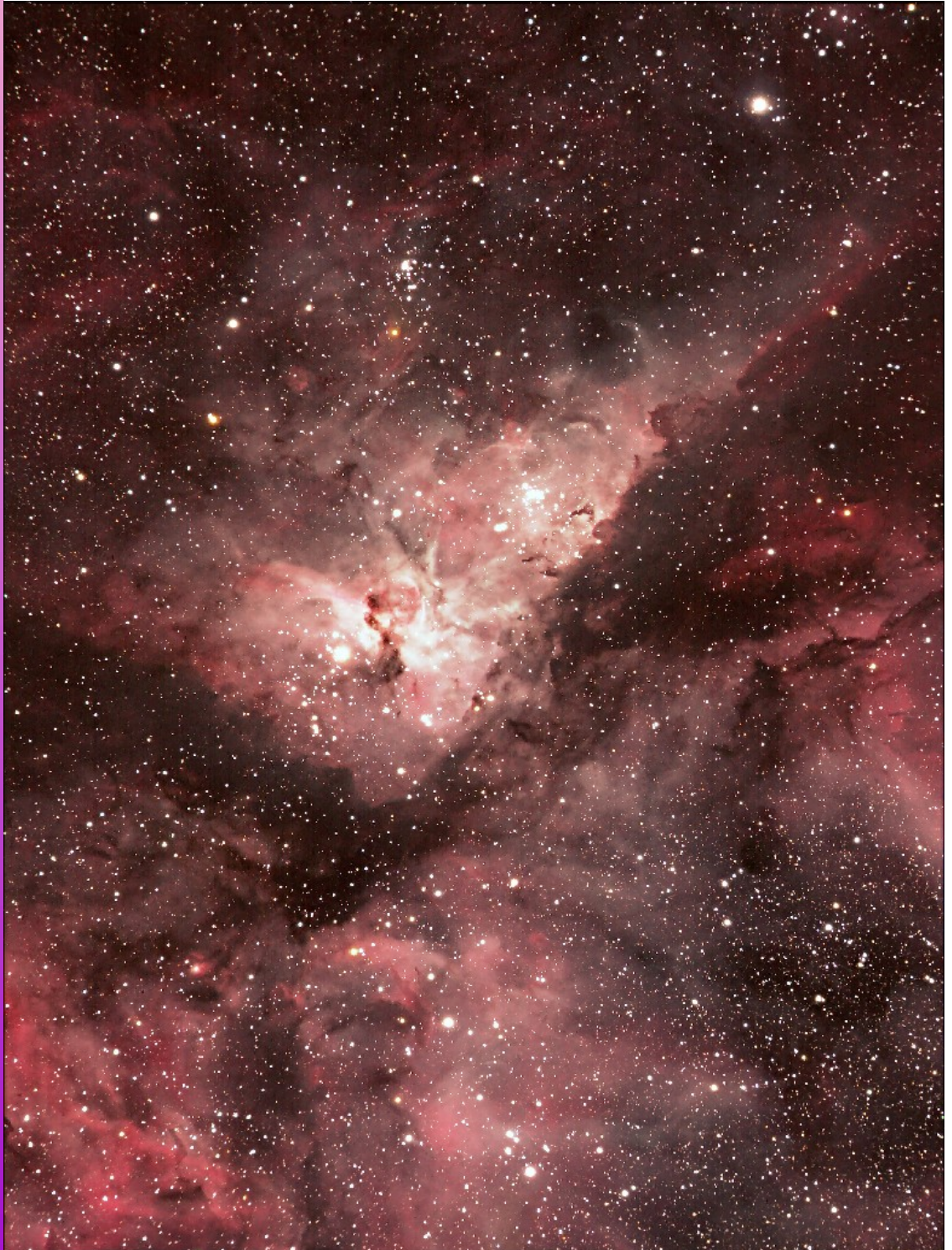




Die Himmelspolizey

AVL Astronomische Vereinigung Lilienthal e. V.



18
04/09

ISSN 1867-9471

**Auf Astro-Safari in Namibia
Unter südlichem Himmel**

**Neues aus der Elementarteilchenphysik
Der LHC und die Schwarzen Löcher**

Die Himmelspolizey

Jahrgang 5, Nr. 18

Lilienthal, April 2009

Inhalt

Die Sterne.....3	Teil 2: Sankt Petersburg.....18
Einmal Milchstraße und zurück –	Der LHC und die Angst vorm Schwarzen Loch.....21
Eine Reise ins Land der Sundowner.....4	Living Doll und die Entropie.....23
Der Virgo-Galaxienhaufen.....9	Astrosplitter.....24
Internet-Observatorien:	Termine27
Astrophotographie unter besten Bedingungen.....13	Zu guter Letzt.....28
Von Sibirien zur Ostsee -	

Titelbild

Das Titelbild der April-Ausgabe zeigt dieses Jahr einen Ausschnitt aus dem Eta-Carinae-Sternentstehungskomplex, der etwa den vierfachen scheinbaren Monddurchmesser hat. Mittig senkrecht ist der sogenannte Schlüsselloch-Nebel sichtbar, links davon in einer Staubhülle verborgen, der Stern Eta Carinae. Er hat circa 100 Sonnenmassen, ist instabil und wird in fernerer Zukunft als Hypernova explodieren. Mehr über eine Reise zu diesen Sternen, verbunden mit einem Urlaub in Namibia, erzählt Ihnen Hans-Joachim Leue ab Seite 3.

Aufnahme Rooisand-Team 2008 - 150mm Zeiss-APQ-Refraktor f/8, Bel. 5 x 600 sec, ISO 400, Canon EOS-40D, 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 veröffentlicht. Mitarbeiter der Redaktion: Alexander Alin. E-Mail: hipo@avl-lilienthal.de. Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe ist der **1. Juni 2009**. 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:

Vorsitzender:

Peter Kreuzberg(04202) 88 12 26

Stellv. Vorsitzender:

Ernst-Jürgen Stracke(04792) 10 76

Pressereferat::

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

Koordination Sternwarte Würdten:

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

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 Uhden.....(04298) 47 87

DIE STERNE liebe Leserinnen und Leser, der südlichen Hemisphäre flackern auch! Und zwar mehr als ich erwartet hatte, bevor ich am östlichen Rand des Namib Naukluft Nationalparks die hellsten des Firmaments, Sirius, Canopus und Toliman in ungewohnter Pracht und Deutlichkeit bewundern konnte.

Ihre Szintillation passt eigentlich nicht in das Gesamtbild, den als ersten Eindruck ein erhabener Himmel und ein archaisch überwältigendes Panorama mit der sprichwörtlichen Stille eines Friedhofes hinterlassen. Aber der Widersprüche sind viele, taucht man tiefer in die Szenerie der Umklammerung durch Land und Sterne ein! Die Milchstraße der südlichen Wintermonate steht wie ein gleißendes Band und bereits in der Dämmerung sichtbar, unendliche Ruhe und Erhabenheit ausstrahlend, fast im Zenit und „klappt“ im Laufe der Nacht auf den westlichen Horizont.

Die Milchstraße dominiert das Firmament, sie ist ein Teil der Landschaft! Schaut sie schon prächtig aus in Breiten, in denen man noch einen halbwegs dunklen Flecken an der See oder in den Bergen findet; sie bleibt trotzdem auf Distanz. Unter dem dunklen Himmel Namibias, gleich hinter dem Gamsberg, der einmal die Südsternwarte der ESO tragen sollte, wirkt sie raumgreifend, von beängstigender Schönheit. Ich denke, sie gehört auch nur dorthin, wo man sie noch in aller Pracht bewundern kann und will; wo man sie nicht per Knopfdruck auf den Lichtschalter ausblendet.

Ein Anachronismus nahezu, sie so im Lichtermeer der unbegrenzten Beliebigkeiten beobachten zu wollen, in der das Kapital ganzer Volkswirtschaften über Nacht verzoockt werden kann – man erwartet einen Aufschrei, doch kaum jemanden scheint's zu stören – während auf dem schwarzen Kontinent der Tod durch Hunger und Krankheit millionenfach umgeht.

Doch wie lange noch? Das letzte Frühjahr im Wüstenstaat war schon sehr nass, und die Einheimischen spüren langfristige Wetterveränderungen. „Tausendmal fotografiert – tausendmal ist nichts passiert“ möchte man sagen, sieht man sich oberflächlich die Rohbilder der Digitalkamera an.

Voller Dramatik erscheint nach erfolgreicher Bildbearbeitung das Ergebnis. Und darin liegt wohl auch der Reiz und der Sinn der Unternehmung: Nicht als reproduzierender Künstler zu funktionieren und mehr oder minder richtige Erklärungen zu kommerziellen Bildern parat zu haben, sondern als Pixel-Jongleur und Zauberer aufzutreten, als Fragender, als Staunender – und auch als Zweifler!

Chaotisch zerrissen präsentiert sich da die Welteninsel, in der wir mit unserem Sonnensystem leben: Von unzähligen Dunkelwolken, HII-Regionen und Reflexionsnebeln der unterschiedlichsten Formen und Entwicklungszustände zersetzt, eingebettet in einen Sternenozean. Zahllose offene Sternhaufen dokumentieren die erfolgreiche Erschaffung neuer Welten; zahlreiche alte Sterne das kommende Ende!

Das gleiche Erscheinungsbild bei unseren Nachbargalaxien, der kleinen und großen Magellanschen Wolke, in der schon die kurzbreitweitige Kamera das Phänomen der Sternengeburt sichtbar macht. Großfernrohre liefern detailreiche Bilder der Sternentstehung und vom Sternentod und entdecken ihre vermeintlichen Ursachen. Es sind Ausschnitte aus einer komplexen Welt, deren Zusammenhänge dem Beobachter oft verborgen bleiben.

So wird z.B. nur schwer deutlich, geflissentlich übersehen oder dichterisch verklärt, dass Tod und Leben – nur wenige Lichtjahre voneinander getrennt – dicht beieinander liegen, wie z.B. im Eta-Carinae-Komplex, der eindrucksvoll die ersten Abendstunden über dem südlichen Horizont bestimmt. Oder, dass die Nova, deren Reste den Helix-Nebel kennzeichnen, bei noch näherer Distanz das gesamte Sonnensystem weggeblasen hätte. Der Beispiele sind viele! C'est la vie! So auch für die Zebras, ein paar hundert Meter von der Sternwarte entfernt, die in der Nacht panisch auf die Attacken des Leoparden reagieren.

Fressen und gefressen werden scheint die Maxime zu sein, deren Spuren unübersehbar sind; nicht nur am Himmel! Ob sich für das Schwarze Loch im Zentrum der Milchstraße die Alternative auch stellt? Es stand gerade im Zenit in einer unübersehbaren Sternensammlung. Sicher nicht für die Sagittarius-Zwerggalaxie, für die unsere Milchstraße gerade das „große Fressen“ vorbereitet! Undurchschaubar das „Wieso und Warum und nicht anders“.

Doch schon allein der Versuch zur Erklärung der Motivation, zur Abschätzung der Energie, die alles antreibt, bleibt ein ohnmächtiges Phantasieunternehmen. Gleichwohl die drängenden Fragen nach dem Woher und Wohin. Ein gehöriges Quantum an Verdrängungsenergie scheint nötig, soll die Sinnfrage ein unterschwellig schleichender Prozess bleiben.

Passt der Mensch mit seinen Gefühlen wie Mitleid und Liebe eigentlich in dieses Szenario? Oder ist er und sein Universum eine Fehlentwicklung, ein Experiment, auch angesichts der vermeintlichen oder manifestierbaren Unzulänglichkeiten, die ihn und die umgebende Natur an den Rand der Selbsterstörung führen? Astronomisch gesehen ist es egal, ob die Erde ein paar Jahre früher oder später nicht mehr lebenswert ist. Eine Übergangserscheinung ist der Mensch ohnehin, der mit seinem derzeitigen Wissen glaubt, ein wenig an der Himmelstür zu kratzen! Aufgetan wird ihm sicher nicht.

Das nihilistisch angehauchte Gedankenspiel mag Rechtfertigungsgrund für die Dinge sein, die manche Menschen veranstalten, andere nicht mehr verstehen. In der Grauzone zwischen wissen, errahnen, hoffen oder glauben liegt vielleicht aber der Aufbruch zu neuen Ufern oder zur Selbstberuhigung. Oder doch alles nur eine Täuschung, so wie das Flackern von Alpha Canis Majoris, Alpha Carinae und Alpha Centauri? Denn eigentlich flackern sie doch gar nicht!

Hans-Joachim Lene

Einmal Milchstraße hin und zurück – Eine Reise ins Land der Sundowner

VON HANS-JOACHIM LEUE, Hambergen

Wenn der Airbus der Air Namibia nach 9stündigem Flug durch die Nacht in den Morgenstunden auf dem Rollfeld des Hosea Kutake-Airports, ca. 40 km östlich von Windhoek auf einer Hochebene gelegen, aufsetzt, hat man zwar den längsten aber sicher nicht den gefährlichsten Teil der Reise ins zentralnamibische Hochland überstanden. Hundert-siebzig Kilometer Schotterpiste liegen dann noch zwischen der 350-Tausend-Einwohner-Metropole und der Rooisand-Desert Ranch in der Region Khomas, dem Ziel unserer Reisegruppe aus sieben Sternfreunden, vornehmlich aus dem Raum Oldenburg.

In der Khoi-Sprache bedeutet Khomas „hügeliges Land“, und, sieht man von den nicht gerade kleinen Bergen ab, die die namibischen Hochebene kennzeichnen, so lagen die Ureinwohner mit ihrer Bezeichnung der Savannenlandschaft längs des Pads C26, welcher Windhoek mit der Atlantikküste verbindet, nicht ganz falsch.

Gut Pad! – so verabschieden sich einheimische Autofahrer auf Afrikaans, wenn sie auf die Piste gehen! Pads sind Schotterstraßen, die netzartig das Land durchziehen; 1500 km von Nord nach Süd; 600 bis 1100 km von Ost nach West, mit zahllosen Querverbindungen, auf denen man stundenlang keinem Fahrzeug begegnet - wenn man Pech hat und Hilfe braucht. Nur wenige Strecken sind asphaltiert, und es empfiehlt sich, die vorgeschriebene max. Geschwindigkeit von 80 km/h einzuhalten. Darüber hinaus beginnt das Fahrzeug zu schwimmen, erwischt man ungewollt nach einer nicht einsehbaren Biegung den Pistenrand. Ein Pad nimmt, außer in den Bergen, keine Rücksicht auf die Geologie des Landes. Man trifft auch auf alle Schotterarten, in Farbe und Körnung. Selten ist eine Piste glatt, meist holprig mit kurzen, kräftigen Bodenwellen, die durch den Frontantrieb der Fahrzeuge entstehen.

Maximal 15.000 Kilometer sollen gute Reifen durchhalten, bevor sie gewechselt werden müssen! Die Scrapper, die mit einer Tagesleistung von 12 Kilometern die Piste glatt schrappen, werden ihrer Aufgabe nicht überall gerecht.

Im gebirgigem Terrain scheint man manchmal in einen Abgrund zu fahren, muss man einen der häufigen Wildwasserläufe überqueren, in denen in der Regenzeit die Wassermassen von den Bergen rauschen. Ungemütlich kann es auch werden, wenn man plötzlich in ein Sandbett fährt! Und dann sind da noch die sporadischen Begegnungen mit einer Pavianfamilie, einer Ziegenherde, der zielsichere Anflug von Vögeln oder der Wettlauf mit einer ausgewachsenen Oryxantilope, die den Adrenalinpiegel ansteigen lassen. Aber es ist nicht unmöglich, eher wahrscheinlich, heil ein Ziel zu erreichen. Padfahren kann auch Spaß machen!

In Windhoek musste noch eingekauft und das

Fahrzeug gewechselt werden. Nach 110 durchgeschüttelten Kilometern erreicht man den Gamsberg, der, wie alle Berge Namibias, schon mindestens 60 km aus der Ferne sichtbar wird. Er wurde 1970 vom Max-Planck-Institut gekauft, um auf ihm in mehr als 2000 Meter Höhe die Südsternwarte der ESO zu errichten.

Die unsichere politische Lage vor der Unabhängigkeit im Jahre 1990 und die weite Vorausplanung für den Bau des Very Large Telescopes (VLT) auf dem Cerro Paranal haben für La Silla in der Atacama-Wüste in Chile den Ausschlag gegeben. Der Gamsberg ist ein markanter Tafelberg, zu dessen Füßen die Astro-Gästefarm Hakos und die Internationale Amateur-Sternwarte (IAS) liegen. Etwa 60 km vom Gamsberg entfernt, der so etwas wie ihr Hausberg ist, erreicht man die Rooisand-Ranch, die an rotfarbenen Sanddünen liegt – deshalb auch der Name.

Vom Gamsbergpass, der über eine unbefestigte Serpentinstraße erreicht wird – ab und zu sieht man ein abgestürztes Fahrzeug – hat man einen unbeschreiblichen Weitblick über das Escarpment, einem Gebirgswall mit Höhen von über 2000 Metern, und auf jene Bergketten, die bis zu 120 Kilometer entfernt im Osten in das Zentralplateau übergehen. Man glaubt dabei, hier wurde das 3D-Sehen erfunden! So unglaublich scharf und plastisch sind auch noch die weit entfernten Bergspitzen zu erkennen! Die geringe Luftfeuchte von 10 bis 15 % macht's möglich, dass die Landschaft nicht im Dunst weich gezeichnet wird!

Nach mehr als 24 Stunden Reisezeit ab Bremen und leicht angestaubt ist das Ziel erreicht. Die im Kolonialstil erbauten Farmgebäude der Ranch stehen inmitten einer üppigen, künstlich angelegten Vegetation und lassen mit ihrer Einrichtung keine Wohlwünsche offen. Hohe Palmen, landschaftsunüblich, scheinen ein Statussymbol einer gut geführten Anlage zu sein! Es gibt einen Swimmingpool, Tennisplätze, Fitness-Einrichtungen und eine sehr gute Küche, die manchem Sternrestaurant Konkurrenz machen könnte. Das Ziel der Begierde, die Sternwarte, liegt (1300m ü. NN) ca. 150 Meter höher und 2,5 km von der Ranch entfernt. Die zur Verminderung des bodennahen Seeings auf Stelzen gesetzte 3,2-Meter-Baaderkuppel (Bild 1) steht zusammen mit einem Wohnhaus und zwei Betonplattformen auf der Kuppe eines kleinen Berges. Die Wohnanlage kann 5 Personen beherbergen und ist als komfortable Ferienwohnung eingerichtet. Auf den Plattformen stehen Säulen für kleinere Montierungen: Sphinx und Atlux mit Celestron 5- und Celestron 8-Teleskopen auf Montage-Platten, die Schienen für Kameras und Teleskopen tragen. Ein großes Binokular-Teleskop sowie ein 30cm-Dobson-Spiegelteleskop vervollständigen die Ausrüstung für visuelle Beobachtungen.



Abb. 1: Sternwartenkuppel und Fernrohrsäulen – Blick gen NO.
Bilder 1&2: H.-J. Leue

Details sind über die Homepage www.rooi-sand.com zu erfahren!

Die Kuppel beherbergt auf einer schweren GOTO-Montierung GTO 1200 von Astro Physics ein „ausgesuchtes“ Celestron 14-Teleskop f/11, einen 150 mm- Zeiss-APQ-Refraktor f/8 und einen 80mm-Zeiss- AS- Refraktor f/10,5. Eine ST10-CCD-Kamera sowie eine hochauflösende Video-Kamera für Mond- und Planeten-Aufnahmen gehören mit zur Ausrüstung, so dass lediglich das individuelle Equipment mit Kameras und Objektiven mitzunehmen ist

Unsere Reisegruppe war reichlich mit Laptops, Kamera-Optiken und DSLR-Kameras sowie zwei CCD-Kameras eingedeckt. Kein Wunder, dass der vierstrahlige Airbus einen langen Startweg benötigte!

Von der Sternwarte hat man einen weiten Rundblick auf die Umgebung. Im Osten wird sie von einer schroffen Bergkette begrenzt, in denen Leoparden, eine Affenfamilie, Bergzebras und die Schwarze Mamba leben und die durch ein Tobeltal vom Sternwartenberg getrennt ist. Gleich „um die Ecke herum“ steht der Gamsberg in seiner majestätischen Pracht.

Die einige Kilometer lange Bergkette im Westen ist ca. 2 bis 3 km entfernt und begrenzt eine Talsenke, die sich von Norden nach Süden zieht, bis sie sich im Südwesten in Einzelberge auflöst. In der savannenartigen Senke verläuft der Pad, auf dem in der Mittagszeit zahlreiche Windteufel wie Irrlichter hin und her laufen. Zwischen den einzelnen Faltungsbirgen sieht man einen nach Osten gerichteten Zipfel der Namib-Wüste, etwa 50 km entfernt; im Süden weiter und weit entfernte Gebirgszüge. (Bild 2)

Wenn in den frühen Morgenstunden die Milchstraße im westlichen Horizont hinter den Bergen versunken ist, steigt über diesem gigantischen Panorama, das ein kaum zu beschreibendes Gefühl unendlicher Freiheit vermittelt, der Erdschatten auf; zum Zenit zu durch einen rosaroten Saum begrenzt.

Die Sonnenuntergänge – die Einheimischen nennen sie Sundowner – sind nicht minder spektakulär. Es soll nicht wenige Namibia-Liebhaber geben, die wegen des einmaligen Farbspiels die lange Reise in den Wüstenstaat unternehmen. Neben den bekannten



Abb. 2: Sternwartenwohnanlage und Säule mit Atlux-Montierung – Blickrichtung SW

Rosa-, Grün- und Rottönen über dem Horizont ist ein lilafarbenes Band am Übergang zum Himmelsblau auffällig, so dass man in der Dämmerungszone fast das gesamte visuelle Spektrum wieder findet; was man von einem „ordentlichen“ Himmel auch erwarten kann.

Die Nama-Urbevölkerung hatte eine etwas makabere doch existentielle Vorstellung vom Sonnenuntergang: Erfolgreiche Jäger haben auf der Jagd die Sonne erlegt, deren Blut hellrot über den Horizont spritzt.

Besonders romantisch wird ein Sundowner, wenn, wie in den letzten Tagen vor der Heimreise, die schmale Mondsichel waagrecht liegend zusammen mit der Venus in dieser Farborgie „untergeht“.

Die Milchstraße – schon in der Dämmerung wird sie sichtbar! Eine dreiviertel Stunde lang nach Sonnenuntergang „stört“ dann noch das Zodiaklicht, das in den Wintermonaten Juli/August bis zu einer Höhe von 50 Grad senkrecht über dem Westhorizont steht. Die Sonne erhellt den Staub in der Planetenbahnebene, der sich bei guter Transparenz als keulenartige Struktur vor dem dunkler werdenden Himmel abbildet.

Johann Hieronymus Schroeter schreibt in seinen Beobachtungsaufzeichnungen um 1800, dass er das Zodiaklicht regelmäßig in Lilienthal beobachten konnte - ein Indiz für den Verschmutzungsgrad der Atmosphäre heutzutage!

Mit zunehmender Dunkelheit nimmt die Milchstraße an Kontur zu. Ihre Dunkelwolken werden zu schwarzen Klecksen inmitten eines gleißenden Bandes, das sich vom Horizont im Norden zum Horizont im Süden erstreckt, im Laufe der Nacht durch den Zenit wandert und in den Morgenstunden auf den westlichen Horizont „klappt“.

Mit den bis dahin unbekanntenen Sternbildern des Südhimmels wird man schnell vertraut! Alpha und Beta Centauri, die Sterne in unmittelbarer Nachbarschaft der Sonne, strahlen unübersehbar.

Das Kreuz des Südens ist trotz seiner weniger hellen Sterne prägnant. Das Sternbild Scorpion, von dem man in unseren Breiten lediglich Teilstücke über dem südlichen Horizont sieht, erstreckt sich über die

gesamte Breite der Milchstraße. Die Emissionsnebel Omega- und Adler-Nebel stehen im Zenit und sind selbst im Feldstecher nicht sofort aus dem Sternenseer der Milchstraße zu trennen.

Ganz ungewohnt am nördlichen Himmel: Das Sternbild Schwan steht auf dem Kopf, ebenso wie die Cassiopeia, die für kurze Zeit am Abend noch zu sehen ist. Weit nach Mitternacht werden M31, die große Andromeda-Galaxie, auf einer Spitze stehend, und die Plejaden sichtbar. Das Sternbild Orion geht im Nordosten zuerst mit dem rechten Fußstern – Rigel – auf. Betelgeuse ist der letzte der hellen Sterne, der sich von den Bergspitzen „löst“.

Im Osten sind über den Bergkämmen inzwischen auch die beiden Magellanschen Wolken aufgegangen. In den Dämmerung war die kleine (SMC) bereits hinter den Bergen verschwunden, die große (LMC) im Untergang begriffen. Der helle Stern Canopus - Alphastern im Sternbild Carina und Leitstern für viele interplanetare Raumsonden - weil er nahezu in der Ekliptikebene steht - und die Magellanschen Wolken stehen quasi „unter“ dem Sternbild Orion.

Dominierend für ein paar Stunden nach der Dämmerung ist das große Sternentstehungsgebiet der Milchstraße im Sternbild Carina, zu dem der große Orion-Nebel im Vergleich ein blasser Schimmer ist. Die leuchtende Gaswolke steht in einer Entfernung von 7.000 bis 10.000 Lichtjahren innerhalb des offenen Sternhaufens Tr 16, ist mit unzähligen Dunkelwolken und sog. Elefantenrüsseln durchsetzt, in denen innerhalb astronomisch kurzer Zeitabstände Veränderungen auch mit kleinen Fernrohren beobachtet werden können. So hat z.B. John Herschel, der Sohn William Herschels, bei seinen Beobachtungen des Carina-Komplexes im Zentrum von NGC 3372 eine Stelle des sog. Schlüsseloch-Nebels als helle zirkuläre Schale beschrieben, an der wir heute eine Dunkelwolke sehen!

Herschel hielt sich mit seiner Familie fünf Jahre am Kap der Guten Hoffnung auf und durchmusterte mit einem 20-füßigen Spiegelteleskop und einem 7-füßigen Refraktor ca. 2300 Nebelgebiete und katalogisierte mehr als 2100 Doppelsterne. Es dürfte die erste große Südsternwarte in der Astronomiegeschichte gewesen sein. Wohl auf dem Rückweg besuchte er 1838 Wilhelm Olbers in Bremen. Leider liegen darüber keine detaillierten Aufzeichnungen vor.

Der in seiner Helligkeit schwankende, heute ca. 6 bis 7 Magnituden helle Stern Eta Carinae, der im Jahre 1677 von Edmond Halley noch mit der 4. Größenklasse beschrieben wurde und der inzwischen mehrere dokumentierte Helligkeitsausbrüche hatte, ist nicht nur der hellste Stern in der Milchstraße, sondern einer der interessantesten Sterne überhaupt. Er gehört zur wenig besetzten Klasse der LBV-Sterne (Leuchtstarker Blauer Veränderlicher, 100 bis 150 mal massereicher als unsere Sonne), auch als instabile Hyperriesen bezeichnet, die in wenigen Jahrmillionen durch sporadische Ausbrüche ihre gesamte



Abb. 3: Sternentstehungskomplex NGC 3567 im Sternbild Carina

Abb. 3 bis Abb. 6: Rooisand-Team 2008. Eikmeier, Leue, Lucius, Paech, Schwertfeger, Simon. Bildbearbeitung: H.-J. Leue. Instrument: 150 mm. Zeiss- APQ-Refraktor – CCD SBIG- ST 6303,80 mm TMB f/4.8 – DSLR Canon EOS- 20Da

Masse „verheizen“. Das Hubble-Teleskop hat um den Stern herum eine bipolare Staubwolke sichtbar gemacht, die als Homunkulusnebel bezeichnet wird und ca. 0,5 Lichtjahre in der Längsachse misst. (S. Titelbild: Der Schlüsselochnebel steht senkrecht in der Bildmitte, wobei die Dunkelwolke den „Bart“ kennzeichnet. Links daneben Eta Carinae, im Homunkulusnebel eingebettet).

In einigen tausend Jahren wird der Stern (oder das wahrscheinliche Doppelsternsystem) wohl als hypothetische Hypernova ein dramatisches Ende finden und als schwarzes Loch enden.

Verfolgt man die Milchstraße in ihrem Verlauf, künden zahllose Sternhaufen der unterschiedlichsten Entwicklungszustände, meist in der Nähe von leuchtenden Wasserstoffwolken oder in der Verbindung mit Dunkelwolken, von der Entstehung neuer Sterne in unserer Galaxie. Selbst mit Amateurmitteln sind davon eindrucksvolle Bilder möglich, wie z.B. im Komplex NGC 3576/3603, einem relativ kleinen Gebiet mit leuchtenden Gasnebeln im Sternbild Carina, von denen ein Teil eine bemerkenswerte, bogenförmige Struktur hat. (Bild 3).

Der links im Bilde befindliche Nebel ist jedoch fast dreimal so weit entfernt, auch erkennbar an seiner rotgelben Färbung (das rechte Nebelgebiet ist violettfarbener), die durch die intergalaktische Absorption hervorgerufen wird.

Faszinierende Gebiete sind auch im Sternbild Scorpion zu finden, wo zwei Schlotte aus dunkler Materie in der Nähe des Alphasterns Antares in einem Komplex enden, in dem die Kamera Emissions- und Reflexionsnebel unterschiedlichster Farben zeigt. Eindrucksvoll auch die Schockfronten in einer riesigen Staubwolke, hervorgerufen durch den Sternenwind von Antares. Oder der sogenannte Katzenpfotennebel und der stark strukturierte Nebelkomplex NGC 6357, der anfänglich als Rest einer Nova-Explosion gedeutet wurde bis das Hubble-



Abb. 4: Sternentstehungskomplex NGC 6726 im Sternbild Corona Australis

Teleskop in seinem verborgenen Inneren einen supermassiven Sternhaufen – Pismis 24 – entdeckte.

Etwas subtiler dagegen ist das Objekt NGC 6726/27, das unscheinbar in einer kleinen Dunkelwolke im Sternbild Corona Australis verborgen ist (Bild 4). Ähnlich wie in den Plejaden sind in der Umgebung einiger Sterne noch die Reste der Sterngeburt in Form von blauen Reflexionsnebeln sichtbar. Auch mindestens ein Herbig-Haro-Objekt – HH100 – ist gut zu fotografieren und mit Geduld und Spucke können über einen Zeitraum von einigen Monaten Änderungen in der Nebelstruktur nachgewiesen werden. So spannend kann Astronomie sein, manchmal auch ohne Bilder vom Hubble-Space-Teleskop!

Es gibt noch zahlreiche erwähnenswerte Beispiele, die viele Seiten der Beschreibung füllen könnten.

Die Milchstraße stellt sich als eine riesige Star Creating Factory da. Und wie viel bleibt davon noch verborgen in den Wolken aus Staub und Gas; trotz moderner Infrarot-Teleskope!

Aber auch in unseren Nachbargalaxien sind derartige Vorgänge keine Seltenheit und dem Amateurastronomen gut zugänglich. Von den zur sogenannten Lokalen Gruppe gehörenden Objekten waren die irreguläre Galaxie NGC 6822, auch Barnards Galaxie genannt, die zweitnächste im System, sowie die beiden Magellanschen Wolken am Winterhimmel sichtbar. Die „weit“ entfernten Galaxien M 31 (Andromeda-Nebel) und M 33 im Sternbild Dreieck sollen hier ausgenommen bleiben!

NGC 6822, in der Struktur und Zusammensetzung ähnlich der SMC, beherbergt zahlreiche Komplexe mit heißen, jungen Sternen des Wolf-Rayet-Typs sowie leuchtende Gaswolken, unter ihnen einen sog. Bubble-Nebel, die nach dem bisherigen Stand der Galaxien-Entwicklung dort nicht hingehören. So wie auch die je ca. 15 Komplexe in den Magellanschen Wolken, die mit kleinen Fernrohren, ja z.T. schon mit Teleoptiken sichtbar und fotografierbar sind. Ein markantes Beispiel ist der sog. Tarantel-Nebel in der LMC (Bild 5).

Sie alle verbindet wohl ein gemeinsames Schicksal



Abb. 5: Große Magellansche Wolke mit Tarantel-Nebel – Ausschnitt

– sie sind alle zumindest einmal – kollidiert; sehr wahrscheinlich mit unserer Milchstraße, die sich streng genommen als gefräßiges „Monster“ darstellen lässt. Ist sie doch augenblicklich dabei, die Sagittarius-Zwerggalaxie zu verspeisen. Neueste Untersuchungen haben ergeben, dass sie viel massereicher ist als bisher angenommen und wohl der Andromeda-Galaxie ähnlich sehen dürfte. Eine Kollision bedeutet auch einen Austausch von Materie und ist eine Initialzündung für Sternentstehungsprozesse.

Die LMC, die John Herschel als Galaxie mit Einzelsternen erkannte, gilt auch nicht mehr als irreguläre Galaxie, seitdem eine Balkenstruktur nachgewiesen wurde. Die Sicht auf eine Kante der Sterneninsel macht es schwierig, ihre genaue Form zu bestimmen. Der riesige Halo um die Galaxie und ein Wasserstoffband – der sogenannte Magellan-Strom – zwischen unserer Milchstraße und den beiden Magellanschen Wolken ist ein Indiz für eine Kollision.

Überhaupt ist der Anblick dieser beiden Nachbargalaxien, wenn sie „übereinander“ am Himmel stehen, ein Erlebnis für sich. Sie sind heller und größer als zuvor angenommen und man erinnert sich ein wenig an die Ausgangsszene einer Starwars-Episode, bei der eine ausgewachsene Spiralgalaxie beim Abflug des Sternenkreuzers durch ein scheu- nentorgroßes Fenster „blickt“.

Die beiden „Wolken“ waren übrigens die einzigen, die man zu Gesicht bekam!

Auch der bis dato hellste Kugelsternhaufen in unserer Milchstraße, Omega Centauri, hat seinen Nimbus verloren. 47 Tucanae, über der SMC zu finden, dürfte jetzt der hellste seiner Klasse sein. Omega Centauri gilt heute als irreguläre Galaxie, die auch mit der Milchstraße kollidierte und deshalb Sterne unterschiedlicher Altersklassen enthält.

Aber auch tief im Raum finden die Astronomen immer häufiger Galaxien, die miteinander kollidiert sind, die neue Sterne produzieren und in denen gewaltige Prozesse ablaufen, die mit Spezialteleskopen sichtbar gemacht werden können. Ein Beispiel dafür ist die berühmte Radiogalaxie Centaurus-A, von der der riesige Halo und das

markante Staubband gut zu beobachten sind. (Bild 6)

So ändern sich die Zeiten, denkt man noch an die von Hubble aufgestellte Klassifizierung der Galaxien mit ihrer „folgerichtigen“ Entwicklung. Und wie viele haben das als das Nonplusultra in der Galaxienforschung propagiert!

Neben der digitalen Fotografie einer großen Anzahl von Sternfeldern und einzelne Objekte, die hier aus Platzgründen nicht gezeigt werden können, kam auch die visuelle Beobachtung nicht zu kurz. Die Fernrohre mit Autoguiding und automatischem Filterwechsel liefen selbständig „vor sich hin“ oder benötigten bei kurzen Brennweiten keiner Korrektur.

Die Nachttemperatur war mit 8 bis 15 Grad C angenehm, der Wind manchmal etwas stärker, doch er flaute nach Mitternacht meist ab. Deutlich wurde, dass sich mit seiner Richtung auch das örtliche Seeing veränderte.



Abb. 6: Radio-Galaxie Centaurus–A

Eine Aufnahmesequenz kann sich über mehr als eine Stunde hinziehen; genug Zeit für eine Pause, eine Tasse Kaffee oder ein Glas Rotwein, für die Betrachtung und Beurteilung der gemachten Bilder oder für einen visuellen Spazierung in der Milchstraße. Sie ist so hell, dass man bei adaptierten Augen die Konturen der umliegenden Berge erkennen kann. Das 360-Grad-Panorama, über dem sich ein Meer unzählbarer Sterne erhebt, vermittelt zusammen mit der absoluten Stille ein archaisches Gefühl des Eingeschlossenseins in einer Welt, die sich nicht darum kümmert, ob in China ein Sack Reis umfällt oder sich ein deutscher Politiker in der nämlichen Zeit mit seiner Partei verkracht hat. Selbst ernannte Global Player, Stars, Kaiser oder Titanen geben hier nicht den Takt vor. Ein wertemaßstäbliches Blockflötenspiel als „Back-to-the Roots-Aktion“ scheint im Einklang mit der vermeintlichen Sphärenmusik einen guten Sound abzugeben. Relativitätstheorie einmal ganz anders!

Zwölf Tage mit langen Nächten vergehen schnell, zumal zwischenzeitlich noch Ausflüge in die nähere Umgebung mit Sonnenuntergängen, Tierbeobachtung und Edelsteinsuchen, sowie eine Tagesfahrt an die

Atlantikküste nach Walvis Bay und Swakopmund mit Abstecher in die Namib und der Besuch der sog. Mondberge, anstanden.

In den Küstenstädten trifft man auf die Vergangenheit aus der Zeit, als Namibia noch die Kolonie Deutsch-Südwest-Afrika war. Viele schöne wilhelminische Häuser sind liebevoll gepflegt und in Benutzung. In manchen Lokalen wird man überwiegend von deutschem Personal bedient. Ein Muss ist in Swakopmund die Kristall Galerie mit atemberaubenden Exemplaren aus der geologischen Geschichte Namibias und dem größtem Quarzkristall-Cluster, der bisher auf der Erde gefunden wurde.

Der Abschnitt der Atlantikküste scheint sich langfristig zu einem internationalen Ferienparadies zu mausern. Zwischen dem Meer und den Dünen der Namib entstehen längs der Küstenstraße schön in die Landschaft eingepasste Ferienwohnungen. Swakopmund ist schon heute ein gut besuchter Altersruhesitz, und nicht wenige Aussteiger hat es in die Ruhe und Weitläufigkeit des Landes verschlagen, auch wenn Namibia mit Arbeitslosigkeit und Kriminalität seine Probleme hat.

Irgendwann hieß es dann wieder Gut Pad! Der vor dem Gamsberg in einer Wildwasser-Senke liegen gebliebene Sattelschlepper konnte trickreich „umschiffen“ werden, die Reifenpanne kurz vor Windhoek wurde schnell bewältigt. Ein wenig „shopping“ in Windhoek mit der Besichtigung der großen Meteoriten-Galerie in einer Fußgängerzone; dann ging es auf die Reise durch die Nacht. Über dem Kongo bis nach Nigeria hinein war wieder die obligatorische Hexenküche. Doch weit weniger lästig als auf dem Hinweg. Über der Sahara – immerhin fast drei Stunden Flug und die eigentliche Ruhezeit im Flugzeug – lag der Airbus wie ein Brett in fast 13.000 Meter Höhe. Über dem hell erleuchteten Tripolis standen die Vorboten des Winterhimmels; kurze Zeit später kam das nächtliche Palermo in Sicht: Schwarze Nacht über dem Mittelmeer – mit dem Sternbild Orion über dem vermuteten Horizont. Es lag fast waagrecht, die drei Gürtelsterne standen senkrecht – unvergesslich!

Die Gedanken schweiften zweihundert Jahre zurück: Giovanni Piazzi blickt über das Wasser – und findet mit einem in England hergestellten Fernrohr einen vermeintlichen Kometen. Er wusste noch nicht, dass er einige Monate zuvor in Lilienthal in den Kreis der europäischen Astronomen gewählt worden war, die nach dem vermuteten Planeten zwischen der Mars- und Jupiterbahn Ausschau halten wollten. Die Entdeckung der Ceres, des ersten der vier großen Planetoiden, ist bekannt! Und auch die weitere Geschichte mit der Entdeckung von drei der vier kleinen Himmelskörper in Bremen und Lilienthal durch Olbers und Harding. Es war die große Zeit der Entdeckungen in einer schweren Zeit des Umbruchs in Europa. Es war auch eine große Zeit auf der Rooisand-Ranch, eine große Zeit, in der man wenige

Teile dieses faszinierendes Landes erleben konnte, eine große Zeit auf der Reise durch die Milchstraße – hin und zurück! Die farbigen Bilder sind in der

Online-Ausgabe der Himmelspolizey einzusehen oder sind oder werden auf der Astrofoto-Galerie der AVL-Homepage veröffentlicht.



Der Virgo-Galaxienhaufen

VON GERALD WILLEMS, Grasberg

Der Sternenhimmel hat sich inzwischen von Winter auf Frühling umgestellt. Das schwache Band der Wintermilchstraße ist im Westen verschwunden und Sternbilder wie Löwe und Jungfrau stehen im Meridian. Unsere Erde hat auf ihrem Weg um die Sonne eine Position erreicht, die uns nun einen freien Blick in die Tiefen des Kosmos gewährt. Hier stören kein galaktischer Staub oder Gas den Blick. Das Frühjahr ist also die Zeit der Galaxien. Das soll der Anlass sein, dass wir uns etwas eingehender mit einer der größten Ansammlungen von Galaxien, nämlich dem Virgo-Galaxienhaufe, beschäftigen.

Galaxien treten nur selten einzeln in Erscheinung. Man findet sie vielmehr in Strukturen angeordnet, die sich seit dem Beginn der Expansion des Universums unter dem Einfluss der eigenen Schwerkraft gebildet haben. Die sich im Laufe der Zeit gebildeten Galaxienhaufen gehören zu den größten zusammenhängenden Objekten, die man im Universum kennt. Sie können aus bis zu tausenden von Einzelgalaxien bestehen, die sich in einem gemeinsamen Schwerfeld mit

unterschiedlicher

Geschwindigkeit

bewegen. Gleich-

zeitig haben sich

kleinere Galaxien-

gruppen gebildet,

die zusammen mit

den größeren Galaxien-

haufen die so-

genannten Galaxien-

superhaufen bilden.

Dichte-

schwankungen nach

dem Urknall haben

zur Bildung von Or-

ten verschieden star-

ker Gravitation ge-

führt, die zur Bil-

dung dieser Struk-

turen beigetragen

haben. Durchdrun-

gen sind diese Gala-

xienhaufen von einem

dünnen, 10^7 bis 10^8

Kelvin heißen Gas,

das mit Röntgenteles-

kopen nachweisbar

ist [2]. Der heutige

Stand der Erkenntnisse

zeigt eine großräumige,

schaumartige Verteilung

dieser Superhaufen,

die uns die Strukturen

des Universums ver-

anschaulicht.

Die Verlängerung des Hinterteils des Sternbildes Löwe in süd-östliche Richtung um ca. 10° führt uns

recht genau in das Zentrum des Virgohaufens. Der Virgo-Galaxienhaufen dehnt sich dort über ein Gebiet von etwa acht Grad in der Jungfrau und dem Haar der Berenice aus (Abb. 1). Er ist etwa 60 Millionen Lichtjahre von uns entfernt [1] und beheimatet mehr als 2500 Einzelgalaxien. Die Galaxien des Virgohaufens, die des benachbarten Coma-Galaxienhaufens, die rund dreißig Mitglieder der Lokalen Gruppe, zu der auch unsere Milchstraße und die Andromedagalaxie gehören, und einige kleinere Sternsysteme bilden zusammen eine riesige Ansammlung von Galaxien. Dabei ist es erwiesen, dass zwischen den einzelnen Systemen gravitative Kräfte wirken. Das gesamte beschriebene System wird der **Lokale Superhaufen** genannt.

Charles Messier war es, der im Februar 1771 die ersten Galaxien des Virgohaufens entdeckte. Man weiß heute, dass es sich um die elliptische Riesengalaxie M 49 handelte, die Messier als erstes in seinen Katalog eintrug. Im März folgte die Riesengalaxie M 87 (bekannt auch als Virgo A).

Insgesamt registrierte Messier 16

Galaxien des

Virgohaufens:

M 49, M 58, M 59,

M 60, M 61, M 84,

M 85, M 86, M 87,

M 88, M 89, M 90,

M 91, M 98, M 99

und M 100.

Messier notierte

Folgendes (über-

setzt nach Kenneth

Glyn Jones): [3]:

„Das Sternbild

Jungfrau und speziell

sein nördlicher Teil ist

eines der Sternbilder,

das die meisten Nebel

beinhaltet. Der

Katalog beinhaltet 13,

die bestimmt wurden,

nämlich die Nummern

49, 58, 59, 60, 61, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90 und 91. All

diese Nebel scheinen keine Sterne zu beinhalten und können

bei gutem Wetter und während des Meridiandurchgangs

gesehen werden. Auf die meisten dieser Nebel wurde ich von

Herrn Méchain aufmerksam gemacht.“

Messier erkannte damals, dass diese neu

entdeckten Nebel eine Gruppe bilden. Dass es sich

um Sternsysteme außerhalb unserer Milchstraße

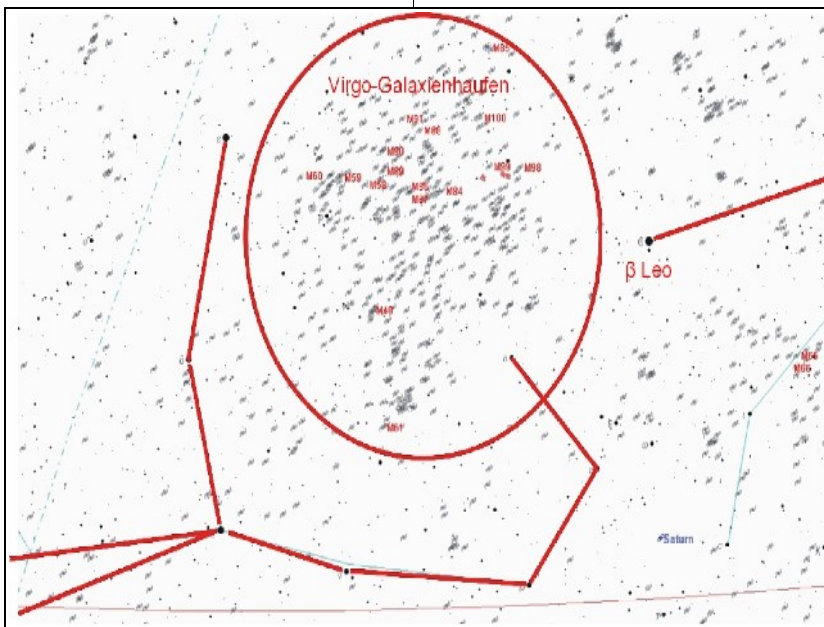


Abb. 1: Aufsuchkarte

handelt, konnte er natürlich nicht wissen. Erst durch die Beobachtungen Edwin Hubbles in der Andromedagalaxie war es möglich geworden, Einzelsterne außerhalb unserer Milchstraße nachzuweisen.

Der Virgohaufen besteht im Wesentlichen aus Spiralgalaxien und elliptischen Galaxien. Dabei bilden die Riesengalaxien mehrere gemeinsame Zentren. Da Gezeitenkräfte im Innern des Virgohaufens die Spiralstruktur der Galaxien zerstören können, befinden sich die großen elliptischen Galaxien in den Zentralbereichen, während die Spiralgalaxien deutlich vermehrt in den Außenbereichen zu finden sind. Ein weiterer Grund für die Häufung großer elliptischer Galaxien im Zentrum ist die generell größere Dichte der Galaxien zum Zentrum hin. Hier kommt es naturgemäß viel leichter zu Kollisionen zwischen einzelnen Galaxien, wobei sich die Spiralstruktur in der Regel auflöst.

Der Zentralbereich wird von den großen elliptischen Riesengalaxien **M 49**, **M 60** und **M 87** gebildet, ohne dass ein eindeutiges Zentrum erkennbar

ist. Diese drei Riesengalaxien stellen jeweils den Mittelpunkt dreier Untergruppen dar: im Zentralbereich **Haufen A** um M 87, im Süden **Haufen B** um M 49 und im Osten **Haufen C** um M 60. Sehr auffällig im Zentralbereich sind auch die beiden großen elliptischen Galaxien M 84 und M 86. Sie bilden den westlichen Anfang einer ganzen Anordnung von hellen Galaxien, die sich in einem geschwungenen Bogen nach Nordosten aneinander reihen, wobei das nordöstliche Ende von M 88 markiert wird. Diese Aneinanderreihung wurde nach ihrem Entdecker **Markariansche Galaxienkette** benannt (Abb. 2/ 3).

Nur 24 Bogenminuten östlich von M 86 findet man die beiden wechselwirkenden Galaxien NGC 4438 und die kleinere NGC 4435 (Abb. 5). An diesen beiden Galaxien werden die gravitativen Kräfte, die zwischen beiden Objekten wirken, besonders deutlich. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass es von NGC 4438 aus eine Materiebrücke auch zur benachbarten elliptischen Galaxie M 86 gibt. Sehr tiefe H α -Aufnahmen mit dem Vier-



Abb. 2: Markariansche Galaxienkette, östlicher Teil (großes Bild). 80 mm Refraktor, Canon EOS 300D

Abb. 3: Markarians Galaxienkette, westlicher Teil (kleines Bild)80 mm Refraktor, Canon EOS 300D

Alle Bilder, soweit nicht anders vermerkt, vom Autor.



Abb. 4: Markariansche Galaxienkette, Zentralbereich, 250 mm Newton, Canon EOS 300D



Abb. 5: NGC 4438, 12" Newton, CCD-Kamera, LRGB-Verfahren

Meter Mayall-Teleskop auf dem Kitt Peak in Arizona konnten Wolken ionisierten Wasserstoffs zwischen M 86 und NGC 4438 nachweisen.

Wenn man schon kein eindeutiges Zentrum im Virgohaufen definieren kann, so gibt es dort dennoch eine alles dominierende Galaxie. Es ist die riesige, elliptische Galaxie M 87. Berühmtheit hat diese Galaxie durch eine Aufnahme des Hubble-Space-Teleskops (HST) erlangt. Dabei ist es der deutlich ausgeprägte Jet, der in keiner anderen Galaxie so deutlich zutage tritt und für die Wissenschaft von besonderer Bedeutung ist (Abb. 7). Im Zentrum dieser Riesengalaxie befindet sich ein superschweres Schwarzes Loch. Um dieses Schwarze Loch herum rotiert eine Plasmascheibe (Akkretionsscheibe) mit Temperaturen von mehreren Millionen Kelvin. Die Rotation dieser Scheibe und intensive Strahlung sorgen für eine Ladungstrennung der Elementarteilchen, eine elektrische Spannung wird aufgebaut, so dass elektrische Ströme fließen können. Die daraus resultierenden Magnetfelder bündeln die heiße Materie und schleudern sie in Form eines Strahls zu beiden Seiten der Drehebene heraus. 6500 Lichtjahre weit erstreckt sich der sichtbare, fast Lichtgeschwindigkeit erreichende Teilchenstrom von seiner Quelle aus in den Raum. Tatsächlich reichen solche Jets aber deutlich weiter, bis zu 300 000 Lichtjahre sind schon ermittelt worden. Der erste Nachweis dieses Jets wurde übrigens von Herber Curtis erbracht. Im Jahre 1918 konnte er auf tiefen Aufnahmen von M 87



Abb. 6: M87 (Röntgenaufnahme)
Bild: Weltraumteleskop Chandra, NASA

diesen Jet erkennen.

Die von uns abgewandte Seite dieses Strahls können wir nicht im sichtbaren Licht beobachten. Erst mit Hilfe von Radio- und Röntgenteleskopen ist es möglich, die Auswirkungen des von uns abgewandten Jets nachzuweisen [5]. Dass es diesen schon länger vermuteten Jet auch auf der uns abgewandten Seite von M 87 gibt, konnte aber erst durch den Zusammenschluss mehrerer Radioteleskope erkannt werden. Dazu wurden verschiedene Radioteleskope in den USA und Europa so vernetzt, dass die damit gewonnenen Aufnahmen 50mal schärfer wurden, als Aufnahmen mit dem HST. Wegen der starken Abstrahlung von Radiowellen wird M 87 auch "Virgo A" genannt. M 87 ist die stärkste Radioquelle am Himmel. Einen weiteren Nachweis der großen Aktivitäten im Innern dieser Riesengalaxie liefert eine Aufnahme des Röntgenteleskops Chandra (Abb. 6).

Auch wir Amateure stehen nicht ganz auf verlorenem Posten, wenn es um den Nachweis dieses Jets geht. Die Aufnahme des Autors (Abb. 8) zeigt diesen Jet deutlich.

Und noch etwas zeigt diese Aufnahme: Bei genauer Betrachtung fallen winzige, helle, die gesamte Umgebung der Galaxie umhüllende Bereiche auf. Es sind Kugelsternhaufen, wie wir sie auch aus unserer Heimatgalaxie kennen. Während man etwa 120 Kugelsternhaufen in der Milchstraße nachweisen konnte, beziffert man die Anzahl für M 87 auf 16000, ein weiterer Hinweis auf die ungeheure Masse dieser Galaxie. Der Vergleich zu unserer Milchstraße macht es deutlich: Ca. 200 Milliarden Sonnenmassen beziffert man für die Milchstraße, bei M 87 geht man von ca. 2,7 Billionen Sonnenmassen aus. Auch wenn solche Zahlen immer mit etwas Vorsicht genannt werden sollten, so veranschaulichen sie uns aber dennoch die Größenverhältnisse.

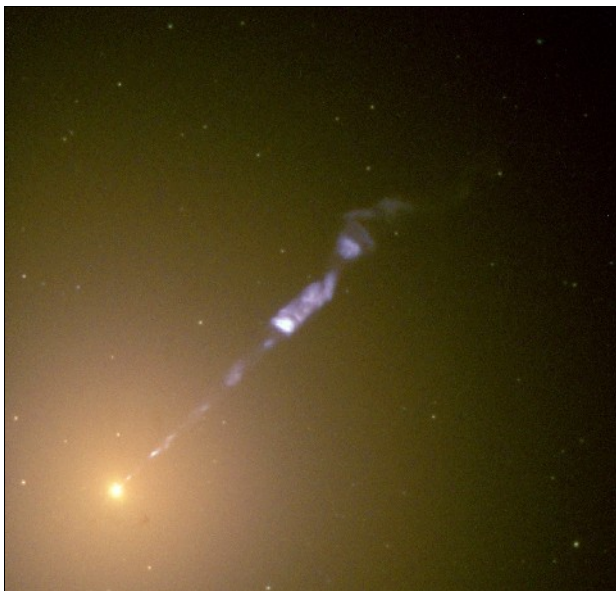


Abb. 7: M 87,
Bild: Hubble-Space-Telescope, NASA

1994 konnten mit Hilfe des HST in einigen Galaxien des Virgo-Haufens Cepheiden bestimmt werden. Die Perioden-Helligkeits-Beziehung ermöglichte Rückschlüsse auf die Entfernung des Virgo-Haufens, die mit 60 Millionen Lichtjahren angegeben wird. Der ungefähre Durchmesser des Galaxienhaufens beträgt daher etwa 9 Millionen Lichtjahre. Die Messungen der Bewegung der Haufenmitglieder lässt auf die Masse der dort versammelten Materie schließen (*Virialsatz, Pekuliargeschwindigkeiten*) [4]. Ermittelt man die Gesamtmasse der Haufenmitglieder mit Hilfe deren Leuchtkraft, ergibt sich ein Wert, der um ein Vielfaches unter dem Wert liegt, der mit Hilfe der Bewegungen ermittelt wurde. Diese Tatsache gilt als einer der ersten Hinweise auf das Vorhandensein der sogenannten dunklen Materie [6].

Wir Amateur-Beobachter kommen ebenfalls auf unsere Kosten. Die vielen kleinen, aber hellen Galaxien sind schon mit Öffnungen von 8" gut zu beobachten.



Abb. 8: M 87, 12" Newton, CCD-Kamera, LRGB-Verfahren

Die Fülle an Galaxien lässt einen manchmal sogar die Orientierung verlieren. Unabdingbare Voraussetzung ist natürlich ein dunkler Himmel. Eine Grenzgröße von möglichst 6,0^m, also einem dunklen Landhimmel, sollte schon vorhanden sein. Dann aber steht einem Ausflug in unsere, in diesem Fall etwas weiter entfernte galaktische Nachbarschaft, nichts mehr im Wege.



Literatur:

- [1] www.seds.org/messier/more/virgo_dist.html
- [2] www.ita.uni-heidelberg.de/~msb/clusters/index_gr.html
- [3] www.seds.org/messier/more/virgo.html
- [4] Virialsatz der Himmelsmechanik:
de.wikipedia.org/wiki/Virialsatz
- [4] Pekuliargeschwindigkeiten:
de.wikipedia.org/wiki/Pekuliargeschwindigkeit
- [5] www.astronomie.de/fachbereiche/radioastronomie/mpifr/2007/m-87/index.htm
- [5] www.mpg.de/
- [6] www.mpifr-bonn.mpg.de/public/Dir_Bjoern/DMDE.html
- [7] Stoyan, Ronald, BINNEWIES, Stefan, FRIEDRICH, Susanne.
Atlas der Messier-Objekte. Oculum-Verlag GmbH, Erlangen, 2006.

An dieser Stelle sollte eine herzliche Einladung zu unserer diesjährigen Vereinsfahrt stehen. Leider ist die Planung, die zunächst mit tollen Besichtigungsmöglichkeiten im Ruhrgebiet richtig gut begann, durch aktuelle Ereignisse den Bach runtergegangen. Der Höhepunkt, der Besuch des neuen Horizont-Observatoriums in Bochum ist nicht möglich, da Pfüsch beim Bau dafür sorgte, dass kurz nach der Eröffnung das Observatorium wegen Einsturzgefahr geschlossen werden musste.

Wir bemühen uns um eine Alternative!

Ihr Vorstand

Internet-Observatorien: Astrophotographie unter besten Bedingungen

VON KAI-OLIVER DETKEN, Grasberg

Astro-Observatorien werden heute an den schönsten Ecken unserer Erde gebaut, immer mit dem Hintergrund eine möglichst geringe Luftverschmutzung und -bewegung zu berücksichtigen. Auch dürfen andere Lichtquellen die Sicht nach oben nicht beeinträchtigen. Aus diesem Grund sind es zusätzlich sehr entlegene Orte - ganz im Gegensatz zu den Zeiten von Olbers und Schröter, die in Bremen und Lilienthal quasi direkt vor Ort beobachten konnten. Wollen wir heute einen Blick nach oben unter besten Bedingungen riskieren, müssten wir uns beispielsweise nach Südafrika oder Südamerika begeben, da dort die Lichtverschmutzung nahezu gegen Null tendiert. Dies ist aber letztendlich sehr zeitaufwändig und kostspielig. Es wäre also viel praktischer, wenn die Observatorien zu uns kommen würden, anstatt wir zu ihnen. In Zeiten des Internet im Grunde kein Problem, da der Blick nach oben heute sowieso digital festgehalten und erst viel später ausgewertet wird. Daher will dieser Artikel einmal die Möglichkeiten einer Remote-Betrachtung aufzeigen und Internet-Observatorien, die dies anbieten benennen. Das Internet macht's möglich. Es hat sich heute zu einem Allrounder-Netzwerk entwickelt. Konnte man in den frühen 90er Jahren gerade mal Astrophotos von 80 kByte Größe nachts um 23 Uhr in fragwürdiger Geschwindigkeit von ca. 10 Minuten pro Bild aus dem Internet laden, so sind heute Videos und hochauflösende Bilder ohne Probleme möglich. Während früher der Engpass im Internet selbst vorhanden war, der diese Download-Zeiten verursachte, so ist heute meistens der eigene Anschluss oder der zu nutzende Server Schuld an zu geringen Datenraten. Das Internet hat also in den letzten 15 Jahren eine erhebliche Steigerung seiner Bandbreiten erfahren und wird weiter ausgebaut. Das ist auch notwendig aus Sicht der Astronomen, die das Netz der Netze zum Datenaustausch verwenden, wie kein anderes Wissenschaftsnetzwerk. Schließlich werden laufend Bilder geschossen, die Supernovas, Exoplaneten (extrasolare Planeten) oder andere Objekte auffinden sollen. Dies klappt nur, wenn man eine bestimmte Region kontinuierlich beobachtet und laufend aufzeichnet, um Änderungen erkennen zu können. Da die Qualität und die Bildtiefe immer mehr zunimmt, steigt auch die Datenrate exponentiell nach oben. Die Daten müssen dabei nicht nur in großen Speichernetzen (Storage Area Networks) zwischengepuffert und abgelegt werden (inkl. eines Backups, damit die Daten nicht verloren gehen), sondern auch übertragen werden können, damit verschiedene Observatorien die Puzzleteile zu einem Gesamtbild zusammenführen können (Grid Computing). Dadurch entstehen Datenmengen in Größenordnungen von dutzenden Terabyte pro Nacht. Damit man sich das noch plausibel vorstellen kann:



Abbildung 1: Observatorien in den Anden in 2.200 m Höhe (Foto: K.-O. Detken)

Eine einzelne CD besitzt eine Kapazität von 700 MByte, d.h. 1 TByte entspricht ca. 1.428 CDs. Für die Übertragung solcher Datenmengen würde selbst das herkömmliche Internet Tage bis Wochen in Anspruch nehmen (weswegen an der nächsten Generation – dem Internet2 gearbeitet wird). Um das Internet dafür aber schon heute nutzen zu können, wird die Grid-Technologie verwendet. Dabei werden beispielsweise die nötigen astronomischen Analyse-Programme zu den Rohdaten hin transportiert und nur die wesentlichen Informationen, also die bereits bearbeiteten Daten, zum Astronomen über das Netz zurück übertragen. Dadurch werden astronomische Datenflüsse beschleunigt und optimiert. [1]

Diese Vernetzung untereinander wird weltweit in großen Forschungsprojekten durchgeführt, aber auch in Deutschland selbst durch das sog. AstroGrid (German Astronomy Community Grid, GACG). [2] Ziel dieser Infrastruktur ist es, eine Plattform für die gemeinsame Nutzung von Ressourcen wie Hochleistungsrechnern, Beobachtungs- und Simulationsdaten und von Teleskopen zu nutzen. Auch die Beobachtungen über robotische Teleskope ist hier eingebunden worden, so dass sowohl Datengewinnung als auch Auswertung über das Internet durchgeführt werden können. Durch den Einsatz moderner Grid-Technologien wird auch die Steuerung von Teleskopen ohne aufwändige Reisekosten direkt an den heimischen Arbeitsplatz des Astronomen verlegt werden können. Die Zukunft der Astronomie geht dementsprechend in vielerlei Hinsicht Hand in Hand mit der fortlaufenden Entwicklung auf dem Gebiet der Computer-Technologie und Informatik. Die Einbindung von Hochleistungsrechnern in das Grid-Computing-Netz eröffnet damit auch eine neue Dimension, kosmische Prozesse im Computer zu modellieren und mit Beobachtungsdaten zu vergleichen, wie dies z.B. bei einer Supernova der Fall ist. Bei diesen plötzlich auftretenden und seltenen Ereignissen können Teleskope, die in verschiedenen

Wellenlängen arbeiten, gleichzeitig auf dieses Objekt gerichtet werden. Es wird dadurch möglich die zeitliche Entwicklung von Himmelsobjekten stärker in die Beobachtungsprogramme einzubeziehen. Dass dies keine Fiktion mehr ist, haben bereits die Gemini-

Teleskope in Hawaii und Chile eindrucksvoll bewiesen, indem die Ergebnisse der Nord- und Südhalbkugel gemeinschaftlich genutzt wurden, um Supernova-Ereignisse aufzufinden und anschließend auszuwerten.

Bezeichnung	URL-Adresse	Land
Armenian Virtual Observatory (ArVO)	http://www.aras.am/ArVO/arvo.htm	Armenien
Astrogrid	http://www.astrogrid.org/	Großbritannien
Australian Virtual Observatory (Aus-VO)	http://www.aus-vo.org/	Australien
Canadian Virtual Observatory (CVO)	http://www2.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca/cvo/	Kanada
Chinese Virtual Observatory (China-VO)	http://www.china-vo.org/	China
European Virtual Observatory (EURO-VO)	http://www.euro-vo.org/pub/	Europa
German Astrophysical Virtual Observatory (GAVO)	http://www.g-vo.org/	Deutschland
Hungarian Virtual Observatory (HVO)	http://hvo.elte.hu/en/	Ungarn
Japanese Virtual Observatory (JVO)	http://jvo.nao.ac.jp/	Japan
Korean Virtual Observatory (KVO)	http://kvo.kasi.re.kr/	Südkorea
National Virtual Observatory, United States (NVO)	http://www.us-vo.org/	USA
Observatoire Virtuel France (OV-France)	http://www.france-vo.org/	Frankreich
Russian Virtual Observatory (RVO)	http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo/	Russland
Spanish Virtual Observatory (SVO)	http://svo.laeff.inta.es/	Spanien
Italian Virtual Observatory (VObs.it)	http://vobs.astro.it/	Italien
Virtual Observatory India (VO-India)	http://vo.iucaa.ernet.in/~voi/	Indien

Tabelle 1: Übersicht über virtuelle Observatorien der IVOA

Mit Hilfe dieser neuen Softwaretechnologien und den heutigen Internet-Kapazitäten kann dem Astronomen ein integriertes virtuelles Teleskop zur Verfügung gestellt werden, eine Art künstliches Auge, das vollautomatisch das ganze Spektrum von Radiowellen (sichtbares Licht bis hin zu Röntgenstrahlen) wahrnehmen und Sonne, Planeten, Sterne und Galaxien bis hin an den Rand des Universums blicken kann. Es entsteht ein virtuelles Observatorium, das astronomische Daten verschiedener Observatorien unter einer einheitlichen Oberfläche online zur Verfügung stellt. Die Organisation International Virtual Observatory Alliance (IVOA) soll diese virtuellen Sternwarten national und international bündeln, um die Zusammenarbeit zu fördern. Sie besteht heute aus 16 Mitgliedern (siehe Tabelle 1) und beinhaltet u.a. auch die EURO-VO, die die Interessen der Europäischen Südsternwarte (ESO), der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) sowie verschiedenen Organisationen europäischer Länder zusammenführt [3]. Was im professionellen Umfeld mit der Zusammenführung großer Datenmengen ermöglicht wird, kann im Amateurbereich im kleinen Maßstab auch genutzt werden, indem man Internet-Teleskope über eine Webseite fernsteuert und eingibt, was eine eingebaute Kamera fotografieren soll. Anschließend bekommt man per E-Mail eine Nachricht, wenn das aufgenommene Bild fertig gestellt wurde. Diese zugegeben einfach klingende Möglichkeit kann für eigene Astrophotos verwendet werden,

ohne sich das dafür notwendige Equipment zulegen zu müssen oder zu den entlegenen Gegenden der großen Observatorien reisen zu müssen.

Internet-Teleskope Es gibt eine recht große Anzahl von fernsteuerbaren Internet-Teleskopen in verschiedenen Qualitäten und für unterschiedlichen Geldbeutel. Teilweise ist sogar eine kostenlose Nutzung möglich. Hinzu kommen Möglichkeiten wie mit Global-Rent-a-Scope (<http://www.global-rent-a-scope.com>), einem Teleskopbetreiber, der hochwertige Kameras und Optiken bis 15“-Öffnungen anbietet. Damit sind auch Langzeitbelichtungen mit Nachführkorrektur möglich und der Benutzer wird zusätzlich bei der Benutzung unterstützt. Allerdings ist das Angebot entsprechend teuer, da nicht nur die Teleskopzeit, sondern auch die Arbeitszeit der unterstützenden Betreiber mit berechnet wird. Die Tabelle 2 zeigt eine Auswahl von Internet-Teleskopen, die in unterschiedlichen Regionen eingesetzt werden. Es handelt sich dabei um fernsteuerbare Teleskope, die selbständig die Beobachtungen durchführen, sobald der Benutzer seinen Wunsch definiert hat. Dabei muss man selbst nicht die ganze Zeit online bleiben, sondern bekommt per E-Mail die Benachrichtigung wann die Ergebnisse heruntergeladen werden können. Dadurch lassen sich effektive Beobachtungszeiten festlegen, um einer relativ großen Gemeinde diese Möglichkeit der Beobachtung zu eröffnen.

BEZEICHNUNG	URL-ADRESSE	LAND
Bradford Robotic Telescope	http://www.telescope.org/index.php	Teneriffa
EStar	http://www.eStar.org.uk	England
RoboSky	http://www.robosky.com	Kanada
Telescopes in Education (TIE)	http://www.telescopesineducation.com	USA
Brackett Observatory	http://www.astronomy.pomona.edu/brackett/index.html	USA
Highland Road Park Observatory	http://www.bro.lsu.edu/index.html	USA
Pucket Observatory	http://www.cometwatch.com	USA
Robotic Uni Tübingen	http://www.tat.physik.uni-tuebingen.de/~blum/rotat	Deutschland
Stella Uni Potsdam/Hamburg	http://www.aip.de./stella	Deutschland
Slooh	http://www.slooh.com	Teneriffa
Faulkes	http://faulkes-telescope.com	Hawaii

Tabelle 2: Auswahl vorhandener Internet-Observatorien

Als ausführliches Beispiel wollen wir uns einmal Slooh herauspicken. Dieses Observatorium steht auf dem Gelände des Instituto Astrofisica Canarias der Insel Teneriffa. Es besteht dabei sogar aus zwei Kuppeln (siehe Tabelle 2 und Abbildung 2), die jeweils unterschiedliche Montierungen bereithalten. Die Ausstattung beinhaltet eine Paramount ME Montierung mit 14“-Schmidt-Cassegrains von Celestron. An den Teleskopen sind SBIG-Kameras der Bauart ST-10XME und ST-2000-XM angebracht. Die Teide1-Montierung kommt bei einer Brennweitenverkürzung von f/11 auf f/6 auf ein relativ großes Gesichtsfeld, während die Teide2-Montierung den Fokus bei f/11 belässt. Dies wirkt

sich vorteilhaft für Planeten- und Mondbeobachtungen sowie für planetarische Nebel aus. Zusätzlich zu den Hauptinstrumenten kommt in Teide1 ein 135mm-Teleobjektiv (Öffnung f/4) und in Teide2 ein apochromatischer Refraktor mit 85mm (Öffnung f/5.6) zum Einsatz. Beide werden zur Übersicht der zu beobachtenden Regionen eingesetzt oder können zur Beobachtung von großflächigen Nebeln und Sternhaufen noch besser als die anderen Optiken eingesetzt werden. Es kommt leider keine optische Nachführkorrektur zum Einsatz. Trotzdem kann man mit der Ausrichtung, Nachführung und Fokussierung gut leben [4].

	Teide 1		Teide 2	
	Teleskop	Kamera	Teleskop	Kamera
Wide Field (WF)	34mm APO Refraktor, FL 135mm f/4, FOV 5 deg	SBIG, ST-2000XM	85mm APO Refraktor, FL 480mm f/5.6, FOV 1,4 deg	SBIG, ST-2000XM
High Mag (HM)	Celestron C-14, FL 2100mm f/6, FOV 24 arc min	SBIG, ST-10XME	Celestron C-14, FL 3910 mm f/11, FOV 9 arc min	SBIG, ST-10XME

Tabelle 3: Equipment der Sternwarte Slooh auf Teneriffa [5]

Die Webseite von Slooh möchte einen dann auch sofort in eine virtuelle Tour entführen (siehe Abb. 3). Dabei fällt auf, dass man inzwischen neben Europa (Teneriffa) auch Südamerika (Chile) über das Portal nutzen kann. Australien ist in der Planung. Allerdings ist die Nutzung kostenpflichtig. So kann man über den Explorer-Account 100 Minuten für 14,95 \$ nutzen und über den Commander-Account ein ganzes Jahr ohne Begrenzung für 49,95 \$ Missionen

nach anderen Sternen und Galaxien unternehmen. Die Zeitplanung der Beobachtung ist in 5-Minuten-Schritten unterteilt, die dabei maximal vier Farbauszüge ermöglichen. Slooh selbst ist in der Lage, auf bestimmte Ereignisse hinzuweisen, damit diese auch bei gutem Wetter berücksichtigt werden können. Spielt das Wetter bei der Beobachtung nicht mit, fallen übrigens auch keine Gebühren an.

Wird der Account für eine Mission verwendet, so



Abb. 2: Eingangseite der Homepage von Slooh für eigene Missionen

werden die Ereignisse übersichtlich dargestellt (siehe Abb. 4). Die Menüs sind einfach gehalten und können intuitiv bedient werden. Wenn eine Mission bzw. ein Objekt ausgewählt wurde, springt man anschließend in die Live-Darstellung. Auch diese ist sehr übersichtlich dargestellt (siehe Abb. 5) und zeigt das zu beobachtende Objekt zum aktuellen Zeitpunkt an. Nun können entsprechende Schwarzweiß- oder Farbbilder aufgenommen werden. Allerdings können nur JPEG- oder BMP-Daten heruntergeladen werden. Rohbilder im FITS-Format werden zwar angeblich gemacht, stehen aber dem Anwender nicht zur Verfügung. Das Flexible Image Transport System (FITS) ist ein flexibles Dateiformat für Bilder, Spektren und Tabellen. Es wurde bereits 1982 entwickelt und wird heute vor allem im Bereich der Astronomie verwendet. FITS zählt zu den von der International Astronomical Union (IAU) anerkannten Dateiformaten. Das heißt, es werden auch u. a. die Bilder des Hubble Space Telescope hiermit erstellt. Um möglichst keine Komprimierung bei den Aufnahmen zu erhalten, wäre daher die Nutzung von FITS vorteilhaft. Das Programm von Slooh bearbeitet allerdings die Rohbilder bereits im Hintergrund, kalibriert diese, bringt die Sterne zur Deckung und belichtet das Bild so vorteilhaft, als würde es gerade aus einem Fotolabor entspringen. Der Anwender muss also nicht in viel Bearbeitungszeit nach den Aufnahmen investieren. Zusätzlich sollte man wissen, dass Slooh sich die Nutzung der Bilder und für etwaige Entdeckungen die Rechte vorbehält. Alle Bilder werden dabei mit einem Logo versehen, das nicht nachträglich entfernt werden darf. Zudem sind Kurzfilme für die Planetenbeobachtungen nicht möglich, um aus vielen Einzelaufnahmen ein Gesamtbild zu kreieren. Filter oder Führungskontrolle sind



Abb. 3 oben): Starten eigener Mission
Abb. 4: Missions-Interface



Abb. 5: Bradford Robotic Telescope, 14" Schmidt Cassegrain Telescope // Bild: [7]

ebenfalls nicht vorgesehen [5].

Ebenfalls auf Teneriffa beheimatet ist das Bradford Robotic Telescope von der Bradford University aus England. Da das Wetter auf der Insel einfach kontinuierlich zu schlecht ist, hat man für Schulprojekte das Internet-Teleskop auf den Teide von Teneriffa gestellt. Im Gegensatz zu Slooh ist hier die Beobachtung ohne Kosten möglich. Allerdings ist das Bedienerkonzept lange nicht so einfach gehalten wie dies bei Slooh ermöglicht wird. Zusätzlich müssen Beobachtungszeiten in Warteschlangen eingestellt werden, dessen Wartezeiten von Minuten bis zu einem halben Jahr variieren können. Das Projekt dient der Unterstützung von Astronomieklassen in



Abbildung 6: Slooh-Observatorien bei Nacht auf dem Teide auf Teneriffa. // Bild: [6]

Schulen, weswegen die eigentlichen Beobachtungszeitfenster relativ überlaufen sind. Optimiert ist das Internet-Teleskop auf Galaxien, schwache Gasnebel, Sternenhaufen und Planetarische Nebel. Zwar behält sich auch Bradford das Entdeckungsrecht vor, versieht die Bilder aber nicht zusätzlich noch mit einem Logo. Hinzu kommt, dass Rohbilder für die eigene Bearbeitung genutzt werden dürfen. Wie bei Slooh sind keine Nachführkorrekturen oder Kurzfilmmöglichkeiten vorhanden. Das Hauptinstrument besteht aus einem 14“-Schmidt-Cassegrain-Teleskop mit elektrischem Filterrad und FLI Maxcam CCD-Kamera. Es ist parallaktisch mit einem Paramount GT1100ME montiert (siehe Abb. 5). Ein Teleobjektiv und Weitwinkelobjektiv ergänzen die Teleskopausstattung. Für den automatischen Betrieb wurde speziell darauf geachtet, dass die vielen Verbindungsleitungen sich nicht gegenseitig ins Gehege kommen oder sich das Teleskop gar selbst aufwickelt [4].

Zusammenfassung Das Konzept über das Internet entfernte Teleskope zu bedienen ist einfach genial. Die vernetzte Welt macht es möglich, dass man sich quasi an beliebige Orte versetzen lassen kann, ohne die langen und beschwerlichen Anfahrtswege in Kauf nehmen zu müssen. Zusätzlich kann man unabhängig vom Wetter beobachten. Allerdings sind der Technik und den Zeitfenstern deutlich Grenzen gesetzt. Auch die Bedienung fällt nicht immer leicht. Unser Anwendungsbeispiel Slooh

ist für Anfänger umgesetzt worden und besticht durch einfache und intuitive Bedienung. Es werden virtuelle Bilder pro Mission bereits aufbereitet und angezeigt sowie Erklärungen mitgeliefert. Bradford hingegen richtet sich mehr an fortgeschrittene Amateure und Profis. Die Bedienung ist dementsprechend komplexer und nicht gleichermaßen grafisch aufbereitet. Trotz dieser fantastischen Möglichkeiten wird es aber ein Erlebnis bleiben den Sternenhimmel in anderen Ländern, wie z.B. in denen der Südhalbkugel, selbst mit eigenen Augen erkunden zu können, ohne zeitliche oder ausstattungs-technische Einschränkungen.



Literatur

- [1] DETKEN, Kai-Oliver. Observatorien in den Anden: Am klarsten Sternenhimmel der Welt; Die Himmelspolizey, Ausgabe 4/08; Vereinszeitschrift der Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.; ISSN 1861-2547; Lilienthal 2008
- [2] AstroGrid-D, das German Astronomy Community Grid (GACG). www.d-grid.de
- [3] International Virtual Observatory Alliance (IVOA) www.ivoa.net
- [4] SCHRÄBLER, Sighard. Astrofotografie mit ferngesteuerten Teleskopen; interstellarum 55; Dezember/Januar 2008; Oculum-Verlag; Erlangen 2008
- [5] LAURYSSSEN-MITCHELL, Robin Peter Edward Henry. Internet Based Remote Observing; A practical demonstration; presentation of an amateur astronomer. Czech Republic 2008
- [6] COX, Paul. Canary Islands Slooh Robotic Observatory. www.slooh.com
- [7] HEDGES, Dan. Images of the BRT building, sensors and telescope in the day; www.telescope.org, October 2005

Von Sibirien zur Ostsee – Astronomisches aus dem „Wilden Osten“

Teil 2: Sankt Petersburg

VON ALEXANDER ALIN, Bremen

1. - 14. August 2008 Kaum war die Sonnenfinsternis vorbei, schon fuhr mein Zug Richtung Westen in den Bahnhof von Nowosibirsk ein. Von nun an war das Ziel der Reise nicht mehr primär astronomischer Natur sondern eher kulturell-touristisch geprägt. Es ging durch die Tiefebene Westsibiriens, zu dem Ort an dem 1918 Zar Nikolaus II mit seiner gesamten Familie ermordet wurde. Es ging durch die islamisch geprägte Republik Tatarstan mit dem berühmten Kreml zu Kasan. Hier kann man auf Lenins Spuren wandeln, der hier studiert hat, bis er wegen staatsfeindlicher Tätigkeiten der Universität verwiesen wurden. Dann ging es weiter durch den Goldenen Ring, einer um die russische Hauptstadt gelegenen Ansammlung sehr alter Städte und Städtchen, deren Kuppeln golden glänzen, nach Moskau.

15. August 2008 Morgens um 7 Uhr kommt der Nachtzug aus Petrosawodsk in Sankt Petersburg an. Zunächst einmal sehe ich zu, wie ich mein Gepäck am Bahnhof loswerde, um mich anschließend in das Getümmel der 4,5-Millionen-Einwohner-Stadt zu werfen.

In der Keimzelle der heutigen Großstadt, der Peter-und-Paul-Festung, finde ich gleich zwei Ausstellungen mit astronomischem Inhalt.



Abb. 1: Die Peter-und-Pauls-Festung in Sankt Petersburg.

In einem Seitenflügel der ehemaligen Kasernen in der Festung fand eine Ausstellung von 3-D-Aufnahmen statt, die der russische Kosmonaut Sergej Krikaljow von der Raumstation MIR aus aufgenommen hat. Die Ausstellung lief unter dem poetischen Namen „Живопись Творца“ - „Die Malerei des Schöpfers“. Aus etwa 300 km Höhe waren verschiedenste Gebiete der Erde abgelichtet, von Vulkanausbrüchen über Bewässerungsanlagen in der Wüste bis zu den Polargebieten. Leider war es nicht erlaubt, in dieser Ausstellung zu photographieren.

Neben dieser Wanderausstellung befinden sich mehrere feste Museen in der Peter-und Pauls-Festung.

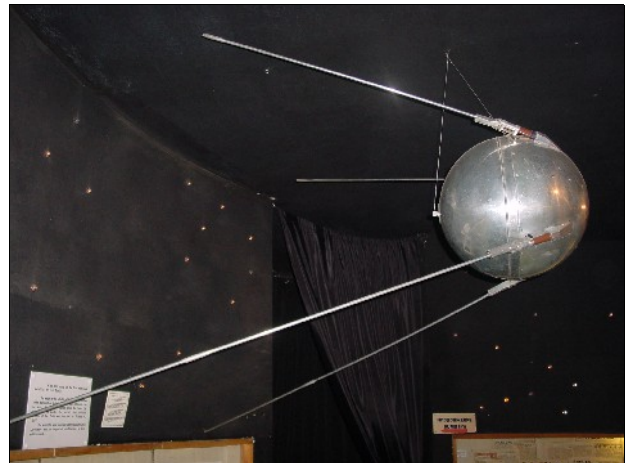


Abb. 2: Sputnik-Modell im Museum für Raketentechnik

Eines davon besuchte ich: 1925 zog in eine Ecke der Festung das Gasdynamische Labor ein. Unter diesem Namen nahm das erste Labor für militärisch genutzte Raketen seine Arbeit auf. In diesen Räumen befindet sich heute das Museum für Kosmonautik und Raketentechnik.

Der Rundgang beginnt in einem großen Saal, in dem ein 1:1-Modell von Sputnik 1 hängt. Die Wände sind mit Zeitungsausschnitten vom 6. Oktober 1957, dem Tag nach dem Start des Satelliten, geschmückt. Aus aller Welt kann man dort die Glückwünsche nachlesen. Aus (Ost-)Deutschland ist die „Berliner Zeitung“ vertreten, deren Titelseite begeistert die sowjetischen Ingenieure, und mit ihnen die Errungenschaften des Sozialismus, feiert. Daneben hängen die Porträts von verschiedenen Pionieren der sowjetischen Raumfahrt. In der Mitte steht ein recht altes Modell des Mondes, auf dem aber schon die Krater der Mondrückseite dargestellt und benannt sind.

Im nächsten Raum sind Schreibtisch und Arbeitsutensilien aus den Labors der 30er und 40er Jahre ausgestellt. Man sieht, wie provisorisch die Einrichtungen (und das Leben) zur damaligen Zeit gewesen sein müssen. Trotzdem wurde damals fleißig geforscht und gebaut. Schon im nächsten Raum sind Ergebnisse von damals ausgestellt: Motoren, Kleinteile und Raketenmodelle. Unter den Modellen ist auch die Wostok-Trägerrakete, die bereits 1961 Juri Gagarin ins All brachte. Leider sind die meisten Exponate nur in Russisch oder gelegentlich in einer englischen Zusammenfassung beschriftet.

Am Ende der Ausstellung befindet sich eine Sojus-Kapsel über der freischwebend als Größenvergleich ein Mensch von der Decke hängt (allerdings nur eine Puppe). Es sollen so auch die Weltraumspaziergänge der sowjetischen Kosmonauten dargestellt werden.

17. August 2008 An jenem Sonntag war ich in Pulkowo mit Professor Alexej Kiselew zur Besichtigung der Sternwarte verabredet.



Abb. 3: Die Wostok-Trägerrakete. Daneben Bilder und Orden der Erbauer.



Abb. 4: Kosmonaut und Sojus-Kapsel

Von der Jugendherberge, die gleich hinter dem ehemaligen Zarenpalast, der Ermitage, fahre ich mit der Metro zunächst in den Süden der Stadt. An der Station Moskovskaja steige ich in den Bus Richtung Pulkowo. Zum Glück habe ich von Natascha Selber, die mir den Kontakt nach Pulkowo vermittelt hat, eine genaue Beschreibung bekommen, welchen Bus ich nehmen soll und wo ich aussteigen soll. „Vor der Sternwarte geht es deutlich bergan.“ Stimmt. Zunächst geht's am Flughafen vorbei. Ein Déjà-Vu, schließlich bin ich knapp drei Wochen zuvor hier aus Hannover kommend gelandet. Und dann stehe ich an einer vielbefahrenen Straße vor einer großen Einfahrt. Jetzt wäre es nicht schlecht zu wissen, ob es sich bei dem eingezäunten Gelände wohl um die Sternwarte handelt. Zum Glück funktioniert mein

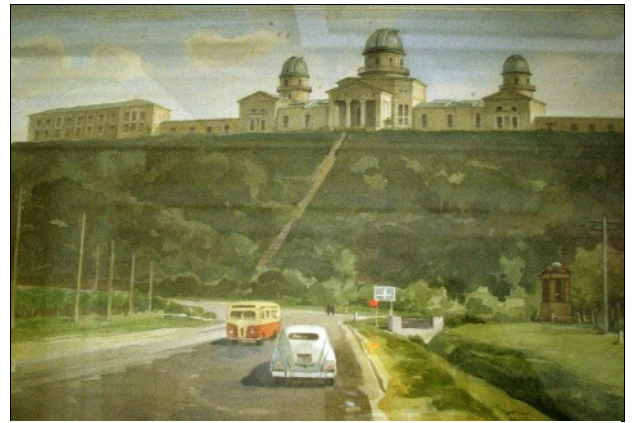


Abb. 5: So thronte die Sternwarte einst über der Chaussee nach St. Petersburg.

Bild: Vom Autor vor Ort von einem Gemälde abphotographiert.

Mobiltelefon auch in Rußland. Ein kurzer Anruf bei Professor Kiselew und schon steht er neben mir.

Wir starten unseren Rundgang über das Gelände der Sternwarte am Nullmeridian. Nein, nicht den von Greenwich, sondern den (alt-)russischen, den sogenannten Pulkowo-Meridian. Er liegt genau $30^{\circ}15'18,55''$ östlich von Greenwich und war der Ausgangspunkt aller russischen Landkarten. Früher sah man vom Hauptgebäude der Sternwarte den Hügel hinunter und entlang der Chaussee (die heute eine Schnellstraße ist) nach St. Petersburg. Heute ist der Hügel mit dichtem Wald bewachsen.

Gegründet wurde die Sternwarte 1839 im Auftrage des damaligen Zaren Nikolaus I. Der erste Direktor und geistige Vater wurde Friedrich Wilhelm Struve. Er war 1793 in Altona geboren und floh, um während der Napoleonischen Kriege nicht zum Militär eingezogen zu werden, nach Estland. Dort, in Dorpat, studierte er und wurde alsbald Professor für Astronomie und Leiter der Sternwarte. Da Estland damals russisch war, wurde er 1832 von der russischen Akademie der Wissenschaften zum Mitglied berufen. Als diese ihre Hauptsternwarte vor den Toren St. Petersburgs errichten ließ, wurde Struve Direktor. Er wurde der Urahn einer ganzen Astronomen-Dynastie, die noch bis weit in 20. Jahrhundert in der russischen Forschung tätig war. So wurde sein Sohn Otto 1862 auch sein Nachfolger als Direktor. Otto von Struves Sohn dagegen durfte nicht Direktor werden, da 1889, nach dem Rückzug von Otto, eine Russifizierungswelle durch Zar Alexander III. durchgeführt wurde. Da die Struves aber deutsche Wurzeln hatten, waren ihnen höhere Posten verwehrt. Hermann von Struve wurde stattdessen 1904 Direktor der Sternwarte in Berlin, während sein Bruder Ludwig Professor in Charkow wurde.

Neben der Vermessung des russischen Reiches war die Hauptaufgabe der Sternwarte die Positionsbestimmung der Sterne und die Katalogisierung von Doppelsternen. Wilhelm Struve entdeckte und beschrieb die Bewegung und Helligkeiten von insgesamt 58 Doppelsternsystemen. Die Sternwarte Pulkowo veröffentlichte zwischen 1845 und 1930



Abb. 6: Im Verwaltungsgebäude stehen die Gründer Wilhelm Struve und Nikolaus I. Nach links über die Nadel in der Mitte des Raumes verläuft der Pulkowo-Meridian.

insgesamt 5 Sternkataloge und nahm auch am Projekt „Carte du ciel“ teil, das den Sternhimmel bis zu Sternen 11. Größenklasse vollständig beschreiben wollte. Bis es allerdings sein Ziel erreichte, wurde es durch Satelliten abgelöst.

Während der Stalin-Ära wurde der damalige Direktor Gerasimowitsch 1937 verhaftet und hingerichtet. Während des Krieges verlief die Frontlinie des Kessel um St. Petersburg keine 200 m südlich der Sternwarte entfernt, die dadurch natürlich völlig zerstört wurde. Bis 1953 wurde die Sternwarte aber wieder völlig aufgebaut und erweitert. Es wurden einige Radioteleskope installiert, später aber nur noch von Studenten zu Studienzwecken genutzt, da die gesamte Sternwarte auf Grund der immer weiter wachsenden Stadt in den Kaukasus verlegt wurde. Dort existiert noch heute ein 600-m-Radioteleskop.

1946 wurde auch endlich der seit langem erwartete 32"-Refraktor fertig. Er wurde allerdings nie benutzt, da noch im selben Jahr als „Reparation“ von den Zeiss-Werken in Jena ein 26"-Refraktor mit einer besseren, von Maksutow berechneten Optik geliefert wurde. Ursprünglich sollte das Teleskop in der Sternwarte in Rom zum Einsatz kommen. Noch heute ist ebendieses Teleskop das Herzstück der Sternwarte zu Pulkowo. Aktueller Forschungsschwerpunkt in Pulkowo ist die Beobachtung langsamer Doppelsterne mit Umlaufzeiten von mehr als 1.000 Jahren. Ihre Positionen werden mit den Beobachtungen der Struves von vor über 150 Jahren verglichen und so die Bahnparameter der Doppelsterne



Abb. 7: Der berühmte Sichte-Alin-Meteorit, der am 12. August 1947 im fernen Osten der damaligen niederging, wird in Pulkowo ausgestellt.



Abb. 8: Prof. Kiselew am 26"-Refraktor.

bestimmt. Da durch die Messungen des Satelliten HIPPARCOS die Parallaxen bekannt sind, können Massen der Begleitsterne bestimmt werden. Ergebnisse werden heutzutage in allen wichtigen russischen, europäischen und amerikanischen Fachzeitschriften veröffentlicht.

Abschließend möchte ich Herrn Professor Kiselew und seiner Tochter herzlich für die interessante Führung über das Gelände der Sternwarte und die herzliche Einladung zu sich nach Hause danken.

Der LHC und die Angst vorm Schwarzen Loch

VON PETER STEFFEN, Weyhe

Vor Kurzem ist in Genf beim CERN der Large Hadron Collider (LHC) in Betrieb gegangen, wenn auch vorerst nur zur Probe und auch schon mit der ersten Panne, aber immerhin. Der LHC ist die größte Maschine, die je auf der Welt gebaut wurde. Sie hat zum Ziel, die energetischen Verhältnisse, die kurz nach dem Urknall geherrscht haben müssen, im Labor nachzubilden. Damit hofft man, das Standardmodell der Teilchenphysik zu vervollständigen und einen tieferen Einblick in das Geschehen während der ersten Sekundenbruchteile nach der Geburt des Universums zu gewinnen. Dazu gehört auch die Entstehung von submikroskopischen *Schwarzen Löchern*, deren mögliche Erzeugung im LHC zu erheblicher Aufregung in der Öffentlichkeit geführt hat. Dabei wird in einigen Publikationen vor entsetzlichen Folgen der Experimente am LHC gewarnt, die die Zerstörung der gesamten Erde zur Folge haben könnten. Was hat es nun mit diesen Horrorszenerarien auf sich?

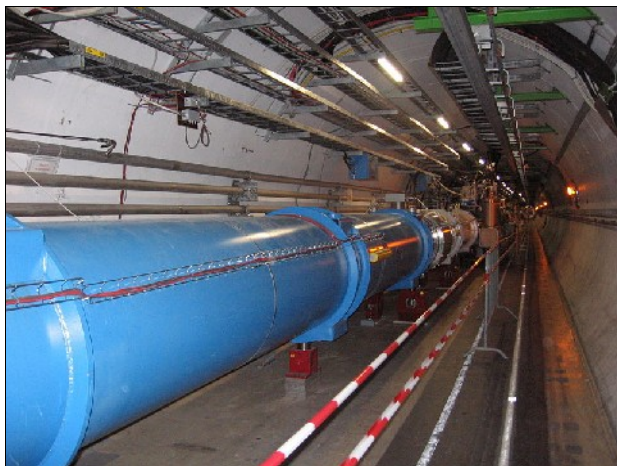


Abb. 1: CERN, LHC-Tunnel
Bild : Julian Herzog, CERN

Der LHC ist ein extrem leistungsfähiger Teilchenbeschleuniger, der in einer mehr als zehnjährigen Bauzeit in der Nähe von Genf unterirdisch errichtet wurde [1]. Er leitet atomare Teilchen wie Elektronen oder Protonen mit Hilfe gigantischer Magnetfelder gegenläufig in zwei Röhren, die einen Kreis von je 27 km Umfang bilden, (Abb. 1). Darin wird den Teilchen soviel Energie zugeführt, dass sie so gut wie Lichtgeschwindigkeit erreichen und ihre Masse gemäß der Formel $m = E/c^2$ um etwa das Siebentausendfache ansteigt. An bestimmten Messstellen werden dann im Versuch die Teilchen mit entgegengesetzter Laufrichtung ausgekoppelt und zur Kollision gebracht. Das heißt, es werden z.B. zwei Protonen mit fast Lichtgeschwindigkeit aufeinander geschossen mit der Folge, dass diese durch die ungeheuer hohe Energie des Zusammenpralls in ihre Elementarteilchen zerlegt werden. Die energetischen Verhältnisse sollten denen im extrem frühen

Universum nahe kommen.

Nun gibt es eine Vielzahl von sehr unterschiedlichen Elementarteilchen, die inzwischen alle bis auf das so genannte Higgs-Boson nachgewiesen werden konnten. Das Higgs-Boson ist ein bisher hypothetisches Teilchen, dessen Existenz mit dem zentralen Problem der Teilchenphysik verknüpft ist, nämlich der Frage, wodurch Teilchen ihre Masse erhalten. Das *Higgs-Boson* hat sich bisher einem direkten Nachweis entzogen, weil die Energien noch nicht ausreichen. Das soll sich mit dem LHC ändern. Man hofft also in dem durch die Kollisionen entstehenden Teilchenschauer unter anderem Higgs-Bosonen zu finden. So weit so gut.

Nun zur Möglichkeit, dass im LHC submikroskopische *Schwarze Löcher* erzeugt werden könnten. Zunächst einmal wollen wir klären, was ein *Schwarzes Loch* überhaupt ist. Dessen mögliche Existenz geht aus der Allgemeinen Relativitätstheorie von Albert Einstein hervor. 1916 veröffentlichte der deutsche Astronom Karl Schwarzschild eine exakte Lösung der Einstein'schen Gleichungen, die das Gravitationsfeld außerhalb einer kugelsymmetrischen Masse, z.B. eines Sterns beschreibt. Obwohl rein formal einfach, war die Lösung in ihrer Gesamtheit physikalisch nur schwer zu verstehen. Zwar führte sie für vergleichsweise geringe Materiedichte, also geringe Gravitation, zu den Newton'schen Gesetzen, wich jedoch bei extremer Gravitation deutlich davon ab bis hin zu einem "pathologischen" Fall, mit dem man zu jener Zeit überhaupt nichts anfangen konnte. In diesem Fall wird die Gravitationswirkung nämlich so ungeheuerlich, dass dem Bann der Schwerkraft nichts mehr entkommen kann, nicht einmal das Licht. Dies sollte für jeden beliebigen Körper gelten, wenn er nur auf ein hinreichend kleines Volumen zusammengepresst würde. Beispielsweise würde danach kein Licht die Sonne verlassen, wenn diese zu einer Kugel mit einem Radius von weniger als etwa drei Kilometern komprimiert würde. Für die Erde träte dieser Fall schon bei einem Radius von etwas weniger als 8 mm(!) ein. Sonne beziehungsweise Erde hätten sich in ein Schwarzes Loch verwandelt, wie der amerikanische Physiker John A. Wheeler derartig exotische Gebilde erstmals genannt hat. Der jeweilige Radius eines Objekts, für den die Materiedichte so groß wird, dass ein Schwarzes Loch entstehen sollte, wird als *Schwarzschild-Radius* bezeichnet. Ist Materie in der unmittelbaren Umgebung des Schwarzen Loches vorhanden, wird diese durch die extreme Gravitation angesaugt und vom Loch verschlungen. In diesem Fall wächst das Schwarze Loch stetig an.

Heute wissen wir, dass es derartige Schwarze Löcher in der Realität gibt*. Hat z. B. ein massereicher

* In der Ausgabe 2008/04 der Himmelspolizey, Seite15ff hat

Stern seinen gesamten Kernbrennstoff (Wasserstoff, Helium,...) verbraucht, kommt es zunächst zu einer gigantischen Explosion, einer *Supernova*. Ist die Restmasse einer Supernova größer als etwa drei Sonnenmassen, so hat dieses Sternrelikt seine normale Existenz beendet. Es stürzt nämlich durch die eigene Schwerkraft, der es nichts mehr entgegenzusetzen hat, vollständig in sich zusammen. Der Stern kollabiert zu einer so genannten *Singularität*, umgeben von dem *Ereignishorizont*, der durch den Schwarzschild-Radius bestimmt ist, und an dem alle Eigenschaften der Materie bis auf die Gravitation und gegebenenfalls den Drehimpuls für uns ausgelöscht werden. Um unsere Sonne brauchen wir uns aber diesbezüglich keine Sorgen zu machen. Als vergleichsweise massearmer Stern bleibt ihr dieses Schicksal erspart. Sie degeneriert ohne Supernova-Explosion in schätzungsweise 4 – 5 Milliarden Jahren „lediglich“ zu einem *weißen Zwerg*. Damit z.B. ein Elementarteilchen wie ein Quark zu einem Schwarzen Loch werden kann, müsste ihm eine Energie in der Größenordnung von 10^{28} Elektronenvolt (eV)** zugeführt werden, das sind 1 Billion mal 1 Billion mal zehntausend eV. Der LHC erreicht hingegen nur einige Billionen Elektronenvolt. Das heißt, der LHC verfehlt die Energie, die notwendig wäre, unter normalen Umständen ein submikroskopisches Schwarzes Loch zu erzeugen, um sage und schreibe das etwa tausend Billionenfache! Damit wäre die Möglichkeit der Entstehung von Schwarzen Mini-Löchern im LHC als absolut unreal einzustufen, wenn nicht ja wenn es nicht die String-Theoretiker gäbe. Die String-Theoretiker sind Elementarteilchen-Physiker, die u.a. versuchen, eine einheitliche „Theorie für Alles“ (englisch: Theory Of Everything, TOE) zu entwickeln. Um diesem Ziel näher zu kommen, betrachten sie die Grundbausteine des Universums, eben die Elementarteilchen, als fadenförmige Gebilde in einer ganzen Reihe von zusätzlichen Raumdimensionen. Zur Veranschaulichung dieser Vorstellung möge Abb. 2 dienen, die den 3-dimensionalen Raum zeigt, reduziert als Ebene, die in eine vierte Raumdimension eingebettet ist. Wie man erkennt, erscheinen dann fadenförmige Schleifen oder Linien, die sich in einem vierdimensionalen Raum befinden, in unserem Raum mit nur drei Dimensionen als Punkte. Dies entspricht unserer Wahrnehmung von kleinen Teilchen.

In den String-Theorien – es gibt davon nicht nur eine sondern mehrere – treten nicht nur vier, sondern bis zu 11 Dimensionen auf. Alle über unseren gewohnten 3-dim. Raum hinaus gehenden Dimensionen sind nun aber nicht makroskopisch, sondern

Peter Kreuzberg in seinem Beitrag „Deep Sky 2“ die phantastischen Eigenschaften von Schwarzen Löchern sehr anschaulich beschrieben.

** Ein Elektronenvolt (eV) ist die Energie, die ein Teilchen mit der elektrischen Ladung e eines Elektrons (Elementarladung) erhält, wenn es die Spannung von 1 Volt im Vakuum durchläuft.

$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Wattsekunden} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Joule}$.

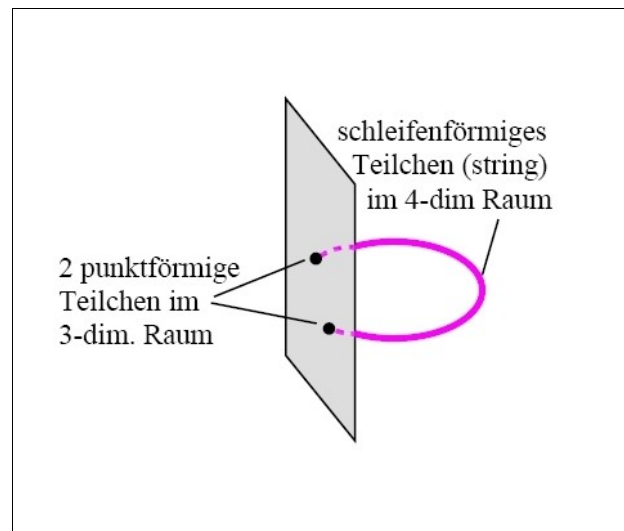


Abb. 2: Schematische Darstellung der Dimensionen

nach Ansicht der String-Theoretiker winzig klein „aufgerollt“, so dass sie für uns nicht wahrnehmbar sind. Allerdings hätten sie, wenn es sie dann wirklich gibt, Auswirkungen auf die Physik des Allerkleinsten. Insbesondere würde sich im Bereich der aufgerollten Zusatzdimensionen das Gravitationsgesetz ändern, und zwar derart, dass die Gravitation in den submikroskopischen Bereichen der Zusatzdimensionen um viele Zehnerpotenzen stärker ist als nach dem Newton'schen Gesetz zu erwarten wäre. Dies hätte zur Folge, dass die Bildung von Schwarzen Mini-Löchern bei Energien erfolgen könnte, die im LHC erreichbar sein sollten.

Wenn man demnach zwei hochenergetische Protonen, wie im LHC vorgesehen, zur Kollision bringt, werden diese, wie schon erwähnt, in ihre Elementarteilchen zerlegt. In dem entstehenden Teilchenschauer kann es nun auch in einigen Fällen zu Frontalkollisionen von Quarks kommen. Wenn diese sich durch die extrem hohen Energien so nahe kommen, dass ihr momentaner Abstand kleiner als ihr gemeinsamer Schwarzschildradius wird, so sollte ein Schwarzes Loch entstehen. Derartige Schwarze Mini-Löcher sind nun aber hochgradig instabil. Wie der britische Physiker Steven Hawking theoretisch gezeigt hat, sind allgemein Schwarze Löcher doch nicht ganz so schwarz, wie man zunächst angenommen hat. Sie geben nämlich die nach ihm benannte *Hawking-Strahlung* ab, die durch Quanteneffekte verursacht wird. Und zwar ist diese Strahlung um so stärker, je kleiner das Schwarze Loch ist. Im Fall der Schwarzen Mini-Löcher ist sie so intensiv, dass das Loch in der unvorstellbar kurzen Zeit von weniger als 0,000000000000000000000001 Sekunden vollständig zerstrahlt wäre. Derartige Prozesse sind trotz der extrem kurzen Zeiten relativ leicht zu identifizieren, da sie einen charakteristischen rundum Teilchenschauer auslösen.

Sollte man also im LHC tatsächlich submikroskopische Schwarze Löcher beobachten, so wäre dies ein starkes Indiz für die Richtigkeit zumindest einer der String-Theorien und damit ein großer Erfolg für

die Elementarteilchen-Physiker.

Bleibt noch die Frage nach der Gefährlichkeit der Schwarzen Mini-Löcher. Grundsätzlich könnten also unter diesen besonderen Umständen submikroskopische Schwarze Löcher entstehen. Diese würden jedoch nach Hawking in so kurzer Zeit wieder verschwinden, dass sie keinerlei Schaden anrichten könnten. Das Mini-Loch zerstrahlt nämlich so schnell, dass es nicht genügend Zeit hat, um durch die extreme Gravitation in seiner Umgebung nennenswerte Mengen von Materie aufzusaugen und damit zu einem makroskopischen Schwarzen Loch anzuwachsen.

Darüber hinaus gibt es noch ein anderes Faktum, das zeigt, dass Schwarze Mini-Löcher keine Gefahr für uns darstellen. Wir werden nämlich ununterbrochen mit kosmischer Strahlung „bombardiert“. Diese ist teilweise so hochenergetisch, dass bei Teilchenkollisionen auch unter „normalen“ Umständen immer mal wieder Schwarze Mini-Löcher entstehen müssten. Da die Erde aber seit rund 4½ Milliarden Jahren existiert und Leben seit etwa 3½

Milliarden Jahren trägt, kann bisher kein Schwarzes Loch Schaden angerichtet haben. Wir können also beruhigt schlafen, selbst wenn im LHC submikroskopische Schwarze Löcher entstehen sollten.



Literatur:

- [1] BRÜCK, Jürgen. Countdown für den Urknall. Sterne und Weltraum 9/2008, S. 48ff.
- [2] Bleicher, Markus & Stöckner, Horst. Schwarze Löcher im Labor? Forschung Frankfurt 4/2006, S.14ff.
- [3] [www.einstein-online.info/de/vertiefung/Beschleuniger_SL/Schwarze_Loecher_in_Teilchenbeschleunigern ?](http://www.einstein-online.info/de/vertiefung/Beschleuniger_SL/Schwarze_Loecher_in_Teilchenbeschleunigern?)
- [4] www.weltderphysik.de/de/4717.php
Wikipedia: Schwarzes Mini-Loch
Schwarze Löcher am LHC ?
- [5] de.wikipedia.org/wiki/Schwarzes_Mini-Loch

Living Doll (Schlafpuppe) und die Entropie Eine Gute-Nacht-Geschichte.

VON KARIN BELLMANN, Lilienthal und HANS-JOACHIM HERZOG, Bremen

Cliff Richard hat in seinem Leben viele Lieder geschrieben und gesungen. Dafür hat ihn die britische Königin geadelt und er ist jetzt Sir Cliff Richard. Ein ganz tolles Lied war Living Doll, gewidmet seiner Schlafpuppe die allerdings höchst lebendig war. An Ihrem Schlafen und Sprechen, Weinen und Gehen (sleep and talking, cry and walking) konnte er sich gar nicht satt sehen. Nun sind Männer von Natur aus verspielt und somit muss es nicht verwundern, dass er seinen Liebling wie ein tolles, sagen wir allerschönstes Spielzeug empfand. Wäre sie nun zu ernst gewesen, hätte er sie als langweilig empfunden, zu chaotisch wollte er sie sicherlich auch nicht. Was war denn mit ihr, dass sie so unwiderstehlich war?

An dieser Stelle hilft uns die Entropie. Ein Maß für Chaos und Ordnung aus der Physik. Die Entropie ist der Quotient aus Energie und Temperatur. Sie ist viel geheimnisvoller als die Leistung die der Quotient aus Energie und Zeit ist. Uns allen bekannt als kW oder PS. Trotzdem ist uns Living Dolls Entropie sehr wohl bekannt, nämlich als 100 Watt bei 37 Grad Körpertemperatur (bisschen geschummelt, 100 Watt ist ihr Energieumsatz). Sinkt Living Dolls Körpertemperatur dann friert sie, steigt sie dagegen, dann ist ihr zu warm und sie schwitzt. Beides nicht schön.

Die Lebewesen um sie herum, Pflanzen, Fische, Bakterien etc. sind da schon etwas ruppiger, haben aber auch mit dem Phasenübergang ihre Grenzen. Da sie alle aus Wasser bestehen, können sie den Entropiebereich des flüssigen Wassers nicht verlassen. Bei Null Grad gefriert Wasser und bei 100 Grad

verdampft es (Latentwärme). So schmal dieser Lebensraum auch ist, Living Doll hat mächtige Freunde zum Erhalt dieses Lebensraums.

Als erstes die Sonne. Die ist 160 Millionen Kilometer entfernt und hat eine Oberflächentemperatur von 6.000 Grad. Viel zu heiß, aber wenn ihr Licht uns nach 8 Minuten Reise erreicht, dann ist es warm und genau richtig für Living Doll und ihre Lebewesen. Da sind aber noch mehr Beschützer, nämlich die dicken Planeten Jupiter und Saturn. Die sorgen dafür, dass unser Sonnensystem sauber ist und kein Planetenschrott durch die Gegend fliegt und unsere Erde treffen könnte. Ordnung muss sein, Meteoriten, Asteroiden und Co. werden entweder eingesammelt oder in das tiefe All entsorgt. Bei so viel Geborgenheit ist Living Doll glücklich und zufrieden, und es kann Nacht werden. Nun ist es Nacht. Living Doll ist mit Augen gut bestückt und jedes davon hat 170 Millionen Sehzellen. Damit schaut sie jetzt in den Sternenhimmel und sieht das Band der Milchstraße. Ihr kommt jetzt eine Frage, denn sie ist ein helles Köpfchen. Bei so viel Schutz? Wer schützt denn unsere Sonne? Sie fragt die Weltraumteleskope: „Seht ihr mehr?“. „Ja“, sagen die Teleskope (Chandra XMM), „da ist etwas in 20.000 Lichtjahren Entfernung im Zentrum unserer Milchstraße, aber es ist ein Monster, 100 Millionen Mal schwerer als unsere Sonne, und es verspeist Staub, Planeten und Sonnen. Und es strahlt tödliche Strahlung“.

So ein Monster soll unsere Sonne schützen, fragt sich Living Doll. Das kann es doch nicht sein. Sie

fragt die ganz großen Computer dieser Erde. „Ja“, sagen die, „dieses Monster (Singularität, Schwarzes Loch) stabilisiert den Flug von 100 Milliarden Sternen, damit sie nicht durcheinanderpurzeln und sich gegenseitig vernichten. Außerdem sorgt es dafür, dass neue Sterne entstehen und ist somit die Mutter der Sterne“. Ganz zufrieden ist unser helles Köpfchen noch nicht und sie fragt die Wissenschaftler: „Ist die Mutter der Sterne böse, weil sie Sonnen verspeist und tödlich strahlt?“. Die Wissenschaftler antworten ihr: „Böse ist sie nicht, aber sie friert“. Chaos, der Gehilfe von Entropie, ist nämlich überall und duldet keine Leere. Somit müssen ständig Teilchenpaare entstehen, die sich dann sofort wieder vernichten, aber Chaos Genüge tun. Für die Mutter der Sonnen ist das fatal, denn wenn es an ihrem Rand passiert, machen sich immer wieder einige Teilchen aus dem

Staub und entziehen ihr Leben (Energie, Masse, Einstein, Hawkins). Aber sie ist ja groß und hat noch viele Jahrmilliarden zu leben.

Living Doll ist jetzt eingeschlafen und im Reich der Träume jenseits von Zeit und Raum. Morgen wird sie aufwachen und ihre Entropie wieder in die Hand nehmen. Sie wird freien oder festen Willen haben, wärmer oder kühler sein, wie es ihr beliebt. Auch ihre Umgebung wird sie wohnlich gestalten, für ihre Lieben sorgen, drinnen und draußen. Living Doll hat schon ganze Städte gebaut, und eines Tages wird sie dem Mars Leben bringen, der es ja leider nicht geschafft hat, eine eigene Living Doll hervorzu- bringen. Living Doll ist Leben.

Ein schönes Lied haben Sie da geschrieben, Mister Cliff Richard, Sir!



Astro-Splitter

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

Diese Rubrik ist neu. An Inhalt wird es ihr nicht mangeln – zu bewegt ist heute die Wissenschaft, die jahrtausendlang nur wenigen Menschen zugänglich war. Astro-Kurznachrichten haben wir auch schon in den letzten Ausgaben geschrieben. Dies geschieht in Zukunft ausführlicher und ersetzt das Himmelsquartal.

Mücke überlebte Weltraumbedingungen RIA Novosti wurde von Anatoli Grigorjew, Vizepräsident der Russischen Akademie der Wissenschaften, über die Mücke im All informiert. Es handelte sich um ein Geschöpf, das mehr als ein Jahr lang an der Außenwand der Raumstation schlief. "Wir brachten sie zur Erde zurück, sie lebte auf und begann, mit den Beinen zu zappeln", sagte Grigorjew. Das Insekt lebte fast anderthalb Jahre lang ohne Nahrung unter großen Temperaturunterschieden (von 150 Grad unter Null im Schatten der Internationalen Raumstation ISS bis zu 60 Grad über Null auf der beleuchteten Seite). Grigorjew teilte mit, dass das Insekt auf Auftrag der Wissenschaftler des russischen Instituts für medizinisch-biologische Probleme (IMBP) im Rahmen des Experiments *Biorisk* in den Weltraum ausgesetzt worden war. "Zuerst hatten wir Bakterien und Pilze, und ein japanischer Wissenschaftler schlug einen weiteren Probanden vor. Professor Takashi Okuda vom Agrarbiologischen Institut machte uns auf eine einmalige afrikanische Mücke aufmerksam. Sie ist sehr kurzlebig und die Made entwickelt sich nur in feuchter Umgebung", sagten die Forscher. Die seltenen Wasserpflützen trocknen bei Hitze sehr schnell aus. Der Organismus dieser Mücke hat sich angepasst und verfällt in Kryptobiose, einen Zustand, bei dem alle Lebensfunktionen zum Stillstand kommen. Dabei werden Wassermoleküle durch einen Zucker ersetzt, das Leben wird in gewisser Weise kristallisiert.

Im Sommer 2007 brachten Astronauten einen grauen Zylinder mit 24 Schalen, die Gerstensamen, Bakterien, Daphnien und andere biologische Objekten, darunter die Maden der Mücke, enthielten, an der Außenhaut der Internationalen Raumstation an. Der Zylinder wurde nach einem Jahr und mehreren Monaten zurück zur Erde gebracht. (RIA Novosti), 19.02.2009

Coronas-Photon sendet erste Röntgenbilder der Sonne zur Erde Der russische Satellit zur Sonnenforschung *Coronas-Photon* hat seine ersten Röntgenaufnahmen der Sonne zur Erde übermittelt. Er wurde am 30. Januar ins All geschossen und dient der Erforschung der aktiven Prozesse auf der Sonne - Flecken, Eruptionen, Plasmaausbrüche - und soll helfen, Methoden zur Voraussage solcher Erscheinungen zu entwickeln.

Am Bau des Satelliten war Sergej Kusin, der Leiter des Labors für Sonnen-Röntgenastronomie vom Physikinstitut "Lebedew" beteiligt: "Wir hatten in dem Satelliten eines der zentralen Geräte - das Observatorium Tesis - untergebracht. Das Gerät hat eine recht komplizierte Konstruktion und besteht aus mehreren Teleskopen und Spektrometern, die zur Gewinnung von Abbildungen in mehreren Spektralabschnitten des Röntgenbereichs bestimmt sind. Sie ermöglichen es, Plasma bei verschiedenen Temperaturen zu registrieren. Anhand dieser Bilder erhalten wir Rückschlüsse auf die Temperaturschichten und Temperaturveränderungen an der Sonne". *Coronas-Photon* dient der Beobachtung der Sonnenaktivität, des jeweiligen Zustandes des Weltraumwetters und hilft, den Problemen der Sonnenphysik auf den Grund zu gehen. Dazu gehört die Erforschung des Temperaturanstiegs in der Sonnenkorona und der Mechanismus der Sonneneruptionen, sowie die Natur des Sonnenzyklus. Während der



Aufnahme der Sonnenkorona im Röntgenbereich. Die Erdatmosphäre ist für Röntgenstrahlen nicht durchlässig. Deshalb ist man auf Satelliten angewiesen. Bild: Roscosmos.

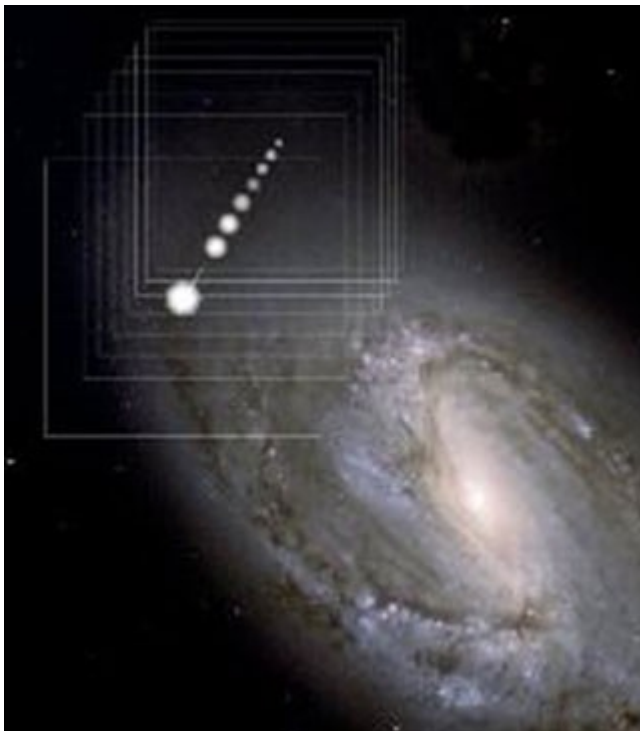
Mission soll rund eine Million Sonnenaufnahmen gemacht werden. Die Teleskope weisen im Moment noch ein um die Hälfte verringertes Auflösungsvermögen auf. Sie werden in den nächsten Tagen fokussiert und zentriert, um die maximale Auflösung zu erreichen.

Coronas-Photon umkreist die Erde in einer 550 km hohen Umlaufbahn. Der erste Satellit der Coronas-Serie, *Coronas-I*, war am 2. März 1994 gestartet und bis ins Jahr 2001 betrieben worden. Im selben Jahr wurde ein weiterer Satellit, *Coronas-F*, gestartet, der bis Dezember 2005 im Einsatz war. Bei den Satelliten der Coronas-Serie handelt es sich um Observatorien, die vor allem der Erforschung der aktiven Prozesse auf der Sonne - Sonnenflecken, Eruptionen, und Plasmaausbrüche - dienen und helfen sollen, Methoden zur Voraussage solcher Erscheinungen zu entwickeln. (*RIA Novosti*), 27.02.2009

Supernova schleudert Stern aus der Milchstraße Der gewaltigen Anziehungskraft einer Galaxis kann ein Stern normalerweise nicht entkommen. Um so überraschender war 2005 die Entdeckung von gleich drei sogenannten Hyperschnellläufern. Nur das extrem massereiche Schwarze Loch im Zentrum der Milchstraße schien den Fachleuten als Energielieferant in Frage zu kommen. Nur kommt ein Exemplar gar nicht aus dem Milchstraßenzentrum.

Eine Gruppe von Astronomen der Universität Erlangen-Nürnberg und des Max-Planck-Instituts für Astrophysik haben am Rand der Milchstraße ein Objekt entdeckt, der nicht durch das massereiche zentrale Schwarze Loch beschleunigt werden konnte. Der Stern, der unaufhaltsam auf den intergalaktischen Raum zusteuert, ist stattdessen der verbliebene Partner eines Doppelsternsystems, das durch eine Explosion zerrissen wurde.

Der Stern war dem Forscherteam bei der Analyse von Daten des 2.2m Teleskops der Europäischen Südsternwarte (ESO) aufgefallen. HD 271791 ist elfmal so schwer wie die Sonne und rast mit 2,2 Millionen Kilometer pro Stunde durchs All. Das reiht ihn unter die Hyperschnellläufer ein. Aber dieser Stern ist anders als seine superschnellen Kameraden. Die Berechnung seiner Flugbahn zeigte, dass das vier Millionen Sonnenmassen schwere Schwarze Loch im Zentrum der Milchstraße nicht sein Ausgangsort gewesen sein kann. "Ganz im Gegenteil", erläutert Heber Ulrich, Professor an der Universität Erlangen-Nürnberg, "der Stern muss aus den äußeren Regionen der galaktischen Scheibe stammen, wo es überhaupt keine massereichen Schwarzen Löcher gibt."



Der junge Stern, jetzt im galaktischen Halo, wurde vom äußeren Rand der galaktischen Scheibe geschleudert und nicht, wie man erwartet hatte, aus dem galaktischen Zentrum (schematische Aussenansicht der Milchstraße). Quelle: MPA und ESO.

Genauere Hinweise auf den Ursprung ergaben sich aus der Zusammensetzung der chemischen Elemente auf der Oberfläche des Sterns. Diese weicht von derjenigen der normaler Sterne ab. Im Übermaß kommen Elemente vor, die in Supernovae erzeugt werden, wie etwa Silizium. Die Oberfläche des Sterns wurde also durch Material verunreinigt, das eine Supernova-Explosion in seiner Nähe ausgeschleudert hat. Das Wissenschaftlerteam folgert, dass HD 271791 ursprünglich einen noch massereichen Begleiter hatte, der schon nach wenigen Millionen Jahren seines Lebens explodierte. Sein Partner wurde dabei ins Weltall hinaus katapultiert. Schwarze Löcher können nämlich nicht nur Materie unwiderruflich an sich binden, sondern auch stark von sich weg schleudern.

Bisher haben Experten ein solches Szenario für die Entstehung von Hyperschnellläufern jedoch ausgeschlossen. Die Umlaufbahnen im Doppelsternsystem müssen nämlich für eine so extrem hohe Geschwindigkeit sehr eng sein. Der ursprüngliche Begleiter, ein besonders massereicher Stern, durfte also nur wenige Sonnenradien groß sein, bevor er explodierte. Unmittelbar vor dem Kollaps des Sterns betrug die Umlaufperiode nur noch einen Tag. Die Explosion ließ den schwereren Partner des Doppelsternsystems zu einem Schwarzen Loch schrumpfen und setzte den anderen frei, dessen vorige

Umlaufgeschwindigkeit nun genügte, um die Galaxis zu verlassen. Diese Resultate erschienen in den Fachzeitschriften *Astronomy and Astrophysics* und *Astrophysical Journal Letters*. 05.03.2009

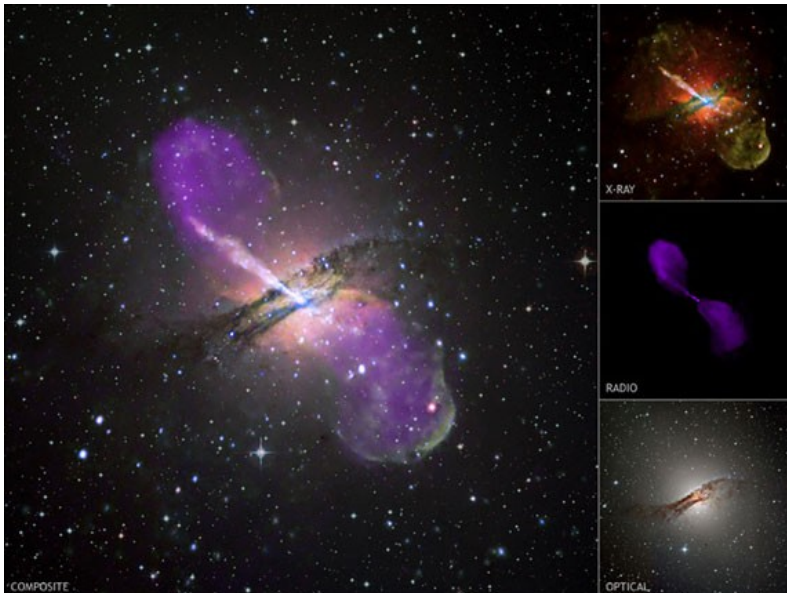
Gammastrahlung von nahegelegenen aktiven Galaxienkern nachgewiesen Einem internationalen Team von Astrophysikern ist es gelungen, sehr hochenergetische Gammastrahlung von einem nahegelegenen aktiven Galaxienkern, der Radiogalaxie Centaurus A, nachzuweisen. Die schwache Strahlung wurde von den H.E.S.S.-Teleskopen in Namibia entdeckt, einem der empfindlichsten Instrumente der Hochenergieastrophysik.

Aktive Galaxien sind die energiereichsten Objekte im Universum; in ihrem Zentrum wird ein supermassives schwarzes Loch vermutet. In dessen Umgebung werden geladene Teilchen (Elektronen und Protonen) auf nahezu

Lichtgeschwindigkeit beschleunigt, die dann in Form gewaltiger Teilchenströme, sogenannter Jets, in entgegengesetzte Richtungen herausschießen. Diese Gammastrahlung ist eine Billion Mal energiereicher als sichtbares Licht.

Centaurus A im Sternbild Zentaur ist eine der hellsten Galaxien am südlichen Nachthimmel und mit einer Entfernung von 11 Millionen Lichtjahren zugleich die nächstgelegene Radiogalaxie mit einem aktiven Kern. Diese "Nähe" ermöglicht einzigartige Studien des aktiven Galaxienkerns und seiner Umgebung. Centaurus A nimmt am Himmel eine Fläche ein, die mehr als 100 Mal so groß ist wie der Vollmond - allerdings leuchtet diese ausgedehnte Struktur nur im Radiobereich, während mit dem bloßen Auge nur die Galaxie selbst sichtbar ist.

Diese Resultate erschienen in der Fachzeitschrift *Astrophysical Journal Letters*. (Max-Planck-Institut für Kernphysik), 31.03.2009



Centaurus A ist die nächstgelegene Radiogalaxie. Das Kompositbild (links) verbindet Röntgenstrahlen (rechts oben), optische Bilder (Mitte) und Bilder im Radiobereich (ohne hochenergetische Gammastrahlung). Im optischen Bereich ist das zentrale Band der Galaxie durch Staub und Gas verborgen. X-ray: NASA, CXC, R.Kraft (CfA), et al.; Radio: NSF, VLA, M.Hardcastle (U Hertfordshire) et al.; Optisch: ESO, M.Rejkuba (ESO-Garching) et al.

Weltraumteleskope Herschel und Planck mit Ariane-Rakete gestartet Am 14.5.2009 um 15:12 Uhr (MEZ) sind die Weltraumteleskope Herschel und Planck erfolgreich vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guyana (Südamerika) gestartet. Die Satelliten wurden von einer Ariane 5 ECA-Trägerrakete auf ihren Weg zum Lagrange-Punkt L2, etwa 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt, gebracht. Die ESA-Satelliten hoben mit einer Ariane 5 ECA-Trägerrakete ab. Knapp 26 Minuten nach dem Start wurden die Weltraumteleskope mit einem Abstand von ca. zwei Minuten in eine Fluchtbahn eingebracht, auf der sie ihren Weg zum Lagrange-Punkt L2 eigenständig fortsetzen.

Um den störenden Einfluss von Sonne, Mond und Erde zu minimieren, werden Herschel und Planck am sogenannten zweiten Lagrange-Punkt (L2) stationiert. Dieser Punkt liegt 1,5 Millionen Kilometer weit in gerader Verlängerung der Verbindungslinie zwischen Erde und Sonne und läuft einmal im Jahr synchron mit der Erde um die Sonne. Alle drei Störquellen, Sonne, Mond und Erde, liegen von dort aus gesehen ungefähr in derselben Richtung und können daher hinter einem "Sonnenschirm" versteckt werden.

Herschel und Planck bewegen sich derzeit auf einer langgestreckten Umlaufbahn, auf der sie schließlich eine durchschnittliche Entfernung von etwa 1,5 Millionen Kilometer zur Erde erreichen werden. Seit dem Empfang der ersten Funksignale heute um 13:49 UTC (15:49 MESZ) befinden sich die beiden Satelliten unter der Kontrolle des Europäischen Raumflugkontrollzentrums (ESOC) der ESA in Darmstadt und arbeiten auf dem Weg zu ihrer endgültigen Umlaufbahn um L2 plangemäß.

Nach etwa zwei Monaten werden die beiden Satelliten von ihren unterschiedlichen Umlaufbahnen um L2 aus, auf dem ein gravitativer Gleichgewichtszustand zwischen Erde und Sonne herrscht, ihre wissenschaftlichen Beobachtungen aufnehmen. Frei von störenden Temperatur- und Strahlungseinflüssen, die sonst durch Sonne, Erde und Mond hervorgerufen werden, wird Herschel vorher ausgewählte Himmelskörper beobachten, während Planck eine kontinuierliche Durchmusterung des gesamten Himmels durchführen wird.

Ausführlich nachzulesen auf <http://news.astronomie.info>
Mit freundlicher Genehmigung von Arnold Barmettler



Termine auf der Erde

- Beobachtung: Samstag, 04. April 2009, ab 20 Uhr
Bundesweiter Astronomietag
 AVL-Sternwarte, Würden 17, 28865 Lilienthal
 (nur bei klarer Sicht)
- Vortrag: Freitag, 15. Mai 2009, 19:30 Uhr
Die Milchstraße – unsere kosmische Heimat
 Gerald Willems, AVL
 AVL-Vereinsheim, Würden 17, 28865 Lilienthal
- Veranstaltung: Sonntag, 21. Juni 2009, ab 14 Uhr
Lilienfest im Amtsgarten
 Die AVL ist ebenfalls präsent
 Amtsgarten am Rathaus, 28865 Lilienthal

Arbeitsgruppen

- Astrophysik: **Jeden zweiten Freitag im Monat**
 am 9. Jan., 13. Feb. und 13. März ab 20:00 Uhr
 Ansprechpartner Dr. Peter Steffen, 04203-9343
 Gäste sind herzlich willkommen.
 Vereinsheim Würden, M111
- Deep Sky-
 Fotografie: **Monatlich (Mittwochs 19:30 Uhr), nach Absprache**
 Ansprechpartner Gerald Willems 04792-951196
 Gäste sind herzlich willkommen
 Vereinsheim Würden, M111
- Stammtisch: **Jeden dritten Dienstag im Monat**
 am 21. April, 19. Mai. und 16. Juni ab 19:30 Uhr
 Gäste sind herzlich willkommen.
 Gaststätte Klosterhof, Lilienthal

Montag, 25. Mai
Sehr schmale Mondsichel 13° über dem Horizont
besonders reizvoll im Feldstecher zu sehen

Mai und Juni
**Saturn schon zum Beginn der Nächte
 hoch im Süden**
die 4° geöffneten Ringe sind schon im 4"-Teleskop zu sehen

Sonntag, 28. Juni, 3:00 Uhr
Reizvolle Begegnung von Saturn und Halbmond
visuell beobachtbar und besonders schön im Fernglas

Termine am Himmel

Zu guter Letzt

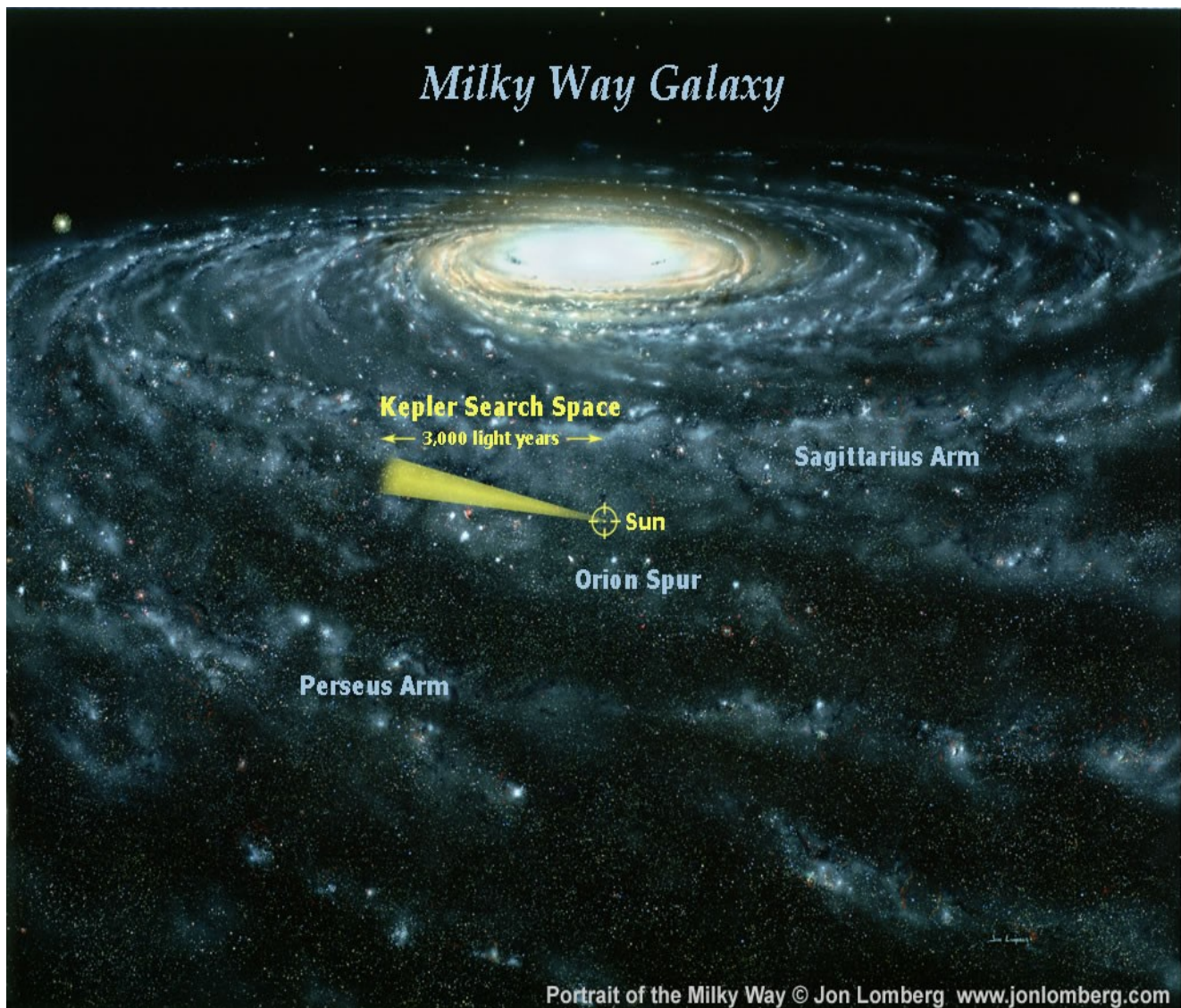


Künstlerische Darstellung des Teleskops KEPLER Quelle: NASA

Mission KEPLER arbeitet Das am 2. März 2009 gestartete Weltraumteleskop oder besser ausgedrückt Riesenphotometer beginnt seine Suche nach erdähnlichen Planeten fremder Sonnen. Es hat bereits erste Bilder seiner 42 Kamera-Chips zur Erde gesandt.

KEPLER misst die Helligkeit der Sterne und lauert auf Verdunklungen, die durch vor der Sternscheibe vorbeiziehende Planeten verursacht werden. Es wird also ernst mit der Suche nach erdähnlichen Planeten, die uns letztlich die Frage beantworten soll, ob sich ein derart lebensfreundlicher Planet wie die Erde auch woanders im All bilden kann.

Das Teleskop ist eine große Schmidt-Kamera mit einem Spiegeldurchmesser von 1,4 Meter und einer Öffnung von 95 Zentimetern. Die 42 CCD-Chips sammeln sichtbares und infrarotes Licht. KEPLER wird die Helligkeit von 100 000 Sternen beobachten und kann selbst Veränderungen der Helligkeit von nur 1 Promille feststellen. Zur Zeit kennen die Astronomen ca. 300 Planeten in fremden Sternensystemen. Nach der Mission KEPLER der NASA werden es hoffentlich 1.000 mehr sein. Ob auch erdähnliche Planeten dabei sein werden?



Das Suchgebiet von KEPLER. Trotz der Spanne von 3.000 Lichtjahren wird an dieser Darstellung klar, dass nur ein winziger Bruchteil unserer Galaxis für die Suche nach erdähnlichen Planeten abgescannt werden kann. Quelle: NASA