



ANDROMEDA

Zeitschrift der Sternfreunde Münster e. V.

AUS DEM INHALT

Besuch beim Grantecan

Die zweite Erde – Teil 3

Was tun, wenn's spinnt?

30. Jahrgang – 2/2017

3.- Euro



ASTROURLAUB IM STERNENPARK WESTHAVELLAND



Erleben Sie den sternenreichsten Nachthimmel Deutschlands!
Die professionelle Ausrüstung für spektakuläre Sternenbeobachtungen steht schon für Sie bereit und gastfreundliche Menschen erwarten Sie.



In Kooperation mit:

Tele-Optic
THE ONLY TELESCOPE SPECIALIST

- Sternenreicher, dunkler Nachthimmel $21.65 \text{ mag/arcsec}^2$ direkt am Ferienhaus.
- Vom engagierten Hobbyastronom bis zum Einsteiger: ab dem **19.04.2016** stehen professionelle Teleskope zur Ausleihe, darunter ein Dobson 12" GoTo, ein 8" Newton, ein SC- LX90, ein SC 10" ACF, ein 4" Apochromat und Astrofeldstecher für Sie bereit.
- Wir verfügen über zwei fest installierte Säulen zur Aufnahme einer EQ6 AZ Montierung mit vollautomatischer Positionierung.
- Gemütliche Ferienwohnungen und Ferienhäuser liegen am idyllischen Lochower Waldsee.
- Einzigartige Natur, familienfreundliche Umgebung, gutes Radwegenetz.
- Für Gruppen steht ein Raum für ca. 15 Personen mit Beamer und Leinwand zur Verfügung.

RABATT:
10%
FÜR VdS- MITGLIEDER
für Übernachtung
& Teleskop-Ausleihe

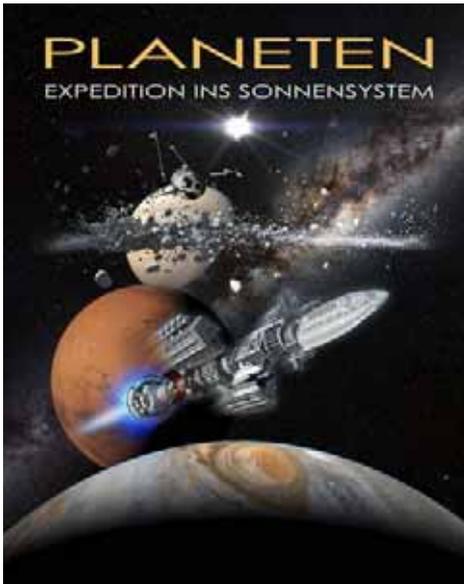


Premiere „Planeten - Expedition ins Sonnensystem“

von Hans-Georg Pellengahr

Am 01.06.2017 waren die Sternfreunde eingeladen zur Premiere der auf neuestem Bild- und Datenmaterial (u. a. von LRO, Mars Express, MRO, MSL-Curiosity, Cassini, Rosetta, New Horizons) basierenden Planetariumsshow „Planeten – Expedition ins Sonnensystem“.

In einem Kurzvortrag erläuterte der Planetariumsleiter Dr. Björn Voss das Konzept und die Entstehung der neuen Show. Dann ging's los: Ein tolles Programm – faszinierende Bilder, die den Zuschauer mitten in die planetaren Welten transportieren, didaktisch klug aufgebaut, wissenschaftlich höchstaktuell und darüber hinaus super spannend, produziert am Planetarium Münster, aber nicht allein, sondern in Kooperation und Teamarbeit mit 19 weiteren deutschsprachigen Planetarien aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. Zwei Jahre intensiver Teamarbeit haben eine faszinierende Wissenschaftsshow hervorgebracht, in der die Planetariumsbesucher



virtuelle Astronauten bei der Erkundung unseres Sonnensystems begleiten.

Nach den Programmen „Weltreise – der Sternenhimmel rund um die Welt“, „Zeitreise vom Urknall bis zum Menschen“ und „Ferne Welten – fremdes Leben“ ist „Planeten“ nunmehr die vierte kooperativ entstandene Produktion. Federführung und Regie lagen jeweils in den Händen von Dr. Björn Voss.

Neben vielen erwachsenen Sternfreunden waren auch einige unserer Astrokids zur Premiere erschienen und wie alle anderen begeistert.



Eine ganz besondere Meisterleistung des Entwicklungsteams ist aus meiner Sicht die geschickte Themenauswahl, sprich die bewusste Beschränkung auf einige, dann aber jeweils ausführlich dargebotene Highlights aus der zur Verfügung stehenden Fülle von Daten- und Bildmaterial. Besonders eindrucksvoll in der 20m-Kuppel: Der quasi auf die Besucher „herabstürzende“ hoch aufgelöste Mars, die in einen Staubsturm auf unserem Nachbarplaneten geratenden Astronauten, der Flug über bzw. durch die Valles Marineris, das spektakuläre Eintauchen in die obersten Atmosphäreschichten Jupiters, der Besuch seiner Monde Io und Europa, die – wie alles in diesem Programm

– aus Echtdateen entwickelte Durchquerung des Saturnrings sowie die Landungen auf Titan und Enceladus, schließlich der Tauchgang durch eine Eisspalte zu dessen „unterirdischem“ Ozean. Ein ganz besonderes Lob gebührt dem LWL-Grafiker Robert Perdok, der die Produktion u. a. durch Astronauten, interplanetare Raumschiffe, Planeten-Erkundungsfahrzeuge etc. in faszinierender Weise bereichert und zu einer wahrhaft abenteuerlichen Reise gemacht hat. Absoluter Höhepunkt der Expedition ist der Besuch des Kometen Tschurjumow-Gerasimenko. Wie wir alle wissen, besteht dieser aus zwei Teilen mit einem tiefen Riss dazwischen, der sich während der Sonnenannäherung des Kometen infolge Rotationsbeschleunigung verlängert hat und in ferner Zukunft ja vielleicht einmal ... Mehr möchte ich hier nicht verraten.

Wer wissen will, was dann passiert und bei der Premiere noch nicht dabei war, sollte sich's unbedingt anschauen und dabei all seine Verwandten, Freunde und Bekannten gleich mitnehmen. Sie erleben gemeinsam ungeheuer spannendes „ganz großes Kino“ (im absolut positiven Sinne und mit wissenschaftlichem Anspruch). Wirklich perfekt!

An einigen wenigen Stellen wurde für den Fachmann in Form leichten Bildruckelns offenbar, dass die Planetariumsrechner mit den immensen Datenmengen dieses Programms an ihre Grenzen stoßen. Im September werden diese komplett erneuert, währenddessen bleibt das Planetarium für drei Wochen geschlossen.

Tja und dann gab's da noch zwei Boni: Die „Planeten“-Reise endet mit einer Livemoderation zu dem im September stattfindenden Finale der Cassini-Mission und wird außerdem von einer Bildausstellung im Planetariumsfoyer begleitet.

Allerhöchste Anerkennung und Dank gebührt allen, die an diesem Programm mitgewirkt haben. Gern hätte ich übrigens ihre Namen in dem leider zu schnell durchlaufenden Nachspann

gelesen. Vielleicht lässt sich da noch eine kleine „Verlangsamung“ bewerkstelligen, denn „Ehre wem Ehre gebührt!“

Ein ganz besonderer Dank gebührt Björn. Wir dürfen gespannt sein, welche weiteren spannenden Programme aus der von ihm vor nunmehr acht Jahren initiierten – von Mal zu Mal immer mehr Planetarien umfassenden – Kooperation noch hervorgehen werden.

Eins steht jedenfalls fest: Das Münsteraner Planetariumsteam und ebenso die Teams der übrigen an den jüngsten Neuproduktionen beteiligten Planetarien können sich bei der aktuellen Diskussion in „Sterne und Weltraum“, zuletzt in Heft 5/2017, S. 7, sowie im Internetblog von Susanne Hoffmann getrost und zufrieden zurücklehnen (s. nachfolgenden Artikel).

Quo vadis Planetarium? „Showtheater“ oder „Bildungseinrichtung“?

**SuW und Internet-Diskussion
Münsters Planetariumsteam macht's richtig!**

von Hans-Georg Pellingahr

Einleitend möchte ich Bezug nehmen auf die von Hans-Ulrich Keller anlässlich des Einzugs der „digitalen Videotechnik“ angestellte Analyse der Planetariumssituation (Sterne und Weltraum, Heft 8/2012 von „Sterne und Weltraum“, freier Download unter <http://www.spektrum.de/magazin/quo-vadis-planetarium/1156559>).

Herr Keller gibt viele konstruktive Anregungen für einen sinnvollen sowohl didaktisch als auch wissenschaftlich effizienten Einsatz der neuen digitalen Technik. Neben den Vorteilen der Full-Dome-Videotechnik (Visualisierung komplexer astrophysikalischer Zusammenhänge, virtuelle interstellare Reisen etc.) zeigt er aber auch deren Schwächen auf (z. B. bei der Projektion des Ster-

nenhimmels). Aus eigener Anschauung können sicherlich viele Sternfreunde bestätigen, dass der Glasfasern nutzende Zeiss-Planetariumsprojektor den höchstauflösenden Beamern bei der realistischen Darstellung des Sternenhimmels noch immer weit überlegen ist. Aus diesem Grund kombiniert das Münsteraner Planetariumsteam in seinen Produktionen immer wieder gewinnbringend beide Systeme miteinander. Auch werden die von Herrn Keller aufgezeigten möglichen Fehlerquellen (z. B. Vermeidung langer gerader Linien wegen deren Verzerrung in der Kuppel) weitgehend vermieden.

Ältere Sternfreunde wie ich haben die technische Entwicklung im Planetarium Münster (Eröffnung: 1981, kontinuierliche technische Aufrüstung, 1998: Zeiss-Projektor Universarium VIII; 2010: ergänzende Installation des Sky-Skan-Fulldome-Projektionssystems) hautnah miterlebt. Zumindest den letzten sicher revolutionärsten Schritt im Jahre 2010 haben – abgesehen von unseren Astrokids – wohl fast alle mitbekommen.

In der aktuellen Diskussion in „Sterne und Welt- raum“, zuletzt in Heft 1/2017, S. 15, und Heft 5/2017, S. 7 (kostenfreie Downloads unter <http://www.spektrum.de/magazin/wie-funktioniert-ein-planetarium/1431345> und <http://www.spektrum.de/magazin/quotadis-planetarium/1444117>) sowie in dem Internetblog von Susanne Hoffmann (<https://scilog.spektrum.de/uhura-uraniae/quotadis-planetarium/>) fragt Manfred Holl provokativ, ob und inwieweit moderne Planetarien von ehemals „wissenschaftlichen Instituten“ und „Sternentheatern“ zu „reinen Showtempeln verkommen“ sind, in denen die „Astronomie lediglich Alibifunktion“ (Zitate Holl) hat. Auf Twitter und Facebook erhitzen sich die Gemüter der „Planetarier“.

Vor dem Hintergrund dieser Diskussion ist mir deutlicher denn je geworden, wie geschickt das Münsteraner Planetariumsteam unter Leitung von Dr. Björn Voss die „technische Revoluti-

on“ vollzogen hat und wie perfekt es die neue Technik integriert und mit dem auch weiterhin unverzichtbaren (dank der Glasfasertechnik bei so mancher Darstellung noch immer unschlagbaren) Zeiss-Projektor kombiniert. Dadurch eröffneten sich ungeahnte neue Möglichkeiten zur Darstellung komplexer astrophysikalischer Zusammenhänge, zu interstellaren Reisen sowie einer bis dato undenkbaren Perfektionierung der astronomischen Wissensvermittlung.

In jeder Vorstellung kann man faszinierte und in höchstem Maße begeisterte Besucher/Innen jeden Alters erleben. Und wer wie wir Sternfreunde alle oder zumindest die meisten, vor allem die neueren Planetariumsprogramme (In der Tiefe des Kosmos, Zeitreise vom Urknall zum Menschen, Ferne Welten – fremdes Leben, Weltreise – der Sternenhimmel rund um die Erde, Planeten) kennt, wird zweifellos uneingeschränkt bestätigen:

Im Münsteraner Planetarium ist die Full-Dome-Projektion nicht Fluch, sondern Segen (Zitat Problembeschreibung Keller). Natürlich gibt es auch in Münster hin und wieder Lesungen, Konzerte, Musik- und Lasershows, darunter aber auch solche wie „Chaos and Order – a Mathematic Symphony“ mit interessanten astronomischen Bezügen. Die Astronomie wurde aber niemals zur „Randerscheinung“ degradiert. Das wichtigste Ziel ist und bleibt neben der reinen Wissensvermittlung: Besucher/Innen jeglichen Alters für die Astronomie zu begeistern und ihnen eine Vorstellung vom Universum zu geben. Hier wird spannendes Edutainment mit größtmöglichem Erfolg praktiziert. Und so mancher Pink Floyd-Besucher wird sich danach auch mal ein astronomisches Programm anschauen. Jüngstes Highlight im münsterschen Programm ist „Keplers Somnium“ als „Theater im Planetarium“, umgesetzt vom Theater „Freyunde + Gaesdte“. Meines Wissens ist dies einzigartig in ganz Deutschland, aber ein Wahnsinns-Erfolg, sodass man schon über mögliche Folgeprojekte nachdenkt.



Nicht von ungefähr zählt Münster zu den besucherstärksten Planetarien Deutschlands. Aus der Initiative und Federführung von Dr. Björn Voss sind mittlerweile schon einige erfolgreiche Kooperationen deutschsprachiger Planetarien entstanden.

Wenn Susanne Hoffmann diese „Kollaborationsproduktionen statt des früheren Eigenbrödlertums“ in ihrem Blog als „neue Mode“ mit den Attributen „ganz entzückend, herzerfrischend“ beschreibt, so scheint mir dies bei weitem zu kurz gegriffen. Chance zum „alles richtig machen“ für einen „sehr guten Weg“ (Zitate Hoffmann) trifft's besser, aber letztlich auch nur partiell. So fehlt z. B. völlig der Aspekt, dass solch aufwändige Produktionen überhaupt nur im Rahmen von Teamarbeit und Kooperationen mach- und finanzierbar sind. Der grandiose Erfolg der o. a. Produktionen bestätigt den eingeschlagenen Weg. Das Ergebnis sind faszinierende hochspannende Wissenschaftsshow's. Und genau das soll's doch auch sein.

Frau Hoffmanns Kritik an vorproduzierten Shows kann ich nicht teilen. Gewissen nicht zu leugnenden Nachteilen im Vergleich zur Live-Moderation stehen ganz erhebliche Vorteile gegenüber. Dass lebendige Wissenschaft und kooperativer Gedankenaustausch zu immer neuen Erkenntnissen führen und vorproduzierte Shows einer gelegentlichen Anpassung bedürfen, ist ein völlig normaler, selbstverständlicher Vorgang, aber ganz gewiss kein Nachteil. Zumal es sich bei oft schon unmittelbar nach Fertigstellung aufkommenden Verbesserungsideen und -wünschen zumeist um Feinheiten handelt, die der ganz großen Mehrheit der Planetariumsbesucher eh verborgen bleiben. Hier gilt es – auch das prak-

tiziert Münster – die Planetariumsprogramme durch astronomische Live-Vorträge zu ergänzen und zu vertiefen. Die neueste Planetariumsshow „Planeten“ wird in Münster mit einer jeweils aktuell angepassten Livemoderation zum bevorstehenden Finale der Cassini-Mission beendet. Zudem wird dieses Programm von einer Bildausstellung im Planetariumsfoyer begleitet.

Mit Hans-Ulrich Keller halte auch ich die – in Münster beispielhaft und gewinnbringend für alle Beteiligten praktizierte – Zusammenarbeit mit der regionalen Amateurastronomen- und Sternfreundeszene für unerlässlich. Frau Hoffmann hingegen sieht im Einleitungsstatement ihres Blogs den Anfang „des Problems der Planetarien dort, wo man sich zu sehr auf nicht zertifizierte Hobbyastronomen als Lehrende versteift“. Ein solches Problem hat in Münster nie existiert! Nicht nur unsere eigenen guten Erfahrungen, sondern auch die andernorts vielfach zum Nutzen aller Beteiligten und der Öffentlichkeit praktizierte Kooperation zwischen Amateur- und Profiastronomen belegen das Gegenteil. Die direkte Anbindung der Sternfreunde Münster an das LWL-Naturkundemuseum und Planetarium, zudem die Tatsache, dass Dr. Björn Voss als Leiter des Planetariums sich zugleich als zweiter Vorsitzender der Sternfreunde zur Verfügung gestellt hat, sind ideal. Die Zusammenarbeit und beiderseitige Ergänzung könnte nicht besser sein. Herzlichen Dank an die Museumsleitung und an Björn.

Fazit: Um die Zukunft des münsterschen Planetariums ist mir nicht bange. Mehr noch: Unter der Leitung von Dr. Björn Voss hat es deutschlandweite Ausstrahlung entfaltet. Von Produktion zu Produktion schließen sich immer mehr Planetarien zu gemeinsamen Programmentwicklungen zusammen. Entwicklungsteams mit Experten aller Fachgebiete führen ihr Wissen zusammen zur Erreichung des gemeinsamen Ziels: Anschauliche, faszinierende, spannende und aktuelle Vermittlung astronomischen Wissens auf hohem Niveau.

Die kooperierenden Planetarien haben damit ihren „Königsweg“ zwischen „reiner Show“ und qualifizierter „astronomischer Wissensvermitt-

lung“ gefunden und werden ihn ganz gewiss auch gemeinsam weitergehen, zumal sich hieraus für alle Beteiligten wissenschaftliche Gestaltungs- und Finanzierungsmöglichkeiten erschließen, wie sie ein einzelnes Planetarium niemals erreichen und nutzen könnte. Weiter so!

P.S.: Eine umfangreiche Internetrecherche, in deren Rahmen ich mir das Programmangebot fast aller deutscher Planetarien angeschaut habe, hat mir die ganz besondere Leistungsstärke und wissenschaftliche Qualität des LWL-Planetariums Münster noch sehr viel deutlicher als erwartet vor Augen geführt. Wir können stolz sein auf unser Planetariumsteam und sagen Danke!

Das 7. NST in Münster

Michael Dütting

Das Norddeutsche Sternwartentreffen (NST) 2017 fand im Mai im LWL-Museum für Naturkunde statt. Über 30 Vertreter von Sternwarten und astronomischen Vereinigungen aus Rostock, Lübeck, Bremen, Hamburg, Tornesch, Braunschweig und Osnabrück folgten der Einladung der Sternfreunde Münster. Auch aus Soest und Menden waren einige Amateurastronomen gekommen. Das mittlerweile siebte Treffen wurde durch eine bunte Mischung an Vortragsthemen geprägt, aber auch das gegenseitige Kennenlernen, die Vernetzung untereinander und der rege Erfahrungsaustausch waren wieder wichtige Schwerpunkte. Im Eröffnungsvortrag berichtete Daniel Spitzer von seinem Schliff des 16-Zoll-Spiegels der Sternwarte Münsterland, die im vergangenen Jahr zwischen Münster und Osnabrück eröffnet wurde. Im Anschluss folgte das leidige Thema Lichtverschmutzung, diesmal allerdings mit einem Blick über den astronomischen Teller- rand: Lena Grosche und Anke Meier von der AG Fledertierschutz des münsterschen NABU berichteten von den Auswirkungen zunehmender und falscher Beleuchtung auf Fledermäuse und deren Nahrungsquellen. Sie gaben so Anregungen für Argumentationen in Diskussionen mit astronomischen Laien außerhalb der amateurastronomischen Szene. Interdisziplinär ging

es weiter im Vortrag von Dr. Erik Wischnewski (Kaltenkirchen) über die Zusammenarbeit von Amateur- und Profiastronomen im Bereich der Beobachtung veränderlicher Sterne, bevor Dr. Björn Voss die Teilnehmer im Planetarium auf eine Reise durch den Kosmos in Full-Dome-Projektion mitnahm. Michael Schomann (Braunschweig), Leiter der VdS-Regionalgruppe Nord, nutzte die Gelegenheit, um auf der 20m-Kuppel Filmclips von Teleskoptreffen in Timelapse-Technik zu präsentieren und leitete damit zu seiner Vorstellung der neuen VdS-Fachgruppe „Astronomische Vereinigungen“ über: Das NST fand erstmals 2011 in Tornesch statt und ist eine Veranstaltung der Kooperation „Astronomie in Norddeutschland“, die seit 2016 als „Regionalgruppe Nord“ der neuen Fachgruppe etabliert ist. Mit Blick auf den norddeutschen Akzent der Tagung bot Jürgen Stockel anschließend einen virtuellen Rundgang zu den alten Hansestädten und ihren astronomischen Uhren, deren Besonderheiten er an den Rostocker und Münsteraner Exemplaren dokumentierte. Mit der „Campus-Sternwarte Schöppingen“ stellte Hans-Georg Pellengahr ein gemeinsames Projekt niederländischer und deutscher Amateurastronomen vor. Das Ziel ist eine Sternwarte auf dem Schöppingen Berg zwischen Münster und Enschede, die sowohl barrierefrei gestaltet werden soll als auch für Schüler remote nutzbar sein wird. Die Tagung ließen die Teilnehmer schließlich bei griechischem Essen unweit des münsterschen Aasees ausklingen. Das 8. NST wird im Juni 2018 von der Olbers-Gesellschaft in Bremen ausgerichtet. Der genaue Termin wird rechtzeitig bekannt gegeben.

Gruppenfoto auf der 2. Umschlagseite!

Links:

Astronomie in Norddeutschland:

astronomie-nord.de

VdS-Fachgruppe Astronomische Vereinigungen:
vds-astro.de/fachgruppen/astronomische-vereinigungen.html

Besuch beim GRANTECAN

(Gran Telescopio CANARIAS) auf La Palma, dem größten Einzel-Spiegelteleskop der Welt

Martin Vogel

Das GRANTECAN ist seit 2009 als internationales Gemeinschaftsprojekt verschiedener Universitäten und der EU im wissenschaftlichen Betrieb. Wer es auf La Palmas höchstem Berg, dem 2500 m hohen Roque de los Muchachos, besichtigen möchte, muss sich rechtzeitig um ein Onlineticket auf der Webseite iac.es (Instituto de Astrofísica de Canarias) kümmern. Da die zweisprachigen Führungen (englisch- und spanischsprachig) häufig schnell ausgebucht sind, sollten die Tickets frühzeitig beschafft werden.



Im Foyer des GRANTECAN

Wie schon bei meinen vorherigen Besuchen auf dem Roque de los Muchachos, musste ich bei der Anfahrt zum GRANTECAN auf einer schmalen und kurvenreichen Straße vorab viele Höhenmeter überwinden. Dabei war, wie häufig, auch eine Decke aus Passatwolken, die sich am Roque auf einer Höhe zwischen 1000 – 1500 m stauen können, zu durchfahren. Das GRANTECAN selbst liegt aber an mehr als 300 Tagen im Jahr hoch über den Wolken, also tagsüber unter strahlend blauem Himmel.

Nur an wenigen Tagen im Jahr kann es bei stürmischen Ereignissen auf dem Atlantik dazu kommen, dass dort auch eine Hochbewölkung aufzieht und den nächtlichen Beobachtungsbetrieb stört. Der Standort des GRANTECAN zeichnet sich zudem dadurch aus, dass er

infolge einer meteorologischen Besonderheit überwiegend von laminaren (turbulenzarmen)



Die Zufahrt zu den Beobachtungsstationen ist eng und kurvenreich

Luftströmungen umgeben ist. So kommt es dort in der klaren – und von Lichtverschmutzung freien – Luft oft zu SEEING-Werten von unter 0.30 arcsec. Die geografische Lage im Atlantik auf 29° nördlicher Breite lässt einerseits alle Beobachtungen im Bereich des gesamten nördlichen Sternenhimmels zu; andererseits sind die Himmelskörper des Südhimmels bis rechnerisch auf DEC -61° sichtbar. Das macht den Beobachtungsstandort für Wissenschaftler aus aller Welt äußerst gefragt.



Zusammentreffen mit dem Guide vor dem GRANTECAN

Angemeldete Besucher werden vom IAC-Guide am Meetingpoint an der Zufahrt zum weitläufigen Areal der insgesamt 12 Observatorien empfangen. Die international gemischten Gruppen (max. 20 Teilnehmer) bestehen, wie unschwer an den gestellten Fragen zu erkennen ist, überwiegend aus naturwissenschaftlich inte-

ressierten Personen sowie Hobbyastronomen. Zunächst werden den Besuchern einige Informationen zu den auf dem Gelände befindlichen Beobachtungsstationen gegeben. Dann fährt man im PKW-Konvoi zum Kuppelgebäude des GRANTECAN.

Besichtigung der Teleskopanlage

In dem während des Tages auf Nachttemperatur „herunterklimatisierten“ riesigen Kuppelbau sind die Besucher sichtlich beeindruckt von der gewaltigen Größe des Teleskops der Bauart Ritchey-Chretien mit seinem \varnothing 10.4 m Spiegel. Dieser besteht aus 36 hexagonalen, hochpräzisen ZERODUR®-Glaskeramik-Einzelementen, die von der Schott AG aus Mainz hergestellt wurden. Die einzelnen Spiegelemente (500 kg pro Stück) ruhen als aktives Optiksistem wiederum auf jeweils 6 piezoelektrischen Aktoren. Diese korrigieren rechnergesteuert, gewissermaßen in Echtzeit, die bedingt durch Masseverlagerung beim Schwenken entstehenden Fokusabweichungen der Spiegelemente. Das Teleskop erzeugt so eine „Sehstärke“ von mehr als 4 Mio. menschlichen Pupillen.



Blick in den \varnothing 10.40 m Hauptspiegel - hier mit einer fotobedingten Reflektion der Metallstreben

Die Azimut-Altitude-Montierung mit der aufgesetzten Teleskopkonstruktion wiegt über 400 Tonnen. Trotz dieser gewaltigen Masse ermöglichen die hydrostatische Lagerung des Drehtisches (der Tisch schwimmt auf einem pumpendruckgeregelten Ölfilm) und die Präzisionskugellager der Höhenachse ein absolut ruckelfreies, punktgenaues Schwenken und Nachführen des Teleskops unter Einsatz von nur sehr geringen Antriebskräften. Technisch

besonders anspruchsvoll ist dabei – wie bei allen Präzisionsmaschinen – das Anfahren aus dem Stillstand in kleinsten Schritten, da es dabei zu Wechselwirkungen zwischen Haft- und Gleitreibung kommt. Tatsächlich konnte ich Schwenkvorgänge beobachten, bei denen die gesamte Anlage quasi wie von Geisterhand, mit kaum hörbarem Geräusch der Stellmotoren, hin und her bewegt wurde. Eine Präzisionsansteuerung der gesamten Teleskopanlage in Schritten von kleiner 1 arcsec soll damit möglich sein.



Der Sekundärspiegel – universell einsetzbar für alle Beobachtungsverfahren

Ein weiteres technisches Highlight des GRANTECAN ist der derzeit weltweit einzige Großteleskop-Sekundärspiegel, der dank einer speziell entwickelten Glaslegierung für Beobachtungen sowohl im sichtbaren, wie auch im IR-Bereich mit höchstem Reflexionsgrad eingesetzt werden kann. Dazu kommt, dass die Anlage zusätzlich über einen einschwenkbaren und (nach dem Revolverprinzip) umschaltbaren Tertiärspiegel verfügt. So können ohne mechanische Umrüstung in kurzer Zeit die unterschiedlichen, in den Fokalstationen fest montierten Beobachtungsinstrumente zugeschaltet werden.

Nutzung des GRANTECAN

In der Aufbau- und Erprobungsphase um 2008 wurden zunächst eine Reihe von außergewöhnlichen, großformatigen Astrofotografien von bekannten Objekten zu Testzwecken erstellt, die auch für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden. Diese kann man im Foyer und

auch im Internet ansehen. Hingegen war und ist das wissenschaftliche Ziel der Erbauer und



In das zentrale Lichtbündel einklappbarer, rundum schwenkbarer Tertiärspiegel. Dieser kann als Lichtzuführung zu den am Teleskopkörper angebrachten weiteren Fokalstationen zugeschaltet werden.

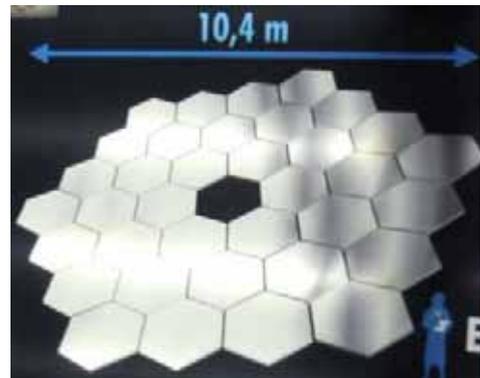
Forscher selbstverständlich, sich mit der neuen Großteleskopanlage an bisher nicht erreichbare Objekte in den Tiefen des Universums heranzuarbeiten.

Heute werden bei einer Fokallänge von +/- 19 Metern 9 verschiedene Beobachtungsinstrumente eingesetzt (hochauflösende Kameras und Spektrometer für Wellenlängen von $0.36 \mu\text{m}$ bis $25 \mu\text{m}$ mit Gesichtsfeldern von ca. 30 arcmin bis 2.4 arcsec). Objekte bis 29 mag lassen sich damit untersuchen. Die anteilige Beobachtungszeit verteilt sich laut Aussage derzeit ca. hälftig auf bildhafte Beobachtung und Spektroskopie. Eine Spezialität des GRANTECAN ist hierbei die „Multi Object Spectroscopy“, bei der bis zu 100 verschiedene Objekte gleichzeitig untersucht werden können. Demgegenüber erweckt der Blick in den Kontrollraum für mich als Hobbyastronomen eher unromantische Gefühle. Es gibt zwar eine Reihe von Großbildschirm-Arbeitsplätzen; aber es werden dort Nacht für Nacht nur vorab definierte Himmelskoordinaten abgefahren und einer mittlerweile voll computerisierten wissenschaftlichen Auswertung zugeführt. Hierbei kommen projektbezogen alle erdenklichen astronomischen Beobachtungsziele in den Fokus.

Das GRANTECAN wurde insbesondere auf Optimierung der Einsatzfähigkeit hin konstruiert, sodass ohne zeitaufwändigen Umbau an den unterschiedlichsten Forschungsprojekten wechselweise gearbeitet werden kann. Derzeit beträgt die maximale zusammenhängende Beobachtungszeit, die vom internationalen Betreiberkonsortium für wissenschaftliche Projektarbeit vergeben wird, pro Forschungsteam 3 Tage.

Wartungsbedarf

Bei aller Termindichte, die durch die hochflexiblen Einsatzmöglichkeiten des GRANTECAN noch weiter befördert wird, darf die Wartung der optischen Systeme nicht zu kurz kommen. Verunreinigungen der Spiegelsysteme werden zeitnah berührungslos mit Trockeneis behandelt. Beim Aufsprühvorgang kommt es auf der Spiegeloberfläche lokal zu einer verpuffungsartigen Reaktion, dabei werden die Schmutzpartikel mitgerissen und verschwinden so von der Optik. Trotzdem beträgt die Lebensdauer der AL-Spiegelbeschichtung nur ca. 1,5 Jahre. Bei jeder Beobachtungspause (Vollmondphase) werden jeweils 2 der 36 Spiegelemente ausgebaut. In der eigenen Spiegelwerkstatt wird dann die Al-Beschichtung entfernt und mittels eines speziellen Plasmaverfahrens im Hochvakuum wieder aufgedampft. Hierbei geht es tatsächlich um die fast unvorstellbare Einhaltung der Schichtdickentoleranz im Nanometerbereich.



Schema des Spiegelaufbaus aus 36 hexagonalen, 500 kg schweren Einzelelementen

Das „richtige“ Teleskop - vielleicht doch ein „Lichteimer“ oder gar ein Fraunhofer-Achromat?

von Hans-Georg Pellengahr

Die letzte Andromeda enthielt drei Berichte zur teleskopischen Beobachtungspraxis. Zum einen stellte Jürgen Stockel den zweiten von Christian Böing für unsere Astrokids gespendeten 8"-Galaxy-Dobson vor und berichtete begeistert von einer „Zaubernacht“ mit seinem neuen Explore-Scientific Ultra-Light 16"-Dobson. Zum anderen unterscheidet Klaus Soja in seinem Ratgeber zwischen „Seelenröster, Arbeitspferd und Lichteimer“-Teleskopen.

Jürgens 16"-Dobson, durch den auch ich schon beobachten durfte, gehört zweifelsfrei zu Klaus' Kategorie der „Lichteimer“, weist aber keinen der von ihm für diese Instrumente als typisch beschriebenen Mängel auf. Wie im Übrigen auch die beiden 8"-Dobsons unserer Astrokids ist er mit einem hochwertigen Crayford-Okularauszug mit 1:10 Mikrountersetzung, mit Lüfter-gekühltem BK 7-Spiegel sowie mit guten Okularen ausgestattet. Dass Spiegelteleskope ab und an nachjustiert werden müssen, ist systembedingt, aber bestimmt kein Grund, ein solches Instrument nicht zu erwerben, zumal, wenn man Sternfreunde kennt, die einem ggf. bei der Justierung helfen können. Als Einsteiger sollte man m. E. allerdings nicht über f/5 hinaus gehen.

Sowohl mit unseren Astrokids als auch mit erwachsenen Astronomie-Interessierten haben wir mit Newton-„Lichteimern“ (10", 12", 16" und 20") viele gute Erfahrungen gemacht. Allerdings sollte man bei deren Anschaffung auf eine gute Ausstattung achten, sich am besten gleich für das Modell mit dem temperaturstabileren und Lüfter-gekühlten Spiegel sowie dem besseren Okularauszug entscheiden. Auch sollte man darauf achten, dass anstelle eines untauglichen Suchers ein wirklich nutzbringender „Finder“ vorhanden ist. Ggf. beige packte „Billigokulare“

lässt man am besten gleich beim Händler und tauscht sie gegen brauchbarere aus. Dies gilt selbstverständlich auch für die Okularausstattung von Refraktoren. Vorsicht: Finger weg von den meisten beim Teleskopkauf günstig angebotenen Okular-Koffern (diese enthalten zumeist ausschließlich 1 ¼" Plössl-Okulare und nur ganz selten ein 2" Weitwinkel-Übersichtsokular). Bei der Okularzusammenstellung sollte man sich unbedingt vorher von Sternfreunden beraten lassen und deren Erfahrungen (oft auch mit untauglichen Billigokularen!) nutzen. Ein Billigkauf ist am Ende meist der teuerste.

Wer bei der Anschaffung aufpasst, kann auch mit einem „Lichteimer“ ein Leben lang Freude haben. Ob man allerdings heute noch mit einem Zweizöller (50 mm Öffnung = Standardfernnglas!) „zwanzig Jahre beobachten kann und selbst dann noch nicht alles gesehen hat“, möchte ich stark bezweifeln. Der von Klaus zitierte Amateurastronom Leslie Peltier ist 1980 verstorben. Die damaligen Verhältnisse sind in vielerlei Hinsicht nicht mehr mit den heutigen zu vergleichen, ebenso wenig das Angebot an Amateurteleskopen.

Ganz sicher aber ist ein vernünftig ausgestatteter „Lichteimer“ nicht „das am meisten überschätzte Teleskop“, sondern für viele Amateurastronomen genau das „richtige“ Instrument.

Ich persönlich habe mich allerdings nicht für eines der kurzbauenden Schmidt-Cassegrain- oder Maksutov-Systeme, sondern für ein „reines“ Newton-Teleskop entschieden. Dieses zeichnet sich gegenüber den anderen Spiegelsystemen (den Schiefspiegler einmal ausgenommen) durch eine deutlich geringere Obstruktion und einen dementsprechend minimierten Kontrastverlust aus, benötigt allerdings aufgrund von Baulänge und Gewicht ggf. eine schwere und teure paralaktische Montierung mit entsprechend langer Aufbauzeit. Sowohl der erhebliche Kostenaufwand für eine Montierung als auch die lange Vorrüstzeit lassen sich mit einer einfachen, aber stabilen und preisgünstigen Dobson-Montierung umgehen.

Wenn wir uns also über „Lichteimer“ unterhalten, bietet ein Dobson-Newton-Spiegelteleskop das bei weitem beste Preis-Leistungs-Verhältnis. Eine gute Justage vorausgesetzt, erreicht ein 10“-Newton ohne Probleme die Leistung eines 6“-, wenn nicht gar 8“-ED-Refraktors. Dabei bleibt er bezahlbar (was für die meisten Astroamateure ein durchaus gewichtiger Punkt ist).

Jürgens lichtstarker 16“-Dobson liegt bei 2.500 €. In etwa diesen Betrag muss man auch für einen 5“-ED-Refraktor (ohne Montierung) investieren. Selbstverständlich ist eine parallaktische Montierung komfortabler als eine (beim Refraktor nicht einsetzbare) Dobson-Rockerbox, sie verursacht aber – wenn sie stabil sein soll – mindestens noch einmal den gleichen finanziellen Aufwand wie die Optik, es sei denn, man entscheidet sich für eine Giro-Montierung (um 300 €).

Dass Seeingprobleme bei großen Teleskopöffnungen (spätestens ab 8“ bleiben da allein aus Kostengründen nur noch Spiegelteleskope) stärker durchschlagen als bei einem kleineren Refraktor, ist klar und zumindest im Amateursektor auch (noch) nicht vermeidbar. Aber selbst wenn ich die unter Optimalbedingungen mögliche Leistung meines lichtstarken Spiegels seeingbedingt nicht voll ausschöpfen kann, gelange ich noch immer zu durchaus brauchbaren bzw. sogar guten Beobachtungsergebnissen, solange ich nicht zu Höchstvergrößerungen greife. Auch der beste Refraktor stößt bei schlechtem Seeing an seine Grenzen. Dass allerdings – wie Klaus ausführt – Luftfeuchtigkeit die Sichtbarkeit auf Objekte von 11 - 11,5 mag reduziert, widerspricht meinen Erfahrungen.

Ich besitze einen 10“ Galaxy-Dobson (mit einem heute leider nicht mehr lieferbaren besonders temperaturstabilen Pyrex-Spiegel). Aber auch ein mit einem Standard-BK 7-Spiegel ausgestattetes Newton-Teleskop benötigt keinesfalls – wie Klaus schreibt – zwei Stunden Auskühlzeit, sondern ist mit rückwärtigem Ventilator nach allerhöchstens 30 Minuten einsatzfähig, es sei denn, es wurde zuvor im Heizungskeller gelagert.

Bei geschlossenen Spiegelsystemen dauert die Temperaturanpassung selbstverständlich länger, dem wirkt der versierte Amateurastronom durch kühle Lagerung seines Teleskops, z. B. in der Garage, entgegen.

Mit meinem 10-Zöller bin ich seit vielen Jahren sehr zufrieden und beobachte damit immer wieder gerne (auch mit meinen VHS-Astronomiekurs-Teilnehmern, s. mein Foto). In der Andromeda 2/2009, S. 24 ff., habe ich meine



Erfahrungen mit diesem Instrument sowie dessen gute Ausstattung und optische Qualität beschrieben: <http://www.sternfreunde-muenster.de/pdf/dobson20092.pdf>.

Aus meiner persönlichen Erfahrung heraus möchte ich darüber hinaus noch ergänzen, dass der Amateurastronom nicht unbedingt einen ED-, Fluorit- oder Apo-Refraktor benötigt. Neben dem farbrenden Newton tut's durchaus auch schon ein guter langbrennweitiger FH-Achromat. Auch der kann bereits eine Fülle wunderschöner Beobachtungserlebnisse vermitteln und seinem Besitzer ein Leben lang Freude bereiten. Der Restfarbfehler tritt nur an besonders hellen Objekten auf, z. B. am Mond und an den Planeten. Und da lässt er sich kontraststeigernd wegfiltern, z. B. mit dem Baader-Fringe-Killer. Von den seit einigen Jahren intensiv beworbenen extrem kurzbrennweitigen Richfield-Achromaten würde ich allerdings abraten. Deren Farbfehler stört

deutlich, sobald man über die Minimalvergrößerung hinausgeht.

Wer sich ein Teleskop zulegen möchte, dem kann ich nur empfehlen, dies nicht zu übereilen, sondern vorher z. B. bei uns Sternfreunden durch möglichst viele Teleskope unterschiedlicher Bauart hindurchzuschauen, damit Mond, Planeten, aber auch Deep-Sky-Objekte zu beobachten, sich selbst ein Bild zu machen und sich von erfahrenen Sternfreunden beraten zu lassen. Einen „leidgeprüften Spiegelliebhaber“ wird er in unserem Verein allerdings wohl kaum finden.

Im Übrigen gibt es ja auch noch unsere Kaufempfehlungen im Internet:

<http://www.sternfreunde-muenster.de/teleskopkauf.php>

Leserbrief „Seelentröster, Arbeitspferd und Lichteimer“

Jürgen Stockel

Lieber Klaus, danke für Deinen umfangreichen Artikel zur Teleskopberatung. Ich gebe Dir Recht, dass gute Refraktoren gute Abbildungen zeigen. Aber Deine Ausführungen zu den Lichteimern („das am meisten überschätzte Teleskop!“) teile ich nicht. Gerade der schnelle Aufbau und die einfache Bedienung ohne irgendwelche Mechaniken haben ja den weltweiten Siegeszug dieser Dobsons begründet. Wer zur untersten Preisklasse der Reflektoren greift, erntet schon mal ein schlechtes Equipment. Das gilt aber auch für Refraktoren. Ich habe nun selbst Erfahrungen mit den drei 8-Zoll-Dobsons der AstroKids und meinem eigenen 16-Zöller. Die Okularauszüge sind gut, auch die Justierbarkeit ist gut realisierbar. Bei meinem 16-Zöller muss man nicht einmal mehr unter den Kasten krabbeln, um den Hauptspiegel zu justieren. Das lässt sich von oben machen! Tolle Idee! Ich bin immer wieder überrascht über die guten Abbildungen dieser

Reflektoren. Auch bei den 8-Zöllern. Zuletzt hat mich selbst mein 16-Zöller mit fantastischen klaren detaillierten Abbildungen am Mond und Jupiter überrascht, eine vermeintliche Domäne der Refraktoren. Spiegel müssen auskühlen, stimmt. Aber dafür mehrere Stunden anzusetzen, ist nach meiner Erfahrung völlig überzogen. Wenn mein 16-Zöller steht (nach Transport im Auto), zeigt er nach 15–20 Minuten erstklassige Bilder. Das zeigt, dass die eingebauten Lüfter hier gute Arbeit verrichten.

Zurückweisen möchte ich die Formulierung „Erfahrungsaustausch mit leidgeprüften Spiegelliehabern“. Das klingt ein wenig so, als ob die weltweit Millionen Spiegelnutzer irgendwie Deppen seien.

Fazit: Ich bin mit meinem 16-Zöller (nicht einmal aus der oberen Preiskategorie!!) sehr zufrieden. Er steht schnell, eröffnet mir ungeahnte Beobachtungsmöglichkeiten und ist schnell einsatzbereit. Daher empfehle ich bei allen Anfragen (z.B. aus der Startergruppe) grundsätzlich einen Dobson. Die vielen dankbaren Kommentare derjenigen, die sich dann einen Dobson angeschafft haben, sprechen für sich. Dennoch schaue auch ich immer wieder gerne in einen guten Refraktor und erfreue mich an kleinen Sternpünktchen und den schönen Kontrasten.

„Seelentröster, Arbeitspferd und Lichteimer“ – eine Ge- gendarstellung

Daniel Spitzer

In Andromeda 1/2017 erschien der Artikel „Seelentröster, Arbeitspferd und Lichteimer“ von Klaus Soja. Als Besitzer eines 24“-Dobsons möchte ich meine Meinung zu dem Thema anbringen, die vom Inhalt des o.g. Artikels in mehreren Punkten deutlich abweicht.

Der Seelentröster

Wenn das Kosten-/Nutzenverhältnis so entscheidend ist, kann ich mithalten: Knapp 3000€ Baukosten und ich nutze das Gerät in jeder Nacht mit entsprechender Mondphase. Auch bei

schlechtem Seeing oder höherer Luftfeuchtigkeit können Sterne bis jenseits der 15,5 mag erkannt werden. Ist das Seeing schlecht, bekomme ich bei 250-facher Vergrößerung noch ein recht gutes Bild und eine Austrittspupille von 2,4 mm. Damit kann ein großes Teleskop schon deutlich mehr als der Dreizöller leisten. Auch, dass das Seeing so stark die Beobachtungsmöglichkeiten limitiert, ist eine typische Anfängermeinung. Seeing ist ein dynamischer Prozess mit guten und schlechten Momenten. Planetenbeobachter und -fotografen machen sich das zunutze: Sie warten auf den Moment mit optimalen Seeing zur Detailbeobachtung. Die Fotografen wählen für das finale Stacking automatisiert die besten Frames aus.

Auch die „Rüstzeit“ ist nicht so lang, wie man vermuten möchte: Aufbau und Justage sind in 10 bis 15 Minuten erledigt.

Das Arbeitspferd

Angeblich soll das ja ein 5"-Refraktor sein, denn „Er zeigt alles, was man in einer Nacht mit durchschnittlichen Bedingungen sehen kann.“ Wenn man noch nie durch ein Teleskop der 20"-Klasse gesehen hat, mag man diese Meinung haben. In den typischen Nächten löse ich zahlreiche Kugelsternhaufen aus Messier- und NGC-Katalog bis ins Zentrum auf. In vielen Galaxien und Planetarischen Nebeln sind Strukturen erkennbar. Ich würde gerne mal einen 5"-er sehen, der das kann! Angeblich kommt aber ein 5"-er mit durchschnittlicher Luftfeuchtigkeit am besten klar, doch woran wird das festgemacht? Newton-Teleskope mit offenem Tubus haben zwar einen für Taubeschlag anfälligen Fangspiegel, doch eine rückseitig angebrachte Heizung sorgt schnell und effektiv für Abhilfe. Zudem verbessert eine erhöhte Luftfeuchtigkeit das Seeing, das wiederum macht den 3"-er unsinnig.

Der Lichteimer

Große Öffnungen lassen sich am besten mit einem Spiegel als lichtsammelnde Optik realisieren. Herr Soja schreibt in seinem Artikel lang und breit über die Schwächen dieser Instrumentenklasse, lässt die Vorteile aber komplett

unter den Tisch fallen. Selbst, wenn das eigene Teleskop eine der genannten Schwächen hat, sind die Geräte so gut zugänglich, dass man nahezu alles modifizieren kann. „Fachwissen und handwerkliches Geschick“ sind also nicht zwingend nötig. Alleine, dass es für Newton-Teleskope eine (noch immer!) wachsende Selbstbau-Szene gibt, beweist dieses. In unserer Vereinssternwarte befindet sich ein selbst gebautes Teleskop. Ein Newton, übrigens!

Nun aber zu den Stärken: Man bekommt für moderates Geld eine große Öffnung. Ist das Seeing schlecht, liefern sie immer noch mehr Licht ab als ein 5"-Refraktor. Ist das Seeing gut, sticht man jeden, noch so großen Refraktor aus. Natürlich kann jetzt wieder mit der Anti-„geiz-ist-geil“-Haltung gekommen werden, aber wenn man für gleiches Geld ein größeres Teleskop bekommen kann, sehe ich da überhaupt kein Problem.

Auch Tubus-Seeing, Temperatur-Anpassung und Justage sind nicht wirklich problematisch: Größere Newton-Teleskope sind in Gitterrohr-Bauweise konstruiert, da existiert kein Tubus-Seeing! Die Temperatur-Anpassung des Spiegels ist auch nicht wirklich dramatisch. Mit Lüftern kann man dem einfach entgegenwirken. Zumal sich – zumindest unter Selbstbauern – dünne Spiegel mit 25 mm Randdicke durchsetzen. Selbst mein 24"-er hat eine solche Randdicke und kommt völlig ohne Lüfter aus. Die Auskühlzeit steigt übrigens nicht im Allgemeinen „überproportional mit dem Durchmesser des Spiegels“, sondern quadratisch mit dem Durchmesser bzw. linear mit dem Glasvolumen. Die Justage ist mit einem Kollimationslaser in weniger als 2 Minuten erledigt. Ich sehe in diesen, im Artikel von Klaus Soja beschriebenen Nachteilen, also keine Probleme.

Kennen Sie QSO 0957+561 A/B? Es handelt sich dabei um den Doppelquasar im Sternbild Großer Bär. Die beiden Lichtpunkte sind das Bild einer Gravitationslinse und 17,1 mag und 17,4 mag „hell“.

Herr Soja zitiert, „man kann mit einem Zweizöller zwanzig Jahre beobachten, und hat selbst dann nicht mal alles gesehen.“ Das liegt daran, dass die meisten Objekte mit solchen Öffnungen

nicht ansatzweise zugänglich sind. Ich jedenfalls, konnte den Doppelquasar erfolgreich beobachten – und trennen!

Große Öffnung in der Praxis

Bisher habe ich an geeigneten Stellen konkrete Beispiele gebracht, wo ein großer Newton kleineren Refraktoren überlegen ist. Hier möchte ich gebündelt den Ablauf einer Beobachtungsnacht schildern, um zu zeigen, dass 24“ Öffnung nicht so unpraktisch oder nachteilbehaftet sind, wie von Herrn Soja behauptet:

Der Abend beginnt mit dem Einladen des Teleskops ins Auto, dafür muss ich 8 Mal laufen bis alles verstaut ist. Das Teleskop habe ich übrigens schon in einem Nissan Micra transportiert. Ein Kombi ist nicht unbedingt nötig. Vor Ort wird ausgeladen und aufgebaut: In etwa 10 Minuten steht das Teleskop und kann justiert werden. Bei Gitterrohr-Dobsons sicher bei jedem Aufbau ratsam, da die Justage ja auch in knapp 2 Minuten



erledigt ist; kein Problem. Je nach Lufttemperatur ist der Spiegel in 30 – 60 Minuten ausgekühlt und nach einigen Doppelsternen werden die er-

sten Deep-Sky-Objekte von der Abschuss-Liste beobachtet. Eine richtige Beobachtungsvorbereitung ist bei großen Teleskopen immer sinnvoll, denn man hat viel mehr Objekte zur Verfügung. Sobald sich Tau auf dem Fangspiegel bildet wird kurz die Heizung angeworfen und nach wenigen Minuten ist er wieder frei. Die meisten Objekte beobachte ich bei 252- oder 421-facher Vergrößerung. Da scheint mir in der Regel das Verhältnis von Hintergrund- zu Objekthelligkeit optimal. Die höhere Vergrößerung liefert eine Austrittspupille von 1,4 mm Durchmesser. Uwe Glahn, der in der deutschsprachigen Szene als absoluter Referenzbeobachter bekannt ist, berichtete mir vor einiger Zeit, dass er Galaxien mit einer AP von 1,2 oder 1,6 mm beobachtet.

Fazit

Ich hatte beim Lesen des Artikels den Eindruck, dass Herr Soja noch nie durch ein Teleskop der 20“-Klasse beobachtet hat. Im zitierten Spruch „big is beautiful“ steckt nicht nur Blendwerk, wie behauptet. Der erste Hauptsatz der Astronomie lautet „Öffnung läßt sich nur durch eins ersetzen: Noch mehr Öffnung“. Ich kann das aus Erfahrung bestätigen!

Bildnachweise

S. 4 I. Poster Planeten, r. Raumschiff	RP
S. 7 Somnium	CS
S. 9 Grantecan Poster r. Zufahrt u. Guide	MV
S. 10 I. Hauptspiegel r. Sekundärspiegel	MV
S. 11 I Tertiärspiegel r. Spiegelaufbau	GT
S. 14 VdS Kurs	HGP
S. 17 Daniel und sein 24“ Teleskop	DS
S. 18 Exoplanet und Mond	WPCC
S. 19 Grafik Jupiter Magnetfeld	ES
S. 20 I. Exoplanet und Ringe r. Erde	WP
S. 23 Grafik	ES
S. 24 I. Voraussage ART r. Pulsar.....	WP
S. 25 Gravitationswellensignal	WP

ES - Ewald Segna; GT - Grantecan Infomaterial; HGP - Hans-Georg Pellengahr; RP - Robert Perdok; CS - Christoph Steinweg; DS - Daniel Spitzer; MV - Martin Vogel; WP- Wikipedia; WPCC - Wikipedia (Majriti) <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/>;

Die zweite Erde (Teil 3) - ein bisschen Science-Fiction

Andrea Schriever, Andreas Bügler

Unsere gedankliche Suche nach der zweiten Erde dauert weiter an. Im ersten Teil ging es um die Lage eines geeigneten Planeten in der galaktischen habitablen Zone, sowie in einer stellaren habitablen Zone um einen geeigneten Stern. Optimal wäre ein Einzelstern der Spektraltypen G oder K, der alt genug ist, dass sein Planetensystem weitgehend frei von ungebundener Materie ist. Im zweiten Teil besprachen wir die notwendigen Eigenschaften des Planeten selbst. Es war schon klar, dass es sich um einen terrestrischen Gesteinsplaneten handeln würde. Dieser müsste aber hinsichtlich Masse, Atmosphäre, Magnetfeld, Rotation und vielen anderen Faktoren sehr spezielle, enge Voraussetzungen erfüllen. Grund hierfür ist die nur sehr eingeschränkte Anpassungsfähigkeit unseres Körpers. Bei der Suche nach der zweiten Erde geht es uns nicht darum, ob auf einem Planeten irgendeine Form von Leben existieren könnte, sondern um die Frage, ob wir Menschen uns dort wohlfühlen würden. Da wir sehr anspruchsvoll sind, dürfte die Zahl der geeigneten Planeten auch entsprechend gering sein.

Exomonde



Möglicherweise vergrößert sich aber die Zahl der besiedlungsfähigen Himmelskörper durch das Hinzunehmen lebensfreundlicher Exomonde.

In der Science-Fiction-Literatur ist das alles kein Problem; dort sind zahlreiche Exomonde mit den verschiedensten Aliens besiedelt. Aber wie realistisch ist das? Bei der Suche nach geeigneten Exomonden gibt es einige Schwierigkeiten.

Abgrenzung: Mond <-> Doppelplanet

Im Allgemeinen spricht man von einem Mond, wenn sich dieser Himmelskörper um einen Planeten oder Zwergplaneten bewegt und sich dabei der gemeinsame Schwerpunkt des Systems innerhalb des größeren Partners befindet. Klassische Beispiele sind die Systeme von Monden um die Gasplaneten unseres Sonnensystems. Man vermutet, dass sich diese Systeme durch Akkretion gebildet haben; ähnlich wie bei der Bildung des Planetensystems (siehe Teil 2). Das System Erde – Mond rotiert um einen gemeinsamen Schwerpunkt, der sich innerhalb der Erde befindet. Beim System Pluto – Charon hingegen liegt der Schwerpunkt zwischen den Himmelskörpern, weshalb hier einige Autoren von einem Doppel(zwerg)planetensystem sprechen. Der Begriff „Doppelplanetensystem“ ist aber bis jetzt noch nicht offiziell anerkannt in der Astronomie. Die Bildung der Systeme Erde – Mond und Pluto – Charon wird auf Kollisionsereignisse zurückgeführt; also anders als der Entstehungsprozess bei den Monden der Gasriesen. Solche Doppelsysteme oder Quasi-Doppelsysteme sind grundsätzlich auch in anderen Sonnensystemen vorstellbar. Für diese Himmelskörper gelten die Kriterien, die in Teil 2 bereits für Planeten benannt wurden.

Im Folgenden betrachten wir nur die Monde um große Zentralkörper. Für diese kommen noch weitere Voraussetzungen für deren Bewohnbarkeit hinzu:

Migration in die habitable Zone

Bisher wurden noch keine Exomonde entdeckt. Da aber in unserem Sonnensystem alle Gas- und Eisriesen von zahlreichen Monden umgeben sind, liegt es nahe, dass dies in anderen Systemen ähnlich ist. Wie bereits in Teil 2 erläutert, entstehen die Gasriesen jenseits der Schnee- oder Eisgrenze; d.h. außerhalb der habitablen Zone.

Der potenziell bewohnbare Mond müsste also erst mit seinem Gasriesen in die habitable Zone einwandern. Da die Bahnen der Monde eine gewisse Exzentrizität aufweisen, würden sie bei einer Migration des Gasriesen nach innen sehr instabil werden. Forscher des California Institute of Technology (Spalding et al., Jan 2016) führten eine Computersimulation durch, bei der sie Jupiter mit seinen Monden Io und Europa ins innere Sonnensystem wandern ließen. Im Ergebnis kollidierten beide Monde mit dem Planeten. Ein großer Teil der grundsätzlich bewohnbaren Exomonde würde also die Reise in die habitable Zone nicht überstehen.

(Anm.: Es ist auch möglich, dass sich durch die Erhöhung der Leuchtkraft und die Ausdehnung des Sterns die habitable Zone bis über die ursprüngliche Eisgrenze hinaus ausdehnt; dann ist der Stern aber bereits kurz vor seinem Ende).

Massenverhältnis Planet <-> Monde

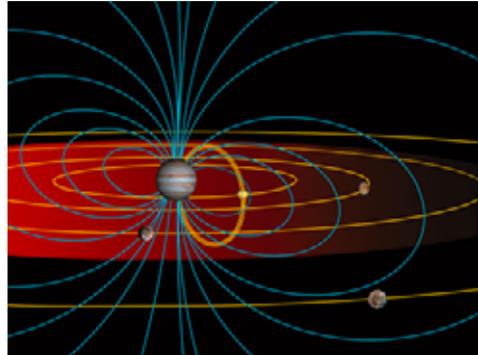
In unserem Sonnensystem hat man ein Verhältnis der Masse der Gasriesen zu ihrem System der umlaufenden Monde von 5.000 zu 1 festgestellt. (Anm.: Bei Jupiter, Saturn und Uranus trifft es zu; bei Neptun hingegen nicht. Dies wird auf den eingefangenen Mond Triton zurückgeführt). Da wir bisher nur Monde innerhalb unseres Sonnensystems kennen, wissen wir nicht, ob dieses Verhältnis auch in anderen Planetensystemen so besteht. Dies dürfte hauptsächlich am Entstehungsprozess der Monde liegen, und an der möglichen Migration der Gasriesen (s.o.). Beide Faktoren sind wohl noch nicht ausreichend verstanden. Da man in unserem Sonnensystem ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Masse der Gasriesen und der Gesamtheit ihrer Monde festgestellt hat, und auch von einer Obergrenze auszugehen ist, sollte die Größe der Monde thematisiert werden.

Die Gesamtmasse innerhalb der verschiedenen Mondsysteme kann sehr unterschiedlich verteilt sein. So sind die vier galileischen Monde des Jupiters in derselben Größenordnung, während sich bei den Saturnmonden die meiste Masse auf Titan konzentriert.

Gehen wir mal von dieser 5.000 : 1 - Relation aus und nehmen an, dass sich die Gesamtmasse des Mondsystems auf einen Trabanten konzentriert. Wenn der Exomond eine halbe Erdmasse benötigt, um eine Atmosphäre halten zu können, dann hätte der Gasriese die 8-fache Jupitermasse. Bei einem Exomond von einer Erdmasse entspräche dies einem Zentralkörper von 16 Jupitermassen. Bei diesem würde sich dann bereits um einen braunen Zwerg (verhinderter Stern) handeln (Deuteriumfusion statt Wasserstofffusion).

Daher dürften Exomonde mit für unsere Bedürfnisse ausreichender Masse – und somit auch Schwerkraft – recht selten sein.

Magnetfeld des Gasriesen



Ein weiteres Problem stellt das Magnetfeld des Gasriesen dar. Im Strahlungsgürtel des Gasriesen kreisen eingefangene Teilchen des Sonnenwinds, die für Menschen nach einiger Zeit tödlich wären. Zwar böte eine dichte Atmosphäre einen gewissen Schutz, diese wäre aber aufgrund der zu erwartenden geringen Masse des Mondes unwahrscheinlich (s.o. 5.000 : 1 - Relation). Die Strahlungsgürtel der Gasriesen sind auch intensiver und ausgedehnter als z.B. der Van-Allen-Gürtel der Erde. Von den vier großen Jupitermonden liegt nur der äußerste – Kallisto – außerhalb des Strahlungsgürtels. Ein für uns geeigneter Exomond müsste also sehr weit von seinem Gasriesen entfernt kreisen.

Weitere Faktoren

Wenn man sich das Jupitersystem zum Vorbild nimmt, stößt man auf weitere Tatsachen, die unserem Wunsch nach einem Exomond als zweiter Erde widersprechen.

Es ist in solchen Systemen von gebundener Rotation der Monde zu ihrem Planeten auszugehen, wie z.B. bei allen galileischen Monden zu Jupiter. Da sich die gebundene Rotation auf den Planeten bezieht, zeigt der Mond dem Stern gegenüber zwar nicht immer dieselbe Seite. Aber wenn man sich einen einigermaßen massereichen Mond mit dem entsprechenden Gasriesen vorstellt (s.o.), der auch noch weit genug außen umläuft, um den Strahlungsgürtel zu vermeiden (s.o.), dann dürfte der Tag-Nacht-Zyklus äußerst langsam verlaufen. Außerdem wäre mit Verfinsterungen durch den Zentralkörper zu rechnen, die wesentlich länger dauerten, als unsere Sonnenfinsternisse.



Der von den Jupitermonden bekannte Gravitationsvulkanismus dürfte auch bei vielen Exomonden vorkommen. Dieser könnte die Bewohnbarkeit der Oberfläche einschränken und auch Auswirkungen auf das Klima haben (hoher CO²-Anteil in der Atmosphäre).

Schließlich ist noch zu bedenken, dass die Exomonde der Gasriesen einen etwas anderen Entstehungsprozess hatten als die inneren, terrestrischen Planeten. Da sie sich hinter der Eisgrenze gebildet haben, ist ihr Wasseranteil deutlich höher. Beim Jupitermond Europa vermutet man etwa doppelt so viel Wasser wie in allen irdischen Ozeanen. Falls also ein solcher Mond die Migration in die habitable Zone überstehen und dort auftauen sollte, wäre seine Oberfläche

wahrscheinlich komplett mit Wasser bedeckt (siehe „Planetane“, Teil 2),

Somit kann man sagen, dass die Voraussetzungen für erdähnliche Exomonde kaum zu erfüllen sind. Sie werden lediglich in der Science-Fiction eine Rolle spielen.

Fazit

In den drei Teilen dieses Artikels haben wir gesehen, wie eng und zahlreich die Voraussetzungen sind, die eine zweite Erde erfüllen müsste. Nur wenige Exoplaneten und noch weniger Exomonde in unserer Milchstraße kämen in Frage. Selbst mit unserem Superraumschiff müssten wir lange nach geeigneten Himmelskörpern suchen.



Daher sollten wir mit unserer Erde verantwortungsvoller umgehen.

Nachtrag:

Der frühere leitende Flugdirektor der ESA in Darmstadt, Wolfgang Wimmer, hatte als Rentner Spaß daran, das Projekt eines Wegzuges von der Erde mal durchzurechnen. In seinem Gedankenspiel sollten 1 Mio. Menschen in insgesamt 100 Raumschiffen zu einem etwa 50 Lichtjahre entfernten Stern geschickt werden.

Für die zugrundeliegende Forschung plante er 80 Jahre ein, anschließend für den Bau der Raumschiffe weitere 20 Jahre; also insgesamt 100 Jahre.

Auch die Kosten berechnete er: 70 Billionen Euro! Das klingt nach einer unerreichbaren Summe; entspricht aber ziemlich genau den weltweiten Militärcosten der letzten 100 Jahre.

Die Schlussfolgerung des Herrn Wimmer lautete:

Das Projekt ist

- technisch durchaus machbar
- aber politisch / finanziell unrealistisch

Was tun, wenn's spinnt? Vom Umgang mit dem Wahnsinn in der ersten Reihe

Ja, es gibt sie, die verkannten Genies. Die früh verlachten und spät geehrten Erfinder, die wissenschaftlichen Außenseiter, die später einen Nobelpreis bekamen, die einsamen Kämpfer, deren Lehrmeinung erst nach ihrem Tod den Weg in die Standardlehrbücher fand. Genauso gibt es Lottogewinner, millionenschwere Filmstars und amerikanische Präsidenten. Und genau wie bei diesen ist der Anteil der Erfolgreichen unter all denen, die es versucht haben, sehr, sehr, **sehr** klein.

Diese Überlegung stört den Anhänger des verkannten Genies nicht, denn mit Mathematik – oder allgemein mit logischem Denken – hat er's nicht so, auch mit physikalischen Grundlagen nicht, oder mit Naturwissenschaften überhaupt. Im Gegenteil ist er sogar stolz darauf, nicht aus der Mainstream-Naturwissenschafts-Ecke zu kommen, sprich, sich jemals in einem Studium mit den Grundlagen seines geliebten Hobbies beschäftigt zu haben. Eher ist er pensionierter Techniker oder Philosoph, unbelastet von akademischer Bildung (auch ein Studium der Philosophie ist ohne Affinität zur Logik schwer zu bewältigen).

Unbeschwert von wissenschaftlichen Skrupeln stürzt er sich auf die Modethemen der Szene (ja, es gibt auch einen Pseudowissenschafts-

Mainstream): Freie Energie, Widerlegung von Einstein oder das elektrische Universum stehen auf seiner Liste ganz oben.

Leider genügt es ihm nicht, sich still seine wirren Gedanken zu machen, er muss sie unbedingt mitteilen. Und so geistert er durch Internetforen, schreibt seitenlange E-Mails und tummelt sich auf Vorträgen (gerne in der ersten Reihe), wo er als uneingeladener Co-Vortragender seine als Frage verbrämte Sicht des Universums so ausführlich darstellt, dass dies meist nur mit einem: „Hm, was war noch einmal genau Ihre Frage?“ quittiert werden kann. Nicht weiter tragisch, denn das Phänomen des unverstandenen Philosophie-Freundes ist jedem in der Öffentlichkeitsarbeit engagierten Naturwissenschaftler bekannt und wird als unvermeidbar akzeptiert.

Aber ist das Problem wirklich so unvermeidbar? Gibt es etwas, das man dagegen tun kann? Wenn ja, was? Und wenn nicht: Wie kann man überhaupt damit umgehen, ohne dass der überstrapazierte Geduldsfaden irgendwann reißt?

Aus aktuellem Anlass (Flutung der Sternfreunde-Kosmologiegruppe mit wechselnden Esoterik-Streiflichtern) habe ich mich mit dieser Frage beschäftigt und bin zu folgenden Teilantworten gekommen:

Erstens: Der geduldige Versuch, sich dem Unsinn durch sachliche Argumente entgegenzustemmen.

Für mich persönlich ist dies der nobelste und bewundernswürdigste Umgang mit pseudowissenschaftlicher Spinnerei. Nicht umsonst ist Carl Sagan eines meiner Idole, und sind die Vertreter der Skeptics Society unter meinen persönlichen Helden. Sie sammeln und veröffentlichen unermüdlich Argumente und setzen sich mit dem Ansturm von Blödsinn auf einer täglichen Basis auseinander.

Im Alltag gestaltet sich der Versuch recht zäh. Das liegt nicht etwa daran, dass Pseudowissenschafts-Fans sich dem Diskurs zu entziehen suchen. Im Gegenteil: Zollt man ihnen das Kom-

pliment der ernsthaften Auseinandersetzung mit ihren Gedanken, so blühen sie zunächst auf und verweisen auf ganze Linkkataloge zu Internetveröffentlichungen und YouTube-Videos. Im folgenden Austausch weisen sie jede Kritik zurück, solange man sich diese Links nicht vollständig angesehen hat und „nur“ auf einzelne haarsträubende Fehler in den Schaumblasen hinweist (wie zum Beispiel fehlende empirische Nachweise, mangelnde Modellrechnungen oder den Verstoß gegen quasi den gesamten Kanon der Standardphysik).

Hier zeigt sich auch das Problem dieser Herangehensweise: Wer naturwissenschaftlich forscht, hat im Normalfall keine Zeit dafür. Außerdem strengt man sich weniger für die Bekehrung des Wirrkopfes an: Wäre er rationalen Argumenten zugänglich, hätte er sich schließlich nicht in den Stricken der Pseudowissenschaften verfangen. Vielmehr muss man hoffen, dass vorurteilslos Interessierte auf der Suche nach Informationen zu den Themen bei den gesammelten Argumenten landen und davon abgehalten werden, ebenfalls als Trolle in Internetforen aufzutauchen. Es winkt also nur indirekter und unsichtbarer Lohn für all die Mühe.

Zweitens: Die Bewertung der wirren Gedanken mit dem Crackpot-Index.

Wer mit manifestem Wahnsinn hadert, kann sich wenigstens amüsieren. Der Crackpot-Index (engl. crackpot = Spinner) ist eine unterhaltssame Skala von John Baez von der Riverside-Universität in Kalifornien, mit der bewertet wird, wie pseudowissenschaftlich ein Text ist, in dem eine „revolutionäre physikalische Idee“ vorgestellt oder verteidigt wird. Die Erwähnung von Einstein, Hawking oder Feynman liefert beispielsweise 5 Punkte, doppelt so viele gibt es für die Feststellung, dass eine Standardtheorie „nur eine Theorie“ ist. Die Feststellung, dass die Verbreitung der Idee durch eine Verschwörung etablierter Wissenschaftler verhindert wird, gibt schon 40 Punkte. E-Mails und Forenbeiträge mit dem Crackpot-Index zu bewerten, trägt zugegebenermaßen nichts bei zur Verbesserung der Welt oder der Bekämpfung des Problems,

es entkrampft aber die verdrehten Augen und entspannt. Von einer ernsteren Warte aus gesehen ist es für physikalische Laien ein gar nicht so schlechtes Instrument, um einen Text grob einzuordnen und schnell zu entscheiden, ob sich die genauere Beschäftigung damit lohnen könnte oder nicht. Fred J. Gruenberger hat Ähnliches 1962 in seinem Aufsatz: „A Measure for Crackpots“ vorgestellt.

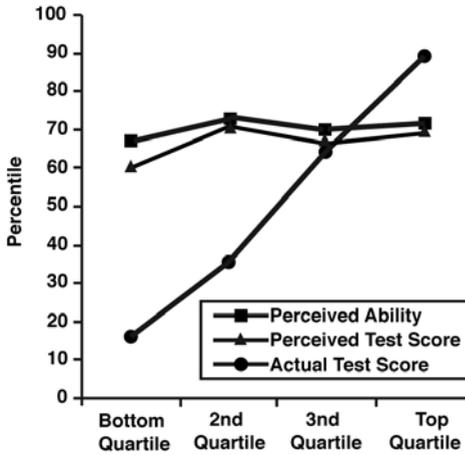
Seriöser geht Carl Sagan das gleiche Problem in seinem Buch „The Demon-Haunted World“ an. Darin stellt er die Frage, wie man grundsätzlich Wissenschaft und Pseudowissenschaft unterscheiden kann, und beschreibt „The Fine Art of Baloney Detection“ (übersetzt: „Die hohe Kunst, Quatsch zu entlarven“). Michael Shermer, der Gründer der Skeptic Society, bezog sich auf Sagans „Baloney Detection Kit“ (übersetzt: „Werkzeugkasten zur Entlarvung von Quatsch“), als er einen Fragenkatalog vorstellte, mit dem man Wissenschaften von Pseudowissenschaften unterscheiden kann (s. Quellen). Möchte man es gründlich auf aktuellen Irrsinn anwenden, landet man allerdings wieder bei „Erstens“ und damit in einem Zeitfresserstrudel.

Drittens: Das Problem von einer Meta-Ebene aus betrachten: Tröstung durch den Dunning-Kruger-Effekt.

Dies ist der übliche wissenschaftliche Reflex: Erst einmal beschreiben, untersuchen und verstehen. Vielleicht findet man dann auch heraus, was man tun kann.

Das dachten sich wohl auch Justin Kruger und David Dunning von der Cornell-Universität, als sie ihren Artikel „Unskilled and Unaware of It“ schrieben (frei übersetzt: „Denn sie wissen nicht, wovon sie keine Ahnung haben“). 1999 veröffentlichten sie eine Studie, in der sie das Phänomen beschreiben, dass die Selbstüberschätzung in einem Fachgebiet umso größer ist, je weniger Ahnung jemand von dem entsprechenden Gebiet hat. Die Grafik (S. 23) aus ihrer Veröffentlichung zeigt beispielsweise den Unterschied zwischen eingeschätzter Fähigkeit (Quadrat), eingeschätztem Abschneiden in einem Test (Dreieck) und tatsächlichem Abschneiden in einem Test

(Kreis). Im gezeigten Fall ging es um Kenntnisse in englischer Grammatik; ähnliche Grafiken



erhielten Dunning und Kruger jedoch auch in anderen Fachbereichen.

Hier offenbart sich die grundsätzliche Herausforderung, die der Freund der Philosophie jedem Naturwissenschaftler bietet: Mit einem Kenntnisstand, die jede Skala nach unten sprengt, mit Unverständnis der bloßen Grundlagen der von ihm heimgesuchten Fachgebiete, ja mit nicht einmal einem Hauch von Ahnung davon, was die naturwissenschaftliche Methode überhaupt ist, wähnt er sich bei jedem E-Mail-Wechsel in einer fachlich fundierten Diskussion und ist überzeugt davon, allein durch Studium von YouTube-Videos und Internetquellen mal eben Einstein widerlegen zu können. Wie kann man so jemandem überhaupt ansatzweise begreiflich machen, dass er von echter Wissenschaft so weit entfernt ist wie das Huhn in Nachbars Garten von der Entwicklung der kalten Fusion? Dunning und Kruger liefern die scheinbar paradoxe Antwort: Nur durch Erhöhung der Fähigkeiten lässt sich eine Nadel in das überblähte Ego stechen. Der wissenschaftlich fundierte Rat muss also lauten: Versuche den Crackpot dazu zu bringen, sich mathematische und physikalische Grundlagen anzueignen (oder Grundlagen in überhaupt irgendeinem naturwissenschaftlichen Gebiet). Das kann man bei ausreichend Zeit und

Geduld wie bei „Erstens“ angehen. Wenn's die Nerven aushalten. Klar ist auf jeden Fall: Es ist eine lange und beschwerliche Therapie. Erholen kann man sich zwischendurch bei „Zweitens“ und „Drittens“.

Quellen:

John Baez: „The Crackpot Index. A simple method for rating potentially revolutionary contributions to physics“, 1998, <http://math.ucr.edu/home/baez/crackpot.html>

Fred J. Gruenberger: „A Measure for Crackpots“, December 1962, <http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2006/P2678.pdf>

Justin Kruger und David Dunning: „Unskilled and Unaware of it: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments“, *Journal of Personality and Social Psychology*, 1999, Vol. 77, No. 6, S. 1121–1134. Auch online verfügbar.

Carl Sagan: „The Fine Art of Baloney Detection“, in: *The Demon-Haunted World. Science as a Candle in the Dark*, Ballantine Books: New York, 1997, S. 201–218. Auch online verfügbar.

Michael Shermer: „Baloney Detection. How to draw boundaries between science and pseudoscience“, <http://homepages.wmich.edu/~korista/baloney.html>

Und wieder war LIGO erfolgreich – zum dritten Mal in zwei Jahren!

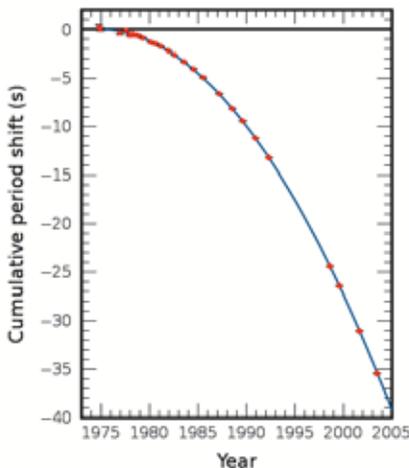
Wolfgang Albrecht

LIGO ist das *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* in Hanford (Washington) und Livingston (Louisiana). Hier werden mithilfe eines Laser-Interferometers die durch Gravitationswellen hervorgerufenen Raumänderungen mit extremer Genauigkeit gemessen¹. Zwei senkrecht aufeinander stehende Laserstrahlen lassen selbst kleinste Längenänderungen durch Veränderungen im Interferenzmuster sichtbar werden. Es gelingt auf diese Weise, Unterschiede in den beiden Armlängen zu messen, die einem

Bruchteil des Protonendurchmessers (10^{-15} m) entsprechen! Mindestens zwei Beobachtungsstationen werden benötigt, um lokale Ereignisse auszuschließen.

Gemessen werden also Längenänderungen des Raumes selber! Nach Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie lässt sich der Raum nämlich nicht mit dem aus der Schule bekannten xyz-Koordinatensystem vermessen, da wir es mit einer Raum-Zeit zu tun, die durch Massen gekrümmt wird. Werden diese Massen beschleunigt (dafür reicht eine Kreisbewegung um einen Schwerpunkt), so wird Energie in Form von Raumwellen („Gravitationswellen“) ausgesandt. Bereits Einstein hatte diese Wellen vorausgerechnet², es sollte aber noch 100 Jahre dauern, bis sie nachgewiesen wurden.

Auch die Rotation der Erde um unsere Sonne verursacht Gravitationswellen, die allerdings mit etwa 200 Watt Leistung extrem schwach sind; interessanter sind da schon Neutronensterne in einem System mit zwei Massen – insbesondere wenn einer von ihnen Radiopulse abstrahlt (Pulsar). Auf diese Weise lässt sich die Umlaufdauer der Massen um den gemeinsamen Schwerpunkt extrem genau feststellen – und damit auch eventuelle Veränderungen.



Grafik: Die durchgezogene Kurve zeigt die Voraussage durch Einsteins ART. Die Messergebnisse sind als Punkte eingetragen. https://de.wikipedia.org/wiki/PSR_1913%2B16

Das gelang zuerst beim 23.000 Lj entfernten Pulsar PSR B1913+16. Hier ließ sich zum ersten Mal die abnehmende Umlaufzeit nachweisen, die auf den Energieverlust durch Abstrahlung von Gravitationswellen zurückzuführen war. Hulse und Taylor erhielten dafür 1993 den Nobelpreis.

Auch die Untersuchung weiterer Systeme (z.B. PSR J0348+0432) bestätigten die Messergebnisse in hervorragender Weise.



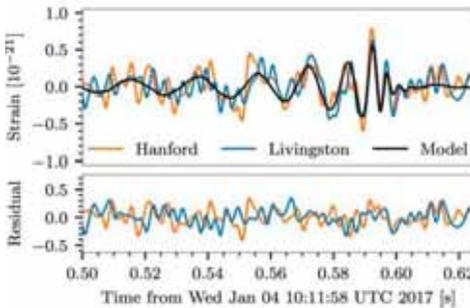
Diese Messungen waren aber nur indirekte Nachweise von Gravitationswellen. Der erste direkte Nachweis sollte erst 2015 durch die beiden LIGO-Instrumente gelingen³. Je größer die beteiligten Massen sind und je schneller sie sich um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegen, desto stärker sind die ausgesandten Wellen; kein Wunder also, dass es sich in allen drei nachgewiesenen Fällen um schwarze Löcher kurz vor ihrer Vereinigung handelte.

Zu Beginn dieses Jahres war es dann wieder soweit. Das dritte Ereignis wurde entdeckt! <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-21520-2017-06-02.html> schreibt dazu:

„Am 4. Januar 2017 um 11:11:58 unserer Zeit registrierten die beiden LIGO-Detektoren das neue Signal. Das Beben der Raumzeit stauchte den Untergrund und brachte die Laserstrahlen der Messstrecken aus dem Takt. Die Schwingungen hielten rund 920 Milli-

sekunden an und durchliefen dabei 29 Wellenzyklen, wie die Forscher berichten.“

Aus den Merkmalen des GW170104 getauften Signals schließen die Wissenschaftler, dass die Quelle dieser Gravitationswellen rund drei Milliarden Lichtjahre von uns entfernt liegt. Dies ist gut doppelt so weit wie bei den ersten beiden Nachweisen – und damit bisheriger Entfernungsrekord. Obwohl das neue Signal entsprechend schwächer war, konnten die LIGO-Observatorien es detektieren – auch weil Laser und Optiken für die aktuelle Laufzeit verbessert wurden⁴.



Wie schon zuvor stammen auch diese Gravitationswellen aus den Millisekunden kurz vor⁵ der Verschmelzung zweier schwarzer Löcher. Aus einem Schwarzen Loch mit 31 Sonnenmassen und einem mit 19 Sonnenmassen entstand ein neues Schwarzes Loch mit 49 Sonnenmassen. Damit liegt es genau in der Lücke zwischen den beiden zuvor registrierten Ereignissen dieser Art, wie die Forscher berichten.

Die FAZ schreibt dazu⁶: „Die jüngste Beobachtung ist in mehrfacher Hinsicht interessant. Das Ereignis hat

in einem doppelt so großen Abstand stattgefunden wie die beiden ersten. Jedes Schwarze Loch hatte zudem einen Drall, rotierte also um sich selbst. Auch glauben man, dass bei einem der Objekte die Rotationsachse nicht senkrecht zur Bahnebene gestanden hat, was zu einer besonders heftigen Kollision geführt haben könnte. Fünf weitere Kandidaten von Gravitationswellen, die den Forschern bei LIGO möglicherweise ins Lasernetz gegangen sind, werden derzeit geprüft. Auch dieses Mal können die LIGO-Foscher nur grob abschätzen, wo das Ereignis stattgefunden hat, Das soll sich von Mitte dieses Jahres ändern, wenn der italienisch-französische Virgo-Detektor in Pisaz in Betrieb geht. Dann hat man drei Laser-Antennen, mit denen man die Position der Gravitationswellen-Quellen am Himmel erstmals mit einer optischen Abstandsmessung bestimmen kann.“

Einen Überblick über alle drei⁷ Ereignisse gibt die unten stehende Tabelle:

Die Massen sind in Vielfachen der Sonnenmasse angegeben. Die Umrechnung Masse Δm in Energie erfolgt über Einsteins „berühmte“ Formel $E=mc^2$ und sagt damit etwas aus über die ungeheure Energiemenge, die mit der Gravitationswelle ins All transportiert wurde.

Wie geht es nun weiter? In Planung befindet sich LISA, dabei bilden drei Satelliten ein Dreieck mit 2,5 Millionen Kilometern Seitenlänge, um mit Laserinterferometern nach Gravitationswellen zu suchen. Am 20. Juni 2017 beschloss die ESA, das Projekt zu verwirklichen⁸. Etwa im Jahr 2034 soll das Teleskop einsatzbereit sein.

Bezeichnung	GW 150914	GW 151226	GW 170104
Entfernung	1,3 Mrd. Lj	1,4 Mrd. Lj	3 Mrd. Lj
Einzelmassen	36 + 29	14,2 + 7,5	31,2 + 19,4
Gesamtmasse	62	20,8	48,7
$\Delta m \rightarrow$ Energie	3	0,9	1,9

- ¹ siehe auch meinen Artikel über den ersten Gravitationswellennachweis in der ANDROMEDA 1/2016
- ² siehe Einsteins Arbeit über Gravitationswellen vom 14.2.1918 unter <http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/ECHOdocuView?url=/permanent/echo/einstein/sitzungsberichte/W7ZU8V1E/index.meta>
- ³ siehe auch meinen Artikel über den ersten Gravitationswellennachweis in der ANDROMEDA 1/2016
- ⁴ insbesondere auch mit Technik, die am (wesentlich kleineren) deutschen Gravitationsdetektor GEO600 entwickelt wurde. (siehe auch: https://www.mpg.de/7323787/gravitationswellendetektor_empfindlichkeit)
- ⁵ kursiv: vom Autor dieses Artikels hinzugefügt
- ⁶ <http://www.faz.net/aktuell/wissen/weltraum/zwei-schwarze-loecher-lassen-die-raumzeit-aber-mals-erbeben-15043215.htm>. Die Grammatikfehler im Text wurden übernommen!
- ⁷ In dem soeben veröffentlichten Artikel „Gravitationswellen – die Dritte“ (Sterne und Weltraum 8/2014) wird sogar von einem vierten, allerdings noch unbestätigtem Signal berichtet.
- ⁸ <http://www.spektrum.de/news/esa-beschliesst-gravitationswellen-mission-lisa/1465529>

freunde aus Osnabrück uns dankenswerterweise kostenlos zur Verfügung gestellt haben. Daneben gab es eine Moderationswand, an der zwei Poster angebracht waren. Das eine Poster haben wir selber erstellt. Inhaltlich dokumentierte es anhand von Satellitenfotos die zunehmende Lichtverschmutzung im Münsterland, benannte Ursachen der zunehmenden Lichtverschmutzung und ihre Folgen für Mensch und Tier und gab Hinweise zu deren Vermeidung. Das zweite Poster wurde von der Arbeitsgemeinschaft „Fledertierschutz“ des NABU (Naturschutzbund) Münster bereitgestellt. Auf ihm wurde die schädliche Wirkung der Lichtverschmutzung auf Fledermäuse fundiert aufgezeigt. Die Betreuung des Standes übernahmen in verschiedenen Schichten Dorlies Schriever, Michael Dütting, Christina Diehl, Andreas Bügler, Peter Noch – mit seinem H-Alpha Teleskop – und Jochen Borgert. Obwohl der Stand mit einer Fläche von nur 2x2 Metern eigentlich zu klein war, war die Resonanz des Publikums relativ groß. Über den ganzen Tag wurden Gespräche mit Interessierten geführt und geschätzte 50 bis 70 Flyer konnten verteilt werden. Natürlich ist dies nur ein kleiner Baustein angesichts des Ausmaßes der Lichtverschmutzung, aber vor dem Problem zu resignieren ist sicher auch keine Lösung. Im nächsten Jahr sind die Sternfreunde Münster wieder auf dem Markt der Möglichkeiten.

Die Sternfreunde Münster auf dem „Markt der Möglichkeiten“

Jochen Borgert

Die zunehmende Lichtverschmutzung hat das Münsterland erreicht und ist nicht nur ein Problem für Amateurastronomen und Sternfreunde. Mit diesen Botschaften wollten wir, die Gruppe „Dark Sky“ der Sternfreunde Münster, auf dem „Markt der Möglichkeiten“ des Vereins „Münster nachhaltig e.V.“ am 10.06.2017 auf dem Servatiplatz in Münster vertreten sein. Aufgestellt wurde ein kleiner Stand, welcher mit Flyern zur Lichtverschmutzung bestückt war, die die Stern-

Sternfreunde intern

- | **Eintritte:**
Egbert Schmitz
Ulrich Hermann

Totale SoFi in den USA

Am **21. August 2017** findet über den USA eine totale Sonnenfinsternis statt. Neben dem Angebot einschlägiger Webcams die SoFi im Internet zu übertragen, wird Dr. Joggler um 18:45 Uhr im Planetarium eine Sonderveranstaltung anbieten und, so das Wetter in den USA mitspielt, auch eine Liveschaltung in die USA mit Dr. Voss versuchen, der vor Ort sein wird.

Was? Wann? Wo



Astronomie – Unser Hobby:

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

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



Öffentliche Veranstaltungen

Wir veranstalten Vorträge über aktuelle astronomische Themen an jedem 2. Dienstag des Monats. Öffentliche Beobachtung vor dem LWL-Museum für Naturkunde. Aktuelle Infos über unsere Homepage!
www.sternfreunde-muenster.de. Alle Veranstaltungen sind kostenlos!

Vortragsthemen:

12. Sept.: Reise zur totalen Sonnenfinsternis in die USA – Dr. Björn Voss

Die Sonnenfinsternis am 21. August 2017 wird schon seit langem als „große“ Finsternis bezeichnet; nicht weil sie besonders lang wäre, sondern weil sie von besonders vielen Menschen gesehen werden wird: Sie verläuft quer durch die USA. Der Vortrag berichtet über die Vorbereitung einer solchen Reise, über die Unwägbarkeiten der Finsternisbeobachtung, über die hoffentlich positiven Ergebnisse, und vor allem über das besondere Erlebnis einer solchen totalen Finsternis, wenn es mitten am Tag dunkel wird.

10. Okt.: Supernovae – Andreas Bügler, Hans-Dieter Hunscher

Eine Supernova ist auch Leuten, die sich nur am Rande für Astronomie interessieren, ein Begriff. Fast jeder weiß, dass sie etwas mit einer gigantischen Sternexplosion zu tun hat. Im Vortrag werden die unterschiedlichen Ursachen für verschiedene Typen von Supernovae erklärt, und was von den explodierten Sternen übrigbleibt. Die unterschiedlichen Abläufe der jeweiligen Supernova-Typen werden dargestellt.

14. Nov.: 2017 Entwicklung der Linsenteleskope – Jochen Borgert

In diesem Vortrag soll die geschichtliche Entwicklung des Linsenteleskops (Refraktor) von der einfachen Einzellinse, über zweilinsige Achromate bis hin zu den hochkorrigierten dreilinsigen Apochromaten verfolgt werden. Die wichtigsten Bildfehler von Linsenteleskopen und ihre Bekämpfung durch immer aufwendigere Konstruktionen und exotische Glassorten werden thematisiert.

12. Dez.: Vorschau auf das astronomische Jahr 2018 – Jürgen Stockel

Dabei werden die wichtigsten Sternbilder zu den vier Jahreszeiten vorgestellt. Zwischen den Sternen verstecken sich aber auch viele spektakuläre Objekte. Einige der schönsten Galaxien, Sternhaufen und Gasnebel werden in großformatigen Bildern gezeigt. 2018 wird es im Juli eine Mondfinsternis geben. Wie man sich diese vorzustellen hat, wird mit einer Video-Animation erklärt. Zusätzliche Themen werden „Bedeckungen durch den Mond“ und „Sternschnuppenströme“ sein.

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

