



# Die Himmelpolizey

AVL Astronomische Vereinigung Lilienthal e. V.



21

01/10

ISSN 1867-9471

Antares,  $\alpha$  Scorpii  
Der Gegenspieler des Mars

Eine Arbeitsgruppe stellt sich vor  
Bei den Deep-Sky-Photographen der AVL

# Die Himmelspolizey

Jahrgang 6, Nr. 21

Lilienthal, Januar 2010

## Inhalt

Die Sterne.....3	die AVL-Weihnachtsfeier..... 12
Antares – der Gegenspieler des Planeten Mars.....4	Der Wettlauf zum Mond - Die Mondlandung vor 40 Jahren (Teil 2)..... 14
Der Perseus-Galaxienhaufen (Abell 426).....5	Astro-Splitter.....18
AVL-Tagesausflug nach Bremerhaven.....8	Einladung Mitgliederversammlung.....23
Ein Jahr Workshop Astrofotografie in der AVL.....9	Termine.....23
9. Lilienthaler Nacht der Teleskope und	

## Titelbild

Der Skorpion ist eines der Sternbilder, das der norddeutsche Hobbysterngucker eher selten in seiner vollen Pracht sieht, da es tief am Südhimmel steht. Der hellste Stern heißt Antares. Seine rote Farbe war schon im Altertum bekannt, weshalb er als Gegenspieler des blutigen Kriegsgottes Ares galt. Im Griechischen bekam er daher den Namen Anti-Ares oder kurz Antares. Wir kennen den Kriegsgott heute als Planet Mars. Auch er ist rot und im Maximum ähnlich hell.

Das Titelbild zeigt einen Ausschnitt aus dem Antares-Komplex. Weitere Informationen gibt Hans-Joachim Leue ab Seite 4 in seinem Artikel „Antares – der Gegenspieler des Planeten Mars“

Bild: Hans-Joachim Leue/2008, 5 x300 sec, 800 ISO, Sigma 50-150mm, f=100mm, Canon - 350Da, Rooisand-Sternwarte, Namibia.

„Die Himmelspolizey“ ist die Mitgliederzeitschrift der Astronomischen Vereinigung Lilienthal e.V. (AVL). Sie erscheint regelmäßig alle drei Monate. Sie wird in Papierform und online unter [www.avl-lilienthal.de](http://www.avl-lilienthal.de) veröffentlicht. Mitarbeiter der Redaktion: Alexander Alin. E-Mail: [hipo@avl-lilienthal.de](mailto:hipo@avl-lilienthal.de). Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe ist der **1. März 2010**. Später eingeschickte Artikel und Bilder können erst für spätere Ausgaben verwendet werden. Die Redaktion behält sich vor, Artikel abzulehnen und ggf. zu kürzen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wieder. Durch Einsendung von Zeichnungen und Photographien stellt der Absender die AVL von Ansprüchen Dritter frei.

Verantwortlich im Sinne des Presserechts ist Alexander Alin, Hemelinger Werder 24a, 28309 Bremen

ISSN 1867-9471

Nur für Mitglieder

## Ansprechpartner der AVL:

### Erster Vorsitzender:

Peter Kreuzberg .....(04202) 76 50 822

### Stellv. Vorsitzender:

Ernst-Jürgen Stracke .....(04792) 10 76

### Pressereferat::

Ute Spiecker.....(04298) 24 99

### Sternwarte Würden:

Hans-Joachim Leue.....(04793) 28 67

### Schatzmeisterin:

Magret König.....(0421) 27 35 58

### Schriftführung:

Ulla Proffe .....(04298) 69 86 32

### Redaktion der Himmelspolizey:

Alexander Alin.....(0421) 33 14 068

### AG Astrophysik

Peter Steffen (04203) 93 43

### Freundeskreis Telescopium:

Klaus-Dieter Uhdén.....(04298) 47 87

Die Sterne können und werden es richten! Das jedenfalls stellen uns die Sternendeuter in Aussicht! Heute mehr ein Spaßfaktor, hatten sie in der Zeit, als der Glaube an die Schicksalsmächte eine Prise Opium fürs Volk war, durchaus ihre selbsternannte Berechtigung, um an der Prägung des Zeitgeistes mitwirken zu können.

Im Jahre der Astronomie 2009, in den mit Anniversarien geschwängerten 365 Tagen, und am Ende der ersten Dekade des Millenniums, die als die wärmste der Wetteraufzeichnung seit 130 Jahren gilt, darf man reflektieren und sinnieren, was Prognosen, Versprechungen und die Erinnerung an besondere und weniger wichtige Meilensteine der Geschichte wert sind. Jahrestage, Gedenktage sind Geburtstage, auch Jubeltage, die hervorragende Leistungen oder Tage der Veränderungen mit großer Nachhaltigkeit würdigen sollen.

Nicht Galileis Blick durch das Fernrohr – das mindestens schon 100 Jahre zuvor erfunden wurde – zu den Mediceischen Gestirnen und einem Sonnensystem im Kleinen, das anderen Beobachtern auch schon bekannt war (Mundus Jovialis von Simon Marius – 1609), sondern die sogenannte Kopernikanische Wende mit dem Abschied vom geozentrischen Weltbild ist einer der Pfeiler der neuen Astronomie, in der nicht mehr Gott und der Teufel die Welt regeln.

Vierhundert Jahre Keplersche Gesetze sind schwer zu vermitteln, zumal sie über Jahre verstreut entwickelt wurden. Sie sind wenig spektakulär – Zeitenwandel hin oder her!

Schließlich ist es auch egal, ob die Erde „links“ oder „rechts“ herum läuft und ob sie eiert; Hauptsache die Sonne scheint zur nächsten Party. Galileis streng mathematisch, geometrische Vorgehensweise in der Kinematik und in der Elastizitätslehre war der Weg in eine moderne Physik, die trotz seiner Ablehnung der Keplerschen Regeln langsam auch Einzug in die Astronomie hielt.

Die Kirche hat ihn umsonst verurteilt, weil er die Veränderung ihrer Weltsicht anstrebte; nicht um sie zu widerlegen oder zu spalten.

250. Geburtstag von Friedrich Schiller! Bei Goethe hat er mit dem 7-füßigen Schrader-Teleskop aus Lilienthal den Mond und die Planeten beobachtet. Ihm stand die geistige Freiheit sicher höher als die physische. Auch als Rucksack-Wessi in Weimar hätte er sicher zur Erarbeitung einer Basisdemokratie in der DDR am Runden Tisch – 20. Jubiläum – teilgenommen, der letztlich dem Blühende-Länder-Versprechen zum Opfer fiel. Wenigstens ein Hauch vom „Aufstand der Massen“ im Sinne der Philosophie eines Ortega y Gasset liegt über dem Jahrestag der friedlichen Revolution zur Wiedervereinigung, gefeiert mit dem Fall der Mauer am 20. Jahrestag. Der darwinistisch geprägten Gesellschaftsordnung wäre er aus purer Enttäuschung sicher mit der Fertigstellung seiner Abhandlung über die „Ästhetische Erziehung des Menschen“ begegnet. Oder einer aktualisierten Neufassung des „Wallenstein“. Schließlich leben Teile unserer Gesellschaft nach Aussage verbindlicher Quellen in kriegsähnlichen Zuständen.

Hundertfünfzig Jahre Evolutionstheorie von Charles Darwin (On the Origin of Species / 1859): Damals revolutionär und enttäuschend, dass der Mensch und der Affe Verwandte sein sollen. Nichts war es mehr mit dem Ebenbild Gottes! Wen wundert es heute, hat Darwin doch exakt beschrieben, was die Natur vorgibt; wie sie funktioniert. Den Fragen nach der Entstehung des Lebens ist man damit nicht viel näher gekommen.

Die Ideologen, die Technokraten und andere Heilsbringer glauben auch immer noch, dass man Naturgesetze aushebeln kann. Kopenhagen mit der Weltklimakonferenz als letztes spektakuläres Ereignis des Jahres 2009 ist ein überzeugendes Beispiel dafür. Die Schönredner versuchen, Missmanagement, Führungsschwäche, Entsolidarisierung und Eigennutz zu verwässern und zu verharmlosen.

Die Scharlatane der Neuzeit haben sich globalisiert, nicht nur im geografischen Sinne. In Zeiten, wo Superlente und Superstars bei traumhaften Einschaltquoten gesucht werden, wo Bildung weitgehend über die Medien vertrieben wird, haben Spinner, Geschäftemacher und notorische Zweifler Konjunktur, die nicht nur zum 40. Jahrestag der ersten Mondlandung mit sogenannten Verschwörungstheorien aufwarten. Nach zuverlässigen Erhebungen folgt heute fast jedem spektakulären Event eine Verschwörungstheorie, wohl weil ausreichend Nährboden vorhanden ist. In ihrem Gefolge findet man die Wiederkäufer und Besserwisser – das Internet ist voll davon, die meinen, die NASA oder andere Institutionen verteidigen zu müssen; Restzweifel eingeschlossen oder wohl kalkuliert. Selbst einst seriöse Wissenschaftssendungen sind dagegen nicht immun.

Schlimm zumindest für die tapferen Männer der Landungen auf unserem Erdtrabanten, weil man sie der Lüge und des Betruges bezichtigt! Manche Leute wissen eben nicht, was sie tun. Und da war noch der Wahltag mit einer neuen Regierung. Mehr Netto vom Brutto!

In der Dekade der Globalisierung, des Terrors, der sogenannten Finanzkrise, der Aufweichung demokratischer Strukturen, einer Bildungsmisere, der Hungersnöte und verminderter Sozialethik, im Jahr der Abwrackprämie, des Wachstumsbeschleunigungsgesetzes – das ist kein evolutionärer Kick zur Vermehrung von Gehirnzellen im darwinschen Sinne – scheint Hamelner Historie Auferstehung zu feiern.

Hervorragende Taten in der Wissenschaft, in der Kultur, ein Stück gesellschaftstragendes Engagement zahlloser ehrenamtlich tätiger Mitbürger – sie werden fast verschüttet von pausenlosen Katastrophenmeldungen aus aller Welt.

Es menscht doch sehr, und die Anniversarien im klassischen Sinne sind wohl auch das nicht mehr, wozu sie erdacht wurden. Oder wie Mahatma Gandhi es einmal ausgedrückt hat: „Die Geschichte lehrt die Menschen, dass die Geschichte die Menschen nichts lehrt“.

Ach ja! Im Jahr des Gorillas war da noch der 170. Jahrestag des Adventskranzes! Dann frohe Weihnachten – wohl gehabt zu haben! Manchmal wünscht man sich doch, die Astrologen hätten recht und die Sterne würden es richten.

## Antares – der Gegenspieler des Planeten Mars von HANS-JOACHIM LEUE, Hambergen

In den Sommermonaten ist ca. 10 Grad über dem südlichen Horizont ein heller roter Stern zu beobachten, der, würde er nicht flackern, leicht mit dem Planeten Mars verwechselt werden kann. Es handelt sich um den Alpha-Stern im Sternbild Scorpion – Antares.

Das Sternbild Scorpion (Abb. 1) liegt fast quer zur Milchstraße und enthält zahlreiche Sternentstehungsgebiete, wie z.B. den Katzenpfoten- und den sogenannten Rosennebel (NGC 6334 und NGC 6357). In unseren Breiten sind vom Sternbild jedoch nur Teile der Scheren zu sehen.

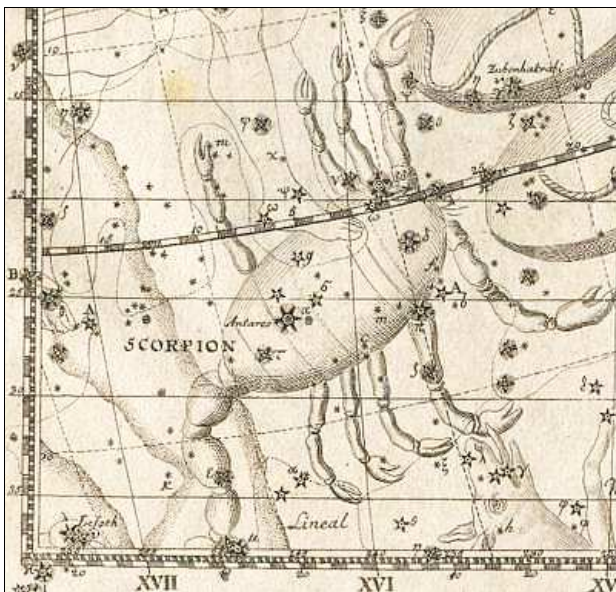


Abb. 1: Das Sternbild Scorpion, historischer Sternatlas von J.E. Bode, Berlin.

Der Name Antares hat aber doch etwas mit dem Planeten Mars zu tun, der in der griechischen Mythologie „Ares“ heißt. Wegen seiner roten Farbe wurde er als Gegenspieler des Kriegsgottes, nämlich als „Anti Ares“ bezeichnet.

Antares ist ein Riesenstern mit ca. der 15 bis 18-fachen Sonnenmasse. Sein Durchmesser von 800 Millionen Kilometern würde in Bezug auf unser Sonnensystem bis weit über die Marsbahn hinausreichen. Er hat eine scheinbare Helligkeit von 0,9 bis 1,1 Magnituden und steht in einer Distanz von ca. 600 Lichtjahren inmitten einer Region, die zumindest farblich zu den schönsten Arealen der Milchstraße gehört.

Mit einem gelb-grünlichem Begleitstern, der ca. 6,5 Magnituden hell ist und in einer scheinbaren Distanz von 3 Bogensekunden zu Antares steht, bildet die rote Riesen Sonne ein Doppelsystem mit einer Umlaufperiode von 900 Jahren.

Langbelichtete Aufnahmen unter dunklem Himmel zeigen in dieser Scorpion-Region und der angrenzenden des Sternbildes Schlangenträger (Ophiuchus)

eine bunte Vielfalt an Farben und Formen. Hier reichen sich Dunkelwolken, Reflexions- und Emissionsnebel quasi die Hand und künden von der großen Dynamik in den Randzonen unserer Milchstraße (Titelbild).

Zwei große „Schlote“ aus dichtem Staub (LDN 1729, LDN 1712 und LDN 1709) erstrecken sich über viele Lichtjahre bis in die Gegend um das Sternsystem 22 Scorpii, welches in den blaufarbenen Reflexionsnebel IC 4605 eingebettet (Abb. 2) ist.

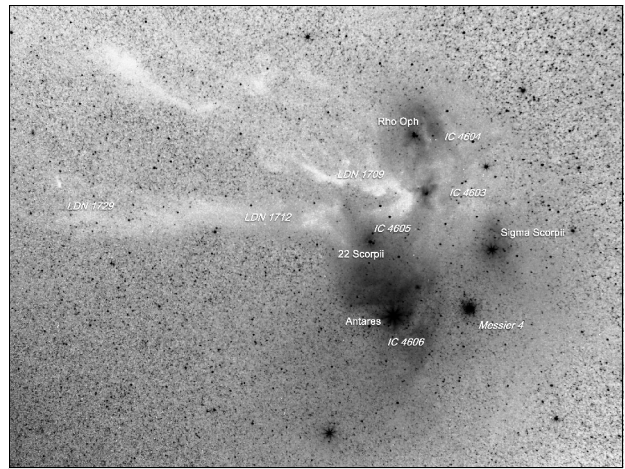


Abb. 2: Objekt-Markierung des Antares-Komplexes

Die aus kaltem Staub, aus dem sich die jungen Sterne gebildet haben, bestehenden Nebel sind auch um das 3-fach-Sternsystem Rho Ophiuchi (IC 4604) und um den Stern SAO 184376 (IC 4603) zu finden, während in der Umgebung von Sigma Scorpii und Tau Scorpii rotfarbene Emissionsnebel durch die Strahlung der beiden Sterne zum Leuchten angeregt werden.

Der Stern Tau ist übrigens der erste - unsere Sonne ausgenommen - Stern, von dem im Jahre 1939 von Albrecht Unsöld das Spektrum analysiert wurde. Tau Scorpii ist ein besonders aktiver Stern, der trotz seiner ca. 2,5 fachen Sonnenmasse schnell rotiert (5 km/sec) und ein intensiver Röntgen-Strahler ist.

So als wären es nicht schon Farbnuancen genug, ist Antares in eine riesige, stark strukturierte Staubwolke (NGC 4606) eingebettet, die im Farbbild beige-braun bis ockerfarben wiedergegeben wird. Zum Ende seines Lebens stößt Antares Partikel ab, die das Sternenlicht reflektieren und emittieren, und in denen sich durch den Sonnenwind Stoßfronten ausbilden mit örtlichen Verdichtungsstrukturen (Abb. 3). Rechts im Bild der Reflexionsnebel IC 4605 um den Stern 22 Scorpii.

Der große Bildaufnehmer (38x38 mm<sup>2</sup>) der FLI-CCD-Kamera macht es möglich, große Teile der



Abb. 3: Antares mit Staubwolke (NGC 4606)  
Bild: K. Eikmeier/H.-J.Leue/2009, LRGB, Bel. 6500 sec, 15cm-Zeiss-APQ, f/8, FLI-CCD-16803, Rooisand-Sternwarte, Namibia

Staubwolke bei mittlerer Brennweite mit einer Aufnahme abzulichten.

In der Interaktion mit den interstellaren Staubwolken, die riesige Molekülwolken mit zum Teil unbekanntem chemischen Verbindungen sind, werden neue Sterne geboren. Das Licht von vielen wird (noch) durch die Dunkelwolken absorbiert und erscheint deshalb nicht im fotografischen Spektrum.

Die Objekte dieser Region sind ca. 600 bis 800 Lichtjahre entfernt auf einen Raum von einigen 100 Lichtjahren verteilt, während die scheinbar in der Nähe von Antares stehenden Kugelsternhaufen NGC 6144 und Messier 4 mit 28.000 Lj und 4.500 Lj nichts mit diesem gigantischen Sternentstehungskomplex zu tun haben.

Schon wegen der Horizontnähe und des hiesigen hellen Himmels ist eine fotografische Beobachtung dieser farbenprächtigen Region in unseren Breiten leider wenig sinnvoll.



## Der Perseus-Galaxienhaufen (Abell 426)

VON GERALD WILLEMS, Grasberg

Wer sich mit Galaxien beschäftigt, wird sich kaum der Faszination dieser fernen Sterneninseln entziehen können. Die ungeheuren Entfernungen im Vergleich zu den Größen innerhalb unserer Milchstraße lassen jede Vorstellung scheitern. Es bleiben oft nur Zahlen, mit denen wir versuchen diese Dimensionen zu erfassen. Wir als Amateure sind mit den heutigen modernen Mitteln durchaus in der Lage, zumindest zu beobachten und schließlich auch fotografisch zu dokumentieren, wie die kosmische Welt außerhalb unserer Heimatgalaxie, der Milchstraße, aussieht. Dazu möchte ich die Aufmerksamkeit auf einen besonders abgelegenen Ort im Universum lenken. In einer Entfernung von ca. 230 Millionen Lichtjahren befindet sich eine der besonders reichen Ansammlungen von Galaxien: der **Perseus-Galaxienhaufen**.

Man kann sagen, dass Galaxienhaufen wohl die größten bekannten gravitativ gebundenen Objekte im Universum sind, die durch den Zusammenschluss großer und kleinerer Galaxiengruppen entstanden sind.

Der Deutsche Heinrich Ludwig d'Arrest gilt als einer der bedeutendsten visuellen Beobachter des 19. Jahrhunderts. Mit der Beobachtung der sechs hellsten Mitglieder kann man die Entdeckung des Perseus-Galaxienhaufens ihm zuschreiben [1].

Das Zentrum des Perseus-Galaxienhaufens wird durch die hellen Galaxien NGC 1277 und NGC 1275 markiert. NGC 1275 ist aber der bemerkenswertere Vertreter in diesem Galaxienhaufen. Neuere Aufnahmen mit der Wide Field Planetary Camera 2 (WFPC2)

des Hubble-Weltraumteleskops zeigen, dass NGC 1275 gerade mit einer zweiten Galaxie kollidiert. Es soll sich dabei um eine riesige elliptische Galaxie im Hintergrund von NGC 1275 handeln. Den Untersuchungen nach scheinen die beiden Sternensysteme mit einer Geschwindigkeit von über zehn Millionen Kilometern pro Stunde zu kollidieren. Beim Zusammenschluss der ungeheuer großen Massen kommt es zur Freisetzung enormer Energiemengen.



Abb. 1: Perseus-Galaxienhaufen, Oktober 2009. L: 18 x 15 min ohne Binning, R,G,B: je 10 x 5 min im 2-fach Binning. 12<sup>cc</sup>-Newton bei 1700 mm Brennweite, Kamera: Atik 4000 M.  
Abb. 1 & 2: Gerald Willems

Im Jahre 1943 beschrieb Carl K. Seyfert die besonderen Spektren, die in den Zentren mancher Galaxien zu beobachten waren. Solche Galaxien wurden danach Seyfert-Galaxien genannt. So auch NGC 1275.

Was hat es mit dieser Besonderheit auf sich [2] ?



Abb. 2: NGC 1275, Oktober 2007. L: 8 x 10 min ohne Binning, RGB: je 5 x 5 min im 2-fach Binning. 12<sup>''</sup>-Newton bei 1700 mm Brennweite, Kamera: Atik 16HR

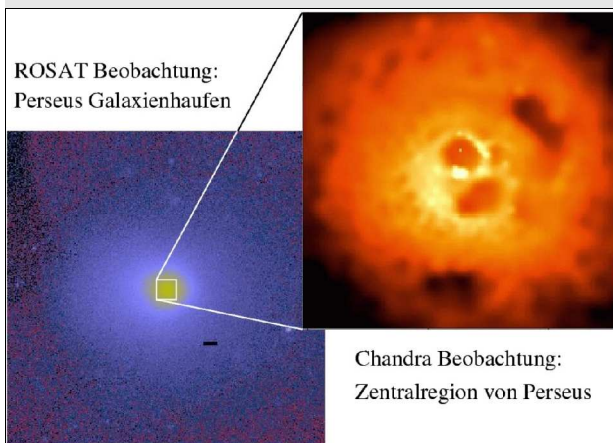


Abb. 3: Das kalte Zentrum des Perseus Galaxienhaufen. In der Vergrößerung (rechts) ist das verdichtete Gas zu sehen. Sichtbar wird es durch seine Röntgenemission. (Linke Aufnahme: ROSAT-Röntgensatellit, rechte Aufnahme: Chandra-Röntgensatellit)

Bild: Mit freundlicher Genehmigung von NASA / IoA / A. Fabian u.a.

Die Kollision mit der im Hintergrund befindlichen großen elliptischen Galaxie befördert große Mengen an Staub und Gas in das Zentrum von NGC 1275. So, wie auch in vielen anderen Galaxien, kann man davon ausgehen, dass sich im Zentrum ein sehr massives Schwarzes Loch befindet. Durch den Zustrom der großen Materiemengen kommt es zu heftigen Aktivitäten im Bereich des Zentrums, insbesondere in

der Umgebung des Schwarzen Lochs. Hierin kann auch die Erklärung für die besonders starke Ausstrahlung von Radiowellen und Röntgenstrahlung angesehen werden [3]. Wegen der Strahlung im Radiowellenbereich wird NGC 1275 auch **Perseus A** genannt.

Kommen wir aber zurück zum Perseus-Galaxien-

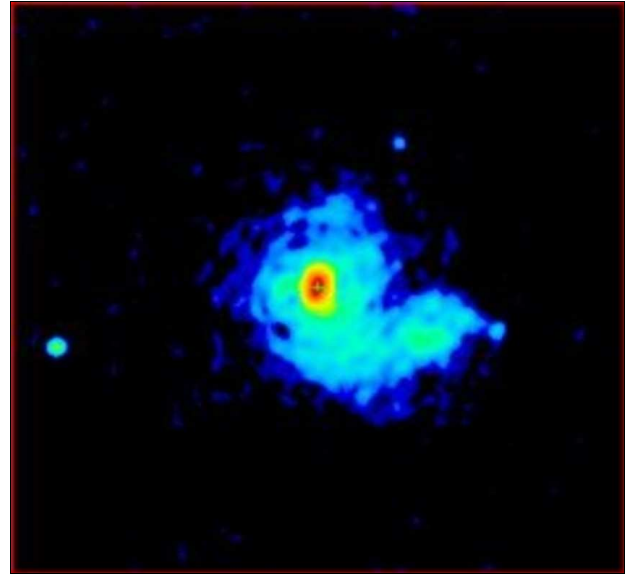


Abb. 4: Eine ausgedehnte diffuse Radioquelle (engl.: *radio mini-halo*) im Perseus Galaxienhaufen mit einem Durchmesser von ungefähr 500.000 Lichtjahren. Dieses Bild zeigt farbkodiert die Radiostrahlung bei 1,4 GHz, welche am amerikanischen VLA-Teleskop aufgenommen wurde.

Bild: Mit freundlicher Genehmigung von Pedlar u.a. (1990).

haufen. Seit etwa zwanzig Jahren wird von den Astronomen eine merkwürdige Erscheinung innerhalb von Galaxienhaufen beobachtet. Ganz besonders aber in Abell 426, dem Perseus-Galaxienhaufen. Man hat Radiowellen aussendende Gebiete lokalisiert, die sich fernab von irgendwelchen Massenzentren befinden. Man spricht hier von Radiohalos und Radiorelikten [4].

Bei der Entstehung eines Galaxienhaufens werden ungeheure Energiemengen frei. Nach der Abkühlung im Laufe einiger hundert Millionen Jahre sollte es eigentlich zu keiner weiteren Freisetzung von Radiowellen und Röntgenstrahlung außerhalb der Massenzentren kommen. Christoph Pfrommer und Torsten Enßlin vom Max-Planck-Institut für Astrophysik haben dafür lichtschnelle Protonen als Energiespeicher als Szenario vorgeschlagen. Diese Teilchen kollidieren in dem sehr dünnen Gas nur sehr selten und behalten daher einen Teil ihrer ursprünglichen Energie über Milliarden von Jahren. Erst wenn diese Teilchen in dichtere Bereiche gelangen, kommt es zur Kollision mit dort vorhandenem Gas. Es entstehen so genannte Pionen, die wiederum in Positronen und Elektronen zerfallen und anschließend um die Magnetfeldlinien des Galaxienhaufens kreisen. Durch ihre hohe Geschwindigkeit geben die Elektronen einen Teil ihrer Energie ab, die nun von Radioteleskopen registriert werden kann. Berechnungen haben gezeigt, dass verhältnismäßig wenige dieser lichtschnellen Protonen

notwendig sind, um dieses Radioleuchten zu erzeugen.

Aber Perseus A (NGC 1275) ist für noch weitere Überraschungen gut. Mit dem Weltraumteleskop Chandra, das im Röntgenbereich arbeitet, wurden wellenförmige Strukturen registriert, die nur von dem Schwarzen Loch im Zentrum von Perseus A ausgehen können [5]. Es handelt sich dabei um Schallwellen, die dem Ton H entsprechen, aber 57 Oktaven unter dem mittleren C liegen. Diese „Schwarze-Loch-Akkustik“ könnte Hinweise dazu liefern, wie Galaxienhaufen wachsen.

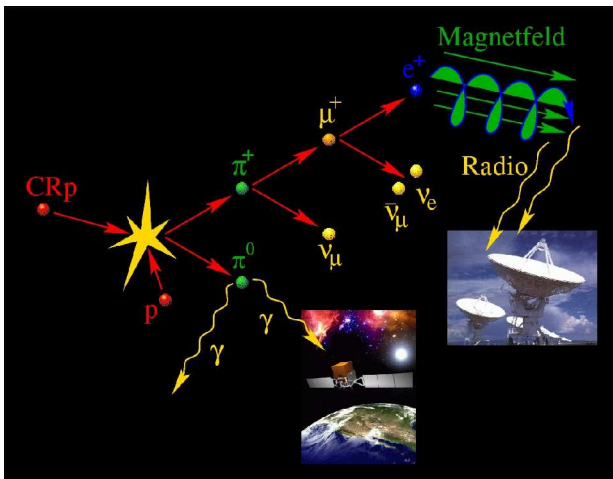


Abb. 5: Die Grafik veranschaulicht die hochenergetische Teilchenreaktion in dem vorgeschlagenen Szenario. Ein lichtschnelles Proton (engl.: *cosmic ray proton (CRp)*) kollidiert mit einem Proton (p) des Gases im Galaxienhaufen und produziert ein elektrisch geladenes Pion ( $\pi^+$ ). Dieses Pion zerfällt nacheinander in ein Myon ( $\mu$ ), Neutrinos ( $\nu$ ) und letztendlich in ein Elektron bzw. Positron ( $e$ ), abhängig von der Ladung des Pions. Dieses Elektron/Positron bewegt sich auf einer spiralförmigen Bahn um die Magnetfeldlinien im Galaxienhaufen und erzeugt Radiostrahlung, die sich auf der Erde von Radioteleskopen wie dem VLA beobachten lässt. Ebenso häufig wird ein neutrales Pion ( $\pi^0$ ) erzeugt. Es zerfällt in zwei hochenergetische Photonen. Diese Gammastrahlung kann durch Cerenkov-Teleskope und in zukünftigen Satellitenmissionen wie GLAST nachgewiesen werden. Die Bilder werden mit freundlicher Genehmigung von GLAST / Spectrum Astro und NRAO / AUI / NSF gezeigt.

Auffällig ist es, dass man in Galaxienhaufen sehr viel heißes Gas, aber verhältnismäßig wenig kühles Gas findet. Heißes, Röntgenstrahlung aussendendes Gas sollte sich eigentlich im Laufe der Zeit abkühlen.

Warum das nun aber nicht so ist konnte bisher nur unzureichend erklärt werden. Die beobachteten Schallwellen könnten nun eine Erklärung für diese Aufheizung liefern. Im Zentrum des Perseus-Galaxienhaufens hat man zwei blasenförmige Aushöhlungen im Röntgenbereich festgestellt [6]. Diese Aushöhlungen werden durch extrem energiereiche Jets regelrecht ausgeblasen. Gleichzeitig geht von diesen Aushöhlungen starke Radiostrahlung aus. Die ursprünglich aus dem Jet des Schwarzen Lochs ausgesandte Energie wird durch die beobachteten Schallwellen nach außen transportiert und sorgt für eine fortwährende Aufheizung der Gasmassen im Galaxienhaufen.

Der Perseus-Galaxienhaufen befindet sich etwa 2,5 Grad nord-östlich von Beta-Persei (Algol) und ist

durch die helle NGC 1275 verhältnismäßig leicht aufzufinden. Die scheinbare Ausdehnung des gesamten Galaxienhaufens ist nur schwer eindeutig festzulegen. Nach meinen Recherchen gehe ich von einer Ausdehnung von etwa 4 Grad aus, wobei es eine deutliche Ausrichtung in Nord-Ost-Richtung gibt. Einzelheiten sind nur Beobachtern mit großen Geräten ab  $10''$  Öffnung vorbehalten. Auch fotografisch offenbaren sich Einzelheiten erst ab größerer Öffnung und Brennweite. Auch hier dürfte die Untergrenze bei  $10''$  Öffnung und ca. 1200 mm Brennweite liegen. Für Übersichtsaufnahmen sind natürlich kleinere Optiken sinnvoll.

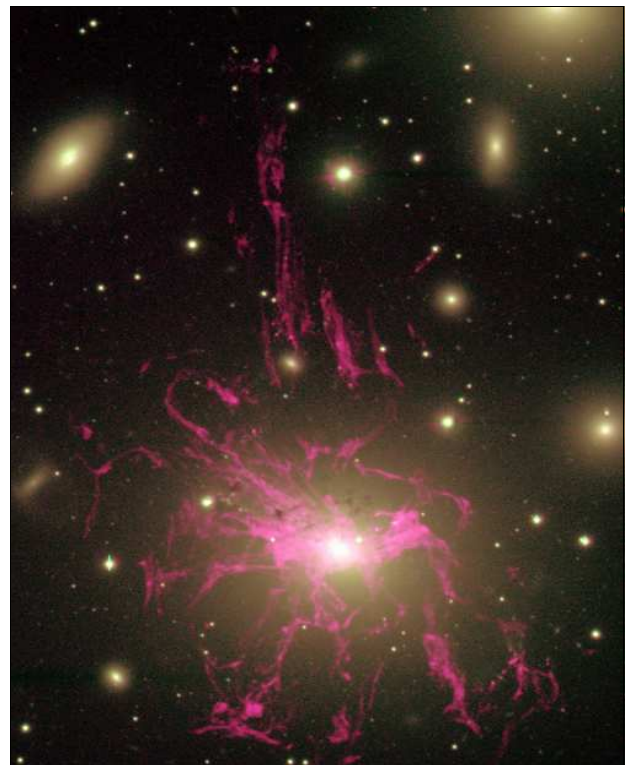


Abb. 6: NGC 1275 im H-Alpha-Licht.

Diese Aufnahme des HST zeigt die enorme Ausdehnung ionisierten Gases in der Umgebung der Galaxie. Diese Filamente erstrecken sich auf bis zu 100 kpc um die Zentralgalaxie NGC 1275. Bild: HST, NOAO



#### Quellen:

- [1] [www.klima-luft.de/steinicke/Artikel/darrest/darrest.htm](http://www.klima-luft.de/steinicke/Artikel/darrest/darrest.htm)
- [2] [www.astronews.com/news/artikel/2003/05/0305-001.shtml](http://www.astronews.com/news/artikel/2003/05/0305-001.shtml)
- [3] [www.mpe.mpg.de/xray/wave/rosat/gallery/calendar/1994/s\\_ep.php?lang=de](http://www.mpe.mpg.de/xray/wave/rosat/gallery/calendar/1994/s_ep.php?lang=de)
- [4] [www.mpa-garching.mpg.de/HIGHLIGHT/2003/highlight0309\\_d.html](http://www.mpa-garching.mpg.de/HIGHLIGHT/2003/highlight0309_d.html)
- [5] [www.mpa-garching.mpg.de/HIGHLIGHT/2001/highlight0103\\_d.html](http://www.mpa-garching.mpg.de/HIGHLIGHT/2001/highlight0103_d.html)
- [6] [www.astronews.com/news/artikel/2003/09/0309-008p.html](http://www.astronews.com/news/artikel/2003/09/0309-008p.html)

#### Weitere interessante Links:

- <http://seds.org/~spider/spider/Misc/n1275.html>  
<http://chandra.harvard.edu/photo/2000/perseus/index.html>  
<http://heritage.stsci.edu/2003/14/supplemental.html>

## AVL-Tagesausflug nach Bremerhaven – Vom Klimahaus enttäuscht...?

VON UTE SPIECKER, Lilienthal

Den Feiertag zur Deutschen Einheit am 3. Oktober 2009 nutzten 18 AVL-Mitglieder und Freunde, um einen gemeinsamen Ausflug ins Klimahaus nach Bremerhaven zu unternehmen. Bis auf ein Auto (4 Personen, inkl. meiner Person) reisten alle anderen Teilnehmer „CO<sub>2</sub>-bewusst“ mit dem Zug an. Vor dem Eingang um 10:00 Uhr angekommen, stellten wir fest, dass wir nicht die Einzigen waren, die diese gute Idee hatten, an einem trüben windigen Oktobertag Bremerhavens neueste Attraktion zu besichtigen.



Abb. 1: Das Klimahaus

Um das „AVL-Wir-Gefühl“ wie immer auf solchen Ausflügen zu stärken, verabredeten wir uns nach der individuellen Besichtigung zum gemeinsamen Mittagessen. Somit blieben für das Klimahaus ca. 2,5 Stunden. Später sollte sich herausstellen, dass dies zu wenig Zeit war, um sich alle Abteilungen in Ruhe anzusehen. Der Hauptteil des Klimahauses beschäftigt sich mit der *Reise* einmal um die Welt von und nach Bremerhaven, immer entlang des 8. Längengrades. Hier erlebt der Besucher die Klimazonen unseres Planeten hautnah: Wir haben wahrhaftig geschwitzt und gefroren, die Temperaturen bewegten sich zwischen +38° C (Niger) und –6° C (Antarktis). Zweites wichtiges Anliegen auf der *Reise* um unsere Erde ist, die Menschen, die entlang des 8. Längengrades leben, kennen zu lernen.

Beim anschließenden Mittagessen stellten wir allerdings enttäuscht fest, dass wir über das Klima unseres Heimatplaneten keinerlei Neuigkeiten erfahren hatten. Ja, noch schlimmer war, wir hatten schlichtweg überhaupt keine Informationen zum Klima gefunden. Und an dieser Stelle, liebe Leserinnen und Leser müssen „wir dabei gewesenen AVL-Sterne“ uns wohl an die eigene Nase fassen und nun ganz tapfer sein. Wir haben die „Klimaabteilungen“ *Elemente*, *Perspektiven* und *Chancen* glatt übersehen! Wie konnte das passieren? Lag es daran, dass die Eingänge zu diesen Abteilungen etwas versteckt liegen. Oder lag es am hungrigen Magen? Übrigens gibt es auch keine Fotos von unserem AVL-Gruppenausflug. Auf wunder-

same, nicht geklärte Weise sind alle von mir gemachten Aufnahmen verschwunden!

Wie dem auch sei, der Lapsus, nichts über das Klima erfahren zu haben, ließ mir keine Ruhe und so machte ich mich am 28. November 2009 ein zweites Mal auf ins Klimahaus. Bei diesem Besuch habe ich mich ausschließlich mit den drei versäumten Ausstellungsbereichen *Elemente*, *Perspektiven* und *Chancen* beschäftigt.

Die Abteilung *Elemente* ist unterteilt in *Feuer*, *Erde*,



Abb. 2: Der Eingang zu den versäumten Ausstellungen.

*Wasser* und *Luft*, hier erfährt man die Zusammenhänge und Hintergründe von Klima und Wetter.

Im Ausstellungsbereich *Feuer* erwartet den Besucher folgendes: Die **Sonne** als Ursprung und Motor unseres Klimas / Würde die Sonne nicht mehr scheinen, wäre **Finsternis** / Wie ihre **Strahlung** das Weltall durchquert und auf die Erde trifft / Von der **schützenden Hülle** / Wie sich Land und Wasser **erwärmen** – aber unterschiedlich stark / Wie **Jahreszeiten** entstehen / Warum **Flammen** gespeicherte Sonnenenergie sind.

In der Abteilung *Erde* geht es um folgende Themen: Die **Oberfläche der Erde** und wie sie das Klima beeinflusst / Wie Wind, Wasser und Wetter auch den härtesten **Fels** klein kriegen / Die weite Reise der Steine und wie Gestein zu **Sand** gemahlen wird / Das langsame Fallen auf den Meeresboden / Von treibenden Platten und wie der **Meeresboden** verschluckt wird: **Subduktion** / Wie **Vulkane** flüssiges Gestein und Asche ausstoßen – und warum das für das Klima entscheidend sein kann...

Über das Element *Wasser* erfährt der Besucher: Die Erde als **Planet des Wassers** / Es ist alles **das-selbe** Wasser / **Niederschläge**: Wie es hagelt, regnet, gießt und schneit/ Alles fließt ins **Meer**/ Wie die **Meeresströmungen** Wärme transportieren und das Klima regulieren/ Von schwimmendem **Eis** und nicht schwimmenden Eis/ Wie Wasser zu **Dampf** wird / Von **Wolken** und ihren vielfältigen Formen/ Der **Kreislauf** beginnt aufs Neue...





Abb. 3: Der Kreislauf des Wassers

In der letzten Abteilung über die *Luft* gibt es Exponate und Experimente zum Thema: **Atem**: Die Luft in uns / Von der **Luft** selbst – ihr Gewicht und ihre Eigenschaften / Wie warme Luft **aufsteigt** /

Vom Luftzug zum Wirbelsturm: **Winde** wehen um die Erde / Vom Äquator bis zu den Polen kreist die Luft in riesigen **Zellen** / Wie die **Drehung der Erde** die Luftmassen ablenkt / Von **Höhenwinden** und wie sie Wetter machen / Wo die Luft am **dünnsten** ist / Und alles zusammen ist **Klima**...

Tja, die gerade aufgezählten Themen befanden sich nur im Ausstellungsbereich *Elemente*!

Die *Perspektiven* beschäftigen sich mit dem Verhältnis Mensch und Klima, dem Wandel des Erdklimas im Laufe der Zeit und seine natürlichen und menschengemachten Ursachen. Es werden die Ergebnisse der aktuellen Klimaforschung vorgestellt und welche Folgen der Klimawandel haben kann.

Der letzte (von mir besuchte) Ausstellungsbereich *Chancen* zeigt an vielen alltäglichen Beispielen, welche Möglichkeiten jeder Mensch alleine und mit anderen zusammen hat, das Klima unseres Heimatplaneten zu schützen.

Fazit: Sieht man sich alle vier Ausstellungsbereiche ausführlich an, bleiben nicht allzu viele Fragen unbeantwortet. Bei der Fülle an Exponaten, Experimenten und Schautafeln, kann natürlich nicht jeder Aspekt in aller Ausführlichkeit dargestellt werden. Was mir allerdings wirklich sehr negativ auffiel, war die ständige, zum Teil sehr laute Beschallung durch Geräusche oder meditative Musik.

Am Ende meines zweiten Besuchs im Klimahaus, voll mit vielen, vielen Eindrücken, gab es für mich nur noch eine Erklärung, warum 18 „AVL-Sterne“ drei von vier Abteilungen übersehen konnten, es war die **Wiedersehensfreude** nach 2,5 Stunden getrenntem Aufenthalt auf/in der *Reise*.....



## Ein Jahr Workshop Deep-Sky-Fotografie in der AVL

VON JÜRGEN RUDDEK, Lilienthal

Fotos von Objekten außerhalb unseres Sonnensystems wie Sternbilder, Galaxien, Sternhaufen sowie Gas- und Staubnebeln zu machen ist schon immer ein Wunsch vieler astrointeressierten Fotografen gewesen. Professionelle Fotos hiervon zeigte Gerald Willems bei seinem Vortrag über Galaxien im Rahmen der AVL-Vorträge im Dezember 2008. Nach dem Vortrag kam von vielen Teilnehmern der Wunsch, eine Arbeitsgruppe zu bilden, um die Techniken der Deep-Sky-Fotografie zu lernen. Am 6. Januar verteilte Ute Spieker ein Konzept von Gerald zu einem Workshop für Einsteiger.

Am 4. Februar 2009 fand das erste Treffen im Vereinsheim der AVL statt. Da Gerald selbst begeisterter Astrofotograf ist, standen die Termine für die regelmäßigen Treffen schnell fest: mittwochs um 19:30 Uhr, einmal im Monat, aber um die Zeit des Vollmondes.

Bei dem ersten Treffen wurden die allgemeinen

Techniken diskutiert, die heute mit digitalen Kameras und entsprechenden Programmen am PC zu machen sind. Sie sind der analogen Fotografie mit Filmen mittlerweile deutlich überlegen. Zum Einstieg reicht schon ein Normalobjektiv. Die älteren Objektive mit manueller Scharfeinstellung lassen sich mit entsprechenden Adaptern an neuen digitalen Spiegelreflexkameras anschließen. Ihr Vorteil ist, dass sie einen unendlich-Anschlag besitzen und daher auf Anrieb scharfe Bilder versprechen.

Während im Frühjahr 2009 die Arbeitsgruppe mit Langzeitbelichtungen von max. 14-30 sec. ohne Nachführung experimentierte, um Sternbilder mit kurzer Brennweite ohne Strichspuren zu fotografieren, überraschte Lothar Rieke die Gruppe mit seinen 2 und 3 Minuten-Aufnahmen, die er mit seiner PURUS machte. Diese Uhrwerksnachführung aus den 70er Jahren, die mechanisch die Erddrehung ausgleicht, kommt ohne Elektronik und vor allem ohne

Strom aus. Hier wurde allen klar, dass nur länger belichtete Deep-Sky-Aufnahmen mit einer Nachführung vernünftige Ergebnisse liefern.

Da in der vereinseigenen Sternwarte eine hochwertige Nachführung vorhanden ist, sollte diese der Gruppe auch für fotografische Zwecke zur Verfügung gestellt werden. Hierfür musste sie aber noch optimaler ausgerichtet werden. Daher trafen sich am 20. April einige Mitglieder, um sie von Gerald einnorden zu lassen. Anschließend wurde die Gelegenheit genutzt, um am montierten Spiegelteleskop den Sternhaufen M13 im Herkules zu fotografieren. Benötigte Adapter stellte Ernst-Jürgen Stracke leihweise zur Verfügung. Es dauerte relativ lange, bis das Objekt gefunden und scharf eingestellt war. Es zeigte sich, dass die neuen digitalen Spiegelreflexkameras mit Live view-Funktion im Vorteil waren, da man am Monitor die Sterne durch 10-fache Vergrößerung deutlich besser scharf stellen konnte. Hierfür war bis in den Herbst der am Südhimmel strahlende Jupiter ein leicht zu findendes Objekt. Leider waren die Ergebnisse aber ernüchternd: Langzeitaufnahmen mit „nur“ 30 sec. Belichtungszeit waren trotz Nachführung nicht punktförmig.

Der Grund war schnell gefunden. Das große Spiegelteleskop hatte eine zu große Brennweite hierfür. Beim nächsten Treffen wurde diskutiert, wie man das Problem beheben kann. Noch genauer ließ sich die Nachführung nicht einnorden. Es musste daher eine andere Lösung gefunden werden.

In der Urlaubszeit überlegte sich Jürgen Ruddek, wie er mit einer transportablen Montierung in Spanien Deep Sky Fotos machen kann. Im Internet fündig geworden, baute er sich selbst kurzerhand eine nur 1,5 kg schwere Barndoor-Montierung aus zwei Alu-Profilen. Damit ließen sich die Milchstraße und Sternbilder wie Skorpion und Schütze mit einem Weitwinkelobjektiv bestens fotografieren. Nach und nach wurde die Fotos optimiert, so dass bis zum Jahresende mit Polsucher, spielfreiem Scharnier und Synchronmotor ausgerüstet mit einem kleinen Teleobjektiv annähernd strichspurfreie Aufnahmen bis zu 5 Minuten Belichtungszeit machbar sind. Ein Problem war, dass erst spät erkannt wurde, dass der Motor für 60Hz ausgelegt ist und daher nicht eine sondern nur 5/6 Umdrehungen pro Minute machte.

Bei jedem Treffen bekommt die Arbeitsgruppe von Gerald eine Aufgabe, ein bestimmtes Objekt zu fotografieren. Zu Anfang waren es erst einfache, nach und nach aber anspruchsvollere Objekte passend zum aktuellen Sternenhimmel. Die Fotos werden stets zu Beginn des Treffens gezeigt und besprochen. Hierbei stellte Gerald der Gruppe auch geeignete Software zur Bearbeitung vor. Für viele waren die freeware-Programme Fitswork, RegiStax und Deep Sky Stacker Neuland. Besprochen wurden auch die Dateiformate raw, tif und jpg. Mit dem raw-Format wurde bisher noch nicht gearbeitet. Das Standardprogramm zur

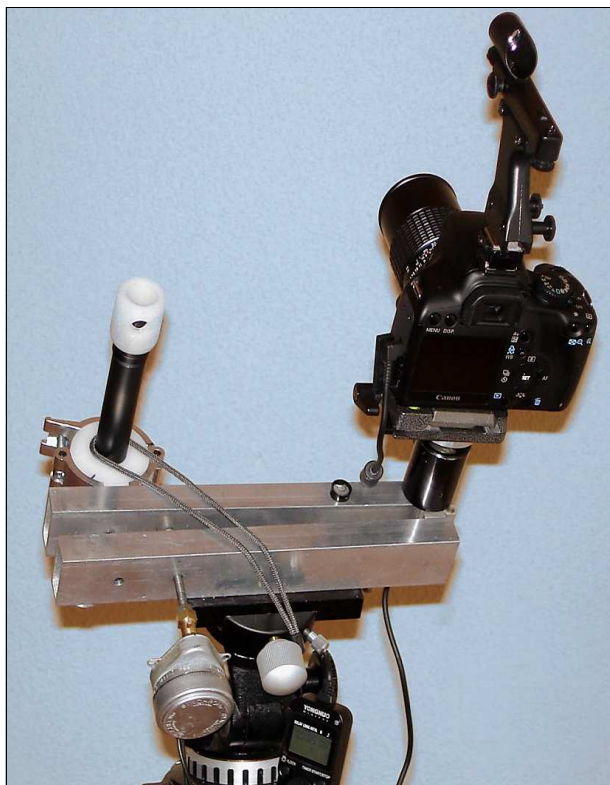


Abb. 1: Barndoor-Montierung mit Polsucher, Synchronmotor, Timer und Astrokamera mit Leuchtpunktsucher .  
Alle Bilder, so nicht anders vermerkt, vom Autor.



Abb. 2: Das neue Teleskop auf der Montierung in der Sternwarte.  
Abb. 2, 3a/b & 6: Carsten Gaebe

Optimierung der Fotos ist aber Photoshop. Hier wurde anhand von Beispielen gezeigt, wie man mit der Tonwertkorrektur, Gradiationskurven und anderen Parametern die gemachten Aufnahmen optimiert. Um das Bildrauschen in den Griff zu bekommen und Pixelfehler zu eliminieren ist es erforderlich, viele gleiche Aufnahmen und vor allem ein Dunkelbild zu erstellen. Die Treffen nach der Sommerpause wurden aus zeitlichen Gründen auf 19:00 Uhr vorverlegt.

Mittlerweile hatte sich der Vorstand entschieden, der Sternwarte ein neues Teleskop zu spendieren. Das neue Teleskop mit hochwertigen ED-Gläsern hat

eine Brennweite von 600mm. Mit einem für die Fotografie erforderlichen Bildfeldebner, den Gerald leihweise zur Verfügung stellt, hat es noch 480mm. Damit lassen sich Deep Sky Objekte fast farbfehlerfrei fotografieren. Mit der im Gegensatz zum Reflektor moderaten Brennweite sollte auch das Problem mit den Strichspuren an der vereinseigenen Montierung behoben sein. Eine Einweisung am neuen Teleskop erfolgte von Ernst-Jürgen am 24. August in der Sternwarte.



Abb. 3a und 3b: Einweisung des Teams in den Gebrauch der Montierung



Abb. 4: Die Andromeda-Galaxie M31.

Schon ein paar Tage später, am sternenklaren Abend des 9. September trafen sich einige Astrofotografen in der Sternwarte, um die Andromeda-Galaxie mit dem neuen Teleskop zu fotografieren. Bis alles aufgebaut und die ersten Aufnahmen gemacht werden konnten, dauerte es fast eine Stunde. Die lange Vorbereitungszeit ist nicht zu unterschätzen. Wurden die Fotos bis dahin noch mit einem einfachen Fernauslöser gemacht, kam hier schon ein elektronischer Timer zum Einsatz, der, entsprechend programmiert, automatisch die vorgegebene Belichtungszeit (Lang-

zeit) mit entsprechenden Pausen an der Kamera steuert. An das Dunkelbild musste noch erinnert werden.

Aber auch hier waren die Fotografen mit den Ergebnissen nicht zufrieden. Schon relativ kurz belichtete Aufnahmen von 2 Minuten zeigten Strichspuren, die seltsamerweise in unterschiedliche Richtungen verliefen. Zwar konnte mit mehreren übereinander gelegten Aufnahmen einiges kompensiert werden, das Problem mit der unruhig laufenden Montierung war leider noch immer da. Gerald vermutete einen Schneckenfehler. Dieses sollte sich auch bestätigen. Ernst-Jürgen und Jürgen trafen sich mit ihm am 19. September, um den Schneckenfehler zu bestimmen. Hierzu war es notwendig, einen rel. hellen Stern am Himmelsäquator so zu fotografieren, dass er mit der manuellen Steuerung (langsame Geschwindigkeit) einmal quer durch das fotografierte Bild laufen muss. Später kam noch Volker Kunz hinzu, der auch fotografieren wollte, so dass es eng wurde in der Sternwarte. Ein lohnenswertes Objekt waren an diesem Abend der Hantelnebel M27 und der Nordamerikanebel IC1805.

Am Abend des 13. Oktobers nahmen einige Mitglieder die Triangulum-Galaxie M33 ins Visier. Dieses Objekt war jedoch im Sucher des Teleskopes nicht zu sehen. Nur Probeaufnahmen zeigten auf dem Monitor der Kamera, dass das Objekt tatsächlich existiert. Mit Hilfe eines grünen Laserpointers, den Ute Spiecker auf die Stelle am Himmel richtete, wo sich die Galaxie befindet, konnte das Teleskop in deutlich kürzerer Zeit als bisher auf das Ziel ausgerichtet werden.

Beim nächsten Workshop am 4. November wurden die leider wieder nicht optimalen Bilder vorgestellt und besprochen. Lothar überraschte die Gruppe erneut mit einer strichspurfreien Langzeitbelichtung. Er hatte mit seiner neuen Reisemontierung, der AstroTrac eine Aufnahme 10 Minuten lang belichtet!

Thema des Abends war auch der Umbau einer Spiegelreflexkamera zur deutlich rotempfindlicheren Astrokamera, bei der der Infrarotsperfilter entfernt und gegen einen „Astrofilter“ ausgetauscht wird. Ernst-Jürgen zeigte hierzu Vergleichsfotos mit seiner herkömmlichen und seiner neuen umgebauten Kamera, die schon nach relativ kurzer Belichtungszeit deutlich mehr Strukturen von Gasnebeln zeigte.

Gerald erläuterte den von ihm berechneten Schneckenfehler. Nach seinen Ermittlungen läuft die Montierung zwar sauber, aber für Langzeitaufnahmen muss eine zusätzliche Technik angewendet werden, das Guiding. Hierbei ist es erforderlich, dass mit einem Leitrohr ein Leitstern in der Nähe des zu fotografierenden Objektes angepeilt wird und während der Aufnahme mit der Handsteuerung in einem Fadenkreuz gehalten wird. Die Beobachtung erfolgt dann über einen Laptop-Monitor, dem eine angeschlossene Webcam die entsprechenden Daten bzw.



Abb. 5: Der Hantelnebel M27.

Bilder liefert. Noch am gleichen Abend wurde entschieden, ein neues Leitrohr hierfür anzuschaffen. Am 11. November informierte Gerald per Mail, dass er für den Verein ein Carbon-Teleskop mit ED Gläsern zu einem sehr günstigen Preis bekommen hatte. Dieses wurde noch im November auf dem großen Teleskop befestigt. Nun ist es auch möglich, dieses Objektiv mit der Brennweite von rund 340mm (mit Bildfeldebner) fotografisch zu nutzen.

Da im November der Himmel recht wolkenverhangen war, wurden beim Dezembertreffen kaum fotografische Ergebnisse vorgestellt. Auf vielfachem Wunsch erläuterte Gerald einige Spezialtechniken zur Bildbearbeitung am PC. Die Verwendung von UHC-Filtern, die störendes Straßenlicht von Natrium- und Quecksilberdampflampen eliminieren, wurde auch diskutiert. Leider schlucken diese Filter soviel Licht, dass bei Verwendung die Belichtungszeit verdoppelt werden muss.

## 9. Lilienthaler Nacht der Teleskope und die AVL-Weihnachtsfeier VON UTE SPIECKER, Lilienthal

Da hat die AVL zur „9. Lilienthaler Nacht der Teleskope“ am 21. November 2009 endlich einmal mit dem Wetter richtig Glück gehabt. Eingebettet in extrem schlechte Wettervorhersagen und in ziemlich graue und nasse Novembertage, muss sich *Petrus* an seine astronomische Ader erinnern und rechtzeitig eine Wolkenlücke nach Würden geschickt haben. Zusammen mit (geschätzten) 50 bis 60 kleinen und großen, jungen und nicht mehr ganz so jungen Gästen, konnten wir ab 18:00 Uhr bis ca. 19:45 Uhr „Mond und Sterne“ beobachten. Insgesamt standen 8 Teleskope und Großferngläser zur Verfügung, beide Sternwarten waren in Betrieb.

In der kleinen Sternwarte konnten die Besucher durch einen Refraktor blicken, in der großen Sternwarte stand ein Spiegelteleskop bereit. Am frühen Abend standen der Mond sowie Jupiter im Blickpunkt. Der Jupiter zeigte rechts von sich alle vier „Galileische Monde“. Gegen 19:15 Uhr breiteten sich von Süden her Dunst und Wolken aus, so dass höher stehende Objekte beobachtet wurden, wie z.B.



Abb. 6: Gerald Willems erklärt den Schneckenfehler am Modell

Ein neues Problem, dass nun Kameras mit kleinen Brennweiten nicht mehr auf dem Teleskop befestigt werden können, wurde noch im Dezember gelöst. Hierfür besorgte Jürgen eine Klemmschelle mit Kugelkopf, die an der Stange der Gegengewichte befestigt wird. Der Arbeitskreis wird von Anfang an rege besucht. Der E-Mail Verteiler der Arbeitsgruppe enthält fast 20 Mitglieder. Mit den neuen Teleskopen und fortschrittlicherem Equipment wird das neue Jahr 2010 für alle Astrofotografen des AVL spannend werden. Clear Skies.



die Andromedagalaxie M31 und viele andere Objekte. Im Anschluss an das „Live-Beobachten“ hielt Gerald Willems den Vortrag „Galaxien, Welteninseln im Universum“. Abgerundet wurde dieser ereignisreiche Abend mit dem beliebten „AVL-Drei-Gänge-Menü“: Bockwurst, Senf und Rotwein, wobei anstelle des Rotweins auch alkoholfreier Punsch zu haben war (siehe auch Abb. 1 - 4)

An dieser Stelle möchte ich einmal allen Beteiligten ganz herzlich für ihre Mithilfe danken.

**Zur Weihnachtsfeier** am 12. Dezember waren 33 Mitglieder erschienen!!! Maga und Jürgen Rapke hatten den Vereinsraum (wie immer) wunderschön geschmückt. Es gab ein tolles Buffet, eine "Auf-führung" der Familie Steinecke (auch schon AVL-Tradition) und viele schöne Geschichten. Zeit zum gemütlichen Klönschnack blieb auch noch, und gegen 22:30 Uhr räumte eine 8-köpfige Crew alles ruck-zuck zusammen auf. Ich freue mich jetzt schon auf das nächste Jahr...! Abb. 5 und 6 zeigen einige Impressionen.



Abb. 1: Ernst-Jürgen Stracke begrüßt die ersten Gäste



Abb. 2: Auch die Firma „Schröder AV-Medien“ war vertreten, auf dem Bild sorgt Rolf Kiefer für einen festen Stand. „Schröder AV-Medien“ produziert einen Videofilm über den Landkreis Osterholz, mit dem Titel „Weites Land“, der im Herbst 2010 auf DVD herauskommen soll und in dem auch die AVL vorgestellt wird.



Abb. 3: Uwe Voßler mit Sohn Yannik



Abb. 4: Besucher in der „großen Sternwarte“



Abb. 5: Malin und Uwe Voßler



Abb. 6: Hanno, Marlis, Gisela, Ute

## Der Wettlauf zum Mond Die Mondlandung vor 40 Jahren (Teil 2)

VON KAI-OLIVER DETKEN, Grasberg

Als die Helden der ersten Mondlandung wieder zurück auf der Erde ankamen, mussten sie sich erst einmal einer längeren Quarantäne unterziehen. Man befürchtete, dass evtl. unbekannte Keime vom Mond mitgebracht werden könnten, die dann anschließend auf der Erde verheerende Folgen haben würden. Alles, womit sie in Berührung gekommen waren, wurde desinfiziert. In einem speziellen Wohnwagen mussten sich die Astronauten diversen Untersuchungen unterziehen und biologische Proben wurden entnommen. Nach 14 Tagen wurden sie dann wieder entlassen und wurden sofort von Präsident Nixon in Beschlag genommen, der sie zu einem großen Dinner einlud. Beim Start der Mission hatte der Präsident sich noch von seinem Vizepräsidenten vertreten lassen und hatte aus sicherer Entfernung den Verlauf beobachtet – jetzt ließ er es sich nicht nehmen die Astronauten selbst auf der Erde willkommen zu heißen. Erst nach Apollo 14 verzichtete man auf die Quarantäne, da der Mond endgültig als „totes Gestirn“ einzustufen war.



Abb. 1: Begrüßung der Astronauten durch Nixon, Präsident der USA [3]

Nach der erfolgreichen ersten Mission startete die Apollo 12 am 14. November während eines Gewitters. Dabei wurde das Raumschiff nach dem Start auch von Blitzen getroffen, die einen kurzen Ausfall der elektrischen Systeme hervorriefen, sich aber im Orbit wieder aktivieren ließen. Auf dem Mond sollte man nahe an der Stelle aufsetzen, wo der Erkundungssatellit Surveyor 3 im April 1967 gelandet war. Diesmal durften sich die Männer immerhin schon 200 m von der Basis entfernen. Zusätzlich hatten sie Messgeräte (Sonnenwind-Messgerät, Seismo-, Magneto-, Spektrometer) dabei, die wesentlich wichtiger waren, als bei der vorangegangenen Mission. Es wurde die nähere Umgebung erforscht, die den Rundgang um einen Krater bis zur Surveyor 3 enthielt. Die Sonde war von einer dünnen, dunkelbraunen Staubschicht bedeckt, war aber im guten Zustand. Dabei entdeck-

ten sie, dass auf einem vor dem Start schlecht sterilisierten Teil der Sonde Bakterien 31 Monate auf dem Mond überlebt hatten! Während dieser Mission wurden 34 kg Gesteinsproben entnommen; 14 kg mehr als ihre Kollegen davor. Und es sollte noch mehr werden: alle Apollo-Missionen zusammen entnahmen 2.415 Proben mit einem Gesamtgewicht von 382 kg!

Dann kam die Apollo-13-Mission und mit ihr ein gewisses Desinteresse bei den Journalisten und der Weltbevölkerung. Es lief vorher alles so perfekt, dass man sich nach zwei erfolgreichen Missionen schon nicht mehr vorstellen konnte, dass es zu ernsthaften Problemen kommen könnte. Allem zum Trotz hatte man in dem abergläubischen Land der USA auch die Zahl 13 gewählt, um zu demonstrieren, dass es selbst mit dieser Zahl keine Pannen geben konnte (der Start fand übrigens um 13:13 Uhr statt, Zeit in Houston). Das die Mission unter keinem guten Stern stand, wurde bereits vor dem Start deutlich, als der Ersatzpilot Charles Duke an Röteln erkrankte und festgestellt wurde dass Ken Mattingly nicht dagegen immun war (er erkrankte im Übrigen später nie an Röteln). Es wurde deshalb der Reservepiloten Swigert eingesetzt, der noch nicht so mit der Crew eingespielt war und dafür auch keine Zeit mehr erhielt. Später erkrankte dann stattdessen Fred Haise auf der Mission. Als Kommandant wurde James Lovell ausgewählt, der damit seinen vierten und letzten Weltraumflug vornahm. Seine Berichterstattung von Bord wurde nicht mehr live im Fernsehen übertragen – Weltraumflüge zum Mond schienen Routine zu sein. Dann kam der Funkspruch „Houston, wir haben ein Problem“ durch und änderte alles. Am 13. April (schon wieder diese Zahl!) kam es zu einer Explosion im Sauerstofftank 2. Dadurch fielen zwei von drei Brennstoffzellen aus, die durch den Tank betrieben wurden. In Houston wurden durch die Explosion diverse Alarmmeldungen angezeigt, die die Mitarbeiter erst einmal gar nicht glauben konnten. Über 300.000 km von der Erde entfernt, war an eine direkte Rückkehr nicht mehr zu denken, da auch die verbleibende Treibstoffzelle immer schwächer wurde. Es musste somit der Mond einmal umrundet werden, um durch die Gravitationsenergie des Mondes wieder zur Erde zurück gelangen zu können. Das Kommando-/Servicemodul „Odyssey“ war nicht mehr zu gebrauchen, weshalb die Astronauten in die Mondlandefähre „Aquarius“ wechseln mussten. Allerdings war das Lebenserhaltungssystem der „Aquarius“ nur für zwei Personen ausgelegt, weshalb es schneller zu einer CO<sub>2</sub>-Sättigung kam. Aufgrund unterschiedlicher CO<sub>2</sub>-Filter (eckige und runde) zwischen Landefähre und Kommando-modul wurde am Boden eine Prozedur entwickelt, die

es ermöglichte u.a. mittels Tüten, Klebeband und einer Socke ein Adapter zu bauen. Beim Landeanflug kletterten die Astronauten wieder in die Kommando-einheit zurück, in der man auf Rücksicht auf den Stromverbrauch alles Unwesentliche abgeschaltet hatte (u.a. auch die Bordcomputer). Um ein Hochfahren

der Systeme wieder zu ermöglichen, wurden am Boden von Ken Mattingly im Simulator ohne Unterbrechung an Prozeduren gearbeitet, die den Stromverbrauch einer Kaffeemaschine nicht überschreiten durften.

Missionseblem	Mondmissionen	Bemerkungen
	Apollo 11 16. Juli 1969	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Landung: erste Mondlandung</li> <li>- Besatzung: Neil Armstrong (CDR), Michael Collins (CMP), Edwin Aldrin (LMP)</li> <li>- Landeplatz: Mare Tranquillitatis</li> <li>- Länge: +23,47297 Grad</li> <li>- Breite: +0,67408 Grad</li> </ul>
	Apollo 12 14. November 1969	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Landung: bei der 1967 gestarteten Sonde Surveyor 3</li> <li>- Besatzung: Charles Conrad (CDR), Richard Gordon (CMP), Alan Bean (LMP)</li> <li>- Landeplatz: Oceanus Procellarum</li> <li>- Länge: -23,42157 Grad</li> <li>- Breite: -3,01239 Grad</li> </ul>
	Apollo 13 11. April 1970	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Landung: Explosion an Bord, keine Mondlandung</li> <li>- Besatzung: James Lovell (CDR), John Swigert (CMP), Fred Haise (LMP)</li> <li>- Landeplatz: keiner</li> <li>- Länge: -</li> <li>- Breite: -</li> </ul>
	Apollo 14 31. Januar 1971	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Landung: Einsatz einer Handkarre (MET)</li> <li>- Besatzung: Alan Shepard (CDR), Stuart Roosa (CMP), Edgar Mitchell (LMP)</li> <li>- Landeplatz: Fra Mauro</li> <li>- Länge: -17,47136 Grad</li> <li>- Breite: -3,64530 Grad</li> </ul>
	Apollo 15 26. Juli 1971	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Landung: Erste Mission mit dem Lunar Roving Vehicle (Mondauto)</li> <li>- Besatzung: David Scott (CDR), Alfred Worden (CMP), James Irwin (LMP)</li> <li>- Landeplatz: Hadley-Rille</li> <li>- Länge: +3,63386 Grad</li> <li>- Breite: +26,13222 Grad</li> </ul>
	Apollo 16 16. April 1972	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Landung: Erste Untersuchung einer Hochebene, Einsatz UV-Kamera, Mondauto</li> <li>- Besatzung: John Young (CDR), Thomas Mattingly (CMP), Charles Duke (LMP)</li> <li>- Landeplatz: Krater Descartes</li> <li>- Länge: +15,50019 Grad</li> <li>- Breite: -8,97301 Grad</li> </ul>
	Apollo 17 7. Dezember 1972	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Landung: Bisher letzte Mondlandung, Mondauto, Orange Soil gefunden</li> <li>- Besatzung: Eugene Cernan (CDR), Ronald Evans (CMP), Harrison Schmitt (LMP)</li> <li>- Landeplatz: Taurus-Littrow</li> <li>- Länge: +30,77168 Grad</li> <li>- Breite: +20,19080 Grad</li> </ul>

Tabelle 1: Übersicht über die Mondmissionen der Apollo-Flüge

Schließlich gelang auch die Landung, so dass die Mission trotz des Unglücks ein voller Erfolg wurde. Auch die Fernsehjournalisten hatten die Apollo 13 seit der Funkspruchmeldung von der Explosion wiederentdeckt und berichteten nonstop von dem Ereignis. Die Zahl 13 wird übrigens seitdem bei der NASA für kein Objekt oder Start mehr verwendet.

Aufgrund der Erfahrungen mit der Apollo 13 wurde die nächste Mission erst einmal ausgesetzt. Es wurden drei größere Änderungen am Apollo-Raumschiff vorgenommen: die interne Struktur der Sauerstofftanks wurde geändert, ein dritter Sauerstofftank wurde hinzugefügt und eine weitere Batterie eingebaut. Erst im Januar 1971 nahm man den nächsten Flug mit Apollo 14 vor, der wie die noch folgenden Missionen ein voller Erfolg wurde. Weitere Messinstrumente wurden angebracht. Das Mondgestein lieferte wertvolle Informationen zur Datierung des Mondalters. Außerdem sah man mit Alan Shepard den ersten Golfspieler auf dem Mond, der einen zusammengebauten Golfschläger für zwei Abschlüsse verwendete – allerdings nicht sehr zum Gefallen der NASA.

Um in größeren Entfernungen die Umgebung untersuchen zu können, wurde ab Apollo 15 das Lunar Rover Vehicle (LRV) eingesetzt. Es war ein elektrisch betriebenes Fahrzeug, das hauptsächlich aus Aluminium bestand und 210 kg wog. Das Chassis war faltbar konstruiert, so dass man es unterhalb der Mondlandefähre transportieren konnte. Apollo 15 legte damit 27,9 km zurück. Neben den üblichen wissenschaftlichen Arbeiten wurde auch das Kunstwerk „Fallen Astronaut“ am Landeplatz aufgestellt, das eine 8,5 cm große Statue eines Raumfahrers beinhaltet. Außerdem ist eine Aluminiumplatte enthalten, die die Namen der 14 bis dahin verstorbenen Raumfahrer verzeichnete. Einige Monate nach dem Flug stellte sich allerdings heraus, dass die drei Astronauten ohne Genehmigung Briefumschläge mit ins All genommen hatten, die später als Sammlerstücke verkauft wurden. Der als Briefmarkenskandal von Apollo 15 bekannte Vorfall sorgte für strengere Regeln, was Astronauten mit an Bord nehmen durften.

Apollo 16 nahm sich als nächstes das Ziel das Cayley-Hochland vor. Die Landung konnte erstmals nicht im Fernsehen übertragen werden, da der Sender der Mondlandefähre ausgefallen war. Erst mit dem Rover wurden dann wieder Bilder möglich, da dieser auch eine Kamera enthielt. Diverse Experimente (u.a. Wärmefluss, kosmische Strahlung, Schwerfeldmessung) wurden durchgeführt und erstmals auch die Astronauten mit UV-Kameras aufgenommen. Vor dem Verlassen des Orbits beim Rückflug, wurde ein kleiner Satellit ausgesetzt, der u.a. Erscheinungen der Erdmagnetosphäre untersuchen sollte. Das kontrollierte Abstürzen der Mondfähre auf den Mond misslang nach Abschluss der Mission und dem Umstieg in die Kommandokapsel, da die Fähre beim Abkoppeln

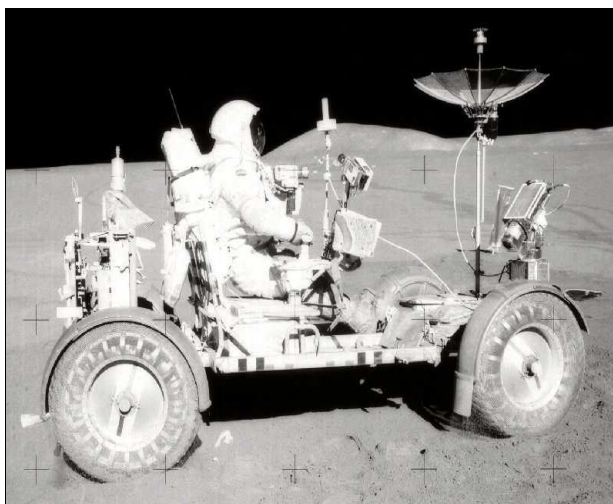


Abb. 2: Das Lunar Rover Vehicle (LRV), das erstmals bei Apollo 15 verwendet wurde [3]



Abb. 3: Harrison Schmitt bei einer Expedition mit Apollo 17 [3].

zu taumeln anfang. Sie kreiste noch etwa ein Jahr lang in der Mondumlaufbahn, bis sie auf dem Mond zerschellte.

Die letzte Mission Apollo 17 fand am 7. Dezember 1972 statt. Eugene Cernan und Harrison Schmitt landeten mit der Mondfähre „Challenger“ in der Nähe des Littrow-Kraters im Mare Serenitatis. Sie unternahmen u.a. eine Expedition zu diversen Kratern, darunter auch zum Krater Shorty, wo Schmitt orange Kügelchen aus einem glasähnlichen Material fand. Leider hatten sie keine Zeit diese zu untersuchen, da der Sauerstoff knapp wurde und sie zurückkehren mussten. Insgesamt legten die Astronauten mit ihrem Mondauto 34 Kilometer zurück. Dabei erklommen sie mehrere Krater sowie das Taurus-Gebirge und sammelten insgesamt 110,4 kg Mondgestein ein. Es war mit drei Tagen Verweildauer auf dem Mond die längste Mission der Apollo-Serie. Auf dem Mond hinterließen die Astronauten eine letzte Plakette mit der Inschrift: „Hier beendet der Mensch seine ersten Erforschungen des Mondes im Dezember 1972. Möge sich der Geist des Friedens, in dem wir gekommen



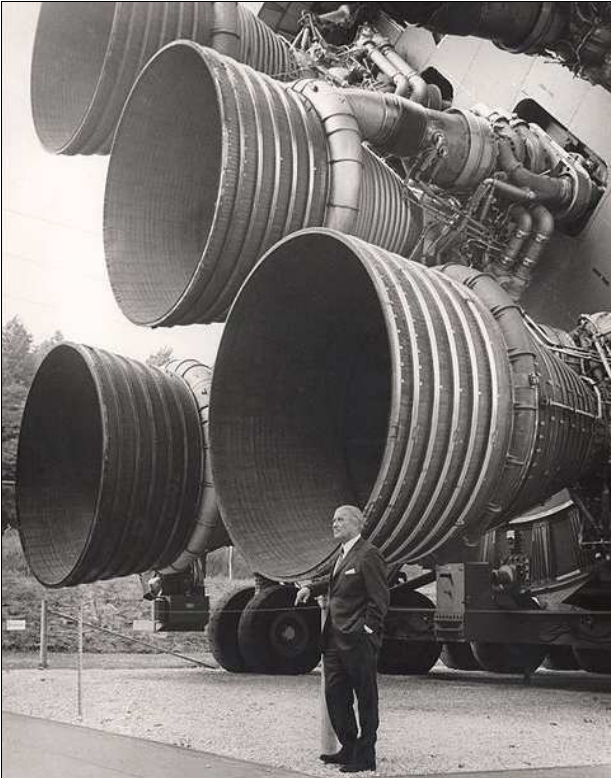


Abb. 4: Wernher von Braun vor einer Saturn-V-Rakete [3]

sind, im Leben der gesamten Menschheit widerspiegeln“. [4]

**Abschluss der Missionen** Nach der erfolgreichen Mondlandung von Apollo 11 wurde von der NASA sofort die weitere Planung für die weiteren Apolloflüge präsentiert. Doch bereits im Januar 1970, also vor der Panne von Apollo 13, wurde bereits Apollo 20 aus Kostengründen gestrichen. Im September 1970 wurden dann auch die ursprüngliche Missionen Apollo 15 sowie Apollo 19 eingespart. Die nicht aus dem Programm gestrichenen Missionen Apollo 16, Apollo 17 und Apollo 18 wurden anschließend in Apollo 15, Apollo 16 und Apollo 17 umbenannt. Dadurch zollte man dem hohen Kostenaufkommen und des zunehmenden öffentlichen Desinteresses Tribut. So wurden das Innere von Copernicus, der Krater Hyginus mit der Hyginus-Rille und das Schröter-Tal auf dem Aristarcus-Plateau leider nicht mehr berücksichtigt, obwohl sie geologisch sehr interessant gewesen wären. Auch die Rückseite des Mondes wurde nicht besucht, obwohl man dies mit einer Relaisstation für den Funkkontakt zur Erde hätte realisieren können. Die Sowjetunion, die nach den Misserfolgen der N1-Raketen gar nicht erst eine Mondmission starten konnte, bestritt anschließend jemals über solche Missionen nachgedacht zu haben. [5]

Die durchgeführten Apollo-Missionen haben uns der Erforschung des Mondes einen erheblichen Schritt näher gebracht. So konnten Hypothesen zur Entstehung des Mondes fallen gelassen oder verbessert werden. Das Alter wurde auf rund 4,5 Milliarden Jahren bestimmt. Ein Viertel der Mondgesteinspro-

ben wurden untersucht und ausgewertet. Dabei kam man auf eine geringere Vielfalt als auf der Erde, da der Mond eine wesentlich einfachere Geologie aufweist. Die restlichen Proben wurden auf unbestimmte Zeit weggeschlossen, um sie später mit besseren Instrumenten oder Methoden untersuchen zu können. Auch die Messdaten sind noch lange nicht alle ausgewertet worden. Ob dies noch geschieht bleibt zweifelhaft, da dafür bei der NASA keine ausreichenden Ressourcen vorhanden sind. Die nach dem Abschluss der Mondflüge noch vorhandenen Apollo-Raumschiffe und Saturnraketen wurden für das Skylab-Projekt 1973/74 und das Apollo-Sojus-Test-Projekt 1975 verwendet. Drei Saturn-V-Raketen wurden ausgestellt, allerdings bestehen sie aus Teilen von verschiedenen Raketen (flugfähige Stufen und Testexemplare). Das einzige Ausstellungsstück, das vollständig flugtaugliche Module besitzt, liegt seit 1977 vor dem Lyndon B. Johnson Space Center in Houston. Im Besucherzentrum des Kennedy Space Center (KSC) sind außerdem eine Saturn IB und eine Saturn V zu finden. Wernher von Braun erlebte noch die Früchte seiner Arbeit mit den Landungen auf dem Mond und „seiner“ Saturn-Rakete. Er hatte einen großen Anteil daran, dass die Monderoberung Wirklichkeit werden konnte. Den nächsten Schritt, die spektakuläre Erfindung des wieder verwendbaren Raumgleiters „Space Shuttle“, erlebte er nicht mehr, da er 1977 im Alter von 65 Jahren starb.



#### Literaturhinweise

- [1] Deutsches Bundesarchiv (German Federal Archive), 1943
- [2] Dieses Werk ist in den Vereinigten Staaten gemeinfrei, da es von einem Beamten oder Angestellten einer US-amerikanischen Regierungsbehörde in Ausübung seiner dienstlichen Pflichten erstellt wurde und deshalb nach Titel 17, Kapitel 1, Sektion 105 des US Code ein Werk der Regierung der Vereinigten Staaten von Amerika ist.
- [3] Quelle NASA: Die Abbildungen der NASA sind gemeinfrei (public domain), da sie von der NASA erstellt worden ist. Die NASA-Urheberrechtsrichtlinie besagt, dass „NASA-Material nicht durch Urheberrecht geschützt ist wenn es nicht anders angegeben ist“.
- [4] Entdecker, Forscher, Abenteurer – die Sternstunden der Menschheit: der Griff nach den Sternen; Lingen Verlag; Köln 1983
- [5] TROST, Wilfried. Der Mensch auf dem Mond – Auf den Spuren der Apollo-Missionen. Interstellarum 65; August/September-Ausgabe; Oculum-Verlag GmbH; Erlangen 2009
- [6] <http://de.wikipedia.org/wiki/>: diverse Quellen bzgl. des Apollo-Programms und Wernher von Braun

## Astro-Splitter

Aktuelles aus der Welt der Astronomie . . . für Sie gefunden und notiert

### Maximale Sternentstehung im jungen Kosmos

Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Astronomie stellten fest: In der Entstehungsphase der Galaxien produzierten die Galaxienkerne mit der maximal möglichen Effizienz neue Sterne

Galaxien – unsere Milchstraße und ihre kosmischen Verwandten – bestehen aus hunderten von Milliarden von Sternen. Doch wie haben sich diese gigantischen Sternansammlungen vor Milliarden von Jahren gebildet? Entstand zuerst ein Zentralbereich mit Sternen, der mit der Zeit anwuchs, oder bildeten sich die Sterne gleichmäßig im ganzen heutigen Volumen der Galaxie? Ein internationales Forscherteam unter der Leitung von Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für Astronomie fand nun erstmals direkte Hinweise, dass die Sternbildung in einem kleinen Zentralbereich beginnt.

Die Forscher untersuchten eine der entferntesten bekannten aktiven Galaxien, einen Quasar mit der Bezeichnung J1148+5251. Licht von dieser Galaxie erreicht die Erde erst nach einer Reisezeit von 12.8 Milliarden Jahren; heutige Beobachtungen zeigen diese Galaxie daher so, wie sie vor 12.8 Milliarden Jahren aussah, weniger als 1 Milliarde Jahre nach dem Urknall.

Mit Hilfe des IRAM-Interferometers, eines deutsch-französisch-spanischen Radioteleskops, gelang der Nachweis, dass sich damals im Kern von J1148+5251 extrem viele Sterne bildeten – so schnell, wie es nach den Gesetzen der Physik gerade noch zulässig ist. Im Gegensatz zu vorherigen Messungen gelang es zudem, die Ausdehnung des Sternentstehungsgebietes zu messen, die nur rund 4000 Lichtjahre beträgt. Erst damit werden die Abschätzung der Sternentstehungsraten pro Volumen und der Vergleich mit Sternentstehungsmodellen möglich.

Die Ergebnisse werden in der Ausgabe vom 5. Februar 2009 (Band 457, Nr. 7230) der Fachzeitschrift *Nature* veröffentlicht.

»Das Ergebnis ist überraschend: in dieser Galaxie entstehen pro Jahr Sterne mit einer Gesamtmasse von über 1000 Sonnenmassen, und das auf einem für astronomische Verhältnisse recht kleinen Gebiet«, so Dr. Fabian Walter, Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) und Hauptautor des Artikels. Zum Vergleich: zählt man die Massen aller Sterne zusammen, die in unserer Milchstraße entstehen, kommt jedes Jahr nur eine einzige Sonnenmasse dazu.

Hart am physikalischen Limit: Dass in jungen Galaxien beachtliche Mengen an Sternen entstehen, hatten bereits frühere Messungen zeigen können. Entscheidend ist an den neuen Messungen von Walter und seinen Kollegen, dass auch die Aus-

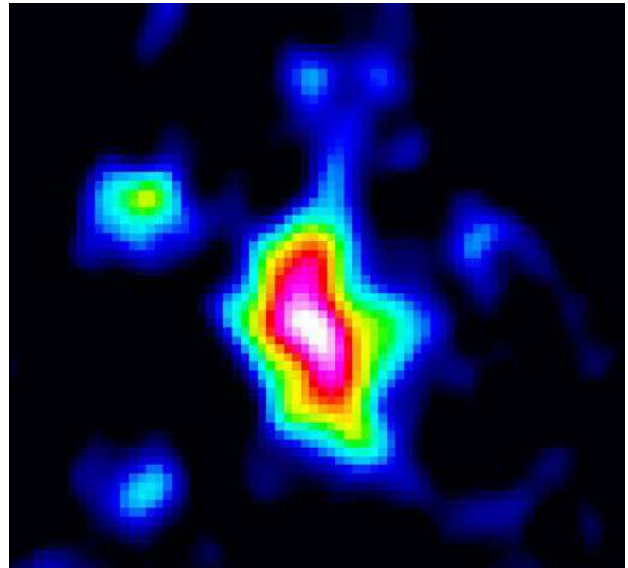


Abb. 1: Falschfarbenaufnahme der Galaxie J1148+5251, aufgenommen mit den Radioteleskopen des Very Large Array in New Mexiko (NRAO/AUI/NSF)

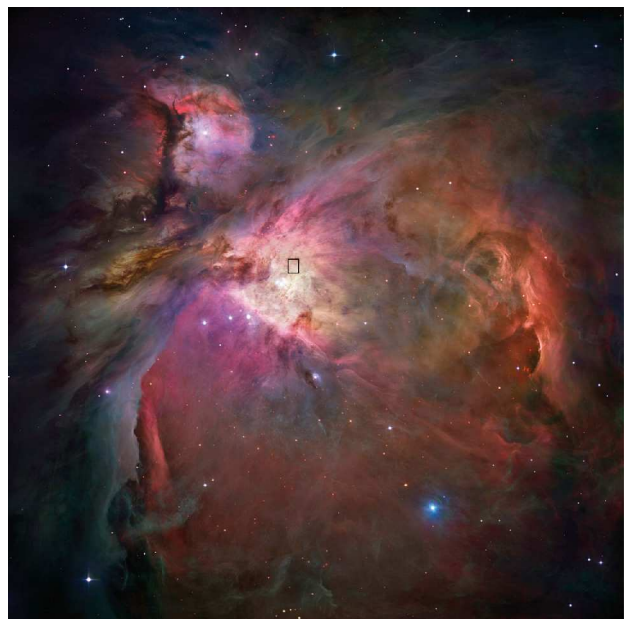


Abb. 2: In der Region Orion-KL im Orionnebel ist die Sternentstehungsaktivität ähnlich hoch wie in der Zentralregion von J1148+5251 – allerdings auf ein ungleich kleineres Volumen beschränkt. (NASA, ESA, Robberto (STScI/ESA), Orion Treasury Project Team)

dehnung der Sternentstehungsregion bestimmt werden konnte. So kann die Sternentstehungsrate pro Volumen berechnet werden, und erst das ermöglicht den Vergleich mit Sternentstehungsmodellen einerseits, und mit besonders aktiven Sternentstehungsgebieten in unserer eigenen Galaxie andererseits.

Mit der gemessenen Aktivität stoßen die Sternentstehungsgebiete von J1148+5251 (Abb. 1) an die Grenzen des physikalisch Erlaubten. Sterne entstehen, wenn kosmische Wolken aus Staub und Gas

unter dem Einfluss der Schwerkraft kollabieren und sich dabei aufheizen. Doch die dabei entstehende Strahlung treibt die Gas- und Staubwolken auseinander und erschwert so weiteren Kollaps und die Bildung weiterer Sterne. Daraus ergibt sich eine Obergrenze dafür, wie viele Sterne in einer gegebenen Raumregion in gegebener Zeit überhaupt entstehen können.

Diese Obergrenze wird von den beobachteten Sternregionen erreicht. Fabian Walter weiter: »In unserer Milchstraße finden sich solche extremen Verhältnisse nur in ungleich kleineren Regionen, beispielsweise in Teilen des Orionnebels (s. Abb. 2). Aber was wir beobachtet haben, entspricht einer Ansammlung von 100 Millionen Orion-Regionen.«

**Wo wurden die Kometenkristalle gebacken?** Es war für die Wissenschaft schon seit langem ein Rätsel, wie kleine Silikatkristalle, deren Bildung eine brennend heiße Umgebung erfordert, ihren Weg ins Innere der eiskalten Kometen gefunden haben, die weit draußen in den tiefgekühlten Außenbereichen des Sonnensystems entstanden sind. Ursprünglich sollten diese Kristalle in der dichten Wolke aus Gas und Staub, aus der sich das Sonnensystem bildete, als amorphe Silikatteilchen existiert haben. Dieses Rätsel haben nun Forscher aus Heidelberg, Budapest und Leiden mit Hilfe von Infrarotbeobachtungen des Weltraumteleskops SPITZER gelöst. Ihre Ergebnisse werden am 14. Mai 2009 in der Zeitschrift Nature erscheinen.

EX Lupi ist ein junger Stern, der unserer Sonne in ihrem Zustand vor viereinhalb Milliarden Jahre sehr ähnlich sieht. Der Stern weist zwei Merkmale auf, die für sehr junge Sterne typisch sind: Zum einen ist er von einer dichten Scheibe aus Staub und Gas umgeben, in der sich nach den heutigen Vorstellungen gegenwärtig sein Planetensystem bildet. Zum anderen zeigt er etwa alle vier bis fünf Jahre einen bis zu einigen Monaten andauernden Helligkeitsausbruch, bei dem seine Leuchtkraft um das Fünf- bis Zehnfache ansteigt. Solche Ausbrüche werden dadurch ausgelöst, dass die zirkumstellare Scheibe instabil wird und aus ihr größere Mengen Materie auf den Stern einstürzen (Abb. 1 und 2); und etwa alle 50 Jahre kommt es zu einem besonders starken Ausbruch. Die Sonne hat wahrscheinlich in ihrer frühesten Kindheit eine solche aktive Phase mit unregelmäßigen Helligkeitsausbrüchen variabler Intensität durchlaufen.

Von EX Lupi hatten die Astronomen mit SPITZER bereits 2005 ein Infrarotspektrum aufgenommen, während der Stern in seinem ruhigen Zustand verweilte. Dieses Spektrum enthielt keinerlei Hinweise auf die Anwesenheit kristalliner Silikate. Aber im April 2008 erwischten sie den Stern während eines seiner Helligkeitsausbrüche: Zwar hatte der damalige Ausbruch sein Maximum bereits über-

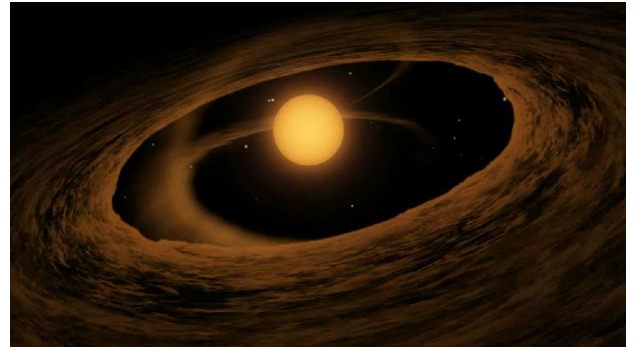


Abb. 1: Eine gravitative Instabilität in der zirkumstellaren Scheibe führt zum Einsturz größerer Mengen von Gas und Staub auf den Zentralstern. (Quelle: NASA/JPL/Caltech)

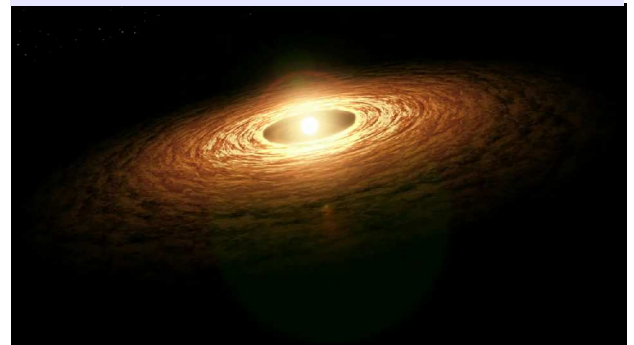


Abb. 2: Damit wird ein Helligkeitsausbruch des Zentralsterns ausgelöst, der zur Aufheizung der oberflächennahen Schichten der Scheibe führt (Quelle: NASA/JPL/Caltech)

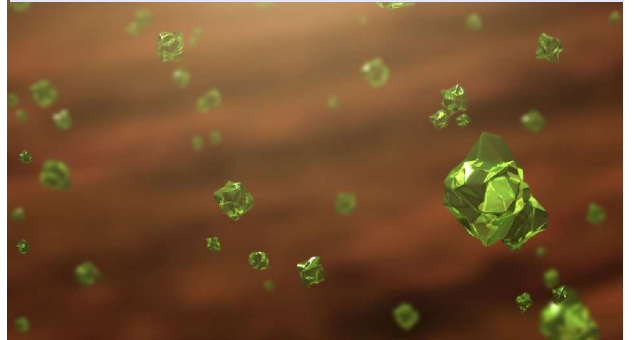


Abb. 3: Die amorphen Staubteilchen in den oberflächennahen Schichten der Scheibe werden aufgeheizt, kühlen wieder ab und nehmen dadurch die kristalline Struktur und die grüne Farbe des Forsterits an. (Quelle: NASA/JPL/Caltech)

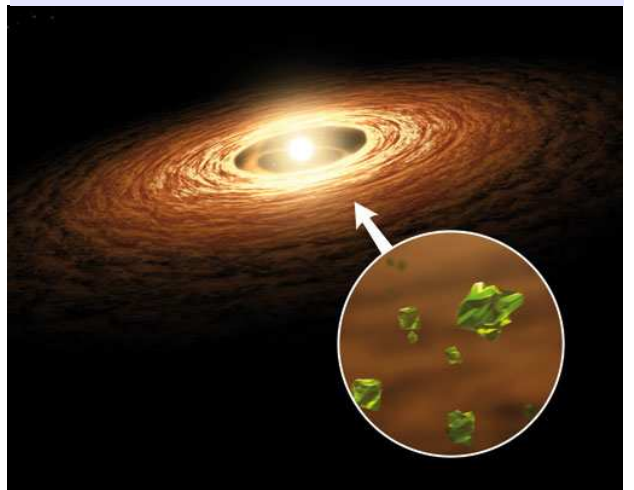


Abb. 2: Wiederholte Helligkeitsausbrüche des jungen Zentralsterns führen zur Anreicherung der Forsteritkristalle in der zirkumstellaren Scheibe. Dort gehen sie dann in den Aufbau der Kometen ein. (Quelle: NASA/JPL/Caltech)

schritten, aber der Stern war immer noch 30mal so hell wie im Normalzustand. Das neue Spektrum unterschied sich deutlich vom alten und zeigte nun, dass zusätzlich zu den amorphen Silikaten auch eine kristalline Form vorhanden sein musste – und zwar Forsterit, ein Mineral, das sowohl in zirkumstellaren Scheiben junger Sterne, als auch in Kometen in unserem Sonnensystem beobachtet wird. Und die Temperatur der Kristalle zum Zeitpunkt der Beobachtung war wesentlich höher als die Temperatur der Scheibe im Ruhezustand des Sterns.

»Wir sind vermutlich erstmals Zeugen des Kristallisationsprozesses geworden«, sagte Attila Juhász vom Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg, einer der Autoren der hier beschriebenen Arbeit. »Offenbar entstehen die Kristalle durch Aufheizen und Ausglühen der Silikatteilchen nahe der Oberfläche der inneren, dicken Staub- und Gasscheibe während der Helligkeitsausbrüche von EX Lupi: Beim Ausglühen wird das Material auf eine Temperatur erhitzt, bei der seine chemischen Bindungen aufgebrochen werden und neue, andersartige entstehen (Abb. 3): Dadurch verändern sich auch die physikalischen Eigenschaften der Teilchen.«

Dieses Ergebnis bietet einen völlig neuen Ansatz zum Verständnis der Entstehung der Kometenkristalle. Unmittelbar nach der Entstehung der Kristalle in der Scheibe, solange sie noch an deren Oberfläche konzentriert sind, prägen sie dem beobachteten Spektrum ihr charakteristisches Merkmal auf. Später vermischen sie sich mit dem weiter innen liegenden Material und reichern es auf diese Weise bei jedem Ausbruch des Zentralsterns etwas stärker mit kristallinen Silikaten an. Solange das System noch sehr jung ist, sind die kristallinen Silikate nur während der Ausbrüche beobachtbar, wenn sie an der Oberfläche der Scheibe konzentriert sind.

Bisher hatten die Forscher zwei andere Möglichkeiten in Betracht gezogen, die in Kometen und zirkumstellaren Scheiben beobachteten kristallinen Silikate durch Ausglühen zu erzeugen: Entweder das Material im innersten Bereich der Scheibe wird durch die Strahlung des jungen Sterns über längere Zeit erhitzt – aber dies widerspricht dem Befund, dass das im Normalzustand des Sterns aufgenommene Spektrum keinen Hinweis auf kristalline Silikate enthält. Oder ein größerer Körper, etwa ein heranwachsender Planet, löst innerhalb der Scheibe eine Schockwelle aus, welche auf die Staubteilchen kurzzeitig viel Energie überträgt. Dadurch werden sie plötzlich auf die zur Kristallisation erforderliche Temperatur erhitzt und kühlen anschließend ähnlich schnell wieder ab. Aber die hohe Temperatur der während des Ausbruchs beobachteten Kristalle steht im Widerspruch zu diesem zweiten Modell, denn man würde erwarten, dass die Temperatur der Silikatteilchen unmittelbar nach dem Schock auf ihren Normalwert zurückfällt.

Die Beobachtungen von Juhász und Kollegen passen also zu keinem der beiden bisherigen Szenarien. »Wir kamen deshalb zu dem Ergebnis, dass ein dritter, bisher noch nicht in Betracht gezogener Prozess die Kristallisation durch Ausglühen bewirkt – nämlich die Aufheizung der amorphen Silikate durch den Helligkeitsausbruch des Zentralsterns«, sagt Péter Ábrahám vom Konkoly-Observatorium Budapest, der erste Autor der hier beschriebenen Arbeit. »Während der aktiven, durch zahlreiche Ausbrüche gekennzeichneten Phase der jungen Sterne reichern sich die kristallinen Silikate in deren zirkumstellaren Scheibe an und gehen dann in die sich bildenden Kometenkerne ein.«

### **Erste direkte Abbildung eines möglichen kühlen Planeten um einen sonnenähnlichen Stern**

Die allerersten Beobachtungen mit HiCIAO, dem weltweit neuesten Instrument zur Suche nach extrasolaren Planeten, haben bei dem Stern GJ 758 zur Entdeckung seines lichtschwachen Begleiters G 758 B geführt. Möglicherweise ist dies die erste direkte Beobachtung eines kühlen extrasolaren Planeten, der einen sonnenähnlichen Stern umläuft. Die geschätzte Masse von GJ 758 B beträgt 10 bis 40 Jupitermassen. Demnach handelt es sich entweder um einen Riesenplaneten oder um einen massearmen Braunen Zwerg. Sein Abstand zum Zentralstern ist von derselben Größenordnung wie der Abstand des Planeten Neptun von der Sonne. Mit einer Temperatur von 600 Kelvin (330 Grad Celsius) ist GJ 758 B der kälteste – und in dieser Hinsicht den Planeten des Sonnensystems ähnlichste – jemals direkt abgebildete Begleiter eines sonnenähnlichen Sterns.

Mehr als 400 Exoplaneten (Planeten, die andere Sterne als die Sonne umlaufen) sind derzeit bekannt. Die meisten von ihnen wurden indirekt nachgewiesen, indem ihr Einfluss auf die Bewegung oder die Helligkeit ihres Zentralsterns beobachtet wurde. Viel schwieriger ist das direkte Abbilden eines Exoplaneten, denn die Zentralsterne sind sehr viel heller als ihre Planeten – solch ein Unterfangen entspricht dem Versuch, ein Glühwürmchen zu fotografieren, das unmittelbar neben einer kilometerweit entfernten 300-Watt-Flutlichtlampe sitzt. Doch immer dann, wenn es gelingt, eine direkte Beobachtung vorzunehmen, ist der wissenschaftliche Gewinn beträchtlich, denn Bilder liefern wertvolle Informationen über die Bahn des Planeten und über die Temperatur und die chemische Zusammensetzung seiner Atmosphäre.

Jetzt ist es gelungen, auf diese Weise mit dem 8-Meter-Teleskop Subaru auf dem Mauna Kea (Hawaii) einen neuen, bis dahin unbekanntem Planetenkandidaten zu entdecken, der den Stern GJ 758 im Sternbild Leier umläuft und die Bezeichnung GJ 758 B erhalten hat. Dabei wurde zur Beseitigung der durch die Turbulenzen der Erdatmosphäre verursachten Unschärfe modernste adaptive Optik eingesetzt.

Zwar geht auf jeder einzelnen Aufnahme das winzige Signal des Planeten im verbliebenen Lichthof des Zentralsterns unter, aber durch die raffinierte Kombination zeitlicher Sequenzen von Einzelbildern, das sogenannte »Angular Differential Imaging« (ADI) [1], konnten die Astronomen den Lichthof des Zentralsterns so weit unterdrücken, dass das schwache Leuchten des Begleiters GJ 758 B im endgültigen Bild erkennbar wurde.

Vor dieser Entdeckung waren nur zehn mögliche Exoplaneten direkt abgebildet worden. In all diesen Fällen handelt es sich um von unserem Sonnensystem sehr verschiedene Systeme: Entweder umläuft der Begleiter seinen Zentralstern in sehr großer Entfernung (mehrere hundert mal größer als die Entfernung Erde–Sonne), oder seine Temperatur ist höher als 1000 Kelvin (und entspricht damit eher der eines Sterns als der eines Planeten), oder aber der Zentralstern ist der Sonne sehr unähnlich. Verglichen mit diesen anderen Kandidaten ist GJ 758 B den Planeten unseres eigenen Sonnensystems viel ähnlicher: Er umläuft einen sonnenähnlichen Stern in einer Entfernung ähnlich jener der äußeren Planeten des Sonnensystems – von der Erde aus gesehen, steht er etwa so weit von seinem Zentralstern entfernt wie Neptun von der Sonne [2]. Die Gesamtgröße der Umlaufbahn von GJ 758 B kann bislang anhand der verfügbaren Daten lediglich abgeschätzt werden; am wahrscheinlichsten scheint ein mittlerer Abstand vom Zentralstern von 59 astronomischen Einheiten (verglichen mit 39 astronomischen Einheiten für die Pluto-Umlaufbahn). Besonders interessant ist die vergleichsweise geringe Temperatur des Planeten, die 550–640 Kelvin beträgt (entsprechend 280–370 Grad Celsius). »Dies entspricht der Temperatur eines Backofens oder der Temperatur auf der sonnenzugewandten Seite des Planeten Merkur«, sagt Dr. Christian Thalmann vom Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA), der Erstautor der Veröffentlichung, in der über die Entdeckung berichtet wird. »Damit ist GJ 758 B der kälteste jemals direkt abgebildete Begleiter eines sonnenähnlichen Sterns.«

Der äußerste Planet unseres Sonnensystems, Neptun, empfängt nur rund 1/900 des Sonnenlichts, das die Erde erreicht, und hat eine Oberflächentemperatur von nur rund 70 K (-200 Grad Celsius). GJ 758 B ist von seinem Zentralstern mindestens so weit entfernt wie Neptun. Seine wesentlich höhere Temperatur weist darauf hin, dass dieser Körper sich noch in der Phase der Kontraktion befindet, während der die jungen, massereichen Gasplaneten ihre Gravitationsenergie in Wärme umwandeln. Bei einem solchen kontrahierenden Körper sind Temperatur, Alter und Masse miteinander verknüpft: Je massereicher er ist, umso länger dauert es, bis er seine überschüssige Wärme in den Weltraum abgestrahlt und seine Gleichgewichtstemperatur erreicht hat. »Aus diesem Grund lässt sich auch die Masse von GJ

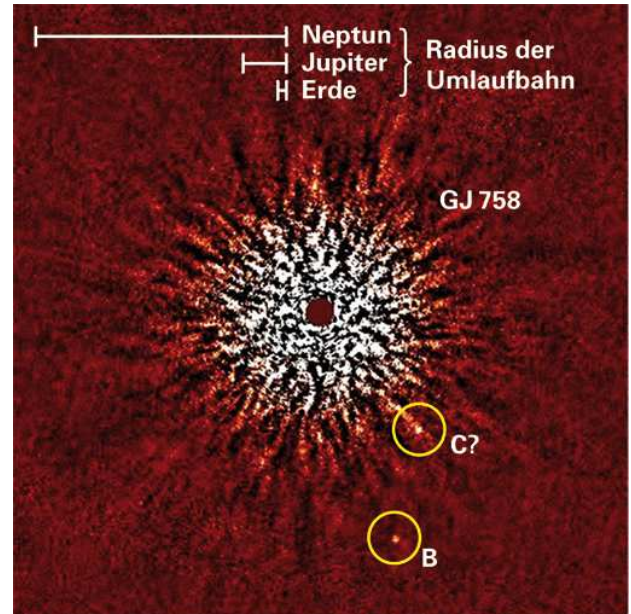


Abb. 1: Die Entdeckungsaufnahme von GJ 758 B, gewonnen im August 2009 am Subaru-Teleskop mit dem HiCIAO-Instrument im nahen Infrarot. Ohne die hier angewandte Spezialtechnik des »angular differential imaging« würde das Licht des Zentralsterns die Bilder der beiden Planetenkandidaten hoffnungslos überstrahlen. Bild: MPIA/NAOJ

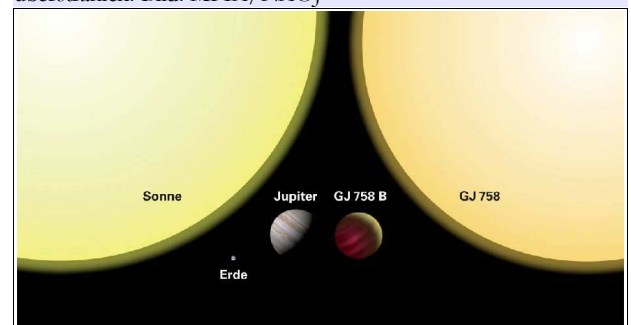


Abb. 2: Größenvergleich zwischen (von links nach rechts) der Sonne, der Erde, Jupiter, GJ 758 B und GJ 758. Aufgrund seiner Temperatur von 550 bis 640 Kelvin glüht GJ 758 B kirschrot, wie auf seiner vom Zentralstern abgewandten Nachtseite sichtbar. Bild: MPIA/C. Thalmann

758 B nicht genauer bestimmen: Seine gemessene Infrarothelligkeit entspricht der eines 700 Millionen Jahre alten Planeten mit 10 Jupitermassen, oder aber der eines 8700 Millionen Jahre alten Begleiters mit 40 Jupitermassen«, erklärt Dr. Markus Janson von der Universität Toronto, ehemals Wissenschaftler am MPIA. Da die Zentralsterne gleichzeitig mit ihren Planeten entstehen, würde eine genaue Altersbestimmung des Zentralsterns diese Unsicherheit beseitigen; die bisher verfügbaren Beobachtungsdaten lassen eine solche Altersbestimmung allerdings derzeit noch nicht zu.

GJ 758 B wurde während zwei unabhängiger Beobachtungsläufe im Mai und im August 2009 nachgewiesen. Die Bilder zeigen deutlich, dass GJ 758 B und der Stern GJ 758 nicht bloß zufällig am Himmel beieinander stehen: Wie zahlreiche andere nahe Sterne besitzt GJ 758 eine so genannte »Eigenbewegung«: Er verändert seine Position am Nachthimmel, wenn auch nur sehr langsam. Die Bilder

zeigen, dass GJ 758 B sich genau so bewegt, wie es zu erwarten ist, wenn er gravitativ an seinen Zentralstern gebunden ist: Seine Bewegung am Nachthimmel ist eine Überlagerung der Eigenbewegung von GJ 758 und seiner eigenen Bahnbewegung um den Zentralstern.

Das im August gewonnene Bild ist von etwas höherer Qualität und zeigt ein weiteres, dem Zentralstern etwas näher gelegenes Objekt. Es könnte sich um einen zweiten Begleiter handeln, der dann als GJ 758 C zu bezeichnen wäre. Allerdings muss noch mit einer weiteren, zeitlich versetzten Beobachtung geprüft werden, ob auch dieses Objekt an der gemeinsamen Eigenbewegung des Systems teilnimmt, oder ob es sich um ein Objekt im Hintergrund handelt. »Was unsere bisherigen Beobachtungen zeigen, sieht sehr viel versprechend aus«, sagt Dr. Christian Thalmann, und fügt hinzu: »Wenn es sich tatsächlich um einen zweiten Begleiter handelt, dann ist es sehr wahrscheinlich, dass beide, GJ 758 B und C, junge Planeten sind, und nicht alte Braune Zwerge. Ein System mit zwei Braunen Zwergen auf so engen Bahnen würde auf die Dauer mit großer Wahrscheinlichkeit instabil werden.« Dr. Motohide Tamura vom National Astronomical Observatory of Japan, der für das Instrument HiCIAO hauptverantwortliche Wissenschaftler, ergänzt: »Es ist unwahrscheinlich, dass die Begleiter auf ihren gegenwärtigen Umlaufbahnen entstanden sind. Sie sind wahrscheinlich erst aufgrund von Streuprozessen dort gelandet.«

»Die Entdeckung von GJ 758 B, einem Exoplaneten oder Braunen Zwerg, der einen sonnenähnlichen Stern umläuft, verschafft uns einen Einblick in die Vielfalt substellarer Objekte, die in der Umgebung sonnenähnlicher Sterne entstehen können«, sagt Dr. Joseph Carson vom MPIA, der Zweitautor der Publikation. »Dies wiederum weist darauf hin, dass unser eigenes Sonnensystem mit seinen zur Entstehung von Leben führenden Bedingungen nur ein

Szenario unter vielen ist, die sich bei der Bildung von Planeten oder Braunen Zwergen in der Umgebung sonnenähnlicher Sterne ergeben können.«

Das HiCIAO-Instrument wird nun für das fünfjährige, systematische Durchmusterungs-Projekt SEEDS zu einer umfassenden Suche nach extrasolaren Planeten und zirkumstellaren Scheiben eingesetzt. Dazu Prof. Dr. Thomas Henning, geschäftsführender Direktor am MPIA: »Die spektakuläre Entdeckung von GJ 758 B während seiner Inbetriebnahme verspricht Gutes für dieses anspruchsvolle Projekt und zeigt, dass das Instrument bestens für die ihm zugedachten Aufgaben geeignet ist.«

[1] Weitere Informationen zu dieser Abbildungstechnik bietet die Internetseite: [www.mpia.de/homes/thalmann/adi.htm](http://www.mpia.de/homes/thalmann/adi.htm)

[2] Ebenso, wie Alltagsobjekte je nach Blickwinkel des Beobachters perspektivisch verkürzt erscheinen, kann der beobachtete Abstand eines fernen Planeten von seinem Zentralstern kürzer erscheinen als der tatsächliche Abstand. Die Beobachtungen zeigen, dass GJ 758 B mindestens so weit von seinem Stern entfernt ist wie Neptun von der Sonne. Rekonstruiert man aus den vorhandenen Daten die Umlaufbahn von GJ 758 B, so ist das wahrscheinlichste Ergebnis – das sich ändern kann, wenn neue Daten zur Verfügung stehen – eine deutlich ellipsenförmige (»exzentrische«) Umlaufbahn, auf der die mittlere Entfernung von GJ 758 B von seinem Zentralstern 59 astronomische Einheiten beträgt (eine »astronomische Einheit« entspricht dem mittleren Abstand der Erde von der Sonne).

Alle Artikel mit freundlicher Genehmigung des Max-Planck-Instituts für Astronomie. Alle Artikel sind erschienen auf der Website des Instituts:

[www.mpia.de](http://www.mpia.de)

Anmerkung d. Redaktion: Das MPI bringt in loser Folge ein Wissenschaftsmagazin mit dem Titel „Max Planck Forschung“ heraus. Es gibt einen Überblick über die Max-Planck-Forschung aller Wissenschaftsbereiche. Das Magazin kann kostenlos abonniert werden: [www.magazin-dt.mpg.de](http://www.magazin-dt.mpg.de). Es ist allgemeinverständlich geschrieben und sehr interessant.



„ Das ist wie mit der Blume. Wenn du eine Blume liebst,  
die auf einem anderen Stern wohnt, so ist es süß,  
bei Nacht den Himmel zu betrachten.  
Alle Sterne sind voll Blumen.  
Wenn du bei Nacht den Himmel anschaust,  
wird es dir sein, als lachten alle Sterne, weil ich  
auf einem von ihnen wohne, weil ich auf einem von ihnen lache.  
Du allein wirst Sterne haben, die lachen können!  
Es wird sein, als hätte ich dir statt der Sterne eine  
Menge kleiner Schellen geschenkt, die lachen können.  
Mein Stern wird für dich einer der Sterne sein.  
Dann wirst du alle Sterne gerne anschauen . . .  
Alle werden deine Freunde sein.“

Antoine de Saint-Exupéry

**Einladung zur Mitgliederversammlung am 10. März 2010  
Vereinsheim Würden Beginn 19:30 Uhr**

**Tagesordnung**

- |       |  |
|-------|--|
| TOP 1 | Begrüßung, Feststellung der Beschlussfähigkeit,<br>Annahme der Tagesordnung  |
| TOP 2 | Berichte des Vorstands<br>2.1 Bericht des Vorsitzenden<br>2.2 Bericht des Schatzmeisters<br>2.3 Bericht der Kassenprüfer   |
| TOP 3 | Entlastung des Vorstands   |
| TOP 4 | Berichte der Arbeitsgruppen<br>4.1 Redaktion der Himmelpolizey<br>4.2 Redaktion Homepage<br>4.3 Arbeitsgruppe Kinderastronomie<br>4.4 Arbeitsgruppe Jugendastronomie<br>4.5 Arbeitsgruppe Himmelsbeobachtung<br>4.6 Arbeitsgruppe Astrophysik<br>4.7 Arbeitsgruppe Astrofotografie |
| TOP 5 | Verschiedenes  |

**Termine der AVL Januar bis Mai 2010**

Dienstag, 26.01.2010 19:30 Uhr  
**Wenn der Mond die Sonne frisst -  
Faszination Sonnenfinsternis**  
Referent: Alexander Alin, AVL

Donnerstag 25.02.2010  
**Vom Werden und Vergehen des Universums**  
Referent: Dr. Peter Steffen, AVL

Samstag 20.03.2010 ab 17:30 Uhr  
**Einweihung der Jugend- und Vereinssternwarte**  
für geladene Gäste und Mitglieder  
im Anschluss ab ca. 19:30 Uhr folgt die  
**10. Lilienthaler Nacht der Sterne**  
AVL-Sternwarte, Würden 17, Lilienthal

Freitag 16.04.2010 19:30 Uhr  
**Wo bitte geht's zum Pol?**  
**Geschichte der astronomischen Navigation**  
Referent: Matthias Popp, AVL

Dienstag 11. Mai 2010 19:30 Uhr  
**Vom großen Wagen zum Kreuz des Südens -  
Mit den Sternen auf Kreuzfahrt  
zwischen Europa und Mittelmeer**  
Referent: Dr. Hartmut Renken, Bremen  
Murkens Hof, Schroetersaal, Klosterstr. 25, Lilienthal

Alle Vorträge im Vereinsheim, wenn nichts anderes angegeben.

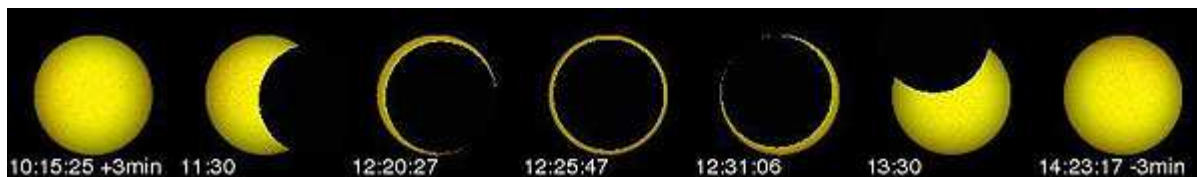
## Zu guter Letzt



Unser „Ausandskorrespondent“ Alexander Alin war wieder einmal auf der Jagd nach Sonnenfinsternissen. Hierzu schrieb er: „Am 15. Januar gegen 16:55 Uhr Pekinger Zeit konnte man Strand von Qingdao (in Deutschland auch als Tsingtau bekannt) eine ringförmige Sonnenfinsternis sehen. Bei aufziehende dünner Bewölkung waren die letzten 20 Minuten vor der ringförmigen Phase mit bloßem Auge zu beobachten. Dieses Bild entstand etwa 12 Minuten vor Sonnenuntergang während der ringförmigen Phase, die insgesamt etwas über 7 Minuten dauerte.“

### Längste Sonnenfinsternis des Jahrtausends

In voller Länge zu sehen auf den Malediven:



Grafik: A. Barmettler/CalSky

Arnold Barmettler von Asonomie.Info erklärte dazu: „Es ist kein Zufall, dass wir innert 6 Monaten die beiden Extrem-Sonnenfinsternisse erleben. Grund dafür ist die räumliche Lage der Apsidenlinie der Mondbahn (Perigäums-Apogäums-Linie) und deren Zusammenfallen mit den Neumonden. Am vergangenen 22. Juli 2009 stand der Neumond nur 6 Stunden vor der totalen Sonnenfinsternis in extremer Erdnähe. Jetzt durchläuft der Trabant bloss zwei Tage nach der ringförmigen Sonnenfinsternis, in den frühen Morgenstunden des 17. Januar 2010, den erdfernten Punkt seiner elliptischen Bahn. Da die Finsternis zudem nur 11 Tage nach der Sonnennähe der Erde stattfindet, sind auch hier die scheinbaren Grössenverhältnisse von Sonne und Mond extrem. Während uns die Sonne 32'30" gross erscheint, wirkt der Mond mit seinen 29'28" geradezu winzig. Sein Scheibendurchmesser ist somit 9,3%, seine Fläche sogar 18% kleiner, als die der Sonne, womit ein breiter Sonnenring entsteht“.