Aktion waren sicherlich der Flammennebel NGC 2024, der ohne Filter sehr deutlich und detailreich wahrgenommen wurde und der Rosettennebel NGC 2237/9-46, der mit UHC-Filter den gesamten Ring des Nebels deutlich sehen ließ, im Süden schwächer als im Norden, nach innen hin unregelmäßig strukturiert. Diese Aufstellung der Objekte ist nicht vollständig, erwähnt aber die beeindruckendsten Beobachtungen. Großartige Eindrücke gab es aber auch in den Momenten, in denen man selbst nicht durch das Okular schauen konnte, sondern mit bloßem Auge den Alpenhimmel genoss.

So. 14.10.2012:

Wir nutzten den Sonntagmorgen für einen Ausflug in das Großglockner-Gebiet zu einem Spaziergang über den Gamsgrubenweg - in Nebel und Wolken, die mit Hochgeschwindigkeit in das Tal getrieben wurden, kurz aufrissen, um sich dann aber wieder zu schließen. Schließlich schaffte es die Sonne dann doch, und wir hatten den freien Blick auf die

Gipfelszene des Großglockner und den Pasterze-Gletscher tief unter uns. Aber auch dieser Sonntagabend verspricht keine Sterne! War das schon alles? Nein! Es kommt noch viel heftiger.

Mo. 15.10.2012:

Empfehlung des Wallackhauses beim Frühstück: Abreisen, da Straßenspernung wegen aufkommenden Unwetters nicht ausgeschlossen. Wir entscheiden: Wir bleiben, da nach Unwetter meist ruhiges Wetter folgt. Aber erst mal schneien wir so richtig schön ein, der Schneesturm tobt sich mit 72 km/h bei -5,5°C rund 20 Stunden aus. Wir warten derweil gut gelaunt im Wallackhaus ab.

Di. 16.10.2012:

Der Blick aus dem Fenster heute Morgen: Eine veränderte Bergwelt, alles ist wunderschön dick zugeschneit, irgendwann wird eine Spur der Straße geräumt - und wir genießen bei aufkommender Sonne einen Winterspaziergang im Herbst, erreichen den Hochtortunnel mit meterlangen Eiszapfen; leider aber hat das einzige Bergcafe geschlossen. Auf dem Rückweg zum Wallackhaus lösen sich die letzten Wolken auf und am späten Nachmittag bauen wir direkt am Haus vom Schnee umgeben die Teleskope auf. Ein dritter Beobachtungabend zieht mit sternенübersät

Himmel auf und ermöglicht bis kurz vor Mitternacht nochmal den Blick in die Tiefen des Alls.

Wir stellten fest, dass der blinkende Planetarische Nebel NGC 6826 kein bisschen blinkt, wenn nur die Bedingungen gut genug sind, dass man ihn auch beim direkten Sehen erkennen kann. NGC 6503, 6340, 891 und viele andere mehr wurden von uns an diesem Abend beobachtet. Dank Christians quergestellten Anhänger konnte der Wind in Schach gehalten werden, ein Umstand, von dem Christian selbst leider am wenigsten profitierte. Überhaupt muss Christan Riepings enormes Engagement bezüglich Fahren und Transportieren unter schwierigsten Bedingung unbedingt lobend erwähnt werden!

Mi. 17.10.2012:

Abfahrt bei herrlichem Sonnenschein über Schnee. Alle kommen gesund nach Hause. Die Tour hat sich gelohnt, die Gruppe funktionierte gut.

Astroreise der Sternfreunde Münster

Benno Balsfulland

Vom 11. - 17. Oktober 2012 wollte sich eine Gruppe von ca. neun fotografierenden und zeichnenden Münsteraner Sternfreunden in die Alpen begeben, um ihren Beobachtungsobjekten näher zu

sein als gewöhnlich. Sie hofften natürlich auf gute atmosphärische Bedingungen. Eine mäßige Wettervorhersage führte jedoch kurzfristig dazu, dass am Ende nur vier Sternfreunde die Reise wirklich antraten: Helmut Piel, Christiane Wermert, Christian Rieping und Benno Balsfulland.



So trafen am Donnerstag zwei Wagen im Berggasthof Wallackhaus ein, nachdem man 1000 Kilometer, zwanzig Kehren, zahlreiche Serpentine und zwei „Hochtore“ passiert hatte, denn der Gasthof liegt in den Hohen Tauern, fast auf der Grenze zwischen den österreichischen Ländern Salzburg und Kärnten in über 2300 m Höhe. Es ist dort das einzige



ständig bewohnte Haus an der wahrhaft hochalpinen Großglocknerstraße. Übrigens sind Unterkunft und Kochkunst dort absolut zu empfehlen!



herrschte wenige Kilometer weiter ein wunderschöner, klarer Sternhimmel. Ein optional eingeplanter Standortwechsel von der Süd- auf die Nordseite des

Alpenhauptkammes, der durch die geografische Lage des Gasthofs leicht zu bewerkstelligen war, bescherte uns denn auch einen ruhigen und klaren Sternhimmel an der Edelweisspitze, sodass wir mit gutem Gewissen von einem Erfolg der Reise reden können. Die Milchstraße warf Schat-

An Teleskopen und Ausrüstung mangelte es nicht. Sternfreund Christian Rieping hatte alle Geräte, Stative und Okularkoffer in einen großen Anhänger gepackt. Die empfindlichen Spiegel der großen Dobsons reisten gesondert gefedert im Laderaum seines VW-Passats.

Wenn möglich, wollten wir unsere Geräte direkt am Gasthof selbst aufbauen. Am Abend lag das Wallackhaus leider in den Wolken. Hier kam uns jedoch die Erfahrung unserer Gastwirte und vor allem die Intuition unseres alpin versierten Gleitschirmfliegers Christian zugute, der wusste, dass der Alpenhauptkamm, der hier direkt über's „Hochtor“ verläuft, als Wetterscheide dienen kann. Tatsächlich

ten, und dem Schreiber gelang es hier, fünf Breitengrade weiter südlich als in Münster, z. B. den Kugelsternhaufen M 79 im Sternbild Hase erstmals in seine Einzelsterne aufgelöst zu sehen. Doch für mehr Information zu diesem Thema sei auf Christiane Wermerts Beobachtungsberichte verwiesen, die sie in den Speicher ihres Aufzeichnungsgerätes diktierte. Sicher hilft es beim Zeichnen!

Wenn wir uns nicht die Nächte um die Ohren schlugen (oder schlagen konnten), unternahmen wir Bergwanderungen, für die sich die Gegend hier oben vorzüglich eignet. Am eindrucksvollsten gestaltete sich vielleicht die Wanderung am Großglockner (3798 m), speziell

über den Gamsgrubenweg, der den Wanderer sogar durch etliche, freilich



touristisch erschlossene Berghöhlen führte. Sehr deutlich konnten wir dabei



den Schwund des Pasterzengletschers beobachten, der nicht mehr genügend Nachschub zu bekommen scheint und sichtlich dahinschmilzt, ähnlich wie ein Bankkonto, das nicht mehr ausreichend nachgefüllt wird.

Kaum hatten wir's beklagt, schlug das Wetter in eine für den Gletscher gün-

stige Entwicklung um, und wir erlebten den wohl ersten Schneesturm dieses

Winters hier oben. Es war der Tag, an dem sich der Österreicher Felix Baumgartner dank der Finanzkraft des roten Bullen in die Stratosphäre stürzte. Nachdem es sich ausgeschneit hatte, klarte der Himmel zwar wieder auf, erreichte aber kein wirklich gutes „Seeing“ mehr, sodass wir uns am

17. Oktober entschlossen abzureisen. Dennoch ist der Ort für den Sternfreund sehr zu empfehlen. Man muss es halt riskieren. The weather in the mountains is unpredictable!

P.S.: Als ich zurück in Münster den Koffer öffnete, fand sich darin eine leere, scheinbar ohne Grund seltsam zerquetschte Plastikflasche. Dasselbe Bild beim Shampoo im Kulturbeutel!!? - Dann die Erleuchtung: Claro! Das war der Luftdruck! Rechnet's doch mal aus!

Links zum „Gletscherschwund“
<http://www.youtube.com/watch?v=Vmn94zfEzaY&feature=relmfu>

<http://www.youtube.com/watch?v=flto4bzeCVI&feature=relmfu>

Wie groß ist die Welt?

Teil II

Björn Voss

3. Die Entfernungen der nahen Sterne

Oft wird die Distanz nicht in Lichtjahren angegeben, sondern in parsec – ein Parsec ist die Distanz, in der der Sprungwinkel eine Bogensekunde beträgt, in 2 Parsec Distanz ist es $\frac{1}{2}$ Bogensekunde, in 3 Parsec $\frac{1}{3}$, usw. - unter Astronomen ist die Angabe in parsec üblicher als in Lichtjahren, aufgrund der überragenden Bedeutung der Parallaxenmessungen.

Diese „jährliche Parallaxe“ konnte anfangs nur auf sehr nahe Sterne angewandt werden. Erst mit speziell ausgerüsteten „Astrometrie“-Satelliten, namentlich der ESA-Mission „Hipparcos“, wurde es in den 90er Jahren möglich, „Sprungwinkel“ auf eine tausendstel Bogensekunde genau zu messen, und so auch für fernere Sterne bis zu ca. 1000 Lichtjahren Distanz brauchbare Entfernungsmesswerte zu erhalten. Noch weiter steigern soll sich dies mit der für 2013 geplanten ESA-Mission „Gaia“. Ihr sollen ca. 40fach genauere Messungen als Hipparcos gelingen. Damit werden die brauchbaren Parallaxen-Messungen von bisher nur unserer engeren Nachbarschaft innerhalb der Milchstraße

erstmalig auf unsere gesamte Region der Milchstraße ausgedehnt, nämlich über mehrere 10.000 Lichtjahre hinweg.

4. Die Entfernungen ferner Sterne

Jenseits der Reichweite der „jährlichen Parallaxe“ ist in fast allen Fällen keine direkte geometrische Messung der Entfernung mehr möglich, sondern nur eine indirekte Messung mit verschiedenen nicht-geometrischen Methoden. „Indirekt“ bedeutet hier auch, dass all diese Methoden nur relative Entfernungsangaben ergeben („... 3 mal so weit entfernt wie ...“). Die indirekten Methoden erlauben zwar Messungen, die viel weiter ins All hinaus reichen als mit der Parallaxenmethode; aber dies um den Preis, dass man diese Methoden zuerst anhand von schon bekannten Entfernungen naher Sterne „kalibrieren“ muss. Damit stellen diese indirekten Methoden eine neue Stufe der „Entfernungsleiter“ dar.

Es gibt nur wenige Ausnahmen hiervon: Einige wenige Methoden, Stern-Entfernungen zu messen, sind nicht „auf“ der Parallaxenmessung aufgebaut, sondern stehen „parallel“ daneben. Eine solche „Parallelmethode“ ist die sogenannte Sternstrom-Parallaxe, mit der die Entfernung eines Sternhaufens direkt – ohne Rückgriff auf Parallaxen – gemessen

werden kann, aber nur unter einer bestimmten Voraussetzung, nämlich dass die Eigenbewegung der Sterne gemessen werden kann. Das geht nur bei nahen Sternen, also ist diese Methode nur für nahe Sternhaufen wie die Hyaden und Plejaden sinnvoll. Ein weiteres Beispiel von Parallaxen-unabhängigen Entfernungsmessungen ist die sogenannte Expansions-Parallaxe, die bei sich schnell ausbreitenden Objekten (z. B. Novae, Supernovae) einsetzbar ist, auch hier unter der Voraussetzung, dass man eine „Eigenbewegung“ (nämlich die der Expansion, z. B. in Bogensekunden pro Jahr) messen kann.

Astronomen nennen verwirrenderweise oft jede Methode der Entfernungsmessung bei Sternen „Parallaxe“; auch wenn die Methode mit der eigentlichen Messung eines Parallaxen-Winkels gar nichts zu tun hat. Dies hat historische Gründe; für lange Zeit waren in der Astronomie die Begriffe „Parallaxe“(-nwinkel) und „Entfernung“ gleichbedeutend, da es praktisch keine anderen nennenswerten Methoden der Distanzmessung gab. Heute ist dies anders, aber die Synonymität von „Parallaxe“ und „Distanz“ wurde oft beibehalten, sodass nun mitunter jede Distanz-Messmethode mit dem Beinamen „...-Parallaxe“ belegt wird.

Die wichtigste „Parallaxe“, und die wichtigste Methode der Entfernungsbestimmung zu einem beliebigen, weit entfernten Stern irgendwo in der Milchstraße, ist die „Spektral-Parallaxe“. Sie beruht, wie der Name andeutet, auf einer Untersuchung des Sternenspektrums. Aus dem Spektrum wird der Spektraltyp des Sterns ermittelt. Astronomen „sortieren“ die Sterne bekanntlich nach ihren Spektraltypen und nutzen hierzu das berühmte Hertzsprung-Russell-Diagramm oder analog ein Farben-Helligkeits-Diagramm. Darin verteilen sich die Sterne nicht beliebig, sondern ordnen sich entsprechend ihrer Spektraltypen entlang bestimmter Häufungslinien – „Reihen“ oder „Äste“ genannt – an. Am bekanntesten ist die „Hauptreihe.“ Weitere sind zum Beispiel der „Riesenast“, der „Horizontalast“, und noch einige mehr. Kennt man nun den Spektraltyp des Sterns, dann ist damit auch bekannt, auf welchem „Ast“ der Stern liegt, und auf welcher Position innerhalb seines Astes. Man kann den Stern damit also in das Diagramm eintragen, ohne zu wissen bei welchen Koordinaten des Diagramms er einzuzichnen ist. Diese Koordinaten, die beiden Achsen des Diagramms, sind Temperatur und Leuchtkraft (oder, im analogen Farben-Helligkeits-Diagramm, die absolute Helligkeit und die Farbe).

Das Eintragen des Sterns ins Diagramm erfolgt allein dadurch, dass man weiß, wo innerhalb eines bestimmten Astes er liegen muss. Man trägt den Stern also „frei“ ein, und liest dann anhand der Lage im Diagramm ab, welche Leuchtkraft oder absolute Helligkeit er hat. Praktisch geht man zwar selten auf diese grafische Weise vor, sondern berechnet die absolute Helligkeit nach bestimmten Regeln aus dem Spektraltyp; gedanklich aber folgt dies der hier beschriebenen Vorgehensweise.

Die absolute Helligkeit oder analog die Leuchtkraft gibt an, wieviel Strahlung der Stern abgibt, also wie hell er „wirklich“ leuchtet. Die Helligkeit, die wir von der Erde aus sehen oder messen, hängt natürlich nicht nur davon ab, **wie viel** Licht der Stern aussendet, sondern auch davon, **wie weit** entfernt er steht. Die bei uns ankommende, messbare Helligkeit nimmt „mit dem Quadrat der Entfernung“ ab, das heißt: Beobachte ich zwei Sterne, von denen ich weiß - z. B. anhand ihrer Spektraltypen - dass sie gleich viel Licht ausstrahlen, von denen aber einer doppelt so weit entfernt ist wie der andere, dann messe ich bei dem Stern in doppelter Distanz nur ein Viertel der Helligkeit. Wäre es die dreifache Distanz, dann würde ich ein Neuntel der

Helligkeit messen, oder ein Sechzehntel bei vierfacher Distanz, usw. (Bild 3).

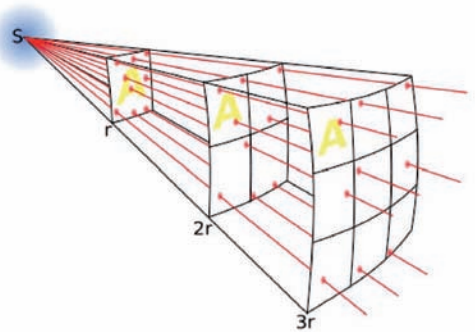


Bild 3: r-Quadrat-Gesetz; mit abnehmender Entfernung füllt eine bestimmte Lichtmenge immer größere Flächen, sodass die Lichtmenge je Flächeneinheit (hier: „A“) entsprechend kleiner wird. In doppelter Entfernung („2r“) verteilt das Licht sich auf die vierfache Fläche, in dreifacher („3r“) auf die neunfache. Bild: wikipedia

Das Vorgehen ist nun also: Aus dem Spektraltyp wird „rein theoretisch“ die wahre Helligkeit ermittelt, und diese wird mit der tatsächlich am Himmel gemessenen, „scheinbaren“ Helligkeit verglichen. Nach dem „Quadrat der Entfernung“-Gesetz ergibt sich dann aus dem Vergleich von wahrer und scheinbarer Helligkeit die Entfernung.

Das Gute an dieser Methode ist, dass sie für fast jeden Stern funktioniert. Das Schlechte ist jedoch, dass die Methode

nicht sonderlich genau ist. Denn der Spektraltyp führt nie zu einem exakten Wert der absoluten Helligkeit, sondern immer nur zu einem Wert mit mehreren Prozent Ungenauigkeit - oft mehr als $\pm 10\%$ Unsicherheit. Auch die Messung der scheinbaren Helligkeit hat ihre Tücken; an sich ist diese Messung zwar sehr genau; „gültig“ ist sie aber nur, wenn man annimmt, dass das Sternenlicht uns völlig ungehindert erreicht, also ohne kosmisches Gas oder Staub entlang des Weges. (Das Abnehmen der Helligkeit mit dem Quadrat der Distanz hat nichts mit Gas oder Staub im All zu tun, sondern allein

mit der Ausdünnung des Lichts mit der Distanz, selbst im „lupenreinen“ All!). Man muss also für eventuelles Gas und Staub immer noch eine zusätzliche Korrektur berücksichtigen, die je nach Lage in der Milchstraße auch noch individuell angepasst sein muss – ein kompliziertes Unterfangen.

Je nach Art des Sterns und je nach Art seiner Umgebung gibt es viele Varianten und „Verwandten“ dieser Methode, die zum Teil genauere Ergebnisse liefern, die aber auch immer nur für ganz bestimmte

Fälle anwendbar sind. Einer dieser Spezialfälle sind zum Beispiel Sternhaufen: Die Entfernung eines Haufens kann man bestimmen, wenn man alle Sterne des Haufens in ein Farben-Helligkeits-Diagramm einträgt, und ihre Lage im Diagramm mit theoretisch berechneten Lagen der „Haufen-Hauptreihe“ vergleicht.

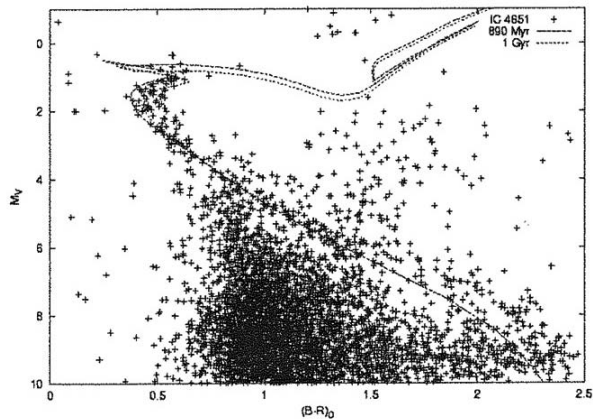


Bild 4: „Hauptreihen-Anpassung“ zur Bestimmung der Entfernung eines Sternhaufens. Gezeigt ist ein Farben-Helligkeits-Diagramm der Sterne eines Sternhaufens (und der Umgebungs- und Hintergrund-Sterne). „MV“ ist die Helligkeit der Sterne (von unten nach oben) und „B-R“ ist die Farbe (nach rechts hin zunehmend röter). Punkte stellen die gemessenen Farben und Helligkeiten eines Sterns dar; die dichte „Punktwolke“ unten in der Mitte sind Hintergrundsterne; die Sterne des Sternhaufens zeigen sich als von rechts unten nach links oben laufende Ansammlung von Punkten. Die Linien zeigen

die theoretische Lage der „Hauptreihe“ des Sternhaufens an, also die Orte, an denen die Sterne im Diagramm liegen sollten, wenn man ein bestimmtes Alter und eine bestimmte Entfernung des Sternhaufens annimmt. Das bei den hier gezeigten 2 Linien angenommene Alter ist 1 Milliarde Jahre bzw. 690 Millionen Jahre; das wahre Alter des Haufens liegt dazwischen. Vereinfacht gesagt werden viele solcher Linien für verschiedene angenommene Entfernungen „durchprobiert“, um die richtige Distanz zu finden. Bei falscher Distanz läge die theoretische Linie über oder unter den Punkten der Sterne des Sternenhaufens.

Ein anderer Spezialfall, und der bei weitem Bedeutsamste, sind die veränderlichen Sterne. Fast alle Sterne ändern ihre Helligkeit im Laufe von Tagen, Wochen oder Monaten ein wenig, wenn man nur genau genug nachmisst. Bei wenigen Sternen sind die Änderungen aber so groß, dass man von echten „veränderlichen“ Sternen spricht. Hier gibt es wiederum verschiedene Typen; interessant zur Entfernungsbestimmung sind die sogenannten „Cepheiden“- und „RR-Lyrae“-Sterne; benannt jeweils nach den Prototypen dieser Stern-Arten, zwei Sternen namens „ δ Cephei“ und „RR Lyrae“. Diese Sterne ändern ihre Helligkeit periodisch mit strikter Regelmäßigkeit und auf ganz bestimmte,

höchst spannende (und für die Distanzmessung höchst vorteilhafte) Weise: Die Änderung, also das Auf-und-Ab der Helligkeit, ist umso stärker, je größer die Periode des Sterns ist. Man kann also aus der Stärke der Änderung – die sich ohne Probleme von der Erde aus ermitteln lässt – errechnen, wie hell die wahre Leuchtkraft des Sterns ist. Damit ist man in derselben Lage wie schon vorher bei der Spektralparallaxe: Man kennt dann auf „theoretischem Weg“ die wahre Helligkeit (bei einem veränderlichen Stern muss man natürlich sagen: Die mittlere wahre Helligkeit), und muss diese nur noch mit der (mittleren) auf der Erde gemessenen Helligkeit vergleichen. Der Vergleich ergibt dann die Distanz, wieder nach dem „Entfernungs-Quadrat“-Gesetz.

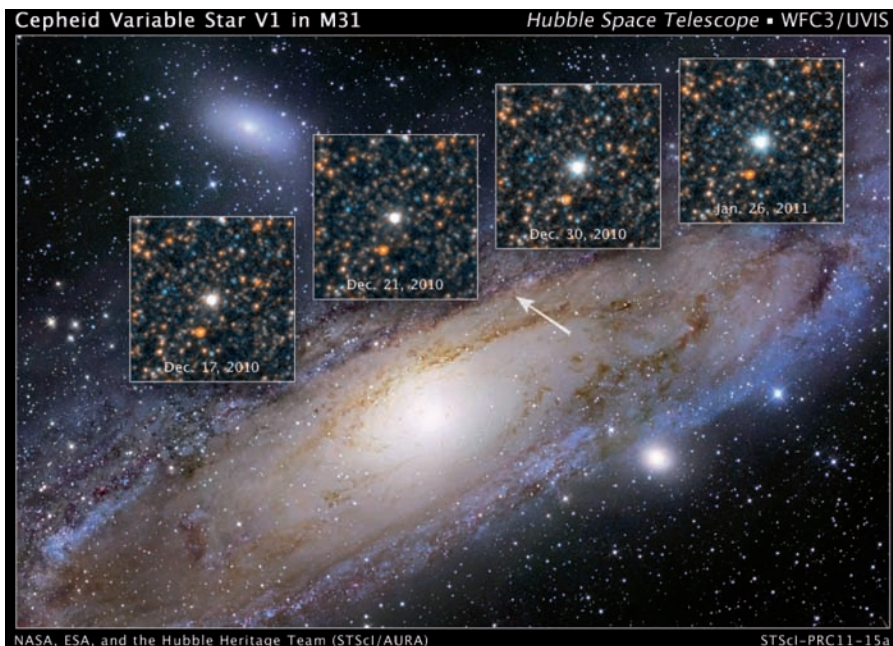
Das Gute an dieser Methode ist, dass sie (oft) genauere Ergebnisse liefert als die Spektralparallaxe, vor allem weil das Messen der Helligkeitswechsel grundsätzlich viel einfacher ist als das Messen eines guten Spektrums. Vor allem bei sehr weit entfernten Sternen am Rande unserer Milchstraße oder gar in anderen Milchstraßen, ist es oft kaum möglich, ein brauchbares Spektrum zu erhalten, wohl aber, einen Helligkeitswechsel zu messen. Der Nachteil der „Cepheiden-Methode“ ist jedoch (abgesehen davon,

dass sie natürlich nur für Cepheiden und deren „Verwandte“ funktioniert), dass Cepheiden-Sterne selten und damit meist fern sind. Der nächstgelegene - δ Cephei selbst - ist knapp 900 Lichtjahre entfernt; alle anderen über 1000 Lichtjahre. Damit sind die bisher vorliegenden Parallaxenmessungen für diese Sterne sehr ungenau. Das ist schlecht, denn die Cepheiden-Methode muss ja anhand von Parallaxen-Messungen kalibriert werden, d. h. man muss für einige nahe gelegene Cepheiden-Sterne die Distanzen auf andere, unabhängige Weise bestimmen - eben mit der Parallaxenmethode. Eine der wichtigsten Aufgaben von GAIA (s. o.) wird unter anderem sein, erstmals gute Parallaxenmessungen zu den

nächstgelegenen Cepheiden-Sternen vorzunehmen.

Cepheiden sind allesamt sehr hell leuchtende Riesensterne, so hell, dass man sie über intergalaktische Distanzen hinweg gut erkennt. Die Cepheiden sind damit die nächste Stufe der Leiter oder das nächste Stockwerk des Gebäudes – es geht nun hinaus zu anderen Galaxien! Allerdings ist dieses Stockwerk eines, das bisher ein wenig wackelig auf dem darunter liegenden ruht.

Es waren die Cepheiden, mit deren Hilfe vor knapp 100 Jahren herausgefunden wurde, dass unsere Milchstraße nicht das gesamte Universum ist, sondern dass



Spiralgalaxien andere Milchstraßen sind, und dass die Andromeda-Galaxie etwa 3 Millionen Lichtjahre entfernt steht – alles anhand von Distanzbestimmungen der Cepheiden in der Andromeda-Galaxie M31. Die Cepheiden in M31 erkennt man auf Fotos großer Teleskope als winzige Pünktchen im Sternengewimmel dieser Milchstraße.

Die „Cepheiden-Distanzen“ zu noch weiter entfernten Galaxien waren schon in den 1920er Jahren das Fundament, auf dem Edwin Hubble die Expansion des Universums entdeckte.

Beobachtung von Cepheiden-Sternen mit dem Hubble-Teleskop. Der weiße Pfeil markiert einen im großen Bild kaum sichtbaren, winzig erscheinenden Stern. In Wirklichkeit ist dies ein sehr hell leuchtender Riesenstern des Cepheiden-Typs. Die Einzelbilder zeigen die sich ändernde Helligkeit, die durch bloßes Betrachten kaum sichtbar ist, durch digitale Auswertung der Bilder aber genau bestimmt werden kann. Bild: NASA

Diese Messungen waren damals noch sehr ungenau – oft um mehr als 50% falsch! - unter anderem, weil Hubble noch nicht wusste, dass in Wahrheit nicht alle Cepheiden gleich sind, sondern dass es zwei Untertypen gibt, die man getrennt voneinander vergleichen und als „Messlatte im All“ getrennt von einander kalibrieren muss. Heute jedoch funktionieren diese Messungen

deutlich besser und liefern - zuletzt mit dem Hubble-Weltraumteleskop - recht genaue Angaben der Distanzen zu unseren Nachbargalaxien. Die Cepheiden sind und bleiben jedoch eine Wissenschaft für sich; jeder Wunsch nach einer Steigerung der Genauigkeit von Cepheiden-Entfernungsmessungen bedeutet, dass die Stern-Theoretiker ihre Theorien über die inneren Abläufe in diesen Sternen immer weiter verfeinern und überarbeiten müssen, um noch präziser vorherberechnen zu können, wie Pulsation und Leuchtkraft zusammenhängen.

Fortsetzung folgt

Bildnachweise:

S. 4	Gründungsmitglieder.....	BV
S. 8	Wallackhaus	BB
	Großlockner Str.	BB
S. 9	Teleskope auf dem B-Platz	BB
S. 10	Gamsgrubenweg	BB
S. 10	Pasterze Gletscher	BB
S. 19	Diamantringeffekt	BV
S. 20	Totale Sofi	BV
S. 21	Hale Bopp	JKO
S. 24	Erstbild PanStarrs	PS
	Lichtkurve PanStarrs	CW
S. 25	Lichtkurve Ison	CW
S. 26	Sonnenbeobachtung	KK
	Teleskope und Astrokids	KK
S. 27	Basteln Drehbare Sternkarte	KK
S. 38	Bruder Klaus Kapelle Sternfreunde..	ES
S. 39	Venus vor der Sonne	MD
S. 40	Grafik Compton Streuung	WD
S. 41	Grafik Impulserhaltungsdiagramm ..	WD
	BB - Benno Balsfulland.; MD - Michael Dütting; JKO - E. Kolmhofer, H. Raab; Johannes-Kepler-Observatory, Linz, Austria; KK - Klaus Kumbink; ES - Ewald Segna; PS - Wiki Pan-STARRS/Rw; CW - Programm Comet for Windows; BV - Björn Voss	

Lustiges Silbenrätsel

Stephan Pläßmann

Aus den Silben:

a – bel – bel – blem – box – chung – di
 – drei – eig – ein – ein – er – glei – halb
 – ho – ker – knall – kör – krebs – la – le
 – le – lein – lem – ma – mond – na – ne –
 new – nis – o – per – pil – pro – pu – quel
 – ra – rei – ri – ring – roc – stein – ter
 – ton – tritts – trix – ur – zeit – zont

sind astronomische Begriffe zu bilden, deren Bedeutung doppelsinnig umschrieben sind. Folgende Umschreibungen für die gesuchten Begriffe:

1. Kreisrundes Gebilde aus Fels an einem unbestimmten Artikel
2. Andere Bezeichnung für einen kleinen Jockey
3. Das hat man, wenn in einer Zweierbeziehung einer fremdgeht
4. italienisch für: die schöne Trix
5. Weiblicher Vorname den After betreffend
6. 50% des Erdtrabanten
7. Klang an englisch „neu“
8. Bodennahe Wolken an einem Kruentier
9. Ursprungsort aller Hörfunkgeräte
10. Grenzlinie zwischen Himmel und Erde eines Vorgangs/Vorfalles

11. Kurzes, lautes Geräusch an einem Auerochsen
12. Mathematische Gegenüberstellung von Termen bezüglich des Ablaufes der Ereignisse
13. Das Loch im Auge, welches herein kommt
14. Lautsprechergehäuse für Mitglieder von Motorradclubs

Die Anfangsbuchstaben der Begriffe ergeben das Lösungswort, welches ein himmlisches Schlachtschiff bezeichnet.

Richtige Lösungen können per Post oder per E-Mail eingesandt werden.

Sternfreunde Münster e.V.

Sentruper Str. 285

48161 Münster

stfms@sternfreunde-muenster.de

Dem Gewinner winkt ein handsigniertes Exemplar des „Kosmos Himmelsjahr 2013“ von Prof. Dr. Hans Ulrich Keller.

Einsendeschluß ist der 20.1.2013.

Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los.

Allen ein frohes und gesegnetes Weihnachtsfest und einen Superstart ins neue Jahr!

Reise zur Sonnenfinsternis nach Australien

Björn Voss

Die jüngste Sonnenfinsternis ereignete sich am 14. November 2012 in Australien.

Zu sehen war die Finsternis nur im äußersten Nordosten Australiens, in und um die Stadt Cairns im tropischen Norden des Landes. Die Finsternis würde sich kurz nach Sonnenaufgang ereignen: Man hätte den Sonnenaufgang vom tropischen Strand aus verfolgen können, um dann kurz darauf die Verfinsterung der immer noch flach über dem Meer stehenden Sonne zu bewundern. Daraus wurde für mich jedoch nichts: Die Wettererwartungen waren für die Küstenregion nur „mittelpträchtig“, da die tropische Regenzeit im November beginnt. Für das Inland dagegen - von Cairns aus ca. hundert Kilometer ins Outback hinein - bestanden etwas bessere Erwartungen. Ich schloss mich daher einer Reise-gruppe an, die den „besten Ort zur Beobachtung der Finsternis“ - so die Reise-Werbung, die sich aber nach eingehender Prüfung als absolut zutreffend herausstellte - aufsuchen sollte. Dieser Ort, das „Palmer River Roadhouse“, ist eine Art Rastplatz mit Übernachtungs-

möglichkeit an der einzigen „richtigen“ Straße, die dort jenseits der Küste in die Finsterniszone führt.

Um dort zu beobachten, musste ich zwar auf den Palmenstrand verzichten, aber die deutlich besseren Aussichten, überhaupt etwas zu sehen zu bekommen, waren mir dies durchaus Wert. Nach vielen Irrungen und Wirrungen - unsere Zelte wurden in einem Sturm zum Teil zerstört; nebenan fand ein Rock-Festival statt, weswegen mehrfach die (einzige!) Straße gesperrt werden musste, damit der Rettungshubschrauber landen konnte - war der Tag der Finsternis endlich da: Das Wetter war wunderbar; der Himmel war bis auf ein paar Zirruswolken strahlend blau, und um 5:39 Uhr Ortszeit ging die Sonne auf. Der erste Kontakt der Finsternis - die



erste „Berührung“ von Mond und Sonne am Himmel - fand nur 5 Minuten nach Sonnenaufgang statt. Die Spannung stieg, die Sonnensichel schmolz nach und nach dahin, und der Himmel blieb so blau wie er war. Dutzende Teleskope mit Sonnenfiltern, mehrere H-alpha-Teleskope, Kameras mit Teleobjektiven und noch mehr Augen hinter SoFi-Brillen ließen die Sonne nicht aus dem Blick. Dann, um 6:37 Uhr Ortszeit, der Beginn der Totalität! Erst ein Raunen, dann Begeiste-

SoFi-Beobachtung doch schon viele Jahre zurück. Meine Kamera machte vom Laptop gesteuert vollautomatisch ihre Bilder, und ich konzentrierte mich ganz auf die Beobachtung der Finsternis mit dem Fernglas und dem bloßen Auge.

Nach weniger als 2 Minuten war die Totalität dann bereits wieder vorüber; aber die meisten Beobachter harrten enthusiastisch noch bis zum 4. Kontakt um 7:38 Uhr aus. Dann erst wurden

die Geräte schnell abgebaut - um 8 Uhr gab es ein opulentes Finsternis-Frühstück, bei dem auch gleich Erfahrungen und Beobachtungen ausgetauscht wurden und man auf den Erfolg anstieß.

Das nächste Mal, dass der Kernschatten des Mondes die Erde berührt, wird für nur wenige Sekunden bei einer „Hybrid-Finsternis“ sein, die sich Ende 2013 in Zentral-Afrika abspielt... wer wohl dort dann vor Ort sein wird?



rungsrufe gingen durch die Menge - viele Anwesende hatten noch nie zuvor eine totale Finsternis gesehen. Auch ich war begeistert, lag meine letzte erfolgreiche

Fotos: Björn Voss - der mit dem Canon-Teleobjektiv des Mitreisenden Martin Junius (vielen Dank!) fotografierte.

Was kommt da auf uns zu?

Ewald Segna

„Zur Zeit sind zwei Kometen im Sonnensystem unterwegs, die ein spektakuläres Schauspiel im kommenden Jahr bieten könnten,“ so ein Zitat aus dem Artikel über Kometen „Da kommt was auf uns zu“ in der Ausgabe der Andromeda 2/2012. Hm, mit dem „Da kommt was auf uns zu“ ist das so eine Sache.

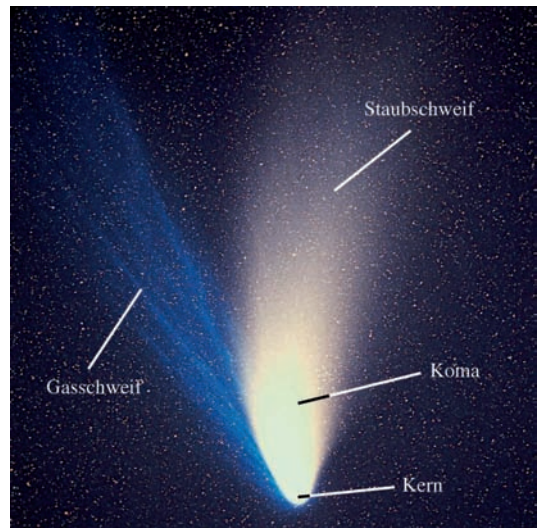
Könnt ihr euch noch (oder eure Eltern) an den Kometen Kohoutek aus dem Jahre 1973 erinnern? Die Presse stürzte sich seinerzeit vehement auf jede Mitteilung der Astronomen, die einen sehr hellen, mit den bloßen Augen sichtbaren Kometen vorhersagten. Und was kam letzten Endes: Der Komet hatte eine scheinbare Helligkeit von ca. 5^m, also gerade noch ohne optische Hilfsmittel in einer dunklen Gegend sichtbar. Da half es auch nichts, dass Herr Kohoutek versuchte sehr mächtig auf die Redakteure einzuwirken; die hatten ihre Schlagzeile vom Jahrhundertkometen und die wurde nicht mehr verändert! Und die Presse - war blamiert. Leider hat sich diese Begebenheit auf die weitere Kome-

tenberichterstattung in den folgenden Jahren ausgewirkt.

1976 war wieder ein prognostizierter heller Komet in das Sonnensystem eingedrungen. Da ging die Tagespresse auf Tauchstation. Pech gehabt; die Presse wie wir! Denn Komet West war ein sehr imposanter und heller Komet, der aber in der Öffentlichkeit praktisch nicht vorkam (Gründe siehe oben ☹).

Abseits aller Effekthascherei: Kann denn überhaupt die Helligkeit eines Kometen verbindlich berechnet werden, sodass die Bevölkerung auf dieses Schauspiel eingestimmt werden und es auch optisch genießen kann? Dazu muss ich etwas ausholen.

Ein Komet gliedert sich in die Bestandteile Kern, Koma und Schweif.



Der **Kern** besteht aus einer Mischung von Eis und Staubpartikeln, sozusagen ein „schmutziger Schneeball“. Sein Durchmesser variiert von 4 bis ca. 100 Kilometern.

Die **Koma** (bis zu 100000 Kilometer groß) bildet sich erst, wenn der Komet in Sonnennähe kommt. Dort trifft der Sonnenwind auf den Kometenkörper und es gasen die Eisbestandteile aus und die Staubpartikel werden frei. Beides verteilt sich wie ein „Nebel“ um den Kometenkern.

Der **Kometenschweif** ist dann die direkte Folge des Sonnenwindes, der die Gasbestandteile in den Raum „verweht.“

Der **Gasschweif** (bis zu 100 Mill. km lang) weist deshalb immer von der Sonne weg. Aber bei genauem Hinschauen kann man noch einen 2. Schweif entdecken, der eine etwas gebogene Form hat. Der **Staubschweif** besteht aus den „Schmutzpartikeln“, die der Kometenkern durch den Sonnenwind bedingt freigegeben hat. Er verteilt sich in der Bahn des Kometen. Bei Sternschnuppenströmen durchquert die Erde auf ihrem Weg um die Sonne diese „Staubwolken“ und in der Atmosphäre machen sie sich dann als Meteorerscheinungen bemerkbar.

Komme ich jetzt zur Beantwortung der oben gestellten Frage, „Kann die

Helligkeit eines Kometen einigermaßen verbindlich berechnet werden?“

Die Helligkeit eines Kometen ist 1. bestimmt durch seine Gas- bzw. Staubproduktion. 2. durch seine Nähe zur Erde bzw. zur Sonne. Da gerade der erste Punkt nicht vorhersehbar ist, sind große Streuungen in der Helligkeitsentwicklung möglich. Bei der Verfolgung des Kometen auf seiner Bahn um die Sonne wird seine Helligkeit regelmäßig gemessen und es wird versucht, sie in eine Formel zu packen, die dann extrapoliert den Helligkeitswert ergibt, der in Erdnähe zu erwarten ist. Ausreißer sind deshalb also immer möglich.

Namensgebung von Kometen

Nach der Entdeckung eines Kometen bekommt er einen provisorischen Namen, der aus Zahlen und Buchstaben besteht. Nachdem dann die genaue Umlaufbahn des Kometen bestimmt und durch andere Beobachter bestätigt wurde, werden Kometen heutzutage nach ihren Entdeckern benannt.

Der provisorische Name beinhaltet:

- Das Beobachtungsjahr
- Ein Leerzeichen
- Ein Buchstabe bezeichnet den Halbmonat der Entdeckung. Vom

- 1. Januar bis zum 15. Januar wird der Buchstabe A benutzt, ab dem 16. Januar bis Ende Januar B usw. bis schließlich in der zweiten Dezemberhälfte Y verwendet wird. Dabei wird der Buchstabe I übersprungen.

erste	A=Jan	C=Feb	E=Mär	G=Apr	J=Mai	L=Jun	N=Jul	P=Aug	R=Sep	T=Okt	V=Nov	X=Dez
Monatshälfte												
zweite	B=Jan	D=Feb	F=Mär	H=Apr	K=Mai	M=Jun	O=Jul	Q=Aug	S=Sep	U=Okt	W=Nov	Y=Dez
Monatshälfte												

- Eine Zahl für einen Kometen als Durchnummerierung der Neuentdeckung dieses einen Halbmonats. Die fortlaufende Zahl wird verwendet, um die Anzahl der Entdeckungen in diesem Monat zu dokumentieren.
- Kometen wird zusätzlich noch ein weiterer Buchstabe, gefolgt von einem Schrägstrich vorangestellt, sobald die Bahnelemente genauer bestimmt sind (siehe dazugehörige Tabelle).

Buchstabenkodierung der Bahnen von Kometen

P die Umlaufzeit ist kleiner als 200 Jahre (Periodischer Komet)

C die Umlaufzeit ist größer als 200 Jahre

X die Bahn ist nicht bestimmbar

D Periodischer Komet, der verloren ging oder nicht mehr existiert

A man stellt nachträglich fest, dass es sich nicht um einen Kometen, sondern um einen Asteroiden handelt

Der Komet **Hyakutake** (die Anzahl der Namen sind maximal auf drei - die der Entdecker - beschränkt) zum Beispiel wird auch unter der Bezeichnung **C/1996 B2** geführt. Er war also der zweite Komet, der in der zweiten Hälfte des Januars 1996 entdeckt wurde. Seine Umlaufzeit ist, wie das C anzeigt, größer als 200 Jahre.

Dauerhafter Name

Üblicherweise wird ein Komet, wie schon weiter oben erwähnt, nach seinen

Entdeckern benannt. Einige wenige periodische Kometen sind aber auch nach jenen Astronomen benannt, die erstmals ihre Bahn berechnet haben: Der Halleysche Komet (1P/Halley) ist beispielsweise nach Edmont Halley benannt, der als erster erkannte, dass einige Kometenbeobachtungen der Vergangenheit zu einem in regelmäßigen Abständen von 76 Jahren wiederkehrenden Kometen gehören.

Periodische Kometen, die zumindest in einer zweiten Wiederkehr beobachtet

wurden, erhalten schließlich eine permanente Nummer, gefolgt von der Buchstabenkodierung ihrer Bahn und dem Namen des Entdeckers beziehungsweise Bahnrechners. So ist beispielsweise 2P/Enke der zweite (nach Halley) von derzeit 256 Kometen (Stand: 8. Februar 2012), der eine derartige permanente Nummer erhalten hat.

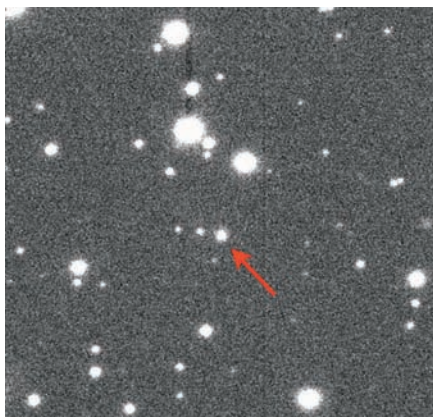
Nun komme ich zu den in der „Andromeda 2/2012“ erwähnten beiden Kometen, **PanSTARRS** und **Ison**.

C/2011 L4 PanSTARRS

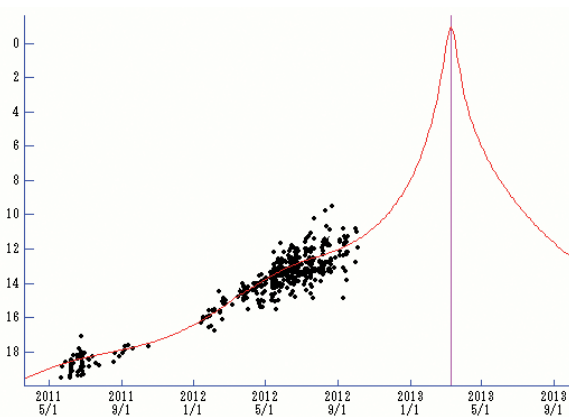
Dieser Komet zählt zu den nichtperiodischen „Schweifsternen“ wie die Kometen seit dem Mittelalter auch genannt werden. Der Name Panstarrs weist auf den „Panoramic Survey And Rapid Response System“ Teleskopverbund hin, der auf der Insel Maui, Hawaii, installiert ist und der aus vier je 1,80 Meter Spiegeldurchmesser großen Geräten besteht. Seine Aufgabe ist die permanente Himmelsüberwachung, so dass Asteroiden, Kometen und veränderliche Sterne

entdeckt werden können. **C/2011 L4** ist am 6. Juni 2011 das erste Mal auf einem Foto festgehalten worden. Nach

seinen Bahndaten zu urteilen, wird er um den 6. März 2013 herum seine geringste Entfernung mit ca. 164 Millionen zur Erde haben und am 10. März den



geringsten Abstand von der Sonne (ca. 60 Millionen km). Das bedeutet, dass wir ihn wahrscheinlich von Mitte Februar bis Anfang April mit den bloßen Augen sehen können (beste Sichtbarkeitsperi-



ode vom 16.3. bis 23.3.2013). **Wenn er sehr dicht bei der Sonne steht, müssen Sie unter allen Umstän-**

den vermeiden, mit Ferngläsern oder Fernrohren in die Sonne zu schauen, irreparable Schäden der Augen wären die Folge.

Mitte Januar 2014 sichtbar sein, sogar die Möglichkeit, ihn an helllichten Tage zu beobachten, sind gegeben (um den 28.11.2013 herum).

Auch hier gilt:

C/2012 S1 Ison

Der Komet Ison wurde am 21.9.2012 von den beiden russischen Amateurastronomen V. Nevski und A. Novichonok mit dem 40-cm-Teleskop des „International Scientific Optical Network“ (Ison) auf CCD-Aufnahmen entdeckt. Leider sahen sie zuerst in ihm einen Asteroiden, sodass sie nicht für die Namensgebung des Kometen in Frage kamen.

C/2012 S1 wird am 28.11.2013 in einem Abstand von ca. 1,8 Millionen km um die

Nie direkt mit Ferngläsern oder Fernrohren in die Sonne schauen!

Quellenangaben:

'Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Komet>

http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Kometen

<http://www.astronews.com/news/artikel/2012/09/1209-037.shtml>

<http://kometen.fg-vds.de/>

<http://www.kometen.info/>

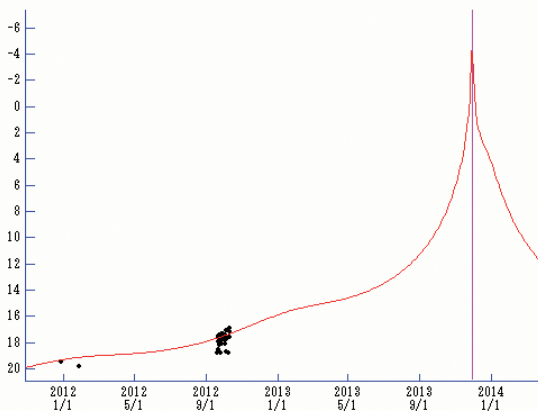
<http://www.aerith.net/>

<http://www.aerith.net/comet/catalog/2011L4/2011L4.html>

<http://www.aerith.net/comet/catalog/2012S1/2012S1.html>

http://aschnabel.bplaced.net/html/comet_current.html

<http://www.neunplaneten.de/nineplanets/comets.html>



Sonne fliegen. Seinen geringsten Abstand von der Erde hat er am 27.11.2013 (ca. 64 Millionen km). Nach optimistischen Prognosen wird er mit den bloßen Augen von Mitte November 2013 bis



Wie der Schlangenträger zum Schlangenfänger wurde

**Ausstellung der Sternfreunde
Münster im LWL-Museum für
Naturkunde am 17./18. 11. 2012**

Peter Noch

Der Samstag zeigte sich von seiner schönen Seite: Bis mittags gab es nur Sonne, später gesellten sich ein paar Cirren und Schleierwolken dazu, aber die haben uns nicht vom Aufstellen der Teleskope draußen abgehalten. Mit



Sonnenschutzfilter vor dem Objektiv war eine gefahrlose Sonnenbeobachtung bis ca. 17:30 Uhr möglich. Mittlerweile ist die Sonnenfleckenaktivität auch ganz passabel geworden, sodass die Besucher einige schöne Exemplare sehen konnten.

Ein grauer Novembertag, wie er viel grauer nicht sein konnte, ist eine recht

präzise Beschreibung des darauf folgenden Sonntags, wo nach zögerlichem Start ein wahrer Menschenandrang zu verzeichnen war. Völlig klar: Dies war ein Tag, um ins Planetarium oder in die Ausstellung der Wale ins LWL-Museum für Naturkunde zu gehen; besonders die Vorführung über den Regenbogenfisch zog natürlich die Familien an diesen Ort des Geschehens.

Aufgrund dieser beiden Magnete musste die Ausstellung der Sternfreunde natürlich zum Nebenschauplatz werden – sicher keine Überraschung! Und so strömten dann auch die Menschenmassen zielstrebig auf die Kassen zu und verursachten lange Schlangen! Aber – man erinnere sich – zwischen *serpens caput* und *serpens cauda* (dem Kopf und Schwanz der Schlange) befindet sich bekanntlich der *Ophiuchus* (Schlangenträger) und genau hier standen die 6-8 Sternfreunde mit 6-8 Teleskopen, Büchertischen und einem Basteltisch für drehbare Sternkarten.



Der große Refraktor von Klaus Kumbrik war ein besonderer Blickfang für die Wartenden in der Schlange, die sich spätestens nach dem Kauf der Eintrittskarten den Weg zum Stand der Sternfreunde bahnten. So wurde aus dem Schlangenträger ein Schlangenfänger! Sobald man etwas auf sich aufmerksam

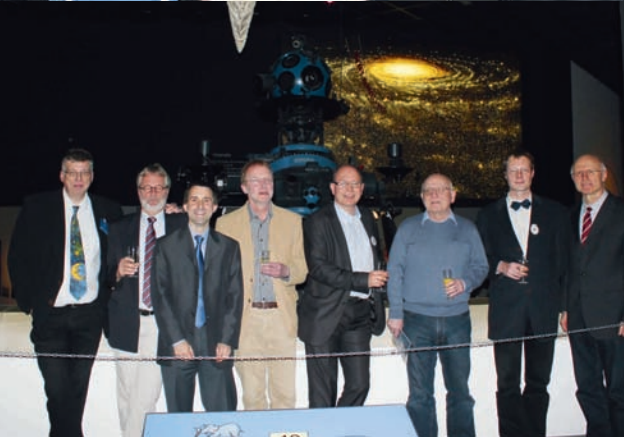
anschließend über eine funktionierende drehbare Sternkarte freuen konnten. Hierüber erreichte man auch die Eltern, die sich mit kostenlosen „antiken“ Ausgaben der „Andromeda“ eindeckten und besonders die bunten Bilder hierin bestaunten.



machte, richtete sich das Interesse auf die Astronomie und viele (insbesondere Kinder) wollten einmal einen Blick durch's Teleskop werfen, sodass wenigstens hier im Trockenen Sterne und die Milchstraße eines Posters bewundert werden konnte. Ein bastelndes Kind am Tisch sitzend hatte eine große Anziehungskraft auf weitere Kinder, die sich

Wie immer wurden die Stunden auch zum Fachsimpeln unter den Sternfreunden genutzt, um die Vor- und Nachteile bestimmter Teleskope oder Okulare zu diskutieren, was beim abendlichen Beisammensein im „La Vela“ seine Fortsetzung fand. Alles in allem eine gelungene Veranstaltung, die sicher auch neue Interessenten zur Folge hat.

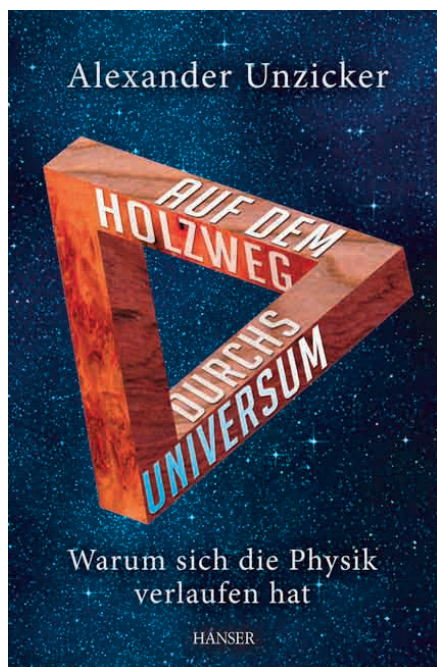




Alexander Unzicker legt nach!

Hans-Georg Pellengahr

Nach seinem „**Vom Urknall zum Durchknall - Die absurde Jagd nach der Weltformel**“ ist soeben ein neues Buch desselben Autors erschienen:



Auf dem Holzweg durchs Universum

- Warum sich die Physik verlaufen hat -

Carl Hanser Verlag, München

Eine ausführliche Besprechung folgt in der nächsten Andromeda-Ausgabe.

Vorab nur soviel: Unzicker nähert sich dem Thema diesmal von der physikalischen Seite. Aufbauend auf einem hochinteressanten historischen Abriss der großen Entdeckungen der Grundlagenphysik, unter anderem der Quantenmechanik, weist der Autor auf eine Vielzahl bis heute ungeklärter physikalischer Grundsatzfragen hin, in deren Nichtbeantwortung er einen der Gründe für den „Holzweg durchs Universum“ sieht.

Prof. **Pavel Kroupa** von der Universität Bonn, den Münsteranern und insbesondere den Sternfreunden unter anderem bekannt durch seinen Planetariumsvortrag „Der Kosmos auf dem Prüfstand - Gibt es die dunkle Materie wirklich?“ am 07.06.2011, resümiert auf der Rückseite des Buchumschlages:

„Das Buch deckt die fundamentalen Probleme der Kosmologie auf. Nach der Lektüre müsste jedem klar sein, dass die Physik in einer tiefen Krise steckt.“

Was mich persönlich überrascht hat: Viele von mir bislang als abschließend geklärt angesehenen Grundsatzfragen der Teilchenphysik und der Quantenmechanik sind keineswegs vollständig gelöst.

Das Higgs- Boson

The missing Link?

Teil 2

Philipp Stratmann

Eine der Forderungen, die sich mathematisch hieraus ergeben ist jene, dass die grundlegenden Austauschteilchen des Feldes keine Ruhemasse besitzen. Ansonsten taucht ein Term in der mathematischen Beschreibung auf, welcher die ganze schöne Symmetrie wieder bricht. Also eine Bank, die Geld dafür verlangt, dass sie Mark in Euro umwandelt. Plötzlich haben wir weniger Kaufkraft in der Tasche.

Für das (virtuelle) Photon, jenes fundamentale Austauschpartikel der elektromagnetischen Kraft, stellt dies kein Problem dar. Da es Energie besitzt, hat es auch Masse, allerdings basiert diese auf der Tatsache, dass es nun mal verdammt schnell unterwegs ist. Würde es still stehen, so wäre die Masse gleich null.

Die Austauschteilchen von Kräften haben nun die Eigenschaft, dass sie sich gewissermaßen nicht an die Energieerhaltung halten müssen. Heisenberg postulierte im Zusammenhang mit seiner berühmten Unschärferelation eine andere relativ fundamentale Gleichung, welche den Zusammenhang

$$\Delta E \times \Delta t \leq \frac{h}{2} \quad (1)$$

beschreibt. Um es in Worten auszudrücken: In einem beliebigen System ist die Lebensdauer und die Energie eines Zustandes nie gleichzeitig genau bekannt. Oder auch: Ein Teilchen kann aus dem Nichts heraus entstehen, sich mehr oder weniger die Energie zum Leben borgen. Allerdings nur für kurze Zeit, und je mehr Energie es zur Existenz benötigt, umso eher ist auch wieder Zahntag und es verschwindet.

So entstehen virtuelle Bosonen und übertragen brav und stetig Kräfte. Über unendliche Distanzen, denn schließlich besitzen sie ja keine Ruhemasse, wie bereits oben gezeigt wurde. Selbst am anderen Ende der Milchstraße wird man die Photonen (wenn sie ausreichend Zeit für den Flug hatten) messen können, wenn wir hier einen gigantischen Magneten bauen.

Tja, und genau an dieser Stelle taucht ein Problem auf. Denn es war auch damals schon bekannt, dass z. B. die schwache Wechselwirkung nur über kleine Distanzen wirkt und außerhalb des Atomkerns komplett ihre Bedeutung verliert. Zu schnell sind ihre Austauschteilchen bereits wieder zerfallen, und dies heißt...

sie besitzen eine Ruhemasse. Tatsächlich, 1983 attestierte das Super-Protonen-Synchrotron (natürlich am CERN) den beiden sowie dem Z-Boson eine Masse von knapp 80 respektive 91 GeV/c^2 , schwerer noch als Brom-Atome. Damit sind sie nicht mehr als kleine, unbedeutende Korrektur im Standardmodell hinnehmbar. Offensichtlich hatte sich der Fehlerteufel in die schöne Eichtheorie eingeschlichen und den Theoretikern einen ordentlichen Schlamassel hinterlassen.

Ein Ausweg fand sich erneut in der Ironie der Natur, in der Schönheit von Symmetrien. Dieses Mal allerdings dadurch, dass eine solche eben in manchen Bereichen nicht immer gegeben ist. Man behauptete, die Symmetrie sei spontan ein bisschen gebrochen.

Was sich wie ein Ausdruck aus Obelix' Munde anhört („Ich bin nicht dick. Ein wenig pummelig vielleicht.“), wirft die Frage auf, ob eine gebrochene Symmetrie nicht direkt dadurch beschrieben werden kann, dass niemals eine Symmetrie bestanden hat. Doch mathematisch besitzt dieser Ausdruck eine ernstzunehmende und durchaus exakt beschriebene Form.

Verdeutlicht wird sie wunderschön in der Sage um Buridans Esel. Dieser hatte das große Glück, nicht nur hungrig zu

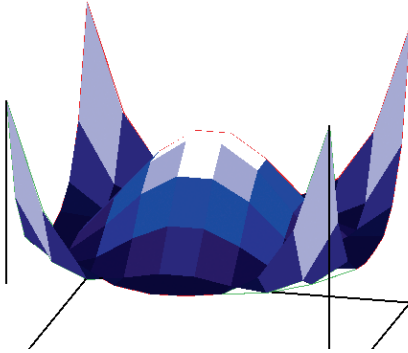
sein, sondern sich auch vor zwei gar vortrefflich duftenden Heuhaufen wiederzufinden. Die befanden sich allerdings gleich weit weg und hatten auch exakt die gleiche Größe. Traurigerweise verhungerte der Esel schließlich, weil er sich einfach nicht entscheiden konnte.

Ähnlich ist es auch um viele naturwissenschaftliche Phänomene bestellt. Ein schönes Beispiel ist eine Kugel, welche genau auf der Spitze eines Sombreros ihre Ruhe findet. Legen wir die Gravitationstheorie zu Grunde, so können wir die Spitze des kleinen Pömpels in der Mitte als ideal symmetrisch betrachten. Gegenüber diesem Punkt ist rein von der Gravitation her kein Punkt ausgezeichnet, so lange er sich nur gleich weit von dieser Spitze entfernt befindet.

Legen wir genau auf diesen Punkt eine Kugel, dann würde sie still stehen bleiben. Deshalb bildet diese Spitze einen Grundzustand des Systems „Sombrero - Kugel - ganz ruhig schlafender Mexikaner“.



Bewegt sich der Kopf, zu dem der Hut gehört, allerdings nur um den Bruchteil eines Bruchteils, dann wird die Kugel hinunter rollen und durch Reibung an exakt einem einzigen Punkt ganz unten in der Sombbrero-Falte zur Ruhe kommen. Wir bedenken: In der Theorie



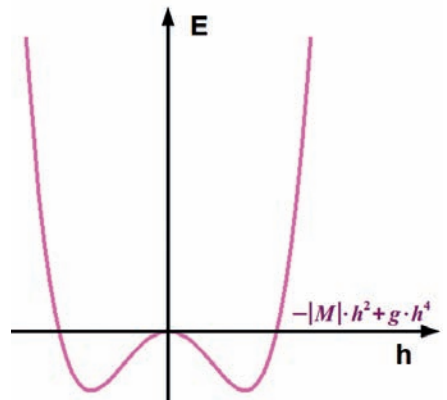
der Gravitation ist dieser Ruhepunkt mitnichten ausgezeichnet. In der Praxis ist er es allerdings, weil hier nun mal die Murmel stoppt und nicht woanders. Die Symmetrie der Theorie erzeugt ein ganzes Meer von Grundzuständen, in denen sie landen kann, von denen genau einer privilegiert werden muss. Damit ist die Symmetrie spontan gebrochen. Interessanterweise kann allerdings die Murmel in manchen physikalischen Systemen sich ebenfalls von einem Grundzustand in den anderen bewegen. Dafür benötigt sie einzig Bewegungsenergie, keine potentielle. Ein Austauschteilchen ist allerdings dennoch vonnöten. Diese sogenannten Goldstone-Bosonen be-

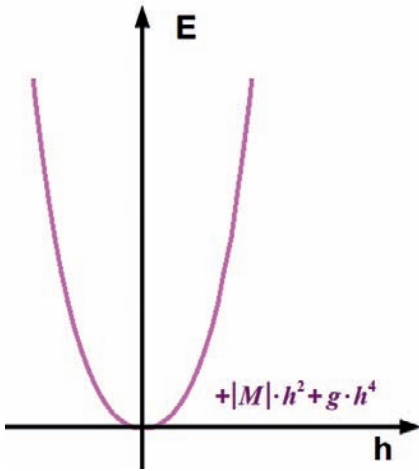
sitzen damit allerdings auch entsprechend keine potentielle Energie, sondern nur kinetische. Dank Einsteins berühmtem

$$E = mc^2 \quad (2)$$

ist es uns damit möglich zu schlussfolgern, dass es keine Ruhemasse haben darf. Phononen sind wohl die bekanntesten Exemplare: Quanten, welche Schwingungen übertragen.

Abstrahieren wir dies ein wenig durch ein mathematisches Beispiel. Führen wir ein Feld ein, welches wir mit einem völlig zufällig gewählten Buchstaben versehen. Nennen wir es ... h . Es durchzieht - wie dies manche Felder nun mal so machen - das gesamte Universum und muss natürlich auch wieder durch ein Elementarteilchen beschrieben werden. Doch darum kümmern wir uns später.





Wenn wir einfach mal aus der Luft greifen, dass dieses Partikel weder Spin noch Ladung trägt, dann fügt dieses Feld mathematisch jedem Punkt dieses Universums eine Energie zu, die durch den Term

$$E = M \cdot h^2 + g \cdot h^4 \quad (3)$$

gegeben ist. Die Parameter M und g nehmen wir dabei hier ohne Beschreibung hin. Sind beide positiv, so sieht das Feld in etwa so aus, wie Graph 1 es uns zu beschreiben versucht.

Unter anderen Bedingungen ist M allerdings negativ, und plötzlich wandelt sich auch die Skizze: Die modifizierte Version in Graph 2 offenbart sich als wundervolle Beschreibung des Sombros, wenngleich ohne Mexikaner darunter. Gratulation, Sie sind soeben Zeuge geworden von der Geburt eines Gold-

stone-Bosons. Aber was kümmert es uns? Wir hatten uns schließlich nie auf die Suche nach einem masselosen Partikel begeben. Groß und schwer war das Teilchen, das wir suchten.

Naja, weshalb es uns kümmert, ist relativ simpel: So perfekt die Theorie auch ist, in der Wirklichkeit gibt es dieses Partikel einfach nicht. Und in der Wahl zwischen Mathematik und Wirklichkeit gewinnt sogar für die Theoretiker im Endeffekt zumeist die Beobachtung.

Halten wir zumindest noch eine Eigenschaft dieses Feldes h fest. Denn der Zustand niedrigster Energie ist auf jeden Fall nicht dort zu finden, wo h null ist. Stattdessen finden wir zwei Minima an den Stellen

$$h_0 = \pm \sqrt{-\frac{M}{2g}} \quad (4)$$

was durchaus verwundern sollte. Kein anderes Feld weiß davon zu berichten. Solange uns die Gravitation nach unten zieht wissen wir, dass ein Zustand niedrigerer Energie in diesem System möglich wäre; z. B. könnten wir uns eingraben. Ein Elektron, auf welches ein Feld wirkt, wird unweigerlich in einen Zustand niedrigerer Energie gezwungen werden, bis das Feld zur Gänze verschwunden ist. Dieses Feld allerdings muss vorhanden

sein, sobald wir den Vakuumzustand erreichen. Immer. Es durchzieht von Natur aus das gesamte Universum.

Sehen wir ein wenig zurück auf den Pfad, welchen wir bislang gekommen sind. Oder zumindest auf das, was wir alles auf dieser Wanderung bisher an den Wegesrand geworfen haben. Eine perfekte Beschreibung der elektromagnetischen sowie der starken Wechselwirkung ist durch die Eichtheorie als Gewinn zu verbuchen, daneben allerdings Bosonen in der schwachen Wechselwirkung, die sich einfach nicht damit abfinden wollen, keine Masse zu besitzen. Und gleich noch ein solches, welches offensichtlich ebenso wenig sein masseloses Dasein in dieser Welt fristen möchte. Anstatt eines zu lösen, haben wir damit zwei Probleme aufgeworfen, eine wirklich jämmerliche Bilanz dieses Gedankenganges.

Oh, und ein merkwürdiges Feld haben wir eingeführt, eine Kraft, welche – sollte sie tatsächlich das Universum durchziehen – die Eigenschaft hat, immer da zu sein, auch und vor allem gerade im Zustand niedrigster Energie. Wie ein Netz aus Gummiseilen, welche jemand zwischen uns und allen Wänden gespannt hat, die der Raum um uns herum hergibt. Egal, in welche Richtung wir laufen, die Kraft ist immer da, zieht

uns zurück und hindert uns an unserer Bewegung. Lässt uns glauben... wir seien schwer?

Und was, wenn nun manche Teilchen mit diesem Feld interagieren und andere nicht? Plötzlich hätten sie eine Masse, die einzig aus dieser Wechselwirkung entstünde, aber nicht in dem Teilchen an sich begründet liegt. Theorien, die das Partikel alleine beschreiben würden, sogar postulieren, dass es keine Masse hat, weil es die Gummibänder nicht in Betracht zöge! Manche Teile verfangen sich in diesem Netz, während andere einfach hindurch rasen, als wäre ihnen die Welt um sie herum ganz schön egal.

Genau dieses Feld postulierten unabhängig voneinander gleich eine ganze Reihe von Physikern, unter anderem Englert, Brout, Guralnik, Hagen und Kibble. Sowie ein weiterer, den einige Zeit später Steven Weinberg versehentlich an erster Stelle seiner Arbeit präsentieren sollte und der dank der Ironie des Zufalls gleich noch den ersten Buchstaben mit dem Feld h teilt: Higgs.

Dennoch möchte ich hier bereits einem Missverständnis entgegenwirken, welches viele Zeitungen gut zu schüren wussten. Denn dieses Feld wäre – so es denn existiere – nicht der Haupt-

grund für die Masse, welcher wir im alltäglichen Leben ausgesetzt sind. Beschuldigen wir Higgs dafür, dass wir nach der Weihnachtszeit wieder einige Kilogramm mehr auf die Waage bringen, so vergessen wir, dass h einzig dafür verantwortlich ist, Teilchen eine Masse dann zu geben, wenn sie mit keinem anderen Partikel wechselwirken – außer natürlich dem Higgs-Teilchen selbst. Man nennt dies auch Ruhemasse. Sie macht bei einem Menschen wenige Prozente des Gewichtes aus.

Der Hauptgrund für die eigenen Kilos findet sich allerdings nach wie vor in den Atomkernen, in denen die schon lange bekannte Wechselwirkung der Quarks die Masse erzeugt, welche wir gewohnt sind.

Andererseits hört es sich natürlich auch gut an, sagen zu können, dass man über Weihnachten höchstens ein paar Gramm an Ruhemasse zugenommen hat. Und ganz schön viel durch Interaktionsenergie.

Puh, ein ganz schön großer Brocken, welcher nun hinter uns liegt. Allerdings befindet sich noch immer ein letztes kleines Rätsel an unserem Wegesrand. Und alleine die Bezeichnung seiner Lösung in der englischsprachigen Literatur macht Hunger auf mehr. Über die Mathematik dahinter lässt sich gleiches

derob einzig mit Enthusiasmus für dieses Fach behaupten. Stattdessen verweise ich für die mathematisch interessierten an ein Skript der Universität Zürich².

Der Grundgedanke bezieht sich darauf, dass man genau genommen zwei masselose Teilchen besitzt. Eines ist das Goldstone-Boson, eines jenes Boson, welches aus der Eichtheorie dafür vorhergesagt wird, dass wir es hier schließlich mit einem neuen Feld h zu tun haben. Wir erinnern uns: Genau hierin lag das Grundproblem. Die Eichtheorie sprach allen Bosonen die Masse ab!

In diesem Falle lässt es sich mathematisch jedoch anders lösen. Denn die gleichen Formeln, die diese beiden Teilchen beschreiben, können auch unter einer Eichtransformation umgeschrieben werden, sodass eines von ihnen verschwindet. Dafür müssen wir in Kauf nehmen, dass ein anderer Term in den Formeln auftaucht, der normalerweise die Masse des Feldquants angibt. Da allerdings eine Eichtransformation die Physik hinter den Formeln gleich lässt, sind beide Aussagen schlussendlich als äquivalent anzusehen im Hinblick auf ihren Realitätsbezug. Ein Teil verschwindet, das andere gewinnt an Masse – kein Wunder, dass sich dieser Mechanismus im englischen die Bezeichnung Higgs-Kibble-Dinner zuzog.

Fortsetzung folgt

Twice in a lifetime

Ewald Segna

Mit dem Termin des Venustransits am 6.6.2012 gegen 5:16 Uhr zog auch das typische Münsterwetter heran (ja, ja... wenn es regnet und die Glocken läuten, dann ist Sonntag oder Ostern oder Send oder...Venustransit?). Dabei sah alles noch so positiv am Abend vorher aus. Die Wetterprognosen verzeichneten ein Wolkenloch von ca. 2:00 Uhr morgens bis ca. 5.00 Uhr. Plus minus einer gehörigen Prise Optimismus (Minuten) gab es vielleicht doch die Chance, einen Blick auf die teilverfinsterte Sonne werfen zu können.

Der Wecker klingelte um 4:00 Uhr, und ich quälte mich aus den Federn. Der Vortrag am Dienstagabend über das „Nichts“ steckte mir noch in den Knochen. Prof. Niemeyer kam nach den Ausführungen im Planetarium noch mit zu unserem Treffpunkt ins „La Vela“. Aber diesen Weg habe ich mir dann doch gespart. Der Venustransit stand ja vor der Tür.

Am Abend zuvor hatte Jennifer (Studentin der Zahnmedizin, „Mein Interesse an der Astronomie ist durch den Venusdurchgang neu entfacht worden“ o.T. Jennifer) angerufen. Sie fragte nach, ob sie und ihr Freund mitkommen könnten

zur Bruder-Klaus-Kapelle. Flugs einen Termin und einen Treffpunkt ausgemacht, und um 4:35 Uhr stand ich an der besagten Haltestelle. Jennifer war allein gekommen und so fuhren wir nach Havixbeck. Unterwegs trafen wir noch Hermann, der mit seinem Wagen auch den Kurs zur Bruder- Klaus-Kapelle einschlug. O.K., der Mann weiß Bescheid, also hinterklemmen (bäh, ich hatte keine Zeit gefunden, mich mit dem Kartenwerk zu beschäftigen - getreu, mein Navi wird den Weg schon finden.... Tja, aber ohne Straßennamen hat auch die tollste Elektronik so ihre Mucken). Doch was ist das? Der bog doch tatsächlich ab, viel zu früh. Nein, ich folge dem nun nicht mehr. Ich fahr' weiter geradeaus. Nach 200 Metern kamen plötzlich Zweifel auf. Der hat doch auch ein Navi, das kennt sich aus...! O.k., ich kehrte um und holte Hermann dann auch ein und blinkte ihn an, damit er mal kurz stehenbleiben sollte. „Moin Hermann, du kennst den Weg?“ „Nö, mein Navi spinnt...! (Siehste!). Also musste nun die Geheimwaffe ran. Jennifer hatte ihr iPhone dabei. Sag' ich doch, wir waren schon auf dem richtigen Weg- nein, wir mussten umkehren, aber kein Problem. Jennifer dirigierte mich mit Hilfe des Navis nun zur Bruder-Klaus-Kapelle. Von weitem sahen wir schon ein paar Gestalten und auch Teleskope. Wir hatten es geschafft. Schnell noch die

Ferngläser, die Sonnenschutzfolie, das Stativ, die Finsternisbrillen und den Fo-



toapparat mitgenommen und die letzten Meter zu Fuß zurückgelegt. Ich stellte das Stativ auf der Wiese auf und baute den Feldstecher drauf. Die Sonne konnte aufgehen. Ach ja, da waren ja noch Wolken. Ne, da kam sie doch tatsächlich kurz heraus. Ein Streifen „Rote Sonne“ war zu sehen, leider von der Venus keine Spur. Michael schoss schnell ein Foto. Das war

es dann auch mit der Sichtbarkeitsperiode. Der 3. Kontakt fand bei Regen statt, den 4. Kontakt konnten wir auch nicht sehen. 90 Minuten Hoffen, Bangen, Hoffen, Fluch.., (nein, haben wir nicht ;-)). Die Sonne ließ sich nicht mehr blicken. Herr Jung von der WDR Lokalzeit drehte derweil ein paar Takes, immer in der Hoffnung, da kommt noch was,

was als Sonne zu identifizieren ist. Auch das Interview mit Michael war schnell im Kasten, die Sonne aber immer noch nicht zu sehen. Gegen 6:40 Uhr verließen die ersten Unerschrockenen den Ort, keine Hoffnung mehr auf Wetterbesserung. Jo, der Fotograf knipste alles, was ihm vor die Linse kam, also

Sternfreunde, Interessierte, Hasen.... und zu guter letzt, das obligatorische Gruppenfoto. Wir waren dabei, sollte



es suggerieren. Stimmt ja auch. Kurz vor Schluss des Venustransitspektakels rief noch auf meinem Handy eine Redakteurin des WDR II Radios an und machte ein Live Interview mit mir „Ob ich denn sehr traurig wäre“. Nun ja, ein bisschen schon, aber da ich seinerzeit den kompletten Verlauf des Venustransit 2004 verfolgen konnte, hielt sich die

Traurigkeit bei mir in Grenzen. „Es ist kein Beinbruch. Leben geht weiter!“

Auch für die letzten Sternfreunde war nun die Zeit gekommen (im wahrsten Sinne des Wortes), das Feld zu räumen und den Rückweg anzutreten, schließlich wartete ja noch die Arbeit auf uns. Ich nahm Jennifer mit. Auf meine Frage, ob sie enttäuscht war, verneinte sie vehement. Ihr hat es sehr viel Spaß gemacht, mit den Sternfreunden dieses Ereignis zu teilen, wenn auch das Ergebnis aufgrund des schlechten Wetters zu wünschen übrig ließ.... Aber ihr Interesse für die Astronomie war wieder entfacht (und das ist ja auch schon was)! Es bleibt somit beim Once in a Lifetime....

Abspann I: Michael rief mich gegen 10:30 Uhr an, und verkündete ganz stolz, dass auf dem Foto, das er von der „Teilsonne“ gemacht hatte, die Venus doch darauf zu

sehen ist. Das Bild wäre auch schon auf unserer Homepage eingepflegt worden und siehe da: Tatsächlich, wir haben die Venus vor der Sonne gesehen (das Fotoauge eben). War die ganze Aktion doch von Erfolg gekrönt!

Abspann II: Am Morgen füllte sich das Internet so nach und nach mit Bildern vom Venustransit. Von Peking über Amerika bis Australien und Indien: Es gab doch „Wolkenlücken,“ die eine Beobachtung möglich machten. Der Oculum-Verlag hatte das Glück, in Tromsø den gesamten Verlauf per Videokamera aufnehmen zu können. Viele schöne Fotos sind auch unter folgender Adresse zu besichtigen:

<http://www.oculum.de/interstellarum/sonder20120606venustransit.asp>



Vom Compton - Effekt zur Planck - Skala?

Wolfgang Domberger

Der Compton-Effekt

Zunächst zeigt Abb. 2 eine schematische Darstellung der Compton-Streuung eines Photons an einem Teilchen,

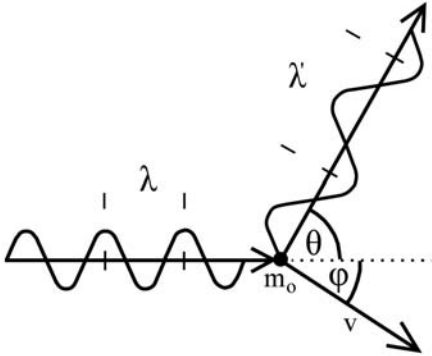


Abb. 2: Compton-Streuung (schematisch); einlaufendes Photon mit Wellenlänge λ ; ruhendes Teilchen (z. B. Proton, Neutron etc.) mit Ruhemasse m_0 ; gestreutes Photon mit Wellenlänge λ' ; Streuwinkel θ ; Teilchen nach dem Stoß mit Geschwindigkeit v in Bewegungsrichtung φ

z. B. einem Proton oder einem Neutron. Zur Beschreibung des Compton-Effekts benötigt man die Erhaltungssätze für die Energie und den Impuls des Gesamtsystems, das aus dem Photon und dem Teilchen besteht.

Der Energiesatz besagt, dass die Energie des Systems bei dem Stoß erhalten bleibt, d. h. sie ist vor dem Stoß genauso

groß wie nach dem Stoß, was in der Energiebilanz

$$h \nu + m_0 c^2 = h \nu' + m(\nu) c^2 \quad (6)$$

zum Ausdruck kommt: die linke Seite stellt die Energie des Systems vor dem Stoß dar und die rechte die Energie des Systems nach dem Stoß. Die Energie des Photons vor dem Stoß ist $h \nu$ und nach dem Stoß $h \nu'$, wobei ν und ν' die Photonenfrequenzen vor bzw. nach dem Stoß bedeuten. Die Energie des vor dem Stoß als ruhend angenommenen Teilchens ist $m_0 c^2$ und danach ist sie $m(\nu) c^2$. Die Gl. (6) geht mit Gl. (2) über in

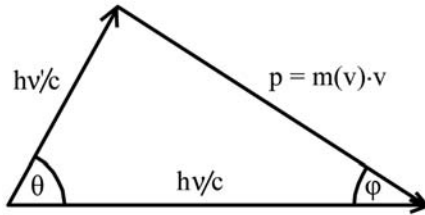
$$h(\nu - \nu') + m_0 c^2 = E \quad (7)$$

Quadrieren dieser Gleichung und Benutzung von Gl. (3) führt dann auf ein erstes Zwischenresultat

$$h^2(\nu - \nu')^2 + 2 h(\nu - \nu') m_0 c^2 = p^2 c^2 \quad (8)$$

Nun zum Impulssatz. Er besagt, dass der Impuls des Systems bei dem Stoß erhalten bleibt. Da der Impuls zusätzlich zu seinem Betrag aber auch eine Richtung aufweist, nämlich die der Bewegung, der Impuls also eine vektorielle Größe ist, muss man sagen, dass der Impuls des

Photons vor dem Stoß identisch ist mit der vektoriellen Summe der Impulse von Photon und Teilchen nach dem Stoß. Genau dieses ist in Abb. 3 dargestellt und zeigt das vektorielle Impulsdia-
gramm zum Impulserhaltungssatz bei der Compton-Streuung.



Kosinussatz:

$$p^2 = \left(\frac{h\nu}{c}\right)^2 + \left(\frac{h\nu'}{c}\right)^2 - 2 \left(\frac{h}{c}\right)^2 \nu \nu' \cos \theta$$

Abb. 3: Compton-Streuung; vektorielle Darstellung des Impulserhaltungssatzes und Anwendung des Kosinussatzes; $h\nu/c$ = Impuls des Photons vor dem Stoß; $h\nu'/c$ = Impuls des Photons nach dem Stoß; p = Impuls des Teilchens nach dem Stoß; θ = Streuwinkel des Photons und φ = Bewegungsrichtung des Teilchens

Die in Abb.3 eingetragene Auswertung des Impulsdia-
gramms mit Hilfe des Kosinussatzes ergibt als zweites Zwischenresultat

$$p^2 c^2 = h^2 (\nu^2 + \nu'^2 - 2 \nu \nu' \cos \theta) \quad (9)$$

Jetzt sind nur noch die beiden Zwischenresultate Gl. (8) und Gl. (9) einander gleichzusetzen. Nach einfacher Umformung erhält man das Ergebnis

$$\frac{1}{\nu'} - \frac{1}{\nu} = \frac{h}{m_0 c^2} (1 - \cos \theta) \quad (10)$$

oder, wenn man wieder die Relationen $\nu \lambda = c$ und $\nu' \lambda' = c$ zwischen der Frequenz und der Wellenlänge des Lichtes bemüht,

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta) \quad (11)$$

Die Gl. (11) gibt an, um wie viel die Wellenlänge λ' des Photons nach der Streuung gegenüber der ursprünglichen Wellenlänge λ größer geworden ist. Dieser Unterschied ist nur vom Streuwinkel θ abhängig.

Der Energieverlust ΔE des Photons bei dem Stoß beträgt $h(\nu - \nu')$; dieser ist auf das Teilchen übergegangen und lässt sich aus Gl. (10) berechnen:

$$\Delta E = \frac{h\nu}{1 + \frac{m_0 c^2}{h\nu} (1 - \cos \theta)} \quad (12)$$

Beim ursprünglichen Compton-Effekt, also am (quasi)freien Elektron, ist diese Energiedifferenz (sehr) genau die kinetische Energie des Elektrons nach dem Stoß; in diesem Sinne spricht man von einem elastischen Streuprozess.

Die Compton-Wellenlänge

Der Vorfaktor in Gl. (11) wird wegen seiner Bedeutung als Compton-Wellenlänge λ_C des Teilchens mit der Ruhemasse m_0 bezeichnet:

$$\lambda_C = h / m_0 c \quad , \quad (13)$$

wobei der Index „C“ für Compton steht. Für ein Proton, dessen Ruhemasse $1,673 \cdot 10^{-24}$ kg ist, beträgt die Compton-Wellenlänge $1,3214 \cdot 10^{-15}$ m. Im Hinblick auf die Interpretation der Compton-Wellenlänge ist der Gl. (13) folgende Aussage direkt zu entnehmen: Wenn die Wellenlänge des einlaufenden Photons genau mit der Compton-Wellenlänge des Teilchens übereinstimmt, dann ist die Energie E_{photon} des Photons genauso groß wie die Ruheenergie des Teilchens. Oder ausgedrückt in der aus Gl. (13) ablesbaren Form:

$$E_{\text{photon}} = h \nu_C = h c / \lambda_C = h c (m_0 c / h) = m_0 c^2 \quad . \quad (14)$$

Stimmt die Energie des einlaufenden Photons mit der Ruheenergie des Teilchens exakt überein, dann ist die Wellenlänge des Photons genau die Compton-Wellenlänge des Teilchens. Es liegt also gewissermaßen eine Resonanz vor. Hinsichtlich der Energie und somit auch der Masse,

sind die beiden Stoßpartner identisch.

Es kommt noch ein weiterer und sehr bemerkenswerter Aspekt hinzu. Die Compton-Wellenlänge eines Teilchens kann als ein Maß für seine Ausdehnung angesehen werden. Bei Nukleonen, also Protonen oder Neutronen, die nach der Kernphysik einen relativ gut definierten Rand haben, sind deren Compton-Wellenlängen und deren Radien nahezu identisch, nämlich etwa $1,3 \cdot 10^{-15}$ m. Es kommt hinzu, dass die Nukleonen - im Gegensatz zu Elektronen - eine komplexe innere Struktur aufweisen, was man durch hochenergetische Streuexperimente hat nachweisen können. Schließlich ist ihre Dichte extrem hoch, nämlich ca. $1,8 \cdot 10^{17}$ kg/m³ oder 180.000 t/mm³, die vergleichbar ist mit der Dichte von Neutronensternen. Wegen dieser Eigenschaften werden die Nukleonen hier häufig als Beispiel angeführt.

Die exakte theoretische Beschreibung der Compton-Streuung, z. B. der Photon-Elektron- oder der Photon-Proton-Streuung, obliegt der Quantenelektrodynamik. Als ein wichtiges Resultat daraus ist die berühmte Klein-Nishina – Gleichung für den Wirkungsquerschnitt solcher Streuprozesse zu nennen.

Zur Veranschaulichung folgt nun ein konkretes Beispiel. Für den Fall, dass das Photon mit der Energie $h \nu_C$ (vgl. Gl. (14)) einen zentralen Stoß ausführt, sodass es

vom Teilchen exakt zurück gestreut, also von seiner Oberfläche reflektiert (d. h. Streuwinkel $\theta = 180^\circ$) wird, genau dann ist der Impuls- und Energieübertrag maximal. Wird die von dem Teilchen aufgenommene Energie komplett in kinetische Energie umgesetzt, fliegt das Teilchen mit ca. 84 % der Lichtgeschwindigkeit davon und besitzt mit $0,63 \lambda_C$ eine de Broglie-Wellenlänge, die somit etwa der Compton-Wellenlänge entspricht. Dieses folgt aus den Gln. (1) bis (14).

Zum Schwarzschild-Radius

Bislang tauchte die Gravitation noch gar nicht auf. Das soll jetzt nachgeholt werden, indem wieder ein zentraler Stoß angenommen wird. Doch nun stelle man sich vor, dass das einlaufende Photon nach dem Stoß nicht mehr zurück gestreut oder reflektiert wird, also die Teilchenoberfläche nicht verlassen kann, sondern vom Teilchen komplett verschluckt oder absorbiert wird. Dabei soll die Möglichkeit, dass das Photon durch Absorption das Teilchen in einen höheren energetischen Quantenzustand versetzt, ausgeschlossen werden. Stattdessen wird angenommen, dass das Teilchen zu einem schwarzen Loch kollabiert ist und das Photon aus diesem Grund verschluckt. Somit wird dem Schwarzschild-Radius r_s des Teilchens eine wichtige Rolle zukommen. Es

wird also davon ausgegangen, dass die Massendichte des kollabierten Teilchens mit der Ruhemasse m_0 so enorm hoch und dem zufolge sein Gravitationsfeld so stark ist, dass die Entweichgeschwindigkeit mindestens Lichtgeschwindigkeit betragen muss. Somit kann das Photon dem Teilchen nicht mehr entkommen. Der Schwarzschild-Radius r_s beträgt:

$$r_s = 2 G m_0 / c^2 . \quad (15)$$

Man kann sich den Schwarzschild-Radius ebenfalls als Maß für die Größe des zu einem schwarzen Loch kollabierten Teilchens der Ruhemasse m_0 vorstellen.

Somit gibt es als Maß für die Teilchengröße zum einen die Compton-Wellenlänge und zum anderen den Schwarzschild-Radius: Es ist also legitim, diese beiden Größen einander gleichzusetzen.

Bevor dieses geschieht, stelle man sich noch Folgendes vor. Ein Photon der Wellenlänge λ fliegt auf das Teilchen zu; in seiner Nähe spürt es das Gravitationsfeld und nimmt Energie auf, seine Frequenz nimmt also zu bzw. seine Wellenlänge ab. Direkt am Schwarzschild-Radius soll die Wellenlänge des Photons die Compton-Wellenlänge des Teilchens betragen. Dann überschreitet es den Schwarzschild-Radius und ist verschwunden. Aufgrund der Übereinstim-

mung des Schwarzschild-Radius mit der Compton-Wellenlänge liegt wiederum eine Resonanz vor: die Wellenlänge des Photons passt genau (zweimal) in das Teilchen hinein; möglicherweise könnte es dort im Innern eine stehende Welle bilden und wie in einem Resonator mit verspiegelten Wänden hin- und herlaufen; es bleibt darin gefangen. Der Energieinhalt des Teilchens hätte sich durch das verschluckte Photon verdoppelt.

Die Planck-Skala

Setzt man also nun die Compton-Wellenlänge Gl. (13) und den Schwarzschild-Radius Gl. (15) gleich, erhält man

$$m_o = \sqrt{hc/G} = m_{Pl} \quad (16)$$

zunächst die Planck-Masse, wobei der Faktor 2 von Gl. (15) unterdrückt wurde (vgl. Bemerkung unten). Die Ruheenergie dieses Planckschen Teilchens lautet

$$E_{PL} = m_{PL} c^2 \quad (17)$$

Würde nun diese Energiemenge plötzlich frei werden und sich auswirken können, dann würde sie gemäß der Quantentheorie eine kleinste Wirkung hervorrufen, die dem Planckschen Wirkungsquantum h entspricht:

$$h = E_{Pl} t_{Pl} \quad (18)$$

Dann erhält man aus den Gln. (18), (17) und (16) die Planck-Zeit

$$U \quad n \quad d \quad \text{schließlich } t_{Pl} = \sqrt{hG/c^5} \quad (19)$$

ist die Planck-Länge diejenige Strecke, die ein Photon während der Planck-Zeit durchlaufen kann:

$$l_{Pl} = \sqrt{hG/c^3} \quad (20)$$

Mit den Naturkonstanten

$$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s} ,$$

$$G = 6,673 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg s}^2) \text{ und}$$

$$h = 6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

(vgl. Bemerkung unten) erhält man schließlich die Werte für die Planckschen Größen:

$$m_{Pl} = 5,456 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$$

$$t_{Pl} = 1,351 \cdot 10^{-43} \text{ s} \quad (21)$$

$$l_{Pl} = 4,051 \cdot 10^{-35} \text{ m}$$

Daraus ergibt sich eine Dichte von unvorstellbaren $8,21 \cdot 10^{83} \text{ t/mm}^3$, was die Dichte eines Protons (s. o.) um das ca. 10^{78} -fache übersteigt! Die Compton-Wellenlänge und der Schwarzschild-Radius dieses Planckschen „Teilchens“ sind gleich und haben genau den Wert der Planck-Länge.

Zum Schluss

Sagen die Planckschen Größen etwas aus über den Beginn unseres Universums?

Ist es vielleicht aus so einem extremen Quantenzustand, wie er in den Zahlenwerten zum Ausdruck kommt, geboren worden? Hat es zur oder vor der Planck-Zeit eine Art Quantenschaum aus schwarzen Löchern der Planck-Masse gegeben, aus dem durch Fluktuationen der Urknall entstand?

Allein durch die Betrachtung der drei Planckschen Größen in Gl. (16), (19) und (20), die auch natürliche Einheiten genannt werden, geht von der dortigen Kombination der drei ganz wesentlichen Naturkonstanten h , c und G , die ja auf den ersten Blick doch sehr unterschiedliche Gebiete der Physik bestimmen, eine große Faszination aus. Sie markieren die Grenze des heutigen Physikgebäudes und sind nicht zu unterbieten. Zu noch kleineren Zeiten und Längen und zu noch höheren Dichten - zumindest theoretisch - vorzudringen, vermag nur eine vollumfängliche Quantenfeldtheorie der Gravitation. Aber vielleicht zeigen sich auch schon diesseits der Planckschen Größen, d. h. bei längeren Zeiten und Längen und bei geringeren Dichten, Quanteneffekte, die von neueren Theorien vorhergesagt oder sogar erklärt werden können.

$h/2\pi$ verwendet. Für die Größenordnung und Bedeutung der Planck-Skala spielen numerische und geometrische Faktoren keine Rolle, so auch der unterdrückte Faktor 2 in Gl. (16) nicht.

Literatur:

- K. Bethge: Quantenphysik, BI Wissenschaftsverlag
- T. Mayer-Kuckuk: Kernphysik, Teubner Studienbücher
- W. Greiner: Quantenmechanik, Verlag Harri Deutsch
- R. P. Feynman: Quantenelektrodynamik, R. Oldenbourg
- E. Harrison: Kosmologie, Darmstädter Blätter
- J. Silk: Die Geschichte des Kosmos, Spektrum Akademischer Verlag
- H. Vogel: Gerthsen Physik, Springer
- H.-J. Blome: Der Urknall, C.H. Beck
- M. Bojowald: Zurück vor den Urknall, S. Fischer
- C. Kiefer: Der Quantenkosmos, S. Fischer
- D. Lüst: Quantenfische, WBG / C.H. Beck

Bemerkung:

In der Literatur wird in den Gleichungen für die Planck-Skala anstelle von h häufig

Was? Wann? Wo?



Astronomie - Unser Hobby:

Gemeinsame Beobachtung • Astrofotografie • Startergruppe
 • Mond & Sonnenbeobachtung • Beratung beim Fernrohrkauf
 • öffentliche Vorträge über astronomische Themen • Vereinszeitung



Wer sich mit dem faszinierenden Gebiet der Astronomie näher beschäftigen möchte, ist herzlich eingeladen, zu einem unserer öffentlichen Treffen zu kommen. Unsere Mitglieder beantworten gerne Ihre Fragen.



Öffentliche Veranstaltungen

Wir veranstalten Vorträge über aktuelle astronomische Themen an jedem 2. Dienstag des Monats. Öffentliche Beobachtung vor dem LWL-Museum für Naturkunde. Aktuelle Infos über unsere „Homepage“.

www.sternfreunde-muenster.de. Alle Veranstaltungen sind kostenlos!

Vortragsthemen:	(A) Anfänger	(F) Fortgeschrittene
8. Jan.: Die dunkle Seite des Universums Dr. Volker Springel Astrophysiker sind überzeugt, dass der ganz überwiegende Teil des Kosmos nicht aus der gewöhnlichen Materie besteht, die wir aus unserer Alltagserfahrung kennen. Stattdessen wird das Universum von „Dunkler Materie“ dominiert, während die Abermilliarden sichtbaren Sterne nur als sprichwörtliche Spitze des Eisbergs die darunter liegenden, dunklen kosmischen Strukturen markieren. Der Vortrag erklärt, wie man auf dieses verblüffende Bild des Universums kam.	einem astronomischen Reisebericht die Erfahrungen der Reise, die Beobachtungsweisen einer Sonnenfinsternis und die entstandenen Bilder der Finsternis vor.	12. März.: Der Venustransit am 6.6.2012 Dieter Petrich, Heinz Niermann Zwei Mendener Sternfreunde machten sich auf die beschwerliche Reise in den hohen Norden Skandinaviens um einen ungestörten Blick auf die von der Venus verfinsterte Sonne zu werfen. Was sie alles erlebten und wo sie dann doch letzten Endes gelandet sind, um erfolgreich das Kapitel Venusdurchgang abzuschließen, erfahren wir in diesem Vortrag.
12. Febr.: SoFi in Australien - Dr. Björn Voss Die jüngste Sonnenfinsternis fand am 14. November 2012 in Australien statt. Es war die letzte „gute“ Finsternis für die kommenden 4 Jahre; erst 2016 wird sich wieder eine gut sichtbare totale Sonnenfinsternis ereignen. Unser Vereinsmitglied Björn Voss ist zur Beobachtung der Finsternis nach Australien gereist und hatte, trotz dort gerade beginnenden Regenzeit, Glück mit dem Wetter: Die Finsternis-Beobachtung war ein voller Erfolg. Der Vortrag stellt in	9. April.: Polarlichter - Jürgen Stockel Wie entstehen diese farbenprächtigen, vor allem in nördlichen Breiten gut sichtbaren Himmelsspektakel? Der Vortrag vermittelt, welche Rolle die Sonne bei der Entstehung von Polarlichtern spielt und zeigt in eindrucksvollen Bildern und faszinierenden Filmaufnahmen, was ein Betrachter beim Auftreten eines starken Polarlichts erleben kann.	

Ort und Zeit: Multifunktionsraum des LWL-Museum für Naturkunde / 19.30 Uhr



M81 + M82 im Großen Bären



M97 + M108 im Großen Bären