

WELTRAUM FACTS



Die Vereinszeitschrift der Österreichischen Astronomie- und Raumfahrtvereinigung
ISSN 1025 - 2312
Ausgabe 3+4/2013, 20. Jahrgang

- Vatikanische Sternwarte
- Sonnenforschung
- ISS-Missionsreports
- Missionsdatenblätter
Shenzhou und Sojus
- Mond- und Marssonden
- Antares und Cygnus
- Space Ausstellung
- Kurzmeldungen



Astronomie



Ein feuriges Drama von Geburt und Tod der Sterne in der Großen Magellanschen Wolke



Bild: ESO.

Die Große Magellansche Wolke ist eine unserer nächsten Nachbargalaxien. Astronomen haben nun mit dem Very Large Telescope der ESO eines ihrer unbekannteren Gebiete im Detail erkundet. Das neue Bild zeigt eine Gas- und Staubwolke mit der Bezeichnung NGC 2035 (rechts), manchmal auch Drachenkopfnebel genannt, in der heiße neue Sterne geboren werden, die ihre Umgebung zu eigenartigen Gebilden verformen. Links daneben zeigen die Filamente als Überreste von Supernova-Explosionen ein mögliches Ende des Sternenlebens. EF, Quelle: ESO-Pressemitteilung.

Geburt und Tod von Sternen in der Großen Magellanschen Wolke	2
Inhalt, Zur Sache.....	3
Kurzmeldungen.....	4
Die Vatikanische Sternwarte	10
Sonnenforschung im Weltraum	14
Missionsreport ISS Expedition 32.....	20
Missionsreport ISS Expedition 33.....	22
Missionsreport ISS Expedition 34.....	24
Missionsdatenblatt Shenzhou 10.....	26
Missionsdatenblatt Sojus TMA-08M.....	27
Missionsdatenblatt Sojus TMA-09M.....	28
Fernöstliche Raumsonden zu Mond und Mars	29
Die erste Cygnus-Mission zur ISS.....	31
Die Space-Ausstellung im Technischen Museum Wien (TMW).....	33
Buchbesprechungen.....	36
Impressum, Termine, Beobachtungsbericht	38
Der Gaia-Astrometriesatellit	39

ÖARV-Mitgliedsbeitrag:

Der Mitgliedsbeitrag beträgt ab 2013 **neu** 25,- € innerhalb Österreichs und 30,- € für das europäische Ausland. Die Einzahlung wird erbeten auf unser Vereinskonto bei der Raiffeisen-Regionalbank Gänserndorf. Aufgrund der neuen Bestimmungen der EU ist eine Überweisung aus dem EU-Ausland ebenfalls problemlos. Selbstverständlich ist weiterhin die Übersendung von Bargeld im Einschreibebrief möglich.

Bankverbindung:

Raiffeisen - Regionalbank Gänserndorf,
BLZ 32.092, Konto-Nummer 2.450.260,
IBAN-Code: AT90 3209 2000 0245 0260
BIC-Code: RLNWA TWW GAE
A-2230 Gänserndorf

Erläuterungen zur Titelseite:

Die Trägerrakete Minotaur V der NASA-Mondsonde LADEE auf der Startrampe der Wallops Flight Facility auf Wallops Island. Foto: NASA EDGE.

Kleines Bild rechts oben: Eine Kuppel der Vatikan-Sternwarte mit einem Linsenfernrohr. Foto: Vatikanische Sternwarte.

Erläuterungen zur Rückseite:

Ein Teil der Orion-Molekülwolke, oben rechts ist auch der berühmte Orionnebel M42 als große helle Wolke zu sehen, aufgenommen mit dem Atacama Pathfinder Experiment (APEX) in Chile im Sub-Millimeter-Wellenbereich und überlagert mit einer Aufnahme im sichtbaren Licht.

Bild: ESO/Digitized Sky Survey 2.

Bitte beachten - Neue Redaktionsadresse:

Redaktion Weltraumfacts, c/o Ing. Mag. Franz Ehart,
Ferdinand Weissgasse 3/3/4, A-2230 Gänserndorf.

“ZUR SACHE”

Liebe Leser !

Der Weltraum bleibt spannend: Angefangen von der chinesischen Raumstation über fernöstliche Mond- und Marssonden bis hin zu interessanten Kometen und der beinahe wöchentlichen Meldung über einen neuentdeckten Exoplaneten, immer wieder gibt es etwas zu berichten. In Wien läuft jetzt eine einschlägige Ausstellung mit dem Titel „Space“ im Technischen Museum, die eine ganze Reihe von erstklassigen Exponaten präsentiert. Der Betrieb der Internationalen Raumstation wurde kürzlich durch die US-Administration bis 2024 verlängert. Dies trifft sich gut mit den jüngsten Erfolgen von OSC (Orbital Science Corporation), die nach einem erfolgreichen Testflug im Frühjahr bereits zwei Missionen mit dem Cygnus-Raumfrachter zur ISS geflogen sind. Auch SpaceX mit einem ähnlichen Kontrakt ist froh über diese Entscheidung.

Es gibt derzeit starke Bestrebungen in den USA, die finanziellen Förderungen für kommerzielle Raumfrachter zurückzufahren, um Mittel zum Space Launch System mit der Orion-Kapsel umschichten zu können. Dieses Projekt läuft derzeit auf extremer Sparflamme, mit Testflügen alle heiligen Zeiten (sprich alle 2 bis 3 Jahre). Dadurch können zwar die jährlichen Kosten geringer gehalten werden, die Gesamtkosten über die komplette Laufzeit des Programmes werden aber wahrscheinlich geradezu explodieren. Diese Logik verstehen wahrscheinlich nur Politiker, aber da derzeit die Raumfahrt trotz allem zu einem Großteil immer noch am staatlichen Tropf hängt, wird sich daran so schnell nichts ändern.

In dieser Ausgabe finden Sie einen Bericht über Sonnenforschung mit Raumsonden und Satelliten, ein klassisches Forschungsgebiet, wo die Raumfahrt unser Wissen beträchtlich vermehrt hat und laufend weitere Erkenntnisse bringt. Auch der Vatikan ist mit seiner Sternwarte auf der Höhe der Zeit und betreibt Astronomie mit modernen Geräten. Weitere Berichte über die Weltraumforschung runden diese Ausgabe ab und bieten Ihnen, wie wir hoffen, wieder einige neue Einblicke in unsere nähere und weitere Umgebung im Weltall.

Ad astra - Zu den Sternen

Franz Ehart

PS: Dieser Ausgabe wird für Österreich ein Erlagschein beiliegen und auch unsere Freunde im Ausland bitten wir wie gehabt um Überweisung des Mitgliedsbeitrages (neu: Inland 25,- € / Ausland 30,- €) und, wenn möglich, um zusätzliche Spenden.

Besuchen Sie unsere Homepage: **www.oearv.at**

Swarm gestartet

Swarm (englisch für Schwarm) ist der Name einer Satellitenmission der ESA zur Erdbeobachtung. Diese beinhaltet drei baugleiche Satelliten mit einer Masse von je 500 Kilogramm. Der Start aller drei Satelliten gemeinsam erfolgte am 22. November 2013 an Bord einer Rockot-Trägerrakete vom russischen Startplatz Plessezk aus. Die Mission ist Teil des Programms Earth Explorer Mission. Zur Positionsbestimmung der Flugkörper sind spezielle GPS-Geräte von Ruag Space aus Berndorf (Baden) an Bord. Die Endfertigung erfolgte durch ein deutsch-britisches Team von EADS Astrium in Friedrichshafen.

Die Swarm-Satelliten umkreisen die Erde relativ erdnah in der Ionosphäre, auf polaren Umlaufbahnen zwischen 450 und 550 Kilometer Höhe. Gemeinsam sollen sie hochpräzise Messungen der Stärke und der Ausrichtung des Magnetfeldes vornehmen. Mit den dabei gewonnenen Beobachtungsdaten hoffen die Wissenschaftler, die verschiedenen Quellen des Erdmagnetfelds unterscheiden und in Modellen erklären zu können.

EF, Quellen: „Heute“ 22.November 2013, ESA-Homepage.



Die drei Swarm-Satelliten im Weltraum. Grafik: ESA

3D-Printing für die Raumfahrt

Sowohl die NASA als auch die ESA testen den Einsatz von Bauteilen, die mit einem 3D-Drucker erzeugt wurden. Von der NASA wurde eine Einspritzdüse auf einem Teststand im Marshall Flight Center getestet. Dieser Bauteil, schichtweise aufgebaut aus aufgeschmolzenen Nickel- und Chrompulver, wurde in ein kryogenes Triebwerk eingebaut, das während eines Testes 86,96 kN Schub lieferte.

Die ESA entwickelt aktiv strukturelle Komponenten für Raumfahrzeuge und Nuklearreaktoren, die mit 3D-Druckern

erzeugt werden kann. Damit sollen die Elemente haltbarer gemacht werden als konventionell erzeugte, da durch diese Methode der Herstellungsprozess bei komplex geformten Metallteilen besser kontrolliert werden kann. Am 15. Oktober 2013 wurden in London Muster dieser Teile präsentiert, die einer Temperatur von bis zu 1.000°C widerstehen können. ES entsteht auch viel weniger Abfall als bei bisher üblichen Produktionsmethoden.

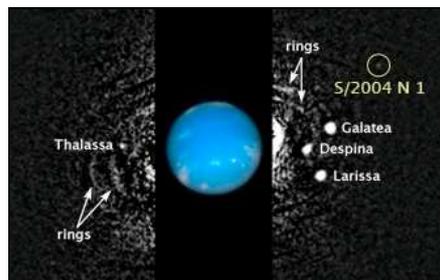
EF, Quellen: Spaceflight Nov. + Dec. 2013, science.ORF.at 28. August 2013

14. Neptun-Mond entdeckt

Wissenschaftler der NASA haben einen 14. Mond des Gasriesen Neptun entdeckt, als sie 150 Hubble-Fotos aus dem Zeitraum 2004 bis 2009 genau analysierten. Der winzige Mond mit einem Durchmesser von etwa 20 Kilometer mit der Bezeichnung S/2004 N1 umkreist den Planeten alle 23 Stunden einmal. Aufgrund seiner geringen Größe wurde er nicht einmal beim Vorbeiflug der Voyager 2 Raumsonde entdeckt.

Mark Showalter des SETI Institute in Mountain View, Kalifornien, fand den Mond am 1. Juli 2013, als er die feinen Ringsegmente um den Neptun untersuchte. Dabei erblickte er einen weißen Fleck außerhalb der Ringsegmente, ungefähr 104.000 Kilometer vom Neptun entfernt zwischen den Umlaufbahnen der Monde Larissa und Proteus.

EF, Quellen: Österreich 13. Aug. 2013, NASA STScI-2013-30



Der neue Neptun-Mond. Grafik: NASA

Österreicher auf dem Weg ins Weltall

Der Deo-Hersteller AXE wird 23 Menschen ins Weltall schicken. Einer der Bewerber ist Andreas Aufschnaiter, ein Tiroler. Der 19jährige Profi-Kletterer wurde aus einer Million Einsendungen in Österreich ausgelost und darf nun an einem fünftägigen Vorbereitungscamp in

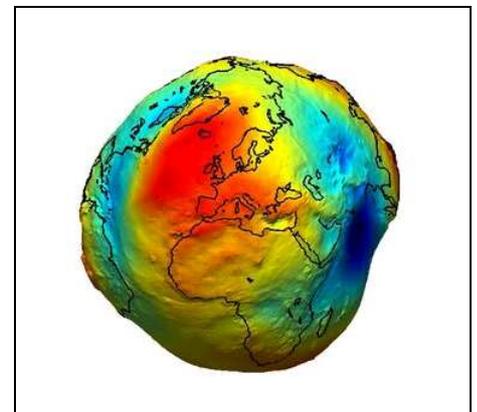
Orlando in Florida teilnehmen. Dabei muß er sich gegen vier andere Kandidaten aus Deutschland durchsetzen, damit er das begehrte Ticket erhält.

Der Sieger erhält das Ticket von Raumfahrtlegende Buzz Aldrin (81) überreicht und darf dann den 100.000 Dollar teuren Flug antreten. Dieser wird voraussichtlich im April 2014 mit dem Fluggerät LYNX Mark II stattfinden. Dabei soll eine Höhe von 103 Kilometer erreicht werden, mit einer rund 15 Minuten dauernde Schwerelosigkeitsphase am Gipfelpunkt des Fluges.

EF, Quelle: Österreich, 1. Dezember 2013

GOCE verglüht

Der ESA-Satellit GOCE ist nach vierjähriger Mission nun in der Erdatmosphäre verglüht. Dieser Forschungssatellit mit einer Masse von etwa 1,2 Tonnen diente zur Vermessung des Schwerfeldes der Erde. Dabei lieferte er erstmals ein einheitliches und zentimetergenaues Höhenprofil der gesamten Erde. Mit diesen Daten sind auch Rückschlüsse auf den Meeresspiegel und die Meeresströmungen und deren Einflüsse in den Klimamodellen möglich.



Das von GOCE gemessene GEOID der Erde.

Grafik: ESA

Mit feinsten Beschleunigungsmessern konnte die kleinste Veränderung der Gravitationsbeschleunigung aufgezeichnet und damit das Höhenprofil ermittelt werden. Die Erde ist nicht sehr gleichmäßig und selbst auf den Ozeanen gibt es Wölbungen und Eindellungen. Da der Meeresspiegel keinen weltweit einheitlichen Nullpunkt bietet, waren bisher regional unterschiedliche Pegelstände gültig.

Die US-Mission „GRACE“ hatte bereits ähnliche Ergebnisse erbracht. Die Höhengenaugigkeit von „GOCE“ ist aber

weit größer und soll bei zwei Zentimetern liegen. Die Abkürzung GOCE steht für Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer. „GOCE“ sollte ursprünglich nur eineinhalb Jahre in der Umlaufbahn kreisen. Wegen geringer Sonnenaktivität reichte der Treibstoff aber fast dreimal so lang, bis dieser dann im Oktober endgültig ausging.

EF, Quelle: Die Presse, 11. November 2013

Asteroid mit Riesenschweif

Asteroiden besitzen normalerweise keinen Schweif, das ist den Kometen vorbehalten. Bei einem wurde aber nun ein Schweif entdeckt, der etwa eine Million Kilometer lang ist. Außerdem besitzt der Asteroid P/2010 A2 (LINEAR) eine ungewöhnliche X-Form.



Der Asteroid P/2010 A2 (LINEAR).
Grafik: NASA, ESA, D. Jewitt (UCLA)

Wegen seines Schweifes erhielt er zu Beginn die Bezeichnung eines Kometen. Seine Bahn verläuft im Haupt-Asteroidengürtel. Eine Analyse von Hubble-Bildern zeigte einen Staub- und Kieschweif, der durch einen Zusammenstoß mit einem anderen Asteroiden entstanden ist. Seltsamerweise befindet sich der Kern außerhalb der Koma. So etwas wurde bisher noch nie bei Kometen beobachtet. Die Entdeckung dieses ungewöhnlichen Körpers erfolgte am 6. Jänner 2010 mit einem 1-Meter-Spiegelteleskop durch das Lincoln Near-Earth Asteroid Research Institut (LINEAR).

EF, Quelle: science.ORF.at, 3. Juni 2013,
Wikipedia-Eintrag zu P/2010 A2

GALEX abgeschaltet

Die NASA hat den Forschungssatelliten GALEX nach mehr als zehn Jahren im Weltraum nun Ende Juni 2013 abgeschaltet. GALEX (Galaxy Evolution Explorer) untersuchte im UV-Licht Galaxien und die dort ablaufende Sternentstehung. Der Satellit wurde am 28. April 2003 mit einer flugzeuggestützten Pega-

sus-Rakete in einen Erdorbit gebracht und besitzt einen 50 Zentimeter durchmessenden Hauptspiegel. Die ursprünglich geplante Missionsdauer von 29 Monaten konnte deutlich überschritten werden. Von 2012 an wurde er von der NASA an das CalTech verliehen, die ihn nun bis Juni 2013 nutzen konnte, aber dafür auch die Betriebskosten von 100.000 US\$ pro Monat zu tragen hatte.

EF, Quellen: SuW September 2013,
Wikipedia.

Elektronik für Wettersatellit aus Wien

Die neuen METEOSAT-Satelliten sollen ab 2018 zum Einsatz kommen. Dafür werden am RUAG-Standort Wien-Meidling Elektronik-Module sowie mechanische Bauteile für die Lageregelung entwickelt. Die Elektronik-Baugruppen werden in den zentralen Computern verwendet, die alle Abläufe an Bord der Satelliten regeln und die Kommunikation mit der Bodenstation steuern.



METEOSAT-Satelliten der 3. Generation.
Grafik: EUMETSAT

Das Auftragsvolumen für RUAG Space Austria im Rahmen dieser Neuentwicklung beträgt 20 Millionen Euro. Die alten Satelliten dieser Serie liefern bereits seit 36 Jahren Wolkenbilder. Nun wurde von der ESA und der EUMETSAT eine neue Generation („MTG - METEOSAT Third Generation“) in Auftrag gegeben.

EF, Quelle: science.ORF.at, 20. Oktober 2013

Astrobiologin wird Chefin des Forschungsfonds FWF

Pascale Ehrenfreund, eine in den USA tätige Astrobiologin, steht seit 6. Juni 2013 an die Spitze des für die Grundlagenforschung zuständigen Fonds. Ihr Vorgänger Christoph Kratky war seit 2005 in dieser Funktion tätig.

Ehrenfreund wurde bereits im ersten Wahlgang mit klarer Mehrheit gewählt. Gegenkandidaten waren die Innsbrucker

Historikerin Brigitte Mazohl und der Wirtschaftswissenschaftler und ehemalige Rektor der Uni Wien, Georg Winckler. Zu Vizepräsidenten wurden Hermann Hellwagner und Alan Scott gewählt, die bisherige Vizepräsidentin Christine Mannhalter wurde wiederbestellt. Der Amtsantritt des neuen Präsidiums erfolgt im September 2013 für eine dreijährige Amtsperiode.

Ehrenfreund hat an der Uni Wien Astronomie und Biologie studiert und 1990 in Astrophysik promoviert. Nach verschiedenen Stationen ist sie seit 2008 nicht nur leitende Wissenschaftlerin am NASA-Astrobiologieinstitut, sondern auch Professorin für Space Policy and International Affairs an der George Washington University. Wissenschaftlich hat sie sich speziell mit der Suche nach Leben am Mars beschäftigt.

EF, Quelle: Die Presse, 6. Juni 2013

Erfolgreicher Test mit Weltraumkanone

Japanische Wissenschaftler haben erfolgreich eine Weltraumkanone getestet. Diese soll 2014 an Bord der japanischen Kometensonde „Hayabusa 2“ in den Weltraum gestartet werden. Es ist geplant, mit der Kanone 2018 ein Projektil (Small Carry-on Impactor = SCI) auf den Asteroiden „1999 JU3“ zu schleudern. Danach soll die Sonde landen und aus dem Krater Gesteinsproben entnehmen und 2020 zur Erde zurückbringen.



Hayabusa 2 vor dem Asteroiden 1999 JU3.
Grafik: JAXA

Die Forscher hoffen, daß die Untersuchung der tiefer liegenden Schichten des Asteroiden bessere Ergebnisse liefert als die Analyse der Oberfläche, die permanent der kosmischen Strahlung ausgesetzt ist. Die Vorgängersonde „Hayabusa“ war im Mai 2003 zu einem Asteroiden namens „Itokawa“ gestartet und hatte von dessen Oberfläche ebenfalls

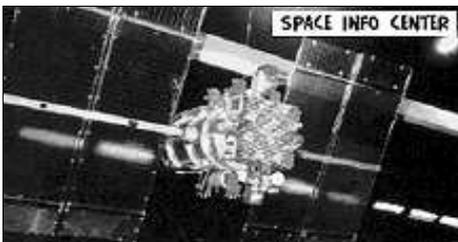
Proben entnommen. Diese wurden 2010 mit einer hitzebeständige Kapsel sicher in der Wüste Südaustraliens gelandet.

EF, Quelle: science.ORF.at, 24.Oktober 2013, JAXA-Homepage

Rußland verliert drei Satelliten

Beim Absturz einer Proton-Rakete hat Rußland drei Navigationssatelliten seines GLONASS-Systemes verloren. Die Trägerrakete war nach dem Start explodiert. Nach ersten Meldungen waren Probleme im Antriebssystem die Ursache. Nach diesem Unfall wurden weitere Starts der Proton-M ausgesetzt. Bereits 2010 waren drei GLONASS-Satelliten bei einem Fehlstart verloren gegangen, heuer hat es bereits zwei weitere Pannen gegeben.

EF, Quelle: Die Presse, 2.Juli 2013



Ein Glonass- Satellit (Uragan). Foto: NASA

Riesenmeteorit zu Besuch in Wien im NHM

Im Wiener Naturhistorischen Museum (NHM) war im November ein Riesenmeteorit aus Deutschland für vier Tage zu Gast. Dieser „Donnerstein von Ensisheim“ schlug am 7.November 1492 ein und wog ursprünglich wahrscheinlich über 100 Kilogramm. Nachdem über die Jahre immer wieder Bruchstücke abgeschlagen wurden, sind nun noch 54 Kilogramm übrig. Laut Christian Köberl, dem Direktor des NHM, muß der Feuerball damals ähnlich hell gewesen sein wie heuer beim Einschlag in Rußland. Von der Zusammensetzung her handelt es sich dabei um einen gewöhnlichen Chondriten. Festgehalten wurde dieses Ereignis auch von zahlreichen Chronisten. Um zu verhindern, daß noch mehr Stücke abgeschlagen werden, wird der Stein traditionell von der „Bruderschaft des Meteoriten“ bewacht, die diesen in malerischer Bekleidung auch nach Wien begleitete.

EF, Quelle: science.ORF.at, 18.November 2013

Iran kündigt weitere Satelliten für 2014 an

Die islamische Republik Iran möchte in nächster Zeit mindestens drei selbstgebaute Satelliten mit eigenen Raketen ins All bringen. Diese würden der Erdbeobachtung und der Kommunikation dienen. Der erste iranische Satellit Sinah-1 war 2005 von einer russischen Rakete gestartet, der erste eigene Start mit dem Satelliten Omid erfolgte 2009. Nachher folgten noch zwei weitere Erkundungs- und Forschungs-Satelliten sowie weniger erfolgreiche Testflüge mit Schildkröten und Affen. Laut dem Vizechef der iranischen Weltraumagentur ISA, Hamid Fazeli, möchte der Iran auch in den nächsten fünf bis acht Jahren autonom einen Menschen ins All bringen und bei der neuen chinesischen Raumstation Tian-gong mitwirken, die bis 2020 fertig sein soll.

EF, Quelle: Die Presse, 27.Oktober 2013

Erster indischer Navigationssatellit gestartet

Am 1.Juli 2013 hat auch Indien seinen ersten Navigationssatelliten (Bezeichnung IRNSS - 1A) gestartet. Insgesamt sollen sieben derartige Satelliten im All stationiert werden, um den Subkontinent mit Navigationsdaten zu versorgen. Das System soll 2016 einsatzbereit sein und Daten sowohl für das offene Ortungssystem SPS als auch für das gesicherte System RS liefern. Es ähnelt angeblich sowohl dem GPS- als auch dem europäischen Galileo-System.

EF, Quelle: science.ORF.at, 2.Juli 2013, ISRO-Homepage.



Die Rakete PSLV-C22 auf der Startrampe mit dem Satelliten an Bord. Foto: ISRO

Carpenter, zweiter US-Amerikaner im Weltraum, verstorben

Scott Carpenter ist am 10.Oktober in Colorado verstorben. Der Marineflieger

war 1959 von der NASA in das erste Astronautenkorps aufgenommen worden. Am 24.Mai 1962 absolvierte er als zweiter US-Amerikaner einen erfolgreichen Raumflug, dabei umrundete er die Erde dreimal in seiner Merkur-Kapsel Aurora 7. Die Landung war nicht so glücklich, da er den geplanten Landepunkt um rund 400 Kilometer verfehlte. Diese Pionierleistung blieb sein einziger Raumflug, da er später nicht mehr ins Weltall zurückkehrte.

EF, Quelle: science.ORF.at, 11.Oktober 2013



Scott Carpenter im Jahr 1962. Foto: NASA

Wiener Technologie für Indiens Raumfahrt

Die Wiener RUAG Space liefert ein High-Tech-Band für die indische Raumfahrt. Mit dem Auftrag zur Lieferung dieser Satelliten-Testausrüstung verzeichnet das 187 Mitarbeiter große Unternehmen einen ersten Erfolg auf dem aufstrebenden Weltraummarkt Indiens.

Das Unternehmen liefert an die ISRO (Indian Space Research Organisation) ein so genanntes Clampband, ein High-Tech Montageband für die Tests eines Satelliten am Boden. Zur sicheren Befestigung an der Spitze der Trägerrakete sind Satelliten an ihrer Unterseite mit einer speziellen Montagevorrichtung ausgestattet. Bereits während der Satellitenintegrations- und -testphase wird ein Montageband zur Befestigung auf unterschiedlichen Testeinrichtungen verwendet, das eine zuverlässige, wieder verwendbare Fixierung des Satelliten garantiert. Um den extremen Festigkeitsansprüchen auch bei hohen mechanischen Belastungen, zum Beispiel während der Vibrationstests, zu entsprechen, wird das Design des Montagebandes den vom

Kunden vorgegebenen Erfordernissen angepaßt. Die Einhaltung der geforderten Eigenschaften wird während der Entwicklung mittels Computersimulation berechnet und danach durch hydraulische Tests überprüft.

EF, Quelle: Wirtschaftsblatt 18.Juli 2013

Acht neue NASA-Astronauten

Mit wesentlich weniger Pomp als bisher hat die NASA acht neue Mitglieder in ihr Astronautenkorps aufgenommen. Politisch korrekt sind die Hälfte davon Frauen. Nach derzeitigen Plänen sollen zwischen 45 bis 55 Astronauten jederzeit einsatzbereit sein. Nach einigen Abgängen, bedingt durch Pensionierungen oder aus Karrieregründen, war zuvor die Personalstärke auf 49 gefallen. Für die Auswahl hatten sich mehr als 6.100 Kandidaten beworben.

EF, Quellen: Spaceflight September 2013, NASA Pressemitteilung August 2013.



Die neuen Astronauten 2013. Foto: NASA

Touristische Suborbitalflüge in Vorbereitung

Zwei Unternehmen bereiten sich derzeit auf kommerzielle Suborbitalflüge vor. Virgin Galactic hat laut eigenen Angaben bereits 625 Buchungen für die Flüge mit ihrem SpaceShip2. Diese sollen 2015 starten, der Entwicklungs-Fortschritt ist aber geringer als erhofft.

Für Space Expedition Corporation wird die karibische Insel Curacao als Basis dienen. Für die Flüge mit dem Lynx Spaceplane gibt es laut Unternehmen 230 Buchungen, die Preise belaufen sich auf 100.000,- US\$ pro Person. Wenn alles voll läuft, sollen pro Tag bis zu vier Flüge stattfinden. Diese werden vorerst in Kalifornien beginnen und können später nach Curacao verlegt werden, wenn alle rechtlichen Voraussetzungen geklärt sind.

EF, Quelle: Spaceflight October 2013

Strahlenbelastung bei Mars-Mission gemessen

Amerikanische Forscher haben nun die mögliche Strahlenbelastung, die Menschen bei einer Mars-Mission ausgesetzt sein könnten, relativ exakt gemessen. Dazu haben sie die Strahlung, die im Inneren eines Raumfahrzeuges auftritt, beim Flug des Mars Science Laboratory genau aufgezeichnet. Dieses Raumfahrzeug hat den Rover Curiosity zum Roten Planeten transportiert.

Der verwendete Strahlendetektor, der Radiation Assessment Detector (RAD), befand sich dabei im Inneren der Raumsonde unter einer relativ guten Abschirmung, ähnlich wie bei einer bemannten Mission, aber viel dicker als etwa bei der Apollo-Mission. Dadurch seien die gemessenen Strahlendosen durchaus realistisch. Diese machen etwa soviel aus, wie ein Astronaut in seinem ganzen Leben verkraften könnte, wenn man von einer Reisedauer von 180 Tagen ausgeht. Diese Flugzeit wird bei derzeitigen Projekten als realistisch angesehen.



Das Raumschiff mit dem Mars Rover bei der Integration. Foto: NASA

In weiteren Studien soll nun die Strahlendosis, die der Rover Curiosity auf der Marsoberfläche ausgesetzt ist, gemessen werden. Dies ist von großer Wichtigkeit, da bei einer Marsmission die Aufenthaltsdauer auf der Oberfläche größer ist als die reine Reisezeit. Während der 253 Tage, die das MSL zum Mars unterwegs war, betrug die durchschnittliche tägliche Strahlenbelastung im Inneren 1,8 Millisievert. Davon ausgehend wird die Belastung bei einer „Rundreise“ auf 0,66 Sievert geschätzt. Die von der NASA festgelegte Obergrenze für einen Astronauten während seiner gesamten Karriere liegt aber bei einem Sievert.

EF, Quelle: science.ORF.at, 31.Mai 2013

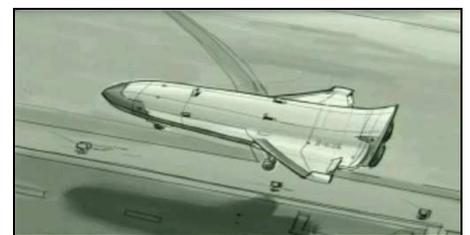
Kleine Plutomonde P4 und P5 offiziell benannt

Die beiden kleinen Plutomonde P4 und P5 wurden nun offiziell als „Kerberos“ und „Styx“ nach zwei Begriffen aus der griechischen Mythologie benannt. Kerberos ist der dreiköpfige Höllenhund, der das Jenseits bewacht. Styx ist der Fluss, der die Welt der Lebenden von denen der Toten trennt. Die Namen wurden nun offiziell von der Astronomischen Union anerkannt. Die Durchmesser von Kerberos und Styx betragen 20 bis 40 Kilometer bzw. 10 bis 25 Kilometer, entdeckt wurden sie 2011 und 2012 von der NASA. Insgesamt hat der Zwergplanet Pluto derzeit fünf bekannte Monde.

EF, Quelle: science.ORF.at, 3.Juli 2013

Herausfordernde DARPA Spezifikation für Startgerät

Die Forschungsagentur im US-Verteidigungsministerium DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) hat eine besonders herausfordernde Spezifikation für ein Satelliten-Startgerät unter dem Titel 10x10x10 herausgegeben. Unter diesem Titel wird ein Startfahrzeug gesucht, das fähig ist, zehn mal hintereinander in zehn Tagen zu starten und bei jedem Start mindestens Mach 10 erreichen. Zusätzlich soll dabei eine Nutzlast von 1.800 Kilogramm in einen niedrigen Erdorbit platziert werden. Die Kosten pro Flug dürfen dabei jeweils 5 Millionen US\$ nicht übersteigen. Dabei muß es sich nicht zwingend um ein geflügeltes Raumschiff handeln, auch wenn verschiedene Entwürfe zu diesem Projekt ein solches zeigen. Die Arbeitsbezeichnung für den neuen Träger lautet XS-1.



Eines der XS-1 Konzepte. Grafik: DARPA

Ein ähnliches Projekt unter der Bezeichnung ALASA (Airborne Launch Assist Space Access) sucht nach einer Möglichkeit, mit einem Start von einem Flugzeug aus jeweils mindestens 45 Kilogramm in einen niedrigen Erdorbit zu bringen, bei maximalen Kosten von

1 Million US\$ pro Flug. Dazu wurden bereits Projektstudien an Boeing, Lockheed Martin und Virgin Galactic vergeben, andere Unternehmen untersuchen inzwischen die technischen Erfordernisse für diesen Ansatz.

EF, Quelle: Spaceflight November 2013

Azurblauer Planet in 63 Lichtjahren Entfernung

Bei einem Exoplaneten im Sternbild Fuchlein konnte kürzlich die Farbe bestimmt werden. Trotz seiner vielversprechenden Farbe ist dieser Planet beim Stern HD189733 lebensfeindlich. HD189733b ist ein Gasriese mit einer mittleren Oberflächentemperatur von über 1.000 °C, mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 7.000 Kilometer pro Stunde und Niederschlag aus Silikatmineralien (also Glas).



Künstlerische Darstellung des blauen Planeten HD189733b. Grafik: HST.

Der Exoplanet ist sein 2005 bekannt und gilt als heißer Jupiter, der sein Muttergestirn auf einer engen Bahn in nur 2,2 Tagen umrundet. Für die oben angeführte Entdeckung wurden die Spektren verglichen, wenn der Planet genau neben seiner Sonne stand und wenn er dahinter verschwand. Dann zogen sie das zweite Spektrum vom ersten ab und erhielten so den Spektralabdruck des Planeten. Er reflektiert in Wellenlänge von 290 bis 450 Nanometern am meisten Licht, erscheint daher blau. Die Farbe kommt wahrscheinlich von feinen Silikat-Schwabeteilchen in der Atmosphäre.

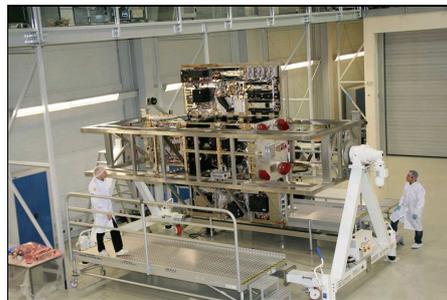
EF, Quelle: SuW September 2013

Galileo weiter verzögert

Das europäische Satellitennavigationssystem Galileo sieht weiteren Verzögerungen entgegen. Eigentlich hätte es bereits 2014 einsatzbereit sein sollen.

Nun wird sich der Dual-Start der ersten zwei von 22 operationellen Satelliten auf das Jahr 2014 verschieben. Dieser wird an Bord einer Sojus von Kourou aus stattfinden. Die Satelliten werden von OHB in Deutschland gebaut.

Die ersten vier FOC-Satelliten mit den Namen „Doresa“, „Milena“, „Adam“ und „Anastasia“ befinden sich derzeit in unterschiedlichen Fertigungs- bzw. Testphasen. FOC bedeutet „Full Operational Capability“, damit werden die Satelliten bezeichnet, die für den eigentlichen Einsatz gedacht sind, nach den ersten Testsatelliten. Die Galileo-Satelliten wurden nach den Vornamen von Kindern benannt, die im Jahr 2011 einen von der Europäischen Kommission ausgeschriebenen Malwettbewerb gewonnen haben.



Ein Galileo-FOC-Satellit während der Integration bei OHB System AG. Foto: OHB.

Die FOC-Phase des Galileo-Programms wird von der Europäischen Union finanziert und durchgeführt. Die Europäische Kommission und die ESA haben eine Vereinbarung unterzeichnet, nach der die ESA als Entwicklungs- und Beschaffungsagentur im Auftrag der Kommission handelt.

EF, Quellen: Spaceflight November 2013, OHB-Homepage (Presse-Mitteilungen)

Triebwerk von Apollo 11 identifiziert

Nach Aussagen einer Forschergruppe um Jeff Bezos ist ein vom Meeresgrund geborgenes Triebwerk als von Apollo 11 stammend identifiziert worden. Im März 2013 wurden in den Gewässern vor Florida in etwa vier Kilometern Wassertiefe einige Wrackteile von Mondraketen gefunden und geborgen. Nun konnte auf dem stark korrodierten Teil mit Hilfe eines speziellen Verfahrens die Seriennummer „Unit No 2044“ sichtbar gemacht werden. Es handelt sich danach um eines von fünf F1-Triebwerken der

ersten Saturn-Stufe, die Neil Amstrong zum Mond brachte.

Jeff Bezos ist der Gründer von Amazon und auch am Raumfahrt-Unternehmen Blue Origin beteiligt. Er meldete keine Besitzansprüche auf diesen Fund an, sondern äußerte nur den Wunsch, daß der Antrieb im Luftfahrtmuseum von Seattle ausgestellt wird, in der Nähe des Amazon-Stammsitzes.

EF, Quelle: FAZ 20.Juli 2013

Keplers Planetensuche beendet

Die NASA gab im August 2013 bekannt, daß die Planetensuche mit Kepler eingestellt wurde. Dies war wegen defekter Drallräder erforderlich geworden. Für andere Zwecke kann der Satellit aber weiterhin eingesetzt werden und daher wird derzeit nach neuen Aufgaben für dieses Weltraumteleskop gesucht.



Künstlerische Darstellung des Planetensuchers Kepler. Grafik: NASA.

Das Teleskop beobachtete einen festen Ausschnitt des Sternenhimmels mit etwa 190.000 Sternen im Sternbild Schwan, um extrasolare Planeten zu entdecken. Besondere Zielsetzung des Projekts war, vergleichsweise kleine Planeten wie unsere Erde und damit auch potenziell bewohnbare („habitable“) extrasolare Planeten zu entdecken. Dazu war die große Präzision erforderlich, die nur durch die Drallräder sichergestellt werden konnte.

Die Optik des Kepler-Fotometers ist als Schmidt-Teleskop ausgeführt. Der Durchmesser der Schmidt-Platte beträgt 0,95 Meter und der des Hauptspiegels 1,4 Meter. Im Fokus befindet sich eine Anordnung aus 42 CCD-Sensoren, die ein Feld von 105 Quadratgrad überwachen kann. Diese tolle Optik könnte nun auch für andere Zwecke eingesetzt

werden, bei der keine so hohe Positionierungsgenauigkeit erforderlich ist.

EF, Quellen: SuW Oktober 2013, Wikipedia.

Pulsar mit XMM-Newton als Magnetar identifiziert

Der Röntgensatellit XMM-Newton konnte den 6.500 Lichtjahre entfernten Pulsar SGR 0418+5729 als selten auftretenden Magnetar identifizieren. Das sind Neutronensterne, die von einem extrem starken Magnetfeld umgeben sind.

EF, Quelle: SuW November 2013

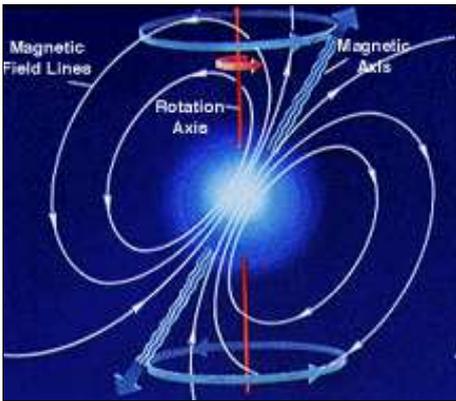


Diagramm eines Pulsars, das seine Rotationsachse, seine magnetische Achse und das Magnetfeld zeigt. Grafik: NASA.

Weltraum-Navigation mit Pulsaren?

Deutsche Wissenschaftler haben eine neue Navigationsmethode für Raumsonden vorgeschlagen. Bisher wird dazu vor allem das Deep-Space-Network verwendet. Aus der Laufzeit der Radiosignale und dem Winkel zur Antenne kann die Position der Sonde berechnet werden. Der Winkel läßt sich aber nicht so einfach bestimmen und bei großen Entfernungen von Tiefraumsonden wie den Voyager's werden die Fehler immer größer. Bei Pluto würde dieser bei +/- 200 Kilometer liegen.

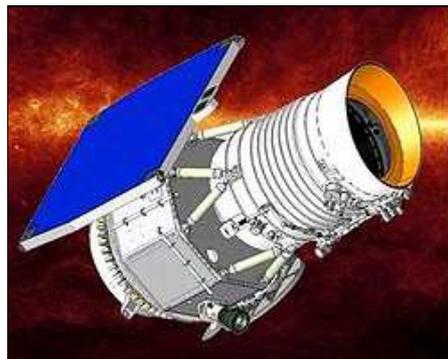
Bei der Verwendung von Pulsarsignalen, das sind schnell rotierende Neutronensterne, könnte die Positionsbestimmung viel genauer ausfallen. Wie die deutschen Astronomen in ihrer Arbeit schreiben, wären für die Navigation Röntgenpulsare mit Rotationsperioden von zehn bis 30 Millisekunden ideal. Um die Position der Sonde im Raum zu bestimmen, müßte man drei davon analysieren. Inklusive Uhrenkorrektur wären vier erforderlich.

Das Problem dabei ist, das die dafür notwendigen Antennen für Raumsonden viel zu groß wären. Um die Signale von Pulsaren empfangen zu können, sind leistungsfähige Röntgenspiegel notwendig. Und die sind zurzeit deutlich zu schwer. Observatorien wie XMM Newton und Chandra sind etwa drei mal zehn Meter groß und wiegen mehrere Tonnen. Für den Einsatz auf einem Raumschiff müßten sie noch deutlich schrumpfen. Ein halber mal zwei Meter und 200 Kilogramm - das wäre laut den Astronomen eine praktikable und durchaus realistische Größe, insbesondere für eine beamtete Mission zum Mars.

EF, Quelle: science.ORF.at, 3.Juni 2013

WISE als Asteroidensucher

Die NASA hat den 2011 stillgelegten Infrarotsatelliten WISE wieder aktiviert. In seinem zweiten Leben soll er nun nach unbekanntem erdnahen Asteroiden Ausschau halten. Dazu wird er über drei Jahre lang den Himmel durchmusteren.



Das Infrarot-Weltraum-Teleskop WISE. Grafik: NASA/JPL.

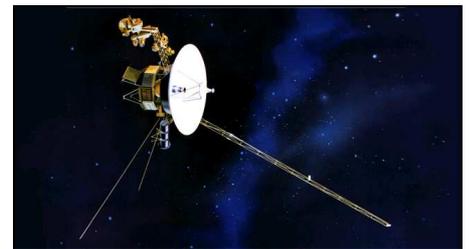
WISE (Wide-Field Infrared Survey Explorer) wurde im Dezember 2009 von einer Delta-Trägerrakete gestartet und hat ein Teleskop mit einem Durchmesser von 40 Zentimetern, dessen Optik und Detektoren von einem Kryostaten mit festem Wasserstoff gekühlt wird. Dieser war bis Oktober 2010 verdampft und das Teleskop hatte sich dadurch auf -203°C erwärmt. Die Mission konnte mit einigen Sensoren fortgesetzt werden, die auch bei höheren Temperaturen funktionieren. Nach der Wiederaufnahme des Betriebes 2013 mußte das Teleskop zuerst abkühlen und neu kalibriert werden. Ende Dezember 2013 war wieder weniger als -200°C erreicht und damit konnte die neue Mission NeoWise gestartet werden.

EF, Quellen: SuW Nov. 2013, Wikipedia.

Voyager hat nun endgültig das Sonnensystem verlassen

Es war schon früher darüber spekuliert worden, ob Voyager 1 unser Sonnensystem verlassen hat. Nach rund 35 Jahren Flugzeit hat die Raumsonde entsprechend neuer Meßergebnisse 2012 wirklich die Grenze zum interstellaren Raum überquert. Die Planetensonde war am 5. September 1977 gestartet worden, rund zwei Wochen nach der Schwestersonde Voyager 2.

Wegen der enormen Entfernung sind die Funksignale der Sonde derzeit mehr als 17 Stunden zur Erde unterwegs. Die Grenze unseres Sonnensystems, die sogenannte Heliopause, ist definiert als derjenige Ort, an dem der konstante Teilchenstrom von der Sonne durch die von außen einströmenden interstellaren Teilchen gestoppt wird. Hinter der Heliopause beginnt damit das interstellare Medium. Am 25. August 2012 war die Zahl der Sonnenteilchen in Voyagers Messgeräten plötzlich um mehr als den Faktor 1.000 gesunken. Gleichzeitig nahm die Zahl interstellarer Teilchen um knapp zehn Prozent zu.



Die Raumsonde Voyager 2. Grafik: NASA.

Schon damals hatten Forscher vermutet, daß Voyager 1 in den interstellaren Raum vorgestoßen war. Aber erst neue Messdaten aus April und Oktober 2012 erlaubten jetzt die entscheidende Bestimmung der Teilchendichten. Danach entspricht diese Dichte nun den Erwartungen für das interstellare Medium. Zum obigen Datum hat daher die Raumsonde definitiv die Grenze unseres Sonnensystems in ungefähr 18 Milliarden Kilometern Entfernung von der Sonne überschritten.

Noch bis voraussichtlich 2025 kann die Sonde Daten liefern, solange werden ihre nuklearelektrischen Generatoren Energie liefern. Voyager 1 wird danach still weiter durch das All gleiten und erst in mehr als 38.000 Jahren den nächsten Stern passieren, eine schwach leuchtende Sonne mit der Katalognummer AC+79 3888 im Sternbild Kleiner Bär.

EF, Quelle: Die Presse, 13. September 2013

Die Vatikanische Sternwarte

Die katholische Kirche wird wahrscheinlich kaum mit moderner astronomischer Forschung in Verbindung gebracht, zu sehr hängt ihr noch die Galileo'sche Affäre vor mehr als dreihundertfünfzig Jahren nach. Daher ist auch wenig darüber bekannt, daß der Vatikan, das heißt der Heilige Stuhl, selbst eine Sternwarte betreibt. Und diese besteht nicht nur aus einigen historischen Instrumenten im Vatikan selbst, sondern

aus einer Außenstelle im Castel Gandolfo und einem Großteleskop in Arizona. Dort hat das Institut ein äußerst modernes Instrument stationiert, das sogenannte Vatikanische High Tech-Teleskop (VATT), ein optisch-infrarotes Teleskop der 2-Meter-Klasse. Die Vatikanische Sternwarte als Institution ist eine der ältesten Forschungsstätten der Astronomie, deren Geschichte mit dem Bau des Turms der Winde 1578 beginnt.

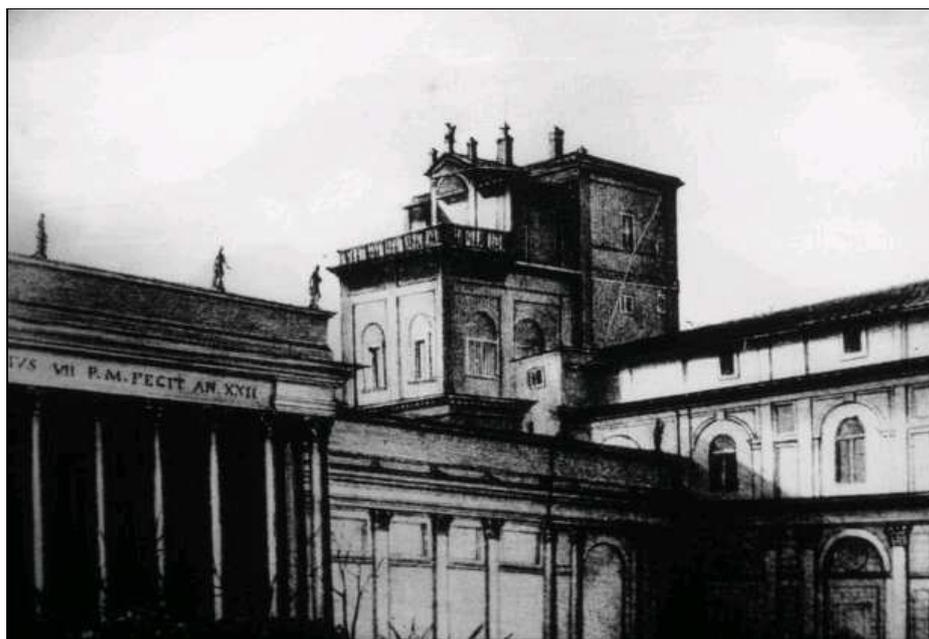
Gründung und erste Jahre

Das Observatorium oder die Vatikanische Sternwarte ist ein wissenschaftliches Forschungsinstitut, das in direkter Abhängigkeit vom Heiligen Stuhl dem Governatorat des Staates der Vatikanstadt angeschlossen ist. Die Sternwarte kann als eines der ältesten Observatorien betrachtet werden. Ihre Entstehung geht tatsächlich auf die zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts zurück, als Papst Gregor XIII. 1578 im Vatikan den Windturm errichten ließ und die jesuitischen Astronomen und Mathematiker des Römischen Kollegiums dorthin einlud, um eine Kalenderreform vorzubereiten, die dann 1582 durchgeführt wurde. Bereits um 1610, kurz nach der Erfindung des Fernrohrs, entwickelte der Jesuit Christoph Grienberger als Leiter der Sternwarte die Deutsche Montierung. Seit damals hat sich der Heilige Stuhl kontinuierlich für die astronomische Forschung interessiert und diese auch weiterhin unterstützt. Damit waren aber trotzdem einige Irrwege verbunden, die sich im Inquisitionsprozess gegen Galileo Galilei zuspitzten.



Das Observatorium des Römischen Kollegiums zwischen 1774 und 1878.

Grafik: Vatikanische Sternwarte.



Der Turm der Winde und die Bibliothek im Vatikan. Bild: Vatikanische Sternwarte.

Der Prozess gegen Galileo Galilei im Jahre 1633

Dieses Ereignis hat zu endlosen historischen Kontroversen angeregt, ein kurzer Einschub kann daher diese für die Kirche unrühmliche Affäre kaum erschöpfend abhandeln. Gerade damals sah sich die katholische Kirche im Abwehrkampf gegen Reformation und die heraufziehende Aufklärung und wählte den aus heutiger Sicht falschen Weg, starrsinnig auf dem Althergebrachten zu beharren. Aber bereits damals gab es mächtige kirchliche Stimmen, die sich von der wörtlichen Auslegung der Schrift entfernt hatten und die Argumentation, Glauben und Wissenschaft seien getrennte Sphären, akzeptiert hatten.

Galileo trat für das neue kopernikanische Weltbild ein, im Gegensatz zum althergebrachten ptolemäischen mit der Erde im Zentrum. Er hatte

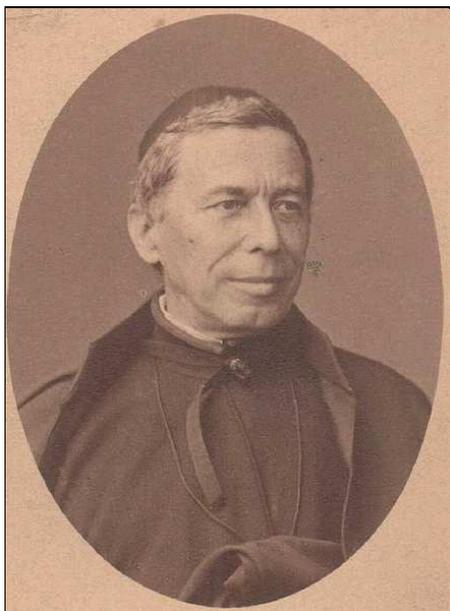
sogar die Erlaubnis seines Gönners, Papst Urban VIII., über das kopernikanische System zu publizieren, solange er dieses als Hypothese behandle. Als er aber in seinem Werk „Dialogo“ die verlangte Verteidigung des ptolemäischen Systems dem Dummkopf Simplicio in den Mund legte, hatte er aus Sicht der damaligen Kirchenleitung den Bogen überspannt. Er wurde daher von der Inquisition angeklagt. Nachdem er seinen Fehlern abgeschworen hatte, wurde er zu lebenslänglicher Kerkerhaft verurteilt und war somit der Hinrichtung auf dem Scheiterhaufen entkommen. Er mußte zwar nie in den Kerker, verblieb aber bis zu seinem Lebensende in Hausarrest.

Die Tragik von Galilei's Wirken liegt darin, dass er als ein zeitlebens tiefgläubiges Mitglied der Kirche den Versuch unternahm, ebendiese Kirche

vor einem verhängnisvollen Irrtum zu bewahren. Er wollte eine Reform der Weltsicht der Kirche erreichen, die aber damals noch nicht möglich war. Erst 1741 durfte eine Gesamtausgabe der Werke Galilei's mit päpstlicher Erlaubnis erscheinen. 1979 beauftragte Papst Johannes Paul II. die Päpstliche Akademie der Wissenschaften, den berühmten Fall aufzuarbeiten. Schließlich, die römischen Mühlen arbeiten langsam, aber gründlich, wurde Galileo Galilei am 2. November 1992 von der römisch-katholischen Kirche formal rehabilitiert.

Im 19./20. Jahrhundert

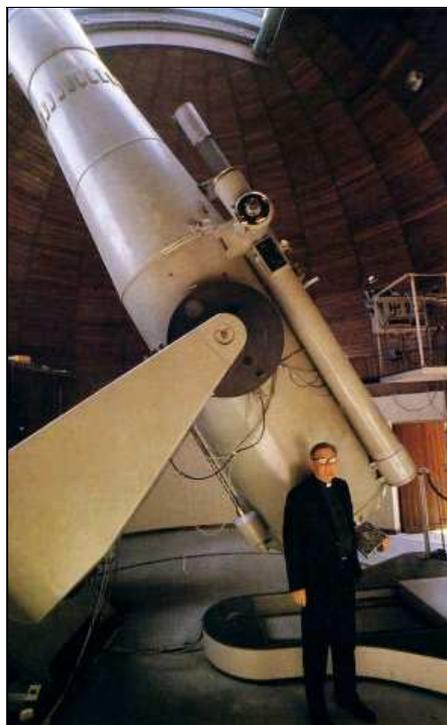
Trotz dieses unglückseligen Prozesses hat sich der Vatikan weiterhin in der astronomischen Forschung betätigt. Im 18. Jahrhundert wurde im Collegio Romano ein höherer und mit besseren Instrumenten ausgestatteter Turm errichtet, der ab 1774 offiziell als päpstliche Sternwarte diente. Ein weiterer Höhepunkt waren im 19. Jahrhundert Forschungen des berühmten jesuitischen Astronoms Pietro Angelo Secchi, der als erster die Sterne nach ihrem Spektrum klassifizierte. Aufgrund dieser langen und reichen Tradition gründete Leo XIII. am 14. März 1891 das Observatorium auf dem Vatikanhügel, hinter der St. Peter-Basilika, um, wie es auf der Vatikanischen Homepage heißt, „den beständigen Anklagen gegen die Kirche, sich gegen den wissenschaftlichen Fortschritt zu stellen, entgegenzuwirken.“



Pietro Angelo Secchi. Bild: Wikipedia.



Ein Linsenteleskop in der Kuppel der Sternwarte. Bild: Vatikanische Sternwarte.



Das 1957 angeschaffte Schmidt-Teleskop in Castel Gandolfo zur Klassifizierung von Sternen und ihren Spektren. Bild: Vatikanische Sternwarte.



Nonnen bei wissenschaftlichen Hilfstätigkeiten. Bild: Vatikanische Sternwarte.

Mit dem Direktor und dem Personal, die von verschiedenen religiösen Orden gestellt wurden, arbeitete die Sternwarte für wenig mehr als 40 Jahre im Vatikan und beschäftigte sich zusammen mit anderen Beobachtern hauptsächlich mit der Durchführung des großen internationalen Programms der fotografischen Himmelskarte. 1910 stellte der heilige Pius X. der Sternwarte größere Räume zur Verfügung, indem er ihr die kleine Villa überließ, die Leo XIII. in den Vatikanischen Gärten hatte erbauen lassen.

Castel Gandolfo

Zu Beginn der dreißiger Jahre hatte die Zunahme der elektrischen Beleuchtung den Himmel über Rom derartig erhellt, dass es für die Astronomen unmöglich wurde, schwächere Sterne zu beobachten. Unter Pius XI. wurde daher die Sternwarte 1935 in seine Sommerresidenz in Castel Gandolfo in den Albaner Bergen zirka 35 Kilometer südlich von Rom verlegt und den Jesuiten übertragen.



Das Observatorium in Castel Gandolfo. Bild: Vatikanische Sternwarte.



Das spektrographische Labor in Castel Gandolfo. Bild: Vatikanische Sternwarte.

Ausgestattet wurde es mit drei neuen Fernrohren und einem astrophysischen Laboratorium für spektralkemische Untersuchungen. Unter den verschiedenen Studienprogrammen, die von der neuen Einrichtung ins Leben gerufen wurden, ist besonders eine wichtige Forschung über die variablen Sterne zu erwähnen. Durch

die Installation eines Schmidt-Fernrohrs mit großer Brennweite und die Einrichtung eines modernen Rechenzentrums konnte die Forschung auf neue Bereiche wie die Entwicklung neuer Techniken zur Klassifizierung der Sterne aufgrund ihres Spektrums ausgedehnt werden, eine Forschungsarbeit, die heute noch in dieser Sternwarte weitergeführt wird.

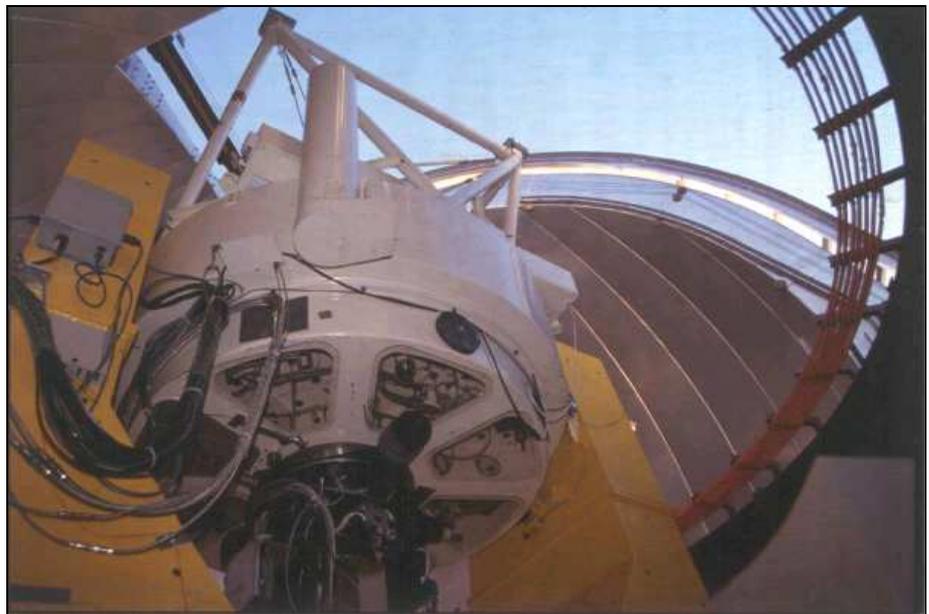
Tucson, Arizona

Aufgrund der kontinuierlichen Ausdehnung der Stadt Rom und ihrer Umgebung erhellte sich der Himmel auch über dem 35 Kilometer entfernten Castel Gandolfo so stark, daß die Astronomen noch einmal gezwungen waren, für ihre Beobachtungen umzuziehen: Deshalb gründete die Sternwarte 1981 zum ersten Mal in ihrer Geschichte ein zweites Forschungszentrum, die „Vatican Observatory Research Group“ (VORG) in Tucson in Arizona. Die Astronomen des Vatikans haben ihre Büros am Observatorium Steward der Universität von Arizona und Zugang zu allen modernen Teleskopen der Gegend. 1993 hat die Sternwarte, in Zusammenarbeit mit dem Observatorium Steward, den Bau des vatikanischen High Tech-Teleskops (Vatican Advanced Technology Telescope = VATT) vollendet und es auf dem Graham-Berg (Arizona) aufgestellt, dem besten astronomischen Standort des nordamerikanischen Kontinents. Es ist das erste optisch-infrarote Teleskop, das auf dem Internationalen Observatorium am Graham-Berges stationiert ist. Der Primärspiegel des VATT's mit einem Durchmesser von zirka 2 Metern wurde als erster mit der neuen Technik des Drehofens hergestellt. Da ihnen nun ein eigenes Teleskop zur Verfügung stand, konnten die Astronomen endlich in Tucson, wie in früheren Jahren in Castel Gandolfo, ständige Programme für langfristige Forschungen entwickeln.

Das VATT besteht genau genommen aus dem 1,8 Meter durchmessenden „Alice P. Lennon Telescope“ und der „Thomas J. Bannan Astrophysics Facility“. Der Hauptspiegel hat einen Durchmesser von 1,8 Meter und eine Brennweite von $f/1.0$, daher ist die Bauweise sehr kompakt. Gefertigt wur-



Der moderne Hauptspiegel des VATT (Vatican Advanced Technology Telescope) in Honigwaben-Bauweise mit einem Durchmesser von 1,8 Metern. Bild: Vatikanische Sternwarte.



Das VATT mit geöffneter Kuppel. Bild: Vatikanische Sternwarte.

de der Spiegel in Honigwaben-Bauweise aus Borsilikat in einer neuartigen Guss-Technologie.

Der Sekundärspiegel mit 0,38 Meter Durchmesser und $f/0.9$ wurde durch das „Space Optics Research Laboratory“ (Chelmsford, MA) konkav aus Zerodur gefertigt. Seine Montierung erlaubt die Kontrolle von Fokus und Positionierung mit einer Genauigkeit von 0,1 Mikrometer. Die Teleskop-Montierung ist in der Alt-Azimuth-Bauweise ausgeführt und wurde von L&F Industries (Huntington Park, CA) gefertigt. Der Antrieb erfolgt durch zwei Motoren direkt an den Achsen, eine sehr kompakte und steife Konstruktion. Dadurch ist das Instrument auch bei höheren Windgeschwindigkeiten sehr stabil, schnell zu posi-

tionieren und passt in eine relativ kleine Kuppel, ein weiterer Vorteil mit geringerer Luftunruhe.

Forschungen

Das Vatikanische Observatorium befasst sich mit zahlreichen Studien, etwa über kosmologische Modelle, spektrale Klassifizierung spezieller Sterne, Verteilung metallreicher und -armer Sterne, Binärsterne mit Materialaustausch, Material in dunklen Wolken, in denen neue Sterne entstehen, Staub, der junge Sterne umgibt und ganz allgemein mit der Geschichte der Wissenschaft. Die Sternwarte führt diese Programme in Zusammenarbeit mit vielen astronomischen Einrichtungen anderer Länder durch, wie Argentinien, Brasilien, Kanada, Chile, Finnland, Italien, Litauen, Südafrika und der Vereinigten

Staaten und ist Mitglied der Internationalen Astronomischen Union (IAU) und des Internationalen Zentrums für Astrophysische Relativistik (ICRA). 1987 gab die Vatikanische Sternwarte, in Zusammenarbeit mit dem in Berkeley, Kalifornien, ansässigen Zentrum für Theologie und Naturwissenschaft, den Anstoß zu einer Reihe von Studienseminaren auf interdisziplinärem Gebiet, das Naturwissenschaft, Philosophie und Theologie zum Thema der göttlichen Handlung in wissenschaftlicher Perspektive betrifft.

Bibliothek und Sammlungen

In Castel Gandolfo besitzt die Sternwarte eine Bibliothek mit zirka 22.000 Bänden, eine wertvolle Sammlung alter Bücher, unter anderem Werke von Kopernikus, Galilei, Newton, Kepler, Brahe, Clavio und Secchi. Weiters besitzt sie auch eine der größten Meteoriten-Sammlung weltweit, die über 1.100 Exemplare aus mehr als 500 verschiedenen Meteoritenfällen enthält. Das Observatorium publiziert auch die „Studi Galileiani“, eine Serie von Studien zu Galileo Galilei und der kopernikanischen Kontroverse, um das vergangene Geschehen aufzuarbeiten, neue Erkenntnisse zu gewinnen und derartige Irrtümer in Zukunft zu vermeiden.

Die heutige Sicht

Die Sicht auf die Welt und die Naturwissenschaften als Mittel zu ihrer Erklärung ist heute in der katholischen Kirche wesentlich differenzierter. Dazu die Aussagen von zwei Katholiken, einer Priester, der andere Laie, beide moderne Astronomen:

Der Jesuit Guy Consolmagno, Astronom an der Vatikanischen Sternwarte, antwortete auf die Frage, warum es ein Universum gibt, wie folgt: „Entweder gibt es keine Erklärung, das ist sicher möglich; oder es gibt einen Grund für seine Existenz außerhalb seiner selbst und wir identifizieren diesen Grund mit Gott.“

Franz Kerschbaum ist Professor für Beobachtende Astrophysik an der Wiener Universitätssternwarte. Als gläubiger Katholik sieht er die Bibel differenziert: „Ich habe mich damit abfinden müssen, daß der Schöpfungsbericht und die frühen biblischen Be-



Das Mineralien-Kabinett. Bild: Vatikanische Sternwarte.



Das Gebäude in Arizona für das VATT. Bild: Vatikanische Sternwarte.

richte nicht unbedingt als naturwissenschaftliches Lehrbuch gesehen werden können, sondern als ein literarisches Werk, in dem letztlich Erfahrungen des Menschen mit Gott dargestellt werden. In der Sprache und in den Bildern der damaligen Zeit wird die Welt erklärt, mit den Beschränkungen der damaligen Weltsicht.“ Zur Allmacht Gottes und der menschlichen Willensfreiheit antwortet Kerschbaum mit einem Zitat aus „Der Besucher“ von Eric-Emanuel Schmitt: „In der Sekunde, in der ich die Menschen frei erschuf, hatte ich die Allmacht verloren und die Allwissenheit. Ich hätte nur alles unter Kontrolle haben und alles im Voraus wissen können, wenn ich schlicht Automaten konstruiert hätte“.

Ausgehend von diesen Zitaten ist es daher verständlich, daß auch vatikanische Astronomen ohne theologische Probleme bei der aktuellen Forschung mitmischen können und ihren Beitrag zur Erweiterung unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes leisten, unter Einsatz von modernsten Beobachtungsmitteln. Dabei wird trotzdem nicht auf die Religion vergessen und daher organisiert die Vatikanische Sternwarte auch jedes Jahr internationale Kolloquien über mögliche Beziehungen zwischen theologischen und naturwissenschaftlichen Gebieten.

EF, Quellen: Homepage Vatikan und Vatikanische Sternwarte, Der Sonntag 5.Jänner 2014, Wikipedia-Eintrag zu „Galileo Galilei“.

Sonnenforschung im Weltraum

Die Sonnenforschung beschäftigt sich mit den physikalischen, chemischen und astronomischen Erscheinungen der Sonne. Die Sonne als unser nächster Stern ist Tag für Tag sichtbar und wird daher schon seit dem Altertum intensiv erforscht. Der Lauf über den Himmel, aber auch seltene und beeindruckende Erscheinungen wie Sonnen- und Mondfinsternisse haben die Fantasie der Menschen beflügelt. Teils wurden daraus Legenden, aber durch genaue und geduldige Beobachtung haben die Menschen bereits früh viele

Gesetzmäßigkeiten herausgefunden. Später wurden dann neuentwickelte wissenschaftliche Instrumente für die weitere Erforschung unseres Heimatgestirnes eingesetzt. Seit der Mitte des 20. Jahrhunderts konnte die Sonne sogar im unsichtbaren Radiospektrum untersucht werden. Große Teile des Strahlenspektrums werden von der Atmosphäre stark gefiltert und daher war es nur naheliegend, mit dem Vorstoß ins Weltall auch den uns nächsten Stern mit Satelliten und Raumsonden intensiv zu untersuchen.

Erste Messungen

Unter der Bezeichnung **GRAB** (Galactic Radiation and Background) oder auch **SOLRAD** (für Solar Radiation) firmierten die ersten Satelliten, die unser Heimatgestirn aus dem Orbit aus beobachteten. Eigentlich stellten sie die erste Serie von US-Spionagesatelliten zur elektronischen Aufklärung dar. Sie sollten die Radarsysteme der Sowjetunion aufklären und trugen zur Tarnung eine wissenschaftliche Nutzlast. Die 19 Kilogramm schweren GRAB-Satelliten waren kugelförmig mit einem Durchmesser von 51 Zentimeter. Die Energieversorgung wurde durch mehrere Solarzellen sichergestellt, die so platziert waren, daß auch während der Rotation der spinstabilisierten Satelliten jederzeit gleich viel Strom erzeugt wurde, unabhängig von der Ausrichtung zur Sonne.

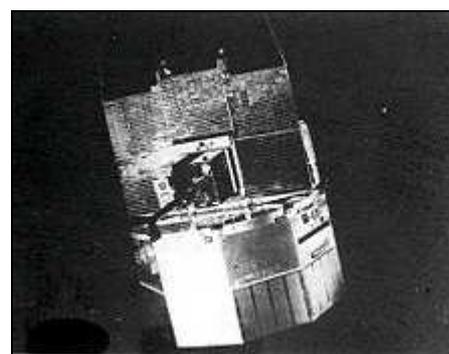


Modell des ersten GRAB-Satelliten.
Foto: Naval Research Laboratory

Die primär zur Tarnung mitgeführten Messgeräte zur Untersuchung von Röntgenstrahlung und zur Erfassung der Lyman-Serie waren voll einsatzfähig und dienten der Sonnenforsch-

ung. Diese Satelliten wurden auf einer Trägerrakete Thor Able-Star gestartet. Der Zielorbit besaß eine Bahnneigung von $66,7^\circ$, ein Perigäum von 614 und ein Apogäum von 1061 Kilometer. Insgesamt wurden zwischen 1960 und 1962 fünf Stück gestartet, wobei nur **SOLRAD 1 bis 4** einen stabilen Orbit erreichten.

OSO (Orbiting Solar Observatory) war die Bezeichnung der ersten Serie von neun zivilen Sonnenforschungssatelliten der NASA, von denen zwischen 1962 und 1975 acht erfolgreich mit Delta-Raketen gestartet wurden. Ihre Startmasse und wissenschaftliche Ausrüstung nahm mit der Einführung immer stärkerer Deltaraketen zu. Ihre primäre Aufgabe war die Beobachtung der Sonne über einen ganzen Sonnenfleckenzyklus von etwa 11 Jahren Dauer im UV- und Röntgenlicht. Diese Satelliten bestanden aus einem flachen, achteckigen Prisma. OSO 1 bis 6 waren gleich groß, OSO 7 etwas größer und OSO 8 noch größer. Der gesamte Hauptkörper mit den Auslegern rotierte zur Stabilisation um seine Längsachse. Auf der Oberseite des Zylinders befand sich ein Schild, der nicht mit rotierte und mit seinen Solarzellen und Instrumenten immer auf die Sonne gerichtet blieb. Die OSO-Satelliten entdeckten etwa die koronalen Löcher der Sonne, die besonders starke Quellen des Sonnenwindes sind. Während sich die Satelliten über der Nachtseite der Erde befanden, wurden sie zur Beobachtung von Galaxien und Doppelsternen eingesetzt.



OSO-7. Foto: NASA.

Weitere Satelliten, die zur Sonnenforschung beitrugen, waren **SOLRAD 6–7** (1963–1965), **Explorer 30 (SOLRAD 8)** (1965), **ESRO 2A, 2B** (1967–1968), **Kosmos 166, 230 (DS-U3-S)** (1967–1968), **Explorer 37 (SOLRAD 9)** (1968), **Kosmos 262 (DS-U2-GF)** (1968), **Explorer 44 (SOLRAD 10)** (1965), **SOLRAD 11** (1976), **ISEE 1, 2** (1977) und **SolWind** (1979).

Die ersten Raumsonden

Unter dem Namen **Pioneer** (deutsch Pionier) werden insgesamt 19 verschiedene Raumsonden der NASA zusammengefaßt. Diese Missionen standen allesamt unter dem Motto der Grundlagenforschung. Wissenschaft wurde erst an zweiter Stelle betrieben, wichtiger war die Erprobung der Technik, da sich 1958 die Raumfahrt noch in den Kinderschuhen befand. In den Jahren zwischen 1965 und 1968 wurden die Sonden **Pioneer 6 bis 9** zur Solar-Forschung eingesetzt. Die Experimente umfassten Messungen von Staubpartikeln, verschiedenen Strahlen und Magnetfeldern. Die Sonde **Pioneer 7** wurde 1986 auch zur Beobachtung des Halleyschen Kometen aus

12 Millionen Kilometer Entfernung eingesetzt. Als erste verlor die NASA 1983 den Kontakt zu Pioneer 9. Die anderen drei Sonden arbeiteten bis Mitte der 1990er Jahre. Ein letzter Kontakt zu Pioneer 6 wurde am 8. Dezember 2000 etabliert - 35 Jahre nach dem Start.

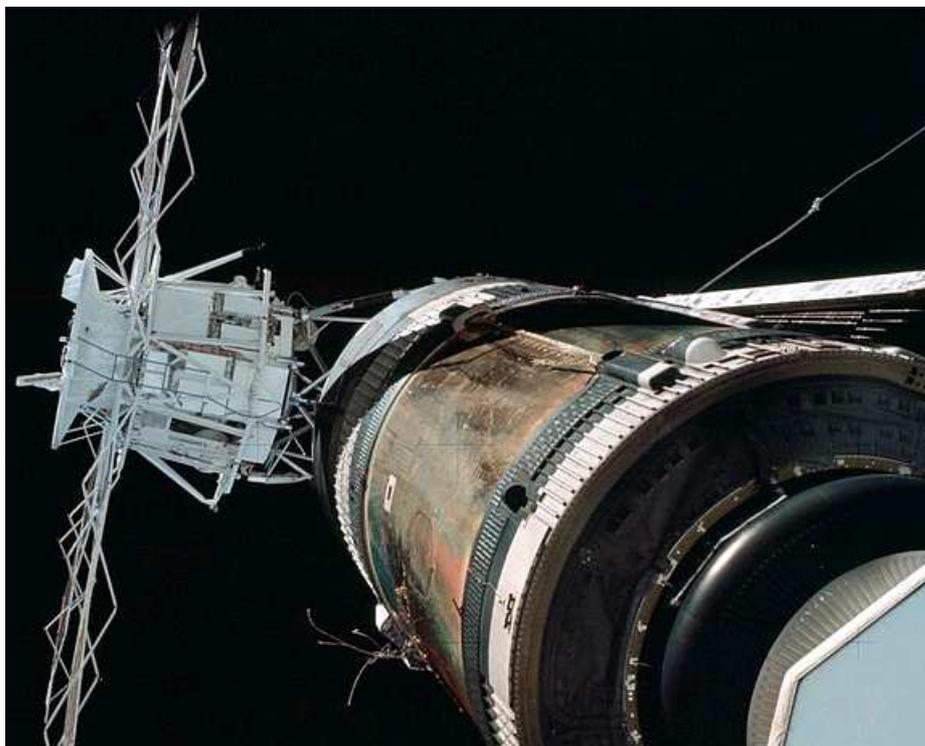
Skylab

Skylab war die erste US-Raumstation in der Umlaufbahn, umgebaut aus einer Saturn-V-Stufe. Der Start erfolgte 1973. Zur Sonnenbeobachtung war die Raumstation mit einem Observatorium, dem Apollo Telescope Mount (ATM), ausgestattet, das nach dem Erreichen des Orbit seitlich ausgeklappt wurde. Seine Sonnentelkope konnten auf 2,5 Bogensekunden genau ausgerichtet werden. Gesteuert wurde es vom Stationsinneren aus, wobei die Filme im Rahmen eines Außenbordmanövers (EVA) gewechselt werden mußten. Skylab war bisher die einzige bemannte Station, die zu einem großen Teil für die Sonnenforschung eingesetzt wurde. Die Station stürzte 1979 nach längerem unbemannten Flug in die Erdatmosphäre und verglühte.

Internationale Projekte

Die **Helios**-Raumsonden waren ein Gemeinschaftsprojekt der Bundesrepublik Deutschland und der USA. Zwischen Ende 1974 und Anfang 1976 wurden zwei Sonden gestartet. Deutschland baute die Sonden und die USA stellten die Trägerraketen und boten Unterstützung mit dem Deep Space Network. Helios 1 und 2 wurden beide auf eine Sonnumlaufbahn gebracht und kamen etwa bis knapp innerhalb der Merkurbahn. Sie wogen rund 370 Kilogramm und hatten 10 wissenschaftliche Experimente zur Untersuchung von Partikeln (Ionen, Elektronen, Moleküle) in Sonnennähe sowie zur Erforschung des interplanetaren Magnetfeldes, des interplanetaren Staubs und des Zodiakallichts an Bord.

Die Sonden rotierten ständig um die eigene Achse, damit im Inneren eine Temperatur von 20 °C aufrechterhalten werden konnte. Die Außenhülle heizte sich auf bis zu 300 °C auf. Trotzdem blieben sie über 11 Jahre (Helios 1) bzw. 6 Jahre (Helios 2) in Betrieb.



Skylab im Orbit. Links das ATM mit dem Sonnentelkop. Foto: NASA

ISEE (International Sun Earth Explorer) war ein Raumfahrtprojekt der NASA und ESRO (später ESA) zur Erforschung des Sonnenwindes und seiner Wechselwirkung mit der äußeren Magnetosphäre der Erde. Es bestand aus zwei 1977 gestarteten Satelliten (ISEE 1, 2) auf sehr elliptischen Umlaufbahnen und einer 1978 gestarteten Raumsonde (ISEE 3), die den Lagrange-Punkt L1 umkreiste. 1982, nach dem Ende der geplanten Missionszeit von 3 Jahren, wurde ISEE 3 unter dem Namen ICE (International Cometary Explorer) zu den Kometen Giacobini-Zinner und Halley entsandt. ISEE 1 und 2 setzten ihre Messungen in der Erdumlaufbahn fort, bis sie 1987 verglühten.

Solarforschungs-Satelliten

Der NASA-Satellit Solar Maximum Mission (SMM), auch **SolarMax** genannt, diente insbesondere zur Beobachtung von Sonneneruptionen. Dieser große, über 2 Tonnen schwere Satellit wurde am 14. Februar 1980 um 15:57 Uhr UTC von einer Delta-Rakete gestartet. SolarMax war der erste Satellit, der nach einem Schaden in der Lage-Regelung im Weltraum eingefangen, repariert und wieder ausgesetzt wurde. Dies war nur mit dem Space Shuttle möglich. Ähnliche Manöver wurden dann auch beim Hubble Weltraum-

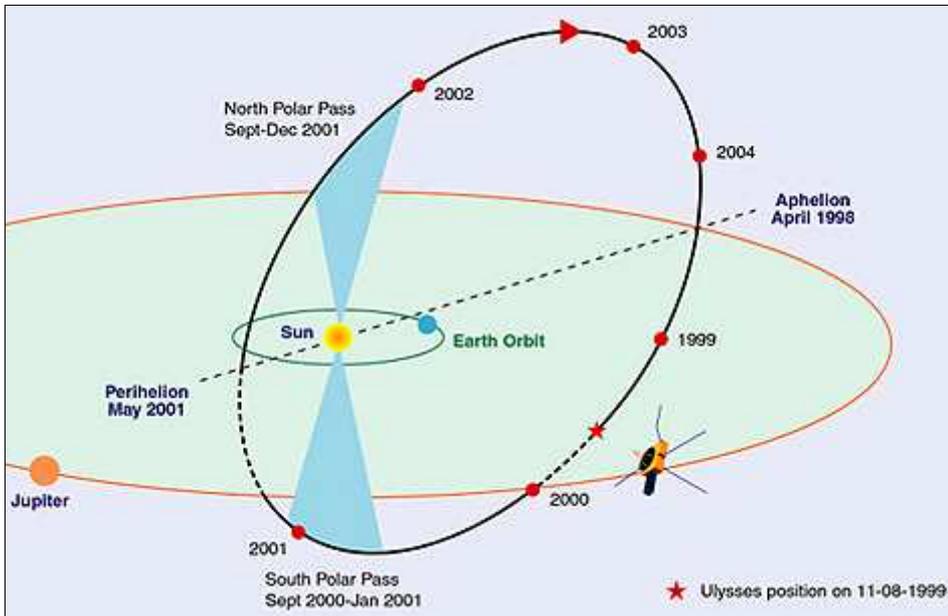
teleskop mehrmals durchgeführt. Für SolarMax konnte die Lebensdauer damit bis Dezember 1989 verlängert werden.

Unerwarteterweise zeigte SolarMax, daß die Sonne während des Maximums des Sonnenfleckenzyklusses (Zeitpunkt mit den meisten Sonnenflecken) heller ist. Es stellte sich heraus, daß die Sonnenflecken von sogenannten Faculae hell umrahmt sind, die den Verdunklungseffekt der Sonnenflecken mehr als ausgleichen. Weiters wurden zwischen 1987 und 1989 mit dem Koronograph zehn sonnenstreichende Kometen entdeckt.



SolarMax während der Reparaturmission. Foto: NASA.

Inzwischen waren auch andere Nationen in diesem Forschungsbereich aktiv geworden. **Hinotori**, ursprünglicher Name ASTRO-A, war ein zur Sonnenbeobachtung gebauter japani-



Die Bahn von Ulysses um die Sonnenpole. Grafik: NASA

scher Röntgensatellit. Der vom ISAS gebaute Satellit wurde 1981 mit einer M-3S-Rakete vom Kagoshima Space Center gestartet. Hinotori gewann Bilder von Sonnenflares im Röntgenlicht und Röntgenspektren dieser Flares. Nach 10 Jahren in der Umlaufbahn verglühte der Satellit im Jahre 1991 in der Erdatmosphäre. **Yohkoh** war ein weiteres japanisches Weltraumteleskop, gebaut unter der Bezeichnung SOLAR-A. Der Start erfolgte 1991 mit einer Mu-Rakete vom Kagoshima Space Center aus. Yohkoh beobachtete die Sonne über fast einen gesamten Sonnenfleckenzyklus und nahm in dieser Zeit mehrere Millionen Röntgenbilder auf. Missionsende war wegen leerer Batterien Ende 2001, vier Jahre später verglühte Yohkoh.

Ulysses, ein Meilenstein

Ulysses war eine 1990 mit dem Space Shuttle gestartete, mittlerweile aufgebene Sonnen-Sonde der ESA und der NASA. Gebaut wurde sie von der deutschen Dornier-System GmbH. Sie war bis 2009 in Betrieb und umrundete in dieser Zeit mehrmals unser Heimatgestirn in einer ausgedehnten Bahn über die Sonnenpole. Um diese extreme Bahn erreichen zu können, mußte sie zuerst weit hinaus ins Sonnensystem fliegen, um mittels eines Fly-Bys am Jupiter die Ekliptik verlassen zu können. Die erreichte Bahn hatte eine Umlaufdauer von etwas über 6 Jahren, wobei Ulysses innerhalb von knapp 2 Jahren beim sonnennächsten

Punkt den Süd- und Nordpol der Sonne passierte. Der sonnennächste Punkt lag bei 1.35 AE, also zwischen Erde und Marsbahn und der sonnenfernste Punkt bei 5.4 AE, etwas innerhalb der Jupiterbahn. Die Mission wurde 2009 mangels Energie eingestellt, obwohl die Sonde weiterhin die Sonne umläuft.

Ulysses zählt zu den herausragenden Missionen in der europäischen Raumfahrtgeschichte. Die wissenschaftliche Mission umfaßte unter anderem die Sonnenkorona, den Sonnenwind, das Sonnenmagnetfeld, solare Plasmawellen, kosmische Strahlen, sowie zahlreiche Messungen beim Jupitervorbeiflug 1992.

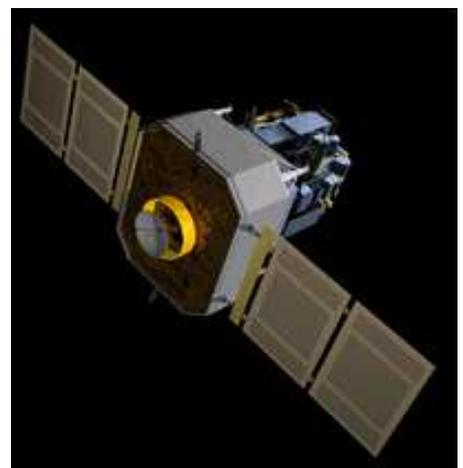
Das ISTP-Projekt

Der 1.250 Kilogramm massende Solarsatellit **Wind** war nicht ganz so spektakulär, trug aber ebenfalls zur Vermehrung unseres Wissens bei. Er wurde von den USA gemeinsam mit der ESA, Russland, Tschechien und Japan im Rahmen des „International Solar Terrestrial Physics“ (ISTP-) Projektes gestartet. Diesem Projekt gehörten auch die Sonde SOHO und einige andere Satelliten an. Ziel von Wind war die Erforschung des hereinkommenden Sonnenwindes beim Kontakt mit der Schockfront der Erde.

Wind wurde 1994 auf einer Delta-II-Trägerrakete in eine Erdumlaufbahn mit einem Apogäum von 1,5 Millionen Kilometer gebracht. Danach wurde er

bis 1996 zum Lagrange-Punkt L1 manövriert. Der Satellit verließ diese Position 1998 wieder und schwenkte in eine als Blütenblatt-Orbit bezeichnete Umlaufbahn um die Erde nahe der Grenze des Erdschwerefelds. Am 3.Juni 2013 konnte Wind mit seinem Transient Gamma-Ray Spectrometer den Gammastrahlenblitz GRB 130603B anmessen.

Das **Solar and Heliospheric Observatory** (Sonnen- und Heliosphären-Observatorium), kurz **SOHO**, konnte eine wesentlich größerer Bekanntheit als die Wind-Sonde erzielen. Es wurde von der ESA gebaut und von der NASA mit einer Atlas-II-AS-Rakete 1995 gestartet. SOHO ist ein dreiachsstabiler, modular aufgebauter Satellit mit einer Masse von etwa 610 Kilogramm, der permanent auf die Sonne ausgerichtet und in einem Halo-Orbit um L1 stationiert ist. Damit ist er etwa 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Während eines Bahnmanövers ging SOHO anfangs fast verloren, konnte aber durch eine langwierige Prozedur gerettet werden. Die Liste der Instrumente an Bord ist lang und besteht aus einer Mischung von abbildenden Geräten, anderen Detektoren und Spektrographen. Neben vielen Erkenntnissen über die Sonne selbst wurden durch SOHO bis jetzt über tausend unbekannte Kometen entdeckt, die wegen ihrer an der Sonne streifenden Bahnen auch als „Sungrazer“ bezeichnet werden. SOHO soll mindestens bis Dezember 2014, wahrscheinlich aber bis 2016 in Betrieb gehalten werden.



SOHO. Grafik: NASA.

Explorer-Satelliten

ACE (Advanced Composition Explorer) ist eine weitere Raumsonde des Explorer-Programmes und trägt auch den Namen **Explorer 71**. Gestartet wurde ACE durch die NASA im August 1997 mit einer Delta-II-Rakete. Ziel der 752 Kilogramm schweren, spinstabilisierten Sonde ist die Analyse von solaren, interplanetaren, interstellaren und kosmischen Partikeln an der Grenze des Erdschwerefeldes nahe dem Lagrange-Punkt L1. Dort wird sie wahrscheinlich bis etwa 2024 einsatzfähig bleiben. Trotz Störungen eines Instruments ist ACE weiterhin aktiv.



Der Start von ACE. Foto: NASA.

Der kleine Explorer **TRACE (Transition Region And Coronal Explorer)**, auch **SMEX 4** oder **Explorer 73** genannt, trug nur ein kleines UV-Teleskop. TRACE wurde mit einer luftgestützten Pegasus-Rakete im April 1998 in eine sonnensynchrone Erdumlaufbahn gestartet. Dadurch hielt sich der Satellit immer außerhalb des Erdschattens auf, wodurch kontinuierliche Beobachtungen der Sonne ermöglicht wurden. Sein 30-cm-Cassegrain-UV-Teleskop diente in erster Linie der Ergänzung des Forschungsatelliten SOHO, da damit kleine Teile der Sonnenoberfläche mit wesentlich höherer Auflösung aufgenommen werden konnten. Die Mission wurde aber bereits am 22. Juni 2010 beendet.

Der **Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI)** (auch **Explorer 81**) ist ein Weltraumteleskop der NASA mit Beteiligung anderer amerikanischer und

schweizer Institute und dient zur Sonnenbeobachtung im Röntgen- und Gammabereich. In dieser energiereichen elektromagnetischen Strahlung werden Sonnenkorona und Sonneneruptionen beobachtet und dabei die physikalischen Mechanismen der Teilchenbeschleunigung untersucht.



RHESSI vor der Sonne. Grafik: NASA.

RHESSI kann im Röntgen- und Gammabereich bei Energien von 3 keV bis 17 MeV messen (eV = Elektronenvolt, ein Maß für die Energie einer Strahlung). Durch ein System von Gitterkollimatoren in Verbindung mit der Rotation des drallstabilisierten Satelliten kann die Sonne mit einer Auflösung von je nach Energiebereich 2 bis 36 Bogensekunden untersucht werden (Ein Kollimator kann Röntgen- oder Gamma-Strahlung ausrichten und wirkt so ähnlich wie eine Linse bei optischem Licht). Zusätzlich werden auch Gammastrahlungspulse, die in Gewitterregionen auf der Erde erzeugt werden, beobachtet.

Wie andere kleine Satelliten wurde RHESSI von einer Pegasus-Rakete gestartet. Der Start erfolgte im Februar 2002, die ursprünglich geplante Lebensdauer von zwei Jahren wurde stark verlängert und die Mission dauert noch immer an.

Das SPARTAN-Programm

SPARTAN war eine freifliegende Instrumenten- und Experimentalplattform die mit dem Space Shuttle mitgeführt und für einige Tage ausgesetzt werden konnte. Anschließend wurde sie wieder eingefangen und zur Erde zurückgebracht.

Mit **SPARTAN 201** sollte die Entstehung des Sonnenwindes erforscht werden. Dazu wurden zwei Teleskope auf der Plattform montiert, um die Ko-

rona der Sonne, den Entstehungsort dieses Elektronenstroms, zu beobachten: Der WLC-Koronograf (White Light Coronagraph) und das UVCS-Spektrometer (Ultraviolet Coronal Spectrometer).

Mit dem UVCS, entwickelt vom Smithsonian Astrophysical Observatory, wurde über die Ultraviolettstrahlung die Temperatur und Ausdehnung der Protonen gemessen, während der vom High Altitude Observatory entwickelte WLC die Dichte und Verteilung der Elektronen im sichtbaren Licht ermittelte. Die Wissenschaftler wollten auf diese Weise neue Erkenntnisse gewinnen, woher die extrem heiße Korona ihre Energie bezieht und welchen Einfluss sie auf den Sonnenwind hat. SPARTAN 201 wurde zwischen 1993 und 1998 insgesamt fünfmal eingesetzt, wobei die letzte Mission die Wiederholung der mißglückten Vorgängermission war.



SPARTAN 201 im Freiflug während der Shuttle-Mission STS-56. Foto: NASA.

Im Dienste der Erdbeobachtung

Der **Active Cavity Radiometer Irradiance Monitor Satellite (ACRIMSat)** ist ein 1999 mit einer Taurus-Trägerrakete gestarteter Forschungssatellit der US-amerikanischen Luft- und Raumfahrtbehörde NASA. Dieser Satellit war eigentlich nicht direkt der Solarforschung gewidmet, da er die Energieabstrahlung der Sonne deswegen messen sollte, um deren Auswirkung auf das irdische Klima zu untersuchen. Er gehört daher auch zum Earth Observing System (EOS), einem Forschungsprogramm der NASA zur Erdbeobachtung.

ACRIMSat ist ein kleiner, nur 115 Kilogramm schwerer Raumflugkörper, der die Erde auf einer sonnensynchronen Umlaufbahn umkreist. Die Messung der Energieabstrahlung der Sonne erfolgt durch das Active Cavity Radio-

meter Irradiance Monitor (ACRIM), ein Instrument, das elektromagnetische Wellen mit Wellenlängen zwischen 200 Nanometer und 2 Mikrometer messen kann, daß heißt sowohl im sichtbaren Licht als auch im Ultraviolett- und Infrarotbereich. SolarMax in den 1980er Jahren hatte ein ähnliches Instrument an Bord. ACRIMSat ist noch in Betrieb und beobachtete 2012 den Venus-Transit.

Sonnenwind

Die Raumsonde **Genesis** (benannt nach dem ersten Buch der Bibel) war eine NASA-Mission zur Erforschung des Sonnenwindes, die am 8. August 2001 mit einer Delta-II-Rakete von der Erde abhob. Sie erreichte ihre endgültige Position, den Lagrange-Punkt L1 des Sonne-Erde-Systems, im November 2001. Neben zwei Detektoren waren zwei Einrichtungen zum Einfangen von Proben aus dem Sonnenwind vorhanden. Diese wurden an Bord einer kleinen Kapsel zur Erde zurückgebracht. Die Genesis-Muttersonde wurde inzwischen in eine der Erde vorausliegende Umlaufbahn um die Sonne gebracht. Leider konnte die Landekapsel nicht wie geplant eingefangen werden, sondern stürzte im September 2004 ungebremst ab. Dabei wurde die Umhüllung zerstört und die Proben stark verunreinigt. Trotzdem konnten geringe Mengen isoliert und untersucht werden. Diese beweisen, daß die Sonne, wie die Gasplaneten, eine deutlich andere Isotopen-Verteilung hat als die inneren Planeten.



Genesis während der Probensammlung.
Grafik: NASA.

Stereo-Beobachtung

Das Projekt **STEREO (Solar TERrestrial RELations Observatory)** der US-Raumfahrtbehörde NASA besteht aus zwei fast identischen Raumsonden,

die die Sonne und die Wechselwirkung ihrer Teilchenausbrüche und Felder mit der Magnetosphäre der Erde erstmals dreidimensional beobachten (Stereo-effekt). Der Start erfolgte im Oktober 2006 mit einer Delta II 7925-10L von Cape Canaveral in Florida aus.



Die beiden Raumsonden auf der dritten Stufe der Delta-Rakete. Foto: NASA.

Forschungsziel war unter anderem die Untersuchung der Ursachen und Mechanismen der koronalen Masseauswürfe sowie Beschreibung der Ausbreitung koronaler Masseauswürfe in der Heliosphäre. Weiters standen die Mechanismen und Stellen der Beschleunigung der Partikel in der unteren Korona und im interplanetaren Raum sowie die Ermittlung der genauen Struktur des Sonnenwindes im Fokus von STEREO. Durch die hohe Stabilität der Kameras waren die gesammelten Daten auch für andere astronomische Zwecke von Nutzen, so wurden etwa über hundert bisher unbekannte Doppelsterne entdeckt.

Die weitgehend identischen Raumsonden STEREO A und B wurden vom APL gebaut. Sie wurden dreiaxial stabilisiert und besaßen vollgetankt eine Masse von je 618,7 Kilogramm. Beide wurden gleich ausgestattet mit je vier Instrumentenpaketen mit verschiedenen Kameras, Koronographen und anderen Radio- und Teilchendetektoren.

Weitere Satelliten zur Solarforschung außerhalb der USA

Koronas-Foton (auch **CORONAS-FOTON**, für **Complex Orbital Observations Near-Earth of Activity of the Sun**) ist die Bezeichnung für einen russischen Sonnenforschungssatelliten. Es war der dritte Satellit aus dem russischen Koronas-Programm und ein Teil des internationalen Living-With-a-Star-Programmes.

Das Ziel des Satelliten war die Untersuchung der Energieakkumulation und der Übertragung von Energie auf beschleunigte Teilchen während Sonneneruptionen, die Untersuchung der Mechanismen der Beschleunigung der Teilchen, die Ausbreitung und die Interaktion der Teilchen in der Sonnenatmosphäre und das Studium der solaren Aktivität in Beziehung mit physikalisch-chemischen Prozessen in der oberen Atmosphäre der Erde.

Koronas-Foton wurde im Jänner 2009 vom Kosmodrom Plessezk mit einer Zyklon-3 gestartet. Nach dem Zusammenbruch der Energieversorgung Mitte Januar 2010 wurde der Satellit kurze Zeit später aufgegeben, obwohl er für eine dreijährige Missionsdauer ausgelegt war. Die Masse des Satelliten betrug etwa 1,9 Tonnen mit etwa 540 Kilogramm wissenschaftlicher Nutzlast, bestehend aus Röntgen- und Gammastrahlen-Spektrometern, abbildenden Instrumenten und anderen Detektoren.



Hinode. Grafik: NASA/GSFC/C. Meaney.

Hinode, entwickelt als SOLAR-B, ist eine Nachfolgemission des Satelliten Yohkoh (SOLAR-A), welcher zwischen 1991 und 2001 operierte. Neben der japanischen Raumfahrtbehörde JAXA waren die ESA, die britische Forschungsorganisation PPARC und das Marshall Space Flight Center der NASA beteiligt. Mit dem Satelliten sollte die Wechselwirkungen zwischen

dem Magnetfeld der Sonne und der Sonnenkorona untersucht werden. Der Start erfolgte mit einer japanischen Trägerrakete vom Typ M-V im September 2006. Der etwa 900 Kilogramm schwere Satellit wurde in einen 600 Kilometer hohen sonnensynchronen Orbit manövriert. An Bord befand sich ein optisches und ein Röntgenteleskop und ein Spektrometer. Anfang 2007 lieferte Hinode erste Bilder im Röntgenbereich, die verwickelte Magnetfelder in der Korona der Sonne zeigen. Durch diese Aufnahmen konnte die Theorie, daß durch solche Prozesse hochenergetische Teilchen erzeugt werden, bestätigt werden.

Wesentlich kleiner als diese beiden Satelliten war **Picard**, ein französischer Sonnenforschungssatellit der CNES. Der Mikrosatellit wurde auf einer Dnepr-1-Trägerrakete am 15. Juni 2010 vom Kosmodrom Jasný aus zusammen mit dem schwedischen Satellitenpaar Mango und Tango in einen sonnensynchronen Orbit gebracht. Die wissenschaftliche Nutzlast bestand aus einem abbildenden Teleskop, zwei Differential-Radiometern und drei Photometern.

Aktive NASA-Missionen

Das **Solar Dynamics Observatory (SDO)** ist eine im Februar 2010 gestartete NASA-Mission zur Erforschung der dynamischen Vorgänge der Sonne, die unter dem LWS-Programm entwickelt wurde. SDO soll die Messungen der Sonde SOHO fortführen. Als Trägerrakete fungierte eine Atlas V, die für den mehr als 3 Tonnen schweren Großsatelliten auch gebraucht wurde. SDO wurde in einer geosynchronen Umlaufbahn stationiert. Die Mission ist auf fünf Jahre ausgelegt, der Treibstoff soll aber für mindestens zehn Jahre ausreichen. SDO ist ein drei-Achsen-stabilsierter Satellit mit rund 270 Kilogramm wissenschaftlicher Nutzlast. Die drei Instrumente sollen die Sonne im UV-Licht sowie deren magnetische Aktivität untersuchen und abbilden.

Interface Region Imaging Spectrograph (IRIS) ist ein 2013 gestartetes Weltraumteleskop zur Erforschung der Sonnenatmosphäre. Nach dem Erreichen der Umlaufbahn hat IRIS die

zusätzliche Bezeichnung **Explorer 94** erhalten. Mit ungefähr 200 Kilogramm ist IRIS wesentlich kleiner als SDO und wird zum SMEX- (Small Explorer) Programm gerechnet. Der Start erfolgte ähnlich wie bei anderen Kleinsatelliten an Bord einer Pegasus.

Die Aufgabe von IRIS ist die Erforschung der äußeren Bereiche der Sonnenatmosphäre. Es wird den Energie- und Plasmafluß durch die Chromosphäre und die Übergangsregion in die Sonnenkorona im ultravioletten Bereich mittels Abbildung und Spektrometrie untersuchen. Dadurch werden Informationen über den Energietransport in die Korona und den Sonnenwind gewonnen, die zum Verständnis dieser bislang nicht näher untersuchten dynamischen Region der Sonne und anderer Sterne beitragen.

Das Teleskop, ein UV-Spektrometer mit 20 Zentimeter Öffnung, kann pro Aufnahme nur etwa ein Prozent der Sonnenoberfläche erfassen, aber mit einer räumlichen Auflösung von 240 Kilometern. Damit ergänzt IRIS die Aufnahmen des SDO's, das Komplettabbildungen der Sonne in geringerer Auflösung liefert. Das Instrument nimmt alle fünf bis zehn Sekunden ein Bild und alle ein bis zwei Sekunden Spektren auf.



IRIS. Grafik: NASA.

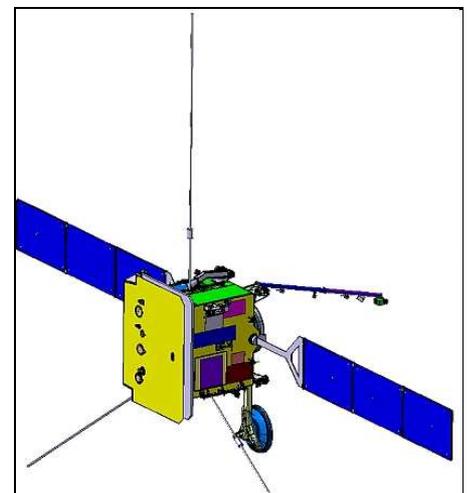
Geplante Missionen

KuaFu ist eine chinesische Raumfahrtmission zur Erforschung der Sonne und ihrer Wechselwirkung mit der Erde. Die Mission sollte nach den ursprünglichen Planungen zum Maximum der Sonnenaktivitäten im Jahr 2012 beginnen, der Start wurde aber auf 2017 verschoben.

Der **Solar Orbiter (Solo)** ist eine Raumsonde der ESA, die nach derzeitigen Planungen im Januar 2017 mit einer Atlas V (401) von Cape Canaveral gestartet werden soll. Sie soll sich nach mehreren Erd- und Venus-

Swing-bys schrittweise der Sonne nähern und im Verlauf der Mission etappenweise in eine immer polarere Umlaufbahn um die Sonne einschwenken. Zum Ende der Mission wird Solar Orbiter eine um mindestens 25° geneigte Bahn zur Ekliptik haben und sich der Sonne bis auf 45 Millionen Kilometer nähern.

Die Startmasse der Sonde soll 1800 Kilogramm betragen und sie soll über einen chemischen Antrieb verfügen. Ursprünglich waren Ionenantriebe geplant, die für BepiColombo entwickelt wurden. Hauptziel der Mission ist die Untersuchung des Sonnenwindes. Dabei werden die Instrumente Strukturen in der Sonnenkorona ab einer Größe von 35 Kilometern aufnehmen können.



Solar Orbiter. Grafik: Astrium UK.

Solar Probe+ (auch Solar Probe Plus) ist eine geplante Raumsonde der NASA zur Erforschung der Sonne, insbesondere ihrer äußersten Atmosphärenschicht, der Korona. Sie soll zwei ungelöste Fragen beantworten, zum einen, warum wird die Korona auf bis zu 5 Millionen Grad aufgeheizt, obwohl die sichtbare Sonnenoberfläche nur etwa 5500 °C heiß ist und zum anderen, wie werden die Teilchen des Sonnenwindes beschleunigt? Dazu soll sich Solar Probe+ der Sonnenoberfläche bis auf 8,5 Sonnenradien nähern. Nach den derzeitigen Planungen ist der Start für 2018 vorgesehen, nach sieben Swing-bys an der Venus soll sie im Dezember 2024 ihren sonnennächsten Punkt erstmals erreichen.

EF, Quellen: NASA, ESA, ISAS, JAXA, Wikipedia, Bernd Leitenberger.

ISS-Missionsreport Expedition 32

ISS-Expedition 32 ist die Missionsbezeichnung für die 32.Langzeitbesatzung der Internationalen Raumstation (ISS). Die Mission begann am 1.Juli 2012 mit dem Abkoppeln des Raumschiffs Sojus TMA-03M von der ISS. Das Ende wurde durch das Abkoppeln von Sojus TMA-04M am 17.September 2012 markiert. Im Verlaufe von Expedition 32 wurden drei EVA's absolviert. Neue Fracht kam mit einem Progress-Frachter und einem HTV zur Station. Ein ATV hatte bereits im März an deren Heck angelegt. Von der Besatzung wurden viele der mehr als 200 laufenden wissenschaftlichen Untersuchungen betreut bzw. ausgeführt. Ein kontinuierliches Testprogramm absolvierte Robonaut 2, das „siebente“ Besatzungsmitglied.



Logo der Expedition 32-Mission.
Grafik: NASA.

Daten von Expedition 32:

Mission	ISS Expedition 32 (EC-32)	Rufzeichen	Expedition 32
Start	15. Mai 2012, 03:01 UTC	Beginn	1. Juli 2012 4:47 UTC
Startplatz	Baikonur LC-1	Raumschiff	Sojus TMA-03M (Abkopplung)
Raumschiff	Sojus TMA-04M	Ende	16. September 2012, 23:09 UTC
Ankopplung	17. Mai 2012, 4:36 UTC	Raumschiff	Sojus TMA-04M (Abkopplung)
Landung	17. September 2012, 02:53 UTC	Dauer auf ISS	78 Tage 19 Stunden 22 Minuten
Flugdauer	124 Tage 23 Stunden 52 Minuten (Padalka, Rewin, Acaba) 126 Tage 23 Stunden 13 Minuten (Williams, Malentschenko, Hoshide)	Kdo-Übergabe	15. September 2012 an Expedition 33
Besatzung (6 Personen)	Gennadi Iwanowitsch Padalka Sergei Nikolajewitsch Rewin Joseph Michael Acaba Sunita Lyn Williams Juri Iwanowitsch Malentschenko Akihiko Hoshide	Sojus TMA-04M Sojus TMA-04M Sojus TMA-04M Sojus TMA-05M Sojus TMA-05M Sojus TMA-05M	Kommandant, 4. Flug (Roskosmos/Russland) Bordingenieur, 1. Flug (Roskosmos/Russland) Bordingenieur, 2. Flug (NASA, USA) Bordingenieurin, 2. Flug (NASA, USA) Bordingenieur, 5. Flug (Roskosmos/Russland) Bordingenieur, 2. Flug (JAXA/Japan)
Ersatz-Crew	Wiktorowitsch, Igorjewitsch, Anthony, Jurjewitsch, Henry, Austin		nicht offiziell nominiert
Kopplungen	Sojus TMA-03 (Exp. 31) Kononenko, Kuipers, Pettit	Abkopplung	1. Juli 2012 4:47 UTC
	Sojus TMA-05M Williams, Malentschenko, Hoshide	Ankopplung	17. Juli 2012, 4:51 UTC
	Progress-M 15M	Abkopplung	30. Juli 2012, 21:16 UTC
	HTV 3 (Kounotori 3)	Ankopplung	27. Juli 2012, 12:05 UTC
	Progress-M 16M	Ankopplung	2. August 2012, 01:18 UTC
	HTV 3 (Kounotori 3)	Abkopplung	12. September 2012, 11:50 UTC
	Sojus TMA-04M (Exp. 32) Padalka, Rewin, Acaba	Abkopplung	16. September 2012, 23:09 UTC

Extra Vehicular Activity (EVA's):

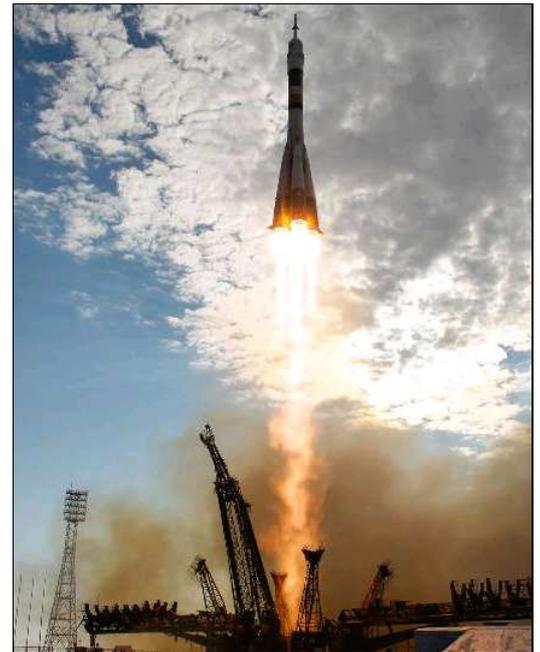
EVA's	Anzahl	3	(Extra Vehicular Activity = Außenbordtätigkeit)
1.	20. August 2012 15:37 - 21:28 UTC (Padalka & Malentschenko)	5h 51m (von Pirs aus)	Umsetzen des Strela-2 Transportarms von Pirs auf Sarja, Aussetzen des passiven Satelliten Sfera 53, Anbringen von 5 zusätzlichen Meteoritenschutzschilden an Swesda, Einholen des Experiments Biorisk
2.	30. August 2012 12:16 - 20:33 UTC (Williams & Hoshide)	8h 17m (von Quest aus)	Stromkabel vom Modul Unity über PMA-1 zu Sarja verlegt; Versuch Stromverteiler auszutauschen
3.	5. September 2012 11:06 - 17:34 UTC (Williams & Hoshide)	6h 28m (von Quest aus)	Hauptenergieverteiler 1 (Main Bus Switching Unit = MBSU) korrekt installiert; Austausch einer defekten Kamera am Stationsmanipulator Canadarm2

EF, Quellen: NASA-Homepage, Wikipedia, Raumfahrer.Net, Spacefacts.

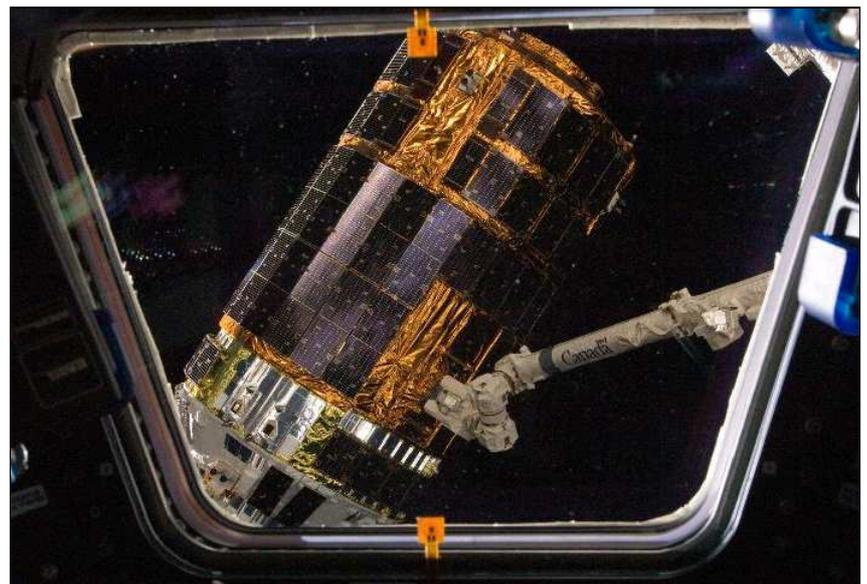


Die Crew von Expedition 32: Von links gesehen die Flugingenieure Akihiko Hoshide, Juri Malentschenko, Sunita Williams und Joe Acaba, Kommandant Gennadi Padalka und der Flugingenieur Sergei Rewin. Foto: NASA.

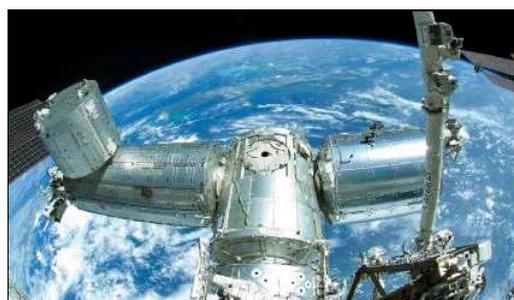
15.Juli 2012: Das Sojus-Raumschiff TMA-05M startet von Baikonur aus zur ISS.
Foto: NASA/Carla Cioffi.



27.Juli 2012: Durch das Fenster der Cupola ist zu sehen, wie Aki Hoshide und Joe Acaba den Roboterarm (Canadarm2) der Station nutzen, um das unbemannte japanische Versorgungsraumschiff H-II Transfer Vehicle (HTV-3) einzufangen, als es sich der Station nähert. Ange-dockt wurde es am Harmony-Modul.
Foto: NASA.>>>



Das Innere des HTV's mit den gebündelten Versorgungsgütern, aufgenommen am 28.Juli 2012 nach dem Öffnen der Verbindungsluke.
Foto: NASA.



30.August 2012: Ein Teil der ISS. Foto: NASA.

Gennadi Padalka während seines EVA's am 20.August 2013 Foto: NASA

ISS-Missionsreport Expedition 33

ISS-Expedition 33 ist die Missionsbezeichnung für die 33. Langzeitbesatzung der Internationalen Raumstation (ISS). Die Mission begann am 16. September 2012 mit dem Abkoppeln des Raumschiffs Sojus TMA-04M von der ISS und endete am 18. November 2012 mit dem Abkoppeln von Sojus TMA-05M. Während der etwa zweimonatigen Mission wurden an Bord der Internationalen Raumstation vorwiegend wissenschaftliche Experimente betreut und die Station in einem guten Zustand gehalten. Im September wurde das ATV 3 abgekoppelt und im Oktober wurde Nachschub mit dem kommerziellen Raumtransporter Dragon gebracht, der Ende des Monats wieder abgekoppelt wurde. Zwischendurch waren auch die restlichen Crew-Mitglieder mit Sojus TMA-06M angekommen und zusätzliche Versorgungsgüter mit Progress M-17M geliefert worden. Mitte November verließ dann bereits wieder die Hälfte der Besatzung die Station, die nun von der restlichen Crew als Expedition 34 übernommen wurde.



Logo der Expedition 33-Mission.
Grafik: NASA.

Daten von Expedition 33:

Mission	ISS Expedition 33 (EC-33)	Rufzeichen	Expedition 33
Start	15. Juli 2012 2:40 UTC	Beginn	16. September 2012 23:09 UTC
Startplatz	Baikonur LC-1	Raumschiff	Sojus TMA-04M (Abkopplung)
Raumschiff	Sojus TMA-05M	Ende	18. November 2012 22:26 UTC
Ankopplung	17. Juli 2012, 4:51 UTC	Raumschiff	Sojus TMA-05M (Abkopplung)
Landung	19. November 2012, 1:53 UTC	Dauer auf ISS	62 Tage 23 Stunden 17 Minuten
Flugdauer	126 Tage 23 Stunden 13 Minuten (Williams, Malentschenko, Hoshide) 143 Tage 16 Stunden 15 Minuten (Ford, Nowizki, Tarelkin)	Kdo-Übergabe	17. November 2012 an Expedition 34
Besatzung (6 Personen)	Sunita Lyn Williams Juri Iwanowitsch Malentschenko Akihiko Hoshide Kevin Anthony Ford Oleg Wiktorowitsch Nowizki Jewgeni Igorjewitsch Tarelkin	Sojus TMA-05M Sojus TMA-05M Sojus TMA-05M Sojus TMA-06M Sojus TMA-06M Sojus TMA-06M	Kommandantin, 2. Flug (NASA, USA) Bordingenieur, 5. Flug (Roskosmos/Russland) Bordingenieur, 2. Flug (JAXA/Japan) Bordingenieur, 2. Flug (NASA, USA) Bordingenieur, 1. Flug (Roskosmos/Russland) Bordingenieur, 1. Flug (Roskosmos/Russland)
Ersatz-Crew	Jurjewitsch, Henry, Austin, Wladimirowitsch, Alexandrowitsch, John		nicht offiziell nominiert
Kopplungen	Sojus TMA-04M (Exp. 32) Padalka, Rewin, Acaba	Abkopplung	16. September 2012, 23:09 UTC
	ATV 3 Edoardo Amaldi	Abkopplung	28. September 2012
	RAIKO, FITSat 1, We Wish, F-1 und TechEduSat (5 Kleinsatelliten)	Abkopplung	4. Oktober 2012
	Dragon-CRS 1	Ankopplung	10. Oktober 2012, 13:03 UTC
	Sojus TMA-06M Ford, Nowizki, Tarelkin	Ankopplung	25. Oktober 2012, 12:29 UTC
	Dragon-CRS 1	Abkopplung	28. Oktober 2012, 13:30 UTC
	Progress M-17M	Ankopplung	31. Oktober 2012, 13:33 UTC
	Sojus TMA-05M (Exp. 33) Williams, Malentschenko, Hoshide	Abkopplung	18. November 2012 22:26 UTC

Extra Vehicular Activity (EVA's):

EVA's	Anzahl	1	(Extra Vehicular Activity = Außenbordtätigkeit)
1.	1. November 2012 12:29 - 19:07 UTC (Williams & Hoshide)	6h 38m (von Quest aus)	Radiator am Gitterstrukturelement P6 ausgetauscht; Drehgelenk zur Nachführung der Solarzellenpaneele gereinigt

EF, Quellen: NASA-Homepage, Wikipedia, Raumfahrer.Net, Spacefacts.



24.Juli 2012: Expedition 33/34/35 Besatzungsmitglieder posieren für ein Gruppenbild im ISS Mock-up/Trainer in der Space Vehicle Mock-up Facility auf dem Johnson Space Center der NASA. Von links gesehen: Die russischen Kosmonauten Oleg Nowizki und Jewgeni Tarelkin, beide Flugingenieure; der NASA Astronaut Kevin Ford, Expedition 33 Flugingenieur und Expedition 34 Kommandant; Canadian Space Agency Astronaut Chris Hadfield, Expedition 34 Flugingenieur und Expedition 35 Kommandant; NASA Astronaut Tom Marshburn und der russische Kosmonaut Roman Romanenko, beide Expedition 34/35 Flugingenieure. Foto: NASA

4.Okt. 2012: Drei winzige Satelliten vor den Solarzellenflügeln der ISS und einem Teil der blauen Erdoberfläche. Sie wurden mit Hilfe der Vorrichtung „Small Satellite Orbital Deployer“, die am Roboterarm des Kibo Laboratoriums angebracht wurde, im Weltraum ausgesetzt. Die Vorrichtung war vorher von Aki Hoshide, dem japanischen Flugingenieur im Inneren des Labors vorbereitet und in der Luftschleuse plaziert worden. Von dort aus wurde sie mit dem Roboterarm aufgenommen. Foto: NASA >>



<< 28.September 2012: Das europäische Versorgungsraumschiff ATV-3 nach dem Abdocken von der Station.

10.Okt. 2012: Das kommerzielle Frachtraumschiff Dragon, SpaceX CRS-1, am Haken des Roboterarms Canadarm2. Dieser wurde aus dem Inneren der Station durch Aki Hoshide und Sunita Williams gesteuert. Dabei hatten sie durch die sieben Fenster der Cupola eine gute Aussicht auf ihren Arbeitsbereich. Nach dem Einfangen wurde die Kapsel am Harmony Modul angedockt. Foto: NASA. >>



1.Nov. 2012: Aki Hoshide während des EVA's. Foto: NASA.



18.Nov. 2012: Das Raumschiff Sojus TMA-05M nach dem Ablegen von der Station. Die Raumfahrer Williams, Malentschenko und Hoshide kehrten damit zur Erde zurück. Foto: NASA.

ISS-Missionsreport Expedition 34

ISS-Expedition 34 ist die Missionsbezeichnung für die 34. Langzeitbesatzung der Internationalen Raumstation (ISS). Die Mission begann am 18. November 2012 mit dem Abkoppeln des Raumschiffs Sojus TMA-05M von der ISS. Das Ende wurde durch das Abkoppeln von Sojus TMA-06M am 15. März 2013 markiert. Zunächst mußten Ford, Nowizki und Tarelkin die Station rund vier Wochen lang allein in Schuss halten. Neben den Wartungsarbeiten wurden noch verschiedene Experimente betreut und medizinische Langzeituntersuchungen absolviert. Mit dem Start von Sojus TMA-07M am 19. Dezember 2012 begann die zweite Phase der Expedition 34, wodurch bereits zwei Tage später mit der Kopplung am ISS-Modul Rasswet die Besatzungsstärke auf sechs Personen anwuchs. Hauptaufgabe war neben der Instandhaltung der Raumstation die Durchführung verschiedener wissenschaftlicher und technischer Experimente in den Bereichen Astronomie, Biologie, Erderkundung, Medizin, Physik und Technik. Im Februar wurde Progress M-16M abgekoppelt und durch Progress M-18M ersetzt, während Progress M-17M bei der Station verblieb. Im Folgemonat erfolgte der Besuch durch den zweiten regulären Dragon-Frachter, der nach etwas mehr als drei Wochen wieder zur Erde zurückkehrte. Inzwischen wurde Expedition 34 am 15. März durch die Abkopplung von Sojus TMA-06M wieder beendet und durch Expedition 35 abgelöst.



Logo der Expedition 34-Mission.
Grafik: NASA.

Daten von Expedition 34:

Mission	ISS Expedition 34 (EC-34)	Rufzeichen	Expedition 34
Start	23. Oktober 2012, 10:51 UTC	Beginn	18. November 2012 22:26 UTC
Startplatz	Baikonur LC-31/6	Raumschiff	Sojus TMA-05M (Abkopplung)
Raumschiff	Sojus TMA-06M	Ende	15. März 2013 23:43 UTC
Ankopplung	25. Oktober 2012, 12:29 UTC	Raumschiff	Sojus TMA-06M (Abkopplung)
Landung	16. März 2013, 03:06 UTC	Dauer auf ISS	117 Tage 1 Stunde 17 Minuten
Flugdauer	143 Tage 16 Stunden 15 Minuten (Ford, Nowizki, Tarelkin) 145 Tage 14 Stunden 19 Minuten (Marshburn, Hadfield, Romanenko)	Kdo-Übergabe	15. März 2013 an Expedition 35
Besatzung (6 Personen)	Kevin Anthony Ford Oleg Wiktorowitsch Nowizki Jewgeni Igorjewitsch Tarelkin Thomas Henry Marshburn Chris Austin Hadfield Roman Jurjewitsch Romanenko	Sojus TMA-06M Sojus TMA-06M Sojus TMA-06M Sojus TMA-07M Sojus TMA-07M Sojus TMA-07M	Kommandant, 2. Flug (NASA, USA) Bordingenieur, 1. Flug (Roskosmos/Russland) Bordingenieur, 1. Flug (Roskosmos/Russland) Bordingenieur, 2. Flug (NASA, USA) Bordingenieur, 3. Flug (Kanada/CSA) Bordingenieur, 2. Flug (Roskosmos/Russland)
Ersatz-Crew	Wladimirowitsch, Alexandrowitsch, John, Nikolajewitsch, Salvo, Lujean		nicht offiziell nominiert
Kopplungen	Sojus TMA-05M (Exp. 33) Williams, Malentschenko, Hoshide	Abkopplung	18. November 2012 22:26 UTC
	Sojus TMA-07M Marshburn, Hadfield, Romanenko	Ankopplung	21. Dezember 2012, 14:09 UTC
	Progress M-16M	Abkopplung	9. Februar 2013, 13:12 UTC
	Progress M-18M	Ankopplung	11. Februar 2013, 20:35 UTC
	Dragon CRS2	Ankopplung	3. März 2013, 10:31 UTC
	Sojus TMA-06M (Exp. 34) Ford, Nowizki, Tarelkin	Abkopplung	15. März 2013 23:43 UTC

EF, Quellen: NASA-Homepage, Wikipedia, Raumfahrer.Net, Spacefacts.



Kein Komet, sondern das Raumschiff Sojus TMA-05M (Wiedereintritts-Modul) am Beginn der Wiedereintrittsphase in die Erdatmosphäre am 19. November 2012. Dabei ist ein eindrucksvoller Plasma-Schweif zu sehen. Foto: NASA.



Crew-Portrait von Expedition 34:

Vordere Reihe: NASA Astronaut Kevin Ford (links), Kommandant und Canadian Space Agency (CSA) Astronaut Chris Hadfield, Flugingenieur.

Hinterere Reihe, von links: Die Kosmonauten Oleg Nowizki, Jewgeni Tarelkin, Roman Romanenko und der NASA Astronaut Tom Marshburn, alle Flugingenieure. Foto: NASA



Stratocumulus über dem Pazifik. Foto: NASA.

7.Dez. 2012: Die Sojus-Rakete beim Auf-
richten am Startplatz in Baikonur. Liftoff von
Sojus TMA-07M zur ISS war am 19.Dezember
mit Marshburn, Hadfield und Romanenko an
Bord. Foto: NASA/Carla Cioffi. >>



<< 21.Dez. 2012: Sojus TMA-07M bei der Annäherung an die Internationale
Raumstation ISS. Foto: NASA.



29.Jänner 2013: NASA Astronaut Kevin Ford,
Expedition 34 Kommandant, arbeitet im
Destiny Labor der ISS. Foto: NASA.



1 Februar 2013: Robonaut 2, der erste men-
schenähnliche Roboter im Weltraum, im Des-
tiny Labormodul. Foto: NASA.

Shenzhou 10

China



Bemannter Raumflug international	291. (ohne Fehlstarts und ballistische Flüge)			
Bemannter Raumflug China	5. (ohne Fehlstarts und ballistische Flüge)			
Int. Bezeichnungen	Cospar ID: 2013-29A,		Norad-Nr. 39179	
Rufname	?			
Rollout am	3. Mai 2013			
Start am	11. Juni 2013 um 09:38:02,666 Uhr UTC (Uhr 17:38:02,666 PZ Ortszeit / 11:38:02,666 Uhr MESZ,			
Startort	Jiuquan Satellitenstart Zentrum in Gansu Provinz, Platz Nr. 43, Rampe Nr. 921			
Trägerrakete	Zweistufenrakete (plus 4 LB-45 / YF20B Booster) Chang Zheng CZ-III / Y10			
Besatzung	Nie Haisheng,	(48),	Kom.,	Shenzhou 6
	Zhang Xiaoguang	(46),	Pilot,	1. Flug
	Wang Yaping*,	(33),	Operatorin,	1. Flug
	*) zweite Chinesin im All			
Ersatzmannschaft	Liu Boming, Pan Zhanchun und Deng Qingming			
Erdumläufe	229			
Flugzeit	14 ^d 14 ^h (350 ^h) 29 ^m 03 ^s ,		14,603507 Tage	
Kopplungszeit	11 ^d 17 ^h (281 ^h) 54 ^m ?? ^s ,		11,745833 Tage	
Hersteller	CAST (China Akademie der Space Technology) in Beijing/Peking, (China)			
Form	Kugel-Zylinder mit zwei Sonnenzellenflächen			
Länge	8,86 m			
Durchmesser	2,80 m			
Spannweite über Sonnenzellenflächen	17,0 m			
Masse:	8.082 kg,			
Bahndaten am: (UTC)	<u>11.06.2013 um 13.45</u>	<u>12.06.2013 um 02.17</u>	<u>15.06.2013 um 16.32</u>	<u>25.06.2013 um 13.07</u>
Apogäum	313 km,	317 km,	341 km,	340 km,
Perigäum	201 km,	264 km,	330 km,	335 km,
Umlaufzeit	89,642 min,	90,335 min,	91,237 min,	91,274 min,
Bahnneigung	42,782°,	42,778°,	42,779°,	42,776°,
Exzentrizität	0,0084389,	0,0039875,	0,0007912,	0,0003627,
Argument des Perigäums	130,4047°,	137,4855°,	315,6767°,	134,4152°,
Landedatum	am 26. Juni 2013 um 00:07:06 Uhr UTC (08:07:06 Uhr PZ Ortszeit / 02:07:06 Uhr MESZ)			
Landeort	im Gebiet von Amugulang in der Inneren Mongolei der VR China			
Landekoordinaten	42° 19' 44" Nord und 111° 21' 26" Ost			
Flugstrecke	ca. 9.800.000 km (?)			
Verbleib	?			

Bemerkungen: Fünfter bemannter Raumflug Chinas. An Bord waren zwei männliche Taikonauten und die zweite chinesische Taikonautin. Die Kopplung mit der Mini-Raumstation Tiangong-1 (2011-53A) erfolgte im Automatik-Modus am 13. Juni 2013 um 05:11 Uhr UTC, nur eine Stunde später stiegen zum zweiten Mal Taikonauten in die TG-1 um. Am 20. Juni 2013 gab Wang Yaping eine ca. 50 min dauernde Live-Schulstunde, die rund 60 Millionen chinesische Schüler sehen konnten. Am 23. Juni 2013 bestiegen die drei Raumfahrer das Shenzhou 10 Raumschiff wieder, koppelten um 00:26 Uhr UTC, von Nie Haisheng handgesteuert, von TG-1 ab und entfernten sich rund 5 km von der Raumstation. Nachdem Shenzhou 10 um 02:07 Uhr UTC wieder manuell an TG-1 angedockt hatte, stieg die Besatzung um 05:09 Uhr UTC erneut in die Raumstation um. (Freiflugphase: 1h 41m). Die endgültige Abkopplung des Orbital Moduls erfolgte am 24. Juni 2013 um 23:05 Uhr UTC dann automatisch.

Weitere Objekte	Zweitstufe	Fragment	Fragment	Fragment	Fragment	Fragment
Int. Bezeichnung	2013-29B	2013-29C	2013-29D	2013-29E	2013-29F	2013-29G
Norad-Nr.	39180	39181	39182	39183	39184	39185
Form	Zylinder					
Masse	5.500 kg					
Länge	15,5 m					
Durchmesser	3,35 m					
Bahndaten am	<u>11.06.2013</u>	<u>11.06.2013</u>	<u>11.06.2013</u>	<u>11.06.2013</u>	<u>11.06.2013</u>	<u>12.06.2013</u>
Apogäum	476 km,	298 km,	507 km,	504 km,	512 km,	432 km,
Perigäum	191 km,	209 km,	183 km,	186 km,	192 km,	188 km,
Umlaufzeit	91,210 min,	89,572 min,	91,436 min,	91,436 min,	91,578 min,	90,731 min,
Bahnneigung	42,6208°,	42,7716°,	42,9166°,	42,9082°,	42,6479°,	42,6030°,
Exzentrizität	0,0212363,	0,0066779,	0,0240285,	0,0236617,	0,0237765,	0,0182439,
Argument des Perigäums	121,3334°,	87,712°,	143,9049°,	144,2149°,	116,0063°,	129,0947°,
Lebensdauer	10 Tage	9 Tage	2 Tage	2 Tage	2 Tage	3 Tage
Absturz	21.06.2013	20.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	13.06.2013	14.06.2013

© Wolfgang A. Möller, Quellen: NASA, Russian Space Web, Spaceflight now, Zarya, NORAD, Wikipedia

Zubringer-Taxi 33

Sojus TMA-08M

GUS



Bemannter Raumflug international	289. (ohne Fehlstarts und ballistische Flüge)			
Bemannter Raumflug UdSSR/Russland	123. (ohne Fehlstarts und ballistische Flüge)			
Internationale Bezeichnungen	Cospar ID: 2013-13A, Norad-Nr. 39125, ISS-Flug 33S,			
Rufname	„Karat“,			
Start am	28. März 2013 um 20.43:20,288 Uhr UTC (21.43:20,288 Uhr MEZ), 29. März 2013 um 00.43.20,288 Uhr MZ,			
Startort	Baikonur Kosmodrom in Kasachstan, Startplatz 1 / Rampe 5,			
Träger	Dreistufenrakete Sojus FG (Erzeugnis-Code: 11A511FG, Nr. E15000-043),			
Start-Besatzung (EP-35/36)	Pawel W. Winogradow (Rusl.), Alexander A. Misurkin (Rusl.), Christopher J. Cassidy (USA),	(59/60), (35), (43),	Kom., FI-1, FI-2,	Sojus TM-26, TMA-8, 1. Flug, STS-127,
Ersatzmannschaft	O. W. Kotow (Rusl.), S. N. Rjazanski (Rusl.), M. S. Hopkins (USA),			
Erdumläufe	2.581,			
Flugzeit	166 ^d 06 ^h (3990 ^h) 15 ^m 10 ^s ,			
Kopplungsdauer	165 ^d 21 ^h (3981 ^h) 07 ^m 07 ^s ,			
Typ	7K-STMA, Nr. 708 vom Hersteller Energija, : 11F732A47,			
Form	Kugel-Zylinder mit zwei Sonnenzellenausleger			
Startmasse	7.220 kg,			
Länge	7,48 m,			
Durchmesser	2,20 m bis 2,72 m,			
Spannweite über Sonnenzellenflächen	10,70 m,			
Bahndaten am: (UTC)	<u>28.03.2013 um 20.32</u>	<u>29.03.2013 um 01.21</u>	<u>24.06.2013 um 02.20</u>	<u>10.09.2013 um 20.45</u>
Apogäum	227 km,	419 km,	422 km,	418 km,
Perigäum	198 km,	402 km,	410 km,	413 km,
Umlaufzeit	88,752 min,	92,780 min,	92,892 min,	92,885 min,
Bahnneigung	51,649°,	51,647°,	51,650°,	51,649°,
Exzentrizität	0,0022259,	0,0012293,	0,0009,	0,0003855,
Argument des Perigäums	72,2858°,	82,6116°,	91,6191°,	54,4953°,
Außenbordaktivität	EVA 1 24.06.2013 (13.32 – 20.06 UTC)	Jurtschichin / Missurkin		6 ^h 34 ^m
	EVA 2 09.06.2013 (12.02 – 18.09 UTC)	Cassidy / Parmitano		6 ^h 07 ^m
	EVA 3 16.06.2013 (11.57 – 13:29 UTC)	Cassidy / Parmitano		1 ^h 32 ^m
Landedatum	11. Sept. 2013 um 02.58:30 Uhr UTC (08.58:30 Uhr Kasachstan Ortszeit / 04.58:30 Uhr MESZ),			
Landeort	146 km südöstlich der Stadt Dsheskasgan in Kasachstan,			
Landekoordinaten	47° 23' 16,99" Nord und 69° 38' 50,58" Ost,			
Flugstrecke	ca. 108.600.000 km,			

Bemerkungen: weiterer bemannter Zubringer mit dem zunächst zweiten Teil der ISS-Expedition 35, die dann später die Rumpfcrew der Exp. 36 bildete. Erster „schneller“ Überflug zur ISS, die automatische Kopplung am Poisk-Modul erfolgte bereits nach 6 Stunden und 28 Minuten im vierten Erdumlauf am 29. März 2013 um 02.28:22 Uhr UTC, vier Minuten früher als geplant, ermöglicht durch die Digitalisierung der Bordcomputer. Bislang brauchten die Sojus-Kapseln rund zwei Tage für diesen Flug. Der Schnellflug war seit August 2012 mit drei verschiedenen unbemannten Progress-Raumfrachtern erfolgreich geprobt worden. Die Crew führte in der Folge ca. 50 Experimente auf der ISS durch. Die Abkopplung erfolgte am 10. September 2013 um 23.35:29 Uhr UTC.

Weitere Objekte:	Endstufe Block-I	
Bezeichnung	2013-13B / 39126,	
Form	Zylinder,	
Masse	2.400 kg,	
Länge	8,1 m,	
Durchmesser	2,66 m,	
Bahndaten:	<u>am 29.03.2013</u>	<u>am 31.03.2013</u>
Apogäum	220 km,	146 km,
Perigäum	192 km,	129 km,
Umlaufzeit	88,615 min,	87,236 min,
Bahnneigung	51,662°,	51,652°,
Exzentrizität	0,0021873,	0,0013045,
Argument des Perigäums	54,9081°,	46,8229°,
Lebensdauer	?	3 Tage,
Absturz	?	31.03.2013,

(©) Wolfgang A. Möller, Quellen: NASA, RKA, Russian Space Web, NORAD, Space-Track.Org., Roskosmos, Energija, Wikipedia.

Zubringer-Taxi 34

Sojus TMA-09M

GUS



Bemannter Raumflug international	290. (ohne Fehlstarts und ballistische Flüge)			
Bemannter Raumflug UdSSR/Russland	124. (ohne Fehlstarts und ballistische Flüge)			
Internationale Bezeichnungen	Cospar ID: 2013-25A, Norad-Nr. 39170, ISS-Flug 35S / Volare			
Rufname	????? („Olymp“)			
Start	28. Mai 2013 um 20.31:24,262 Uhr UTC (22.31:24,262 Uhr MESZ), 29. Mai 2013 um 00.31.24,262 Uhr MSZ,			
Startort	Baikonur Kosmodrom in Kasachstan, Startplatz 1 / PU-5			
Träger	Dreistufenrakete Sojus FG (Erzeugnis-Code: 11A511FG, Nr. E15000-045)			
Start / Lande-Besatzung (EP-36/37)	Fjodor N. Jurtschichin (Rusl.),	(54),	Kom.,	STS-112, TMA-10, -19
	Luca S. Parmitano (ESA / Italien),	(37),	FI-1,	1. Flug
	Karen L. Nyberg (USA),	(44),	FI-2,	STS-124
Ersatzmannschaft	M. W. Tjurin (Rusl.), Koichi Wakata (Japan) und R. A. Mastracchio (USA)			
Erdumläufe	2.581,			
Flugzeit	166 ^d 06 ^h (3990 ^h) 17 ^m 49 ^s ,	166,262373 Tage,		
Kopplungsdauer	165 ^d 21 ^h (3981 ^h) 16 ^m 07 ^s ,	165,886192 Tage,		
Typ	7K-STMA, Nr. 709 vom Hersteller Energija, : 11F732A47			
Form	Kugel-Zylinder mit zwei Sonnenszellenausleger			
Startmasse	7.220 kg,			
Länge	7,94 m,			
Durchmesser	2,20 m bis 2,72 m,			
Spannweite über Sonnenszellenflächen	10,70 m,			
Bahndaten am:	<u>28.05.2013 um 21.49 UT</u>	<u>28.05.2013 um 02.48 UT</u>		
Apogäum	228 km,	422 km,		
Perigäum	195 km,	409 km,		
Umlaufzeit	88,721 min,	92,879 min,		
Bahnneigung	51,6544°,	51,6489°,		
Exzentrizität	0,0025115,	0,0009929,		
Argument des Perigäums	67,5914°,	92,6265°,		
Außenbordaktivität	EVA 1	09.07.2013 (12:02 - 18:09 UTC)	Parmitano / Cassidy	6 ^h 07 ^m
	EVA 2	16.07.2013 (11:57 - 13:29 UTC)	Parmitano / Cassidy	1 ^h 32 ^m
	EVA 3	16.08.2013 (14.36 - 22.05 UTC)	Jurtschichin / Misurkin	7 ^h 29 ^m
	EVA 4	22.08.2013 (11.34 - 17.32 UTC)	Jurtschichin / Misurkin	5 ^h 58 ^m
Landedatum	11.Nov. 2013 um 02.49:13 Uhr UTC (03.49:13 Uhr MEZ / 06.49:13 Uhr MZ / 08.49:13 Ortzzeit)			
Landeort	147 km südöstlich von Dsheskasghan in Kasachstan,			
Landekoordinaten	47° 18'54,599" Nord und 69° 27'34,788" Ost,			
Flugstrecke	ca. 109.300.000 km,			

Bemerkungen: Der ESA-Astronaut Parmitano führte das Forschungsprogramm „Volare“ aus, die Kopplung erfolgte automatisch am russischen Rasswjet-Modul am 29.Mai 2013 um 02.10:24 Uhr UTC nach nur vier Erdumläufen und einer Flugzeit von 5^h 39^m, es war der zweite Versuch der schnellen Annäherung an die ISS. Die Crew bildeten zunächst zusammen mit den ISS Expedition 35 Crewmitgliedern P. Winogradow, A. Misurkin und C. Cassidy die ISS Expedition 36. Die Fackel der olympischen Winterspiele 2014 in Russland wurde mit Sojus TMA-11M zur ISS gebracht. Die Crew von Sojus TMA-9M hatte die Fackel wieder zur Erde zurückgebracht nachdem sie sich einmal außerhalb der ISS befand. Eine Umkopplung vom Rasswjet-Modul zum Swjesda-Modul erfolgte am 1.November 2013 von 08.33:25 bis 08.54:27 Uhr UTC. Die endgültige Abkopplung erfolgte dann am 10.November 2013 um 23.26:31 Uhr UTC.

Weitere Objekte:	Endstufe Block-I		
Bezeichnung	2013-25B / 39171,		
Form	Zylinder,		
Masse	2.400 kg,		
Länge	8,1 m,		
Durchmesser	2,66 m,		
Bahndaten:	<u>am 28.05.2013:</u>	<u>am 31.05.2013</u>	
Apogäum	236 km,	145 km,	
Perigäum	193 km,	140 km,	
Umlaufzeit	88,783 min,	87,335 min,	
Bahnneigung	51,652°,	51,622°,	
Exzentrizität	0,0032156,	0,0003896,	
Argument des Perigäums	76,2303°,	62,9227°,	
Lebensdauer	?	3 Tage,	
Absturz	?	31.05.2013,	

(©) Wolfgang A. Möller, Quellen: NASA, RKA, Russian Space Web, NORAD, Space-Track.Org., Roskosmos, Energija, Wikipedia.

Fernöstliche Raumsonden zu Mond und Mars

Die fernöstlichen Staaten Indien und China haben beide im Herbst 2013 Raumsonden in den tiefen Weltraum gestartet, über die Erdumlaufbahn hinaus. Den Anfang machte die aufstrebende Weltraummacht Indien, die am 5. November 2013 sogar eine Sonde zum Mars schickte. Am 1. Dezember folgte China mit der Mondsonde Chang'e 3, die sicher auf dem Erdtrabanten landete und einen Rover aussetzte. Bereits die beiden Vorgängersonden demonstrierten die aufsehen-

erregenden Fähigkeiten des Reiches der Mitte. Indien ist noch nicht so weit, die Marssonde ist vor allem für die Erprobung der Technologie geplant, auch wenn das Ziel etwas weiter entfernt liegt. Parallel dazu haben die USA ebenfalls eine Mondsonde gestartet. LADEE (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer) soll die Atmosphäre und den Staub des Mondes untersuchen und wurde am 7. September 2013 von Wallops Islands gestartet.

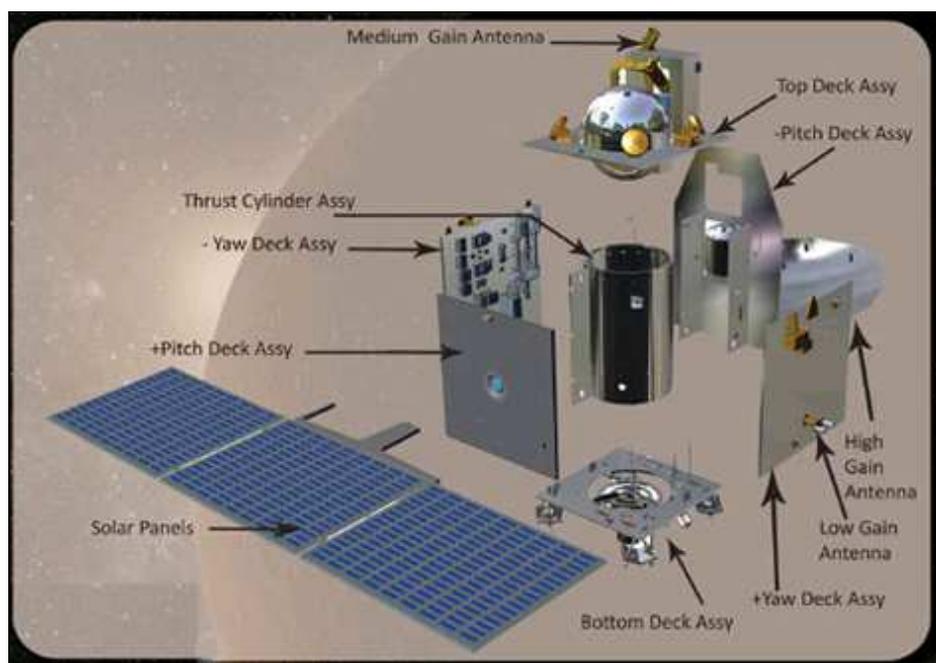
Das primäre Ziel der indischen Marsmission (MOM = Mars Orbiter Mission) ist die Erprobung der notwendigen Technologien für eine interplanetare Mission. Die Raumsonde soll alle erforderlichen Manöver ausführen können, beginnend bei den ersten Erdumkreisungen über den Einschub in eine Übergangsbahn zum Mars und den Eintritt in eine Umlaufbahn um den Roten Planeten. Um dies zu erreichen, sind entsprechend leistungsfähige Kommunikations- und Navigationssysteme erforderlich. In bestimmten Situationen muß der Raumflugkörper auch beschränkt autonom handlungsfähig sein, um die Signalverzögerung von einigen Minuten überbrücken zu können. Wenn das gelingt, soll auch der Mars selbst mit einigen wissenschaftlichen Instrumenten untersucht werden, seine Oberflächenmerkmale, Morphologie, Mineralogie und die Atmosphäre. Die wissenschaftliche Nutzlast von etwa 15 Kilogramm besteht aus folgenden Instrumenten:

- Mars Colour Camera (MCC, Farbkamera)
- Thermal Infrared Imaging Spectrometer (TIS, Infrarotkamera)
- Methane Sensor for Mars (MSM, Atmosphärenanalyse)
- Mars Exospheric Neutral Composition Analyser (MENCA, Atmosphärenanalyse)
- Lyman Alpha Photometer (LAP, (Messung atomaren Wasserstoffs in der Marsatmosphäre)

Der Start erfolgte am 5. November 2013 um 9:08 UTC mit einer PSLV-XL-Rakete vom Satish Dhawan Space Centre in Andhra Pradesh. Zunächst



Die indische Marssonde MOM beim Start mit der PSLV-Rakete. Foto: ISRO.



Der Aufbau der indischen Marssonde MOM. Grafik: ISRO.

schwenkte die Sonde in eine Umlaufbahn um die Erde ein. Am 30. November 2013 verließ sie dann mit einem 22-minütigen Brennen des Haupttriebwerks ihre Umlaufbahn und nahm Kurs auf den Mars. Vorher hatte es noch eine Irritation gegeben, da durch ein Problem mit der Brennstoffzufuhr eine Bahnanhebung um einen Tag verzögert worden ist. Die Raumsonde wird voraussichtlich am 22. September 2014 den Mars erreichen und dort in eine stark elliptische Umlaufbahn mit 500×80.000 Kilometer einschwenken.

Der Aufbau der Marssonde basiert auf den Erfahrungen mit anderen Sonden, etwa der Mondsonde Chandrayaan-1. Der Zentralzylinder besteht aus Aluminium und Kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFRP). Um den zentral eingebauten Treibstofftank und das Haupttriebwerk gruppieren sich acht Steuerräder mit je 22 Newton Leistung, vier Reaktionsräder für die Lageregelung, die dreiteiligen Solarzellenpaneele und drei Antennen.

Das 440 Newton starke Flüssigkeits-Haupttriebwerk (Liquid Apogee Motor) ist sehr robust ausgelegt. Es kann mehrfach gezündet werden, könnte für rund eine Stunde unter Volllast betrieben werden und wird nach der rund 10 Monate dauernden Reise zum Mars erneut in Betrieb genommen werden. Angetrieben werden Haupt- und Lageregelungstriebwerke mit einer Mischung aus MMH (Monomethylhydrazin) und N_2O_4 , der Treibstoffvorrat beträgt 852 Kilogramm mit einem Volumen von 390 Litern. Die Startmasse der gesamten Sonde betrug 1.337 Kilogramm.

Die Stromversorgung wird mit drei Solarpaneelen von je 1,8 x 1,4 Meter sichergestellt, die für eine Leistung von 840 Watt im Mars-Orbit ausgelegt sind. Eine Li-Io-Zelle speichert 36 Amperestunden.

Die chinesische Mondsonde

Chang'e-3 ist die dritte Mond-Sonde der China National Space Administration (CNSA). Die beiden Vorgängersonden Chang'e-1 und Chang'e-2 hatten nur den Mond als Orbiter umkreist. Bei der aktuellen Mission wurde eine Landung auf dem Mond durchgeführt und zusätzlich ein Rover auf der Ober-

fläche abgesetzt. Dieser hat den Eigenamen Yutu bekommen, chinesisch für Jadehase.

Der Start war am 1. Dezember 2013 an Bord einer Rakete vom Typ Langer Marsch 3B erfolgt. Aus der Erdumlaufbahn schwenkte die Sonde in einen Transferorbit zum Mond ein. Nach der Ankunft dort wurde mit Hilfe von Korrektur- und einem Bremsmanöver eine Kreisbahn mit einer Höhe von etwa 100 Kilometer erreicht. Nach der Absenkung des tiefsten Bahnpunktes auf 15 Kilometer wurde durch ein weiteres Bremsmanöver die Landung eingeleitet, die am 14. Dezember um 13:11 UTC erfolgte.



Der Lander von Chang'e 3. Foto: Xinhunet.



Der Mondrover Yutu. Foto: Xinhunet.

Sechs Stunden nach dem Aufsetzen wurde der Rover über eine Rampe auf die Oberfläche gerollt. Für die Energieerzeugung in Mondnächten hat Chang'e-3 einen Radioisotopengenerator an Bord, der am Montag durch Energie aus den beiden Solarpaddeln unterstützt wird. Der Mondrover Yutu hat nur Solarpaddel und arbeitet während der Mondnächte nicht. Gegen die nächtliche Kälte hat er ein Radionuklid-Heizelement an Bord. Zur Untersuchung des Mondgesteins befindet sich ein APX-Spektrometer (Active Particle-induced X-ray Spectrometer), das ist ein Röntgenspektrometer, an Bord des Mondrovers. An weiteren Instrumenten sind eine Panorama-Kamera, ein Infrarot-Spektrograph, ein

Radar und ein mechanischer Arm vorhanden. Am Lander befindet sich ein optisches Teleskop, das im nahen Ultraviolett beobachten kann und ebenfalls eine Kamera. Mit Hilfe dieser Kameras haben sich Lander und Rover gegenseitig fotografiert.

Die ESA unterstützt China bei dieser Mission mit ihrem weltweiten Kommunikationsnetz beim Empfang der Funksignale.

Die US-Mondsonde LADEE

Der Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer (LADEE) ist eine unbemannte Mondmission der NASA zur Untersuchung von Atmosphäre und Staub des Mondes. Gestartet wurde die Sonde am 7. September 2013 um 03:27 UTC auf einer Minotaur-V-Rakete von der Wallops Flight Facility aus. Nach einer längeren Reise schwenkte die Sonde am 20. November 2013 in die geplante Umlaufbahn ein.



LADEE beim Einbau in die Nutzlastverkleidung. Foto: NASA Wallops / Terry Zaperach.

An Bord befinden sich drei Instrumente, ein Massenspektrometer, ein Ultraviolett-Spektrometer und ein Staubeinschlagszähler. LADEE ist zylindrisch, mit einer Höhe von etwa zwei Meter und einem Durchmesser von einem Meter bei einer Leermasse von ungefähr 130 Kilogramm, die Seiten sind mit Solarzellen für die Energieversorgung bedeckt. Neben den drei Hauptinstrumenten befindet sich auch ein Laser-Kommunikator an Bord, mit dem die optische Verbindung zur Erde getestet werden soll.

EF, Quellen: ISRO-Homepage, science.ort.at, Xinhuanet, NASA-Homepage, Wikipedia.

Die erste Cygnus-Mission zur ISS

Mit der ersten Cygnus-Mission zur Internationalen Raumstation hat nun auch OSC bewiesen, eigenständig eine Versorgungskapsel zur ISS liefern zu können. Anders als SpaceX konnte Orbital Science Corporation (OSC) schon vor diesem Start mit der Antares auf Erfahrungen mit Trägerraketen zurückgreifen. Die meisten Starts wurden mit der Pegasus durchgeführt, einer flugzeugbasierten kleinen Trägerrakete. Diese wurde bisher 43 mal eingesetzt, davon waren 37 Missio-

nen ein Erfolg, drei Teilerfolge und drei Fehlstarts, was einer Zuverlässigkeit von rund 84 Prozent entspricht. Die Taurus besteht aus einer Pegasus, die auf eine umgerüstete Interkontinentalrakete aufgesetzt ist. Die Minotaur basiert ebenfalls auf umgerüsteten ICBM's und kann bereits 25 gelungene Starts verzeichnen. OSC liefert verschiedene Satelliten und Raumflugkörper, hat die DAWN-Raumsonde gebaut und arbeitet auch an der Orion-Kapsel der NASA mit.

Der Cygnus-Raumtransporter wurde als unbemanntes Versorgungsraumschiff von der Firma Orbital Sciences Corporation (OSC) für das COTS-Projekt der NASA entwickelt. Ziel von COTS ist es, die Internationale Raumstation (ISS) durch kommerzielle Sub-Auftragnehmer mit Frachtgütern und Ersatzteilen versorgen zu lassen. Damit möchte die USA wieder etwas unabhängiger von den Internationalen Partnern werden, nachdem aufgrund der 2011 erfolgten Einstellung der Shuttle-Flüge derzeit keine eigene Kapazität für die Stationsversorgung besteht. Das Cygnus-Raumschiff wird auf der ebenfalls von OSC entwickelten Antares Trägerrakete gestartet.

Die Trägerrakete Antares

Das Entwicklungsprogramm firmierte ursprünglich unter dem Namen Taurus. Nach Fehlschlägen der Taurus XL wurde aus Imagegründen Antares daraus. Die erste Stufe wird von zwei russischen NK-33 Triebwerken angetrieben, ist also keine komplette Neuentwicklung (US-Bezeichnung Aerojet/Rocketdyne AJ26-62). Diese Triebwerke werden nicht mehr hergestellt, es sind aber noch etwa 60 Stück vorhanden. Angetrieben werden sie mit Kerosin und Flüssigsauerstoff, der Schub im Vakuum beträgt 3.630 kN, die Tanks werden mit Helium unter Druck gesetzt. Der Durchmesser der Stufe ist an den der Zenit angelehnt, um die Struktur und die Tanks übernehmen zu können. Die Produktion erfolgt durch den Zenit-Hersteller Juschnoje in der Ukraine, nur die Integration und die Abnahmetests werden von OSC durchgeführt.



Die Cygnus-Attrappe wird für den ersten Testflug im April 2013 vorbereitet. Oben das unter Druck stehende Frachtmodul und unten das Servicemodul. Foto: OSC.

Die zweite Stufe wird von einem Castor 30 Feststoffmotor angetrieben. Dieser Motor wurde von Thiokol entwickelt und beruht wie so viele andere OSC-Entwicklungen auf einer amerikanischen Interkontinentalrakete, der Peacekeeper. Der Castor 30 ist eine stark verkürzte Variante des ursprünglichen Castor 120. Vom Castor 30 gibt es drei unterschiedliche Versionen mit den Nummern 30A, 30B und 30XL. Die Castor B kann bis zu 395,7 kN Schub entwickeln.

Für die dritte Stufe gibt es zwei Optionen, die von OSC entwickelte BTS (Bi-Propellant Third Stage), angetrieben mit Hydrazin und Stickstofftetroxid, und der Star-48BV Feststoffmotor. Bei den ISS-Missionen wird die Antares aber nur 2stufig verwendet.

Für den Transport von Raumsonden und Satelliten steht eine Nutzlastverkleidung mit einer Länge von 9,9 und einem Durchmesser von 3,9 Meter zur Verfügung. Derzeit sind nur Flüge des Cygnus-Raumtransporters geplant, das diesbezügliche Start-Manifest mit 8 regulären Missionen reicht bis 2016.

Der Raumtransporter Cygnus

Cygnus besteht, ähnlich wie andere derartige Raumschiffe, aus einem Service- und dem Frachtmodul. Das Servicemodul basiert auf der ebenfalls von der OSC stammenden Satellitenplattform STAR sowie aus Teilen der Dawn-Raumsonde. Die Masse beträgt etwa 1.800 Kilogramm. Als Antrieb wird ein Triebwerk verwendet, das die hypergolen Treibstoffen Hydrazin und Distickstofftetroxid verbrennt. Die Versorgung mit elektrischer Energie erfolgt durch zwei Solarzellen-Flügel am Servicemodul, die rund vier Kilowatt liefern.

Für den Transport von Versorgungsgütern sind zwei verschiedene Frachtmodule vorgesehen. Der erste Typ basiert auf dem in Italien entwickelten Multi-Purpose Logistics Module (MPLM) und kann unter Druck gesetzt werden. Damit können empfindliche Güter geliefert werden, die nicht dem Vakuum ausgesetzt werden dürfen. Zusätzlich kann dieses Modul nach dem Ankoppeln von den Raumfahrern ohne Raumanzug betreten werden. Diese Version hat eine Gesamtmasse von etwa 3.500 Kilogramm bei einer maximalen Zuladung von zwei Tonnen Fracht und 18,7 m³ Innenraum. Durch die Verwendung des großen Common Berthing Mechanism

wird der Transport von kompletten International Standard Payload Racks ermöglicht. Die zweite Version basiert auf dem EXPRESS Logistics Carrier der NASA, hat eine ähnliche Masse und kann rund zwei Tonnen Außenlasten in einem Transportgerüst aufnehmen, das während des Fluges nicht unter Druck steht. Sie ist insbesondere für den Transport von sperrigen Experimenten und Ersatzteilen wie zum Beispiel Batterien und Gyroskopen für die ISS vorgesehen.

Beide Varianten von Cygnus werden mit Hilfe des Roboterarms Canadarm2 von der ISS eingefangen und am amerikanischen Teil der ISS andockt. Ein derartiges Manöver ist auch beim japanischen HTV und dem Transporter Dragon der Firma SpaceX erforderlich. Die Steuerung der endgültigen Annäherung an die Station wird jeweils von der ISS aus vorgenommen. Ähnlich wie das HTV und der ATV wird Cygnus nach dem Entladen mit Müll beladen und in die Atmosphäre gesteuert, um dort zu verglühen. Nur der Dragon-Transporter besitzt die Möglichkeit, Nutzlasten auch wieder sicher zur Erde zurückzubringen.

Ähnlich wie SpaceX überlegt auch OSC, eine bemannte Cygnus-Variante zu entwickeln.

Testflüge

Die Antares wird auf den Wallops Islands gestartet, wo bereits seit den 1940er-Jahren ein Raketenstartplatz besteht, der seit 1958 zur NASA gehört (Wallops Flight Facility = WFF). Der kommerzielle Teil unter dem Namen Mid-Atlantic Regional Spaceport (MARS) wurde 2005 fertiggestellt und bereits 2006 startete OSC dort die erste Minotaur-Rakete. Für die Antares wird der WFF Pad 0A verwendet.

Der erste Start der Antares war für März 2011 geplant, erfolgte dann aber erst am 21. April 2013 um 21:00 UTC unter der Bezeichnung Orb-D1. Dabei war eine Attrappe des Cygnus-Raumschiffes (Cygnus Mass Simulator) sowie einige Kleinsatelliten an Bord, die in einem niedrigen Erdorbit ausgesetzt wurden.

Die erste Test-Mission zur ISS startete am 18. September 2013 um 14:58 UTC zur ISS, an Bord der An-



Das erste funktionstüchtige Cygnus-Raumerschiff beim Einbau in die Antares-Rakete in der „Horizontal Integration Facility“ (HIF) auf Wallops Island. Foto: OSC.



Die Startplattform für die Antares auf Wallops Island (WFF Pad 0A). Foto: OSC.

tares der Raumfrachter Cygnus 1. Bei diesem Demonstrationsflug wurden rund 700 Kilogramm nichtkritische Versorgungsgüter zur ISS gebracht. Dabei wurde auch die Annäherung und das Einfangen des Cygnus-Raumerschiffes erprobt und damit die Bedingungen des COTS-Vertrages von 2008 erfüllt. Nach dreiwöchiger Andockzeit wurde Cygnus 1 durch den Candarm am 22. Oktober wieder abgedockt und zwei Tage später zum Absturz gebracht.

Bei den beiden ersten Flügen wurde der Castor 30A Motor in der Zweitstufe verwendet, ab dem ersten regulären Flug im Jänner 2014 kam der stärkere Castor 30B zum Einsatz.

Einsatz

Die Entwicklung und die Testflüge von Antares und Cygnus wurden von der NASA unter dem Commercial Orbital Transportation Services Programm (COTS) gefördert, die eigentlichen Einsatzflüge werden unter dem

Kürzel CRS (Commercial Resupply Service) stattfinden. Hier werden zwischen 2014 und 2016 acht Flüge zur ISS mit dem druckbeaufschlagten Frachtmodul durchgeführt.

Der erste reguläre Einsatz des Cygnus Raumtransporters erfolgte mit dem Start am 9. Jänner 2014 um 18:07 UTC. Drei Tage später konnte das Raumschiff dann am 12. Januar 2014 mit 1.260 Kilogramm Fracht, darunter viel Material für Forschungszwecke, sogar Ameisen, erfolgreich an der ISS andocken. Zwei weitere Missionen sind für 2014 geplant, im Jänner 2015 soll dann erstmals eine vergrößerte Cygnus-Variante zum Einsatz kommen, was durch die stärkere Castor 30XL Oberstufe ermöglicht wird. Die weiteren Flüge sind bis 2016 geplant, um die vereinbarten acht ISS-Versorgungsflüge zu erfüllen.

EF, Quellen: OSC-Homepage, NASA-Homepage (Orbital Features), Wikipedia.

Die Space-Ausstellung im Technischen Museum Wien

Das Technische Museum Wien steht seit 25. Oktober 2013 im Zeichen der Raumfahrt. Diese Ausstellung auf mehr als 600 m² wird noch bis 29. Juni 2014 zahlreiche Exponate mit Bezug zum Weltraum präsentieren. Dabei sind eine Reihe von interaktiven Angeboten zu sehen, die insbesondere für Kinder einen attraktiven Einstieg in

das Thema bieten. Die Schau stellt den Anspruch, sich dem Weltraum in all seinen Facetten zu widmen: Der zeitliche Bogen spannt sich dabei von der Ideen der Barockzeit über die Entwicklung der Raumfahrt im 20. Jahrhundert bis zu phantasievollen Zukunftsvisionen.



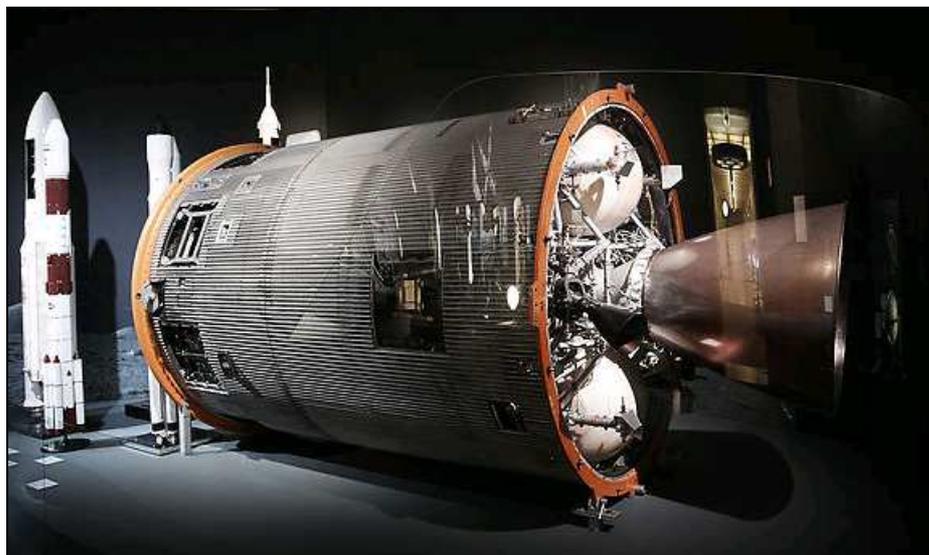
Die Ausstellungsbroschüre

...auf ins Weltall

In der einleitenden Broschüre heißt es:

Ins Weltall fahren, es erkunden, es vielleicht sogar eines Tages besiedeln: Der Traum vom Weltraum war vor Jahrhunderten so aktuell wie heute: Wie kommen wir ins Weltall? Wie leben AstronautInnen im Weltraum? Welche Rolle spielen Visionen und Technikutopien in der Raumfahrt? Und was suchen wir eigentlich im All?

Die Ausstellung bietet eine Reihe von interessanten Exponaten, von Leihgebern wie Michael Köberl, einem bekannten österreichischen Raumfahrtsammler, aber auch von Franz Viehböck, dem ersten und einzigen öster-



Eine Stufe der Europa-Rakete, im Hintergrund Modelle von anderen Trägerraketen. Foto: TMW/APA/Preiss.



Die „Guckkästen“ mit den Schutzanzügen. Foto: TMW/APA/Preiss.

reichischen Kosmonaut. Weitere Leihgeber sind das Deutsche Museum aus München, das Hermann-Oberth-Raumfahrt-Museum und die ESA. Als Groß-Exponate fallen einem beim Eintritt in den Ausstellungssaal sowohl eine Stufe der Europa-Rakete als auch einige Modelle von Trägerraketen ins Auge. Die ganze Präsentation ist sehr dunkel

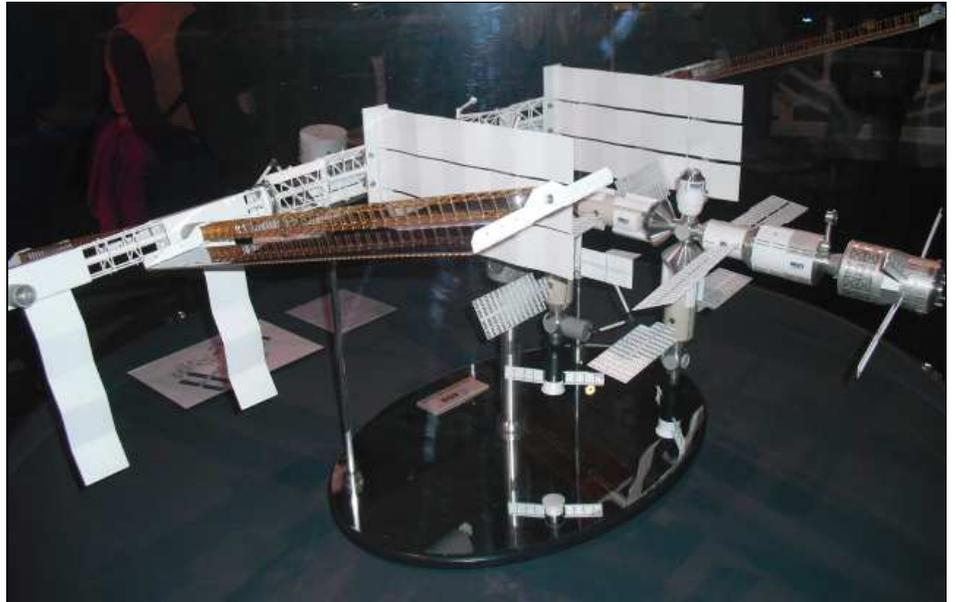
gehalten, wohl um die Schwärze des Weltalls darzustellen. Leider kann man dadurch manche Beschriftungen nicht so gut lesen, da diese nicht gesondert beleuchtet werden. Besonders gelungen sind einige „Guckkästen“ mit ovalen Bullaugen, die Schutzanzüge sowie andere Bekleidungs- und Ausrüstungsgegenstände präsentieren, teilweise vor

dem Hintergrund einer fiktiven Welt-
raumstation. Hier sind lebensgroße
Puppen, bekleidet mit originalen An-
zügen, schwebend dargestellt, teilweise
sogar auf dem Kopf stehend. Dadurch
kann man sich so richtig vorstellen,
daß im Weltraum „oben“ und „unten“
praktisch ohne Bedeutung ist. In die-
sem Ambiente ist auch eine originale
Weltraum-Toilette zu sehen, die für
Übungszwecke verwendet wurde. In
Kontrast zu den Raumanzügen wird
auch ein alter Taucheranzug aus dem
Bestand des Museums gezeigt, um die
Ursprünge der modernen Schutz-Aus-
rüstung aufzuzeigen. Daneben sind
Bezüge zur phantastischen Literatur
von Jules Verne und anderen darge-
stellt. Im Eingangsbereich werden
noch einige astronomische Instrumente
aus früheren Zeiten ausgestellt.

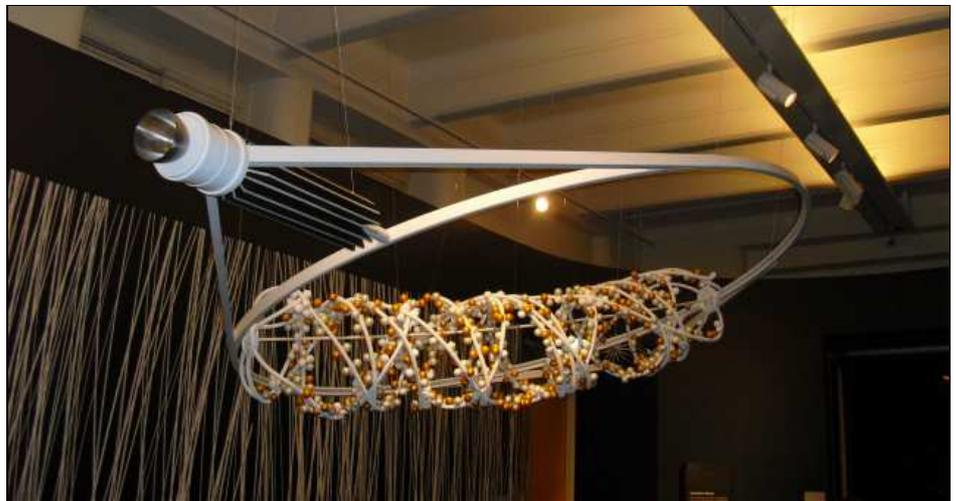
Für die Kinder gibt es einiges zu
„spielen“, das sind sogenannten „inter-
aktive“ Präsentationen. Ein echter Ro-
ver kann über eine unebene Marsober-
fläche gesteuert werden, natürlich rea-
listisch nur mit Kamera und der ent-
sprechenden Zeitverzögerung. Andere
Stationen erlauben den Aufbau einer
Marsstation oder ein Andockmanöver
an die Internationale Raumstation. Auf
einigen Liegen kann man sich Bildern
und Klängen aus dem Weltall hing-
eben. Daneben gibt es eine Reihe von
historischen Exponaten, etwa zur früh-
en Marsforschung, zu Hermann Oberth
und dem Film „Der Mann im Mond“,
aber auch zur Raketenentwicklung und
der Raumfahrt während des kalten
Krieges. Selbst die ISS ist mit einem
Modell im Maßstab 1:70 prominent in



Die Weltraum-Toilette, eine Leihgabe
von Michael Köberl. Foto: EF.



Das Modell der ISS im Maßstab 1:70. Foto: EF.



Ein Generationsraumschiff für 50.000 Menschen im Modell, die Spirale mit den
Wohnmodulen alleine soll 15 Kilometer lang sein. Foto: EF.

der Mitte des Raumes vertreten. Einige
Satellitenmodelle sind unter der Decke
aufgehängt, leider war keine erklä-
rende Beschriftung dazu zu finden.

Faszinierend fand ich zwei Modelle
zur Marsforschung, ein Habitat und
ein großer bemannter Marsrover, die
von den Gestaltern der Ausstellung,
der „Liquifer Systems Group“ beige-
steuert wurden. Beim Ausgang ist als
Abschluß noch ein Entwurf für ein Ge-
nerationsraumschiff von Christian
Waldvogel im Maßstab 1:5.000 zu
sehen, das über den Köpfen der Be-
sucher schwebt. Es könnte 50.000 Pas-
sagiere in ein fremdes Planetensystem
transportieren, alleine die Spirale mit
den Wohnmodulen soll 15 Kilometer
lang werden. An der Wand ist zusätz-
lich das Sonnensystem und die nähere
stellare Umgebung auf einer logarith-

mischen Skala dargestellt, mit einge-
zeichneten Flugpfad des gigantischen
Raumschiffes.

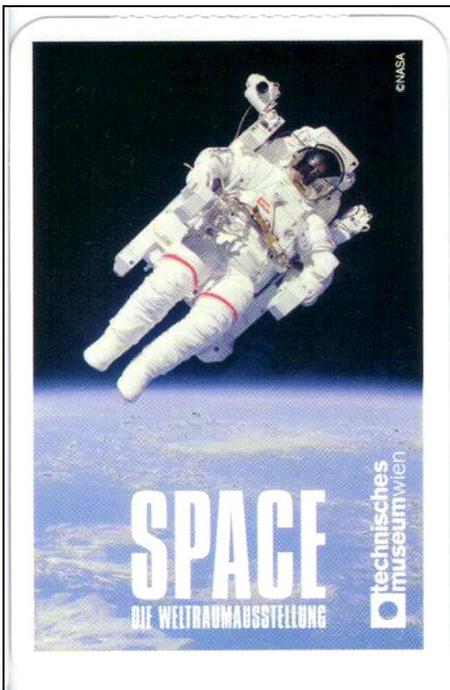
Die Ausstellung ist auf jeden Fall
sehenswert, insbesondere durch ihre
breite Palette an interessanten Expo-
naten und einige besonders gelungene
Präsentationen. Für Kinder sind die
interaktiven Stationen sehr attraktiv
und auch die anderen Teile sind teil-
weise sehr lehrreich. Leider ist kein
richtiges Motto oder ein roter Faden
durch die Ausstellung auszumachen,
außer einigen allgemeinen Fragen, wie
eingangs dargestellt. Ähnlich nichts-
sagend ist die Ausstellungs-Broschüre,
die am Titelbild nur einen Buben zeigt,
der fragend nach oben blickt, wo
schnörkellos der Titel sowie Zeitraum
und Ort der Veranstaltung abgedruckt
ist. Scheinbar war hier ein philosophi-

scher Aufhänger geplant, der aber nicht wirklich zur Geltung kommt und wahrscheinlich für viele Besucher eher unverständlich ist. Glücklicherweise sind wenigstens die Eintrittskarten mit poppigen Weltraumbildern verziert, hoffentlich werden auch ähnliche Bilder in der Werbung verwendet.

Die Präsentation ist in einzelnen Punkten wirklich toll, wie die oben beschriebenen Guckkästen, zu anderen Exponaten wie etwa den Raketenmodellen gibt es nur sehr dürre Beschriftungen ohne nähere Erläuterungen, zusätzlich waren dabei sogar die angegebenen Modell-Maßstäbe falsch. Trotzdem würde ich jeden Weltraum-Enthusiasten unbedingt empfehlen, hinzugehen, da es eine Reihe von einzigartigen Exponaten zu sehen gibt und eine solche Ausstellung ja wirklich nicht oft in Österreich zu sehen ist.

EF

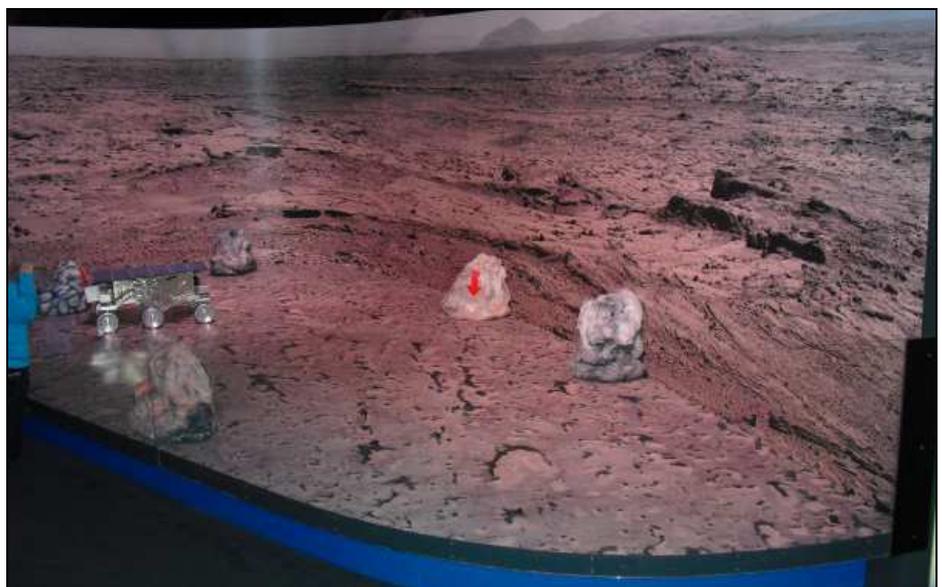
siehe auch: <http://www.technischesmuseum.at/ausstellung/space>



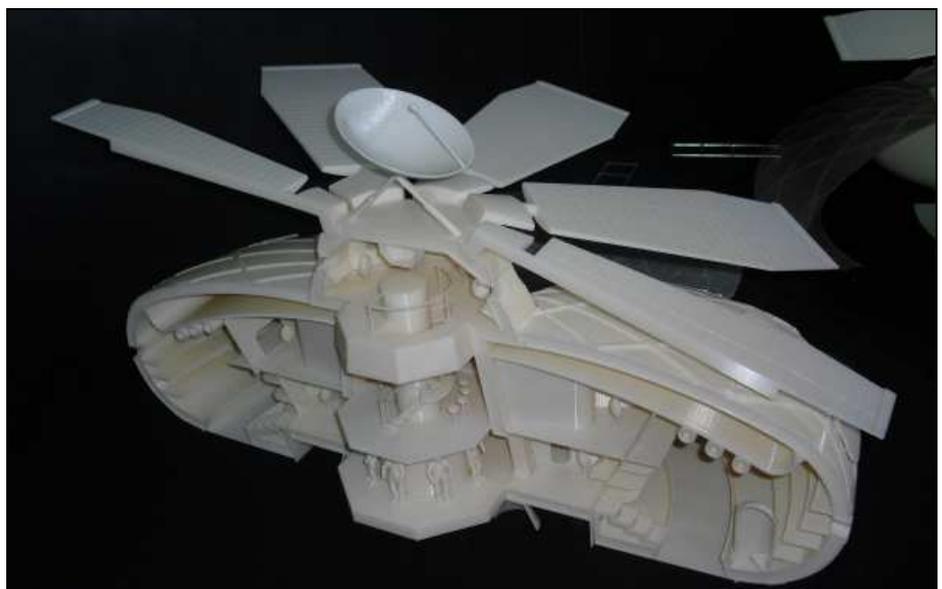
Eintrittskarte zur Ausstellung



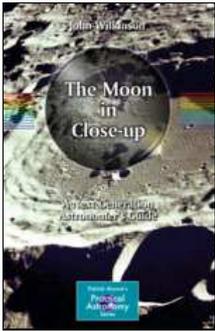
Blick in den Ausstellungssaal. Foto: TMW/APA/Preiss.



Die „Marsoberfläche“ mit dem fernsteuerbaren Rover links hinten. Die Steuerkonsole befindet sich hinter der Rückwand dieser Präsentation, damit man keine Sichtverbindung mit dem Rover hat und diesen wirklich nur mittels der TV-Kameras steuern kann. Foto: EF.



Entwurf eines Mars-Habitats von „Liquifer Systems Group“. Foto: EF.



The Moon in Close-up

A Next Generation Astronomer's Guide

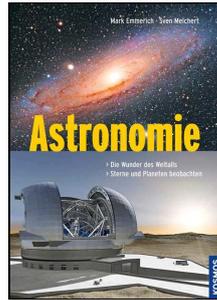
Ein Buch über den Mond und wie man ihn beobachtet. Die erste Hälfte nimmt eine ausführliche Darstellung unseres Trabanten ein, seine Geologie, aber auch die Geschichte seiner Erforschung mit Teleskopen und Raumsonden. Dabei werden etwa himmelsmechanische Gegebenheiten wie der Mondorbit, die Libration und die Mondphasen erläutert, jeweils mit Bildern und SW-Grafiken. Insbesondere die Geologie hat sehr von modernen Beobachtungsmethoden mit Raumsonden profitiert. Die frühen Sonden in den 1960er-Jahren sowie die Apollo-Flüge brachten erste Erkenntnisse, später ab 1994 folgten weitere. Es ist daher schon sehr viel bekannt, manche Rätsel, etwa über die Entstehung, sind immer noch nicht vollständig gelöst.

Die zweite Hälfte dieses Buches befasst sich mit der Amateur-Beobachtung des Mondes. Dabei werden neben einigen Grundlagen die modernen Möglichkeiten mit CCD, digitaler Fotografie und Video genau erklärt und wichtige Tipps dazu gegeben. Das letzte ausführliche Kapitel beschäftigt sich mit den verschiedenen Gebieten auf dem Mond selbst. Zu diesem Zweck wurden 17 Ausschnitte der Mondoberfläche ausgewählt. Diese werden jeweils durch eine Skizze der Mondoberfläche mit der Begrenzung des Ausschnittes sowie durch ein Foto mit einem Index der einzelnen Objekte genau definiert. Die Mare und Krater werden im Anschluß einzeln beschrieben, mit genauer Positionsangabe und ergänzt durch einzelne Bilder.

Insgesamt ein empfehlenswerter Führer zur Mondbeobachtung in unspektakulärer Aufmachung, aber mit vielen Informationen, auch zum Beobachtungsobjekt selbst und seiner Erforschung. EF

The Moon in Close-up, John Wilkin. Softcover. 310 Seiten, 57 Farbillustrationen. EUR 43,95. Springer Verlag 2010. ISBN 978-3-642-14804-0.

(auch als eBook erhältlich)



Astronomie

Die Wunder des Weltalls
Sterne und Planeten beobachten

Einen schön bebilderten Streifzug durch die Astronomie bietet dieses Buch. Das erste Kapitel enthält einen kompakten Einblick in die Weltraumforschung einschließlich Raumsonden-Ankünfte bis 2015. Die folgenden drei Kapiteln präsentieren das Sonnensystem, das Universum der Sterne sowie Galaxien und den Urknall. Das alles ist natürlich farbig illustriert und auf dem aktuellen Stand der Forschung.

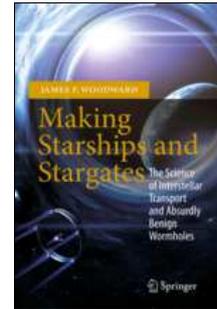
Im Abschnitt Himmelsbeobachtung gibt es eine Erläuterung zur eigenen Erforschung des Himmels, mit schönen Sternkarten für jeden Monat. Diese Karten sind immer rechts abgebildet, auf der linken Seite ist ergänzend ein kurzer Text zur Sternkarte und eine Vorstellung des Sternbildes des Monats abgedruckt. Den Abschluß bildet eine Einführung in die Welt der Hobbyastronomen. Hier erhält man eine Kurzinfor zu weiteren Informationsquellen und eine längere Erklärung zu den verschiedenen Grundtypen der Ferngläser und Teleskope. In diesem Abschnitt sind auch Tipps zur Beobachtung von Sonne, Mond und Planeten, Sternhaufen, Nebel und Galaxien und ein Text zur Astrofotografie zu finden.

Der Anhang besteht aus Infoseiten „Zum Weiterlesen und Weiterklicken“, einer Liste der Planetarien und Volkssternwarten und einem Sachregister.

Das Buch macht einen schönen stabilen Eindruck mit dem laminierten Pappband. Im Inneren ist es, typisch für die Kosmos-Bücher, sehr reichhaltig illustriert und bietet einiges an Wissen für den Benutzer, sogar auf dem aktuellen Stand der Forschung. Aufgrund des gegebenen Umfangs kann es natürlich keinen vertieften Einblick geben, insbesondere bei den Beobachtungstipps, ist aber insgesamt ein guter Einstieg in die Astronomie, der zum Durchblättern und Schmökern einlädt.

EF

Astronomie, Mark Emmerich, Sven Melchert. Laminiertes Pappband. 184 Seiten, viele Farbillustrationen. EUR 10,30. Kosmos Verlag 2013. 978-3-440-13606-5.



Making Starships and Stargates

The Science of Interstellar Transport and Absurdly Benign Wormholes

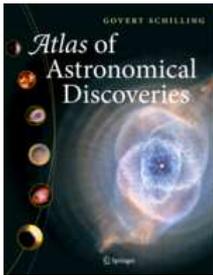
In SF-Büchern, Serien und Filmen wurden von den Autoren und Drehbuchschreibern zahlreiche Möglichkeiten erfunden, um die Lichtgeschwindigkeitsgrenze zu überwinden und interstellare Raumreisen oder sogar Zeitreisen möglich zu machen. Diese Konstrukte wurden phantasievoll etwa als Warp-Antriebe oder Stargates bezeichnet und gelten noch immer als reine Spekulationen ohne echte physikalische Grundlagen. Der Autor beschreibt in seinem Buch die Ansätze, um solche Antriebe doch vielleicht eines Tages möglich zu machen. Dazu hat er sich mit den relativistischen Erfordernissen auseinandergesetzt, die für eine derartige Technologie notwendig wären.

Als eine wesentliche Voraussetzung wurde die Erschaffung von exotischer Materie mit negativer Ruhemasse identifiziert. Diese müsste aber mindestens die Masse des Jupiters haben, um für die angepeilten Zwecke verwendbar zu sein. Nach Aussagen des Autors hat es in diesen Bereichen seit Anfang der 1990er-Jahre einige Fortschritte bei den theoretischen und experimentellen Voraussetzungen gegeben. Der Autor selbst forscht schon seit vielen Jahren im Bereich der Gravitation, wo es etwa um die Überwindung der Massesträgheit geht.

Das Buch bietet einen Einblick in die Forschungen zu exotischen, zukünftigen Antriebsprinzipien, die derzeit wie SF klingen und noch in ihren Kinderschuhen stecken. Obwohl nur wenige Formeln zur Erläuterung verwendet werden, sind die physikalischen Grundlagen herausfordernd für das Verständnis und man muß sich schon sehr intensiv mit diesem Buch beschäftigen, um den Überlegungen folgen zu können. Nimmt man diese Anstrengung auf sich, wird man mit interessanten Einblicken in dieses Gebiet belohnt. EF

Making Starships and Stargates, James F. Woodward. Softcover. 279 Seiten, 92 Illustrationen, davon 85 in Farbe. EUR 49,45. Springer Verlag 2013. ISBN 978-1-4614-5622-3.

(auch als eBook erhältlich)



Atlas of Astronomical Discoveries

Ein Atlas, der nicht mit schönen Himmelskarten glänzt, sondern den Leser mit einzelnen Themen, die jeweils auf

einer Doppelseite abgehandelt werden, durch die Jahrhunderte der astronomischen Entdeckungen führt. Jedes Thema wird durch ein großformatiges Bild oder eine Grafik und einen einseitigen Text vorgestellt. Die Reise durch die Geschichte beginnt 1608 mit der Erfindung des Teleskopes. Das erste Kapitel behandelt die Mondberge, die von Galileo 1610 erstmals beobachtet wurden. Auch die nächsten Seiten sind dem großen Astronomen und seiner Entdeckung der Jupitermonde gewidmet. Weiter geht es mit berühmten Astronomen wie Johannes Kepler oder Christiaan Huygens. Auch andere nicht so berühmte Forscher und ihre Entdeckungen werden vorgestellt.

Das Buch ist nach Jahrhunderten gegliedert und deckt den Zeitraum von 1608 bis 2008 ab. Für jedes Jahrhundert gibt es eine kurze Einleitung über die aktuellen Probleme und Forschungsschwerpunkte dieses Zeitabschnittes. Natürlich ist nicht jedes Jahr vertreten und in manchen Jahren gab es sogar mehrere wichtige Entdeckungen im Weltall. Auffällig ist natürlich die Zunahme im letzten Jahrhundert und daher ist dieses sogar zweigeteilt. Erstaunlich ist nicht nur die große Anzahl der Erkenntnisse, sondern auch die einfachen Mittel, die den früheren Forschern zur Verfügung standen. Heute gibt es Großteleskope und Raumsonden und diese sind für eine große Anzahl der neueren Entdeckungen verantwortlich.

Dieser Atlas ist ein hervorragend gestaltetes Buch, das eine anregende Reise durch die Geschichte der Astronomie bietet, im Großformat von 25 x 31 cm. Jedes Kapitel ist wunderschön illustriert sowie leicht verständlich und unterhaltsam erläutert. Durch die große Anzahl von Einträgen ist es sehr wahrscheinlich, daß man auch als erfahrener Amateurastronom noch etwas Neues lernen kann. EF

Atlas of Astronomical Discoveries, Govert Schilling. Hardcover mit Schutzumschlag. 234 Seiten, 200 Farb-illustrationen. EUR 43,95. Springer Verlag 2011. ISBN 978-1-4419-7810-3. (auch als eBook erhältlich)



Kosmos Himmelsjahr 2014

Sonne, Mond und Sterne im Jahreslauf

Das bewährte Himmelsjahr liefert auch für 2014 eine große Menge an astronomischen Daten in übersichtlicher und bunt illustrierter Form. Hier finden Sie alles zu aktuellen Himmelschauspielen, zuverlässige kalendarische Angaben und die beliebten Monatsthemen. So erfährt man zum Beispiel, wann die Sonne aufgeht, welche Mondphase gerade herrscht und wo die Planeten zu finden sind. Die Monatsthemen erläutern astronomische Phänomene und gehen auch auf aktuell diskutierte Fragen ein. Die Sternkarten dienen der schnellen Orientierung und zeigen den beobachtbaren Himmelsausschnitt für 50° nördliche Breite zur Standard-Beobachtungszeit (am Monatsersten um 23 Uhr MEZ, am 15. um 22 Uhr MEZ). Allen gelegentlichen Beobachtern daher wärmstens zu empfehlen. EF

Kosmos Himmelsjahr 2014, Hans-Ulrich Keller. Breitklappenbroschur. 288 Seiten, zahlreiche Farb-illustrationen. EUR 16,99 (D). Kosmos Verlag 2013. ISBN 978-3-440-13546-4.



Der Sternenhimmel 2014

Das Jahrbuch für Hobby-Astronomen

Mit über 3.000 Himmelsereignissen finden Hobby-Astronomen hier detailliertere Informationen als in jedem anderen Jahrbuch. Ausführliche Jahres- und Monatsübersichten und der tägliche Astro-Kalender liefern alle Angaben zu Sonne, Mond, Planeten und Sternen, die sich fortgeschrittene Himmelsbeobachter wünschen. Neu sind diesmal die Zeitangaben zur Sichtbarkeit des berühmten „Großen Roten Flecks“ auf dem Planeten Jupiter. Dieses bewährte Jahrbuch stellt eine Unzahl an Daten für den Beobachter bereit, nun auch in leicht überarbeitetem, gefälligen Layout mit farbigen Sternkarten und Grafiken sowie einem stabilen Papp-Einband. EF

Der Sternenhimmel 2014, Hans Roth. Laminiertes Pappband. 336 Seiten, SW- und Farb-illustrationen. EUR 29,99 (D). Kosmos Verlag 2013. ISBN 978-3-440-13548-8.



Star Trek - Catan

Eine Weltraum- und Star Trek - Variante des bekannten Spiele-Klassikers „Die

Siedler von Catan“. Dem entsprechend leicht ist es, ohne viel Regelstudium direkt mit diesem Spiel zu beginnen, wenn man das Original kennt. Im Großen und Ganzen wurden nur die Bezeichnungen und das Aussehen der einzelnen Spielelemente an das SF-Thema angepaßt. Statt Siedlungen gilt es, kleine und große Raumstationen zu bauen und die Straßen werden durch Raumrouten ersetzt, die durch nette kleine Enterprise-Modelle dargestellt werden. Als Rohstoffe dienen Dillithium, Tritanium, Nahrung, Sauerstoff und Wasser. Auch die Preise für den Bau von Stationen oder Schiffen sind ähnlich gestaffelt wie bei den Siedlern. Statt dem Räuber in der Wüste lauert hier ein klingonischer Bird of Prey im Asteroidenfeld in der Mitte der Spielfläche. Natürlich gibt es ebenfalls Entwicklungskarten, nur wurden die Ritter durch die Sternenflotte ersetzt. Die Handlungspunkte liegen nicht an der Küste, sondern an der Förderationsgrenze. Als einzige themenspezifische Ergänzung gibt es zusätzlich 10 Unterstützungskarten mit Persönlichkeiten aus dem Star Trek-Universum, die in bestimmten Spiel-Situationen Vorteile bringen.

Wie das Original ist es leicht und unterhaltsam zu spielen, mit netten Spielelementen und eingängigen Regeln. Beim Probe-Spielen mit unseren Kindern haben wir (wie üblich bei unseren Siedler-Spielen) den Klingonen weggelassen und damit eine potentielle Frust-Quelle ausgeschaltet. Auch nachdem der eigentliche Sieger seine 10 Siegpunkte erreicht hatte, wollten sie gar nicht mit dem Spielen aufhören. Für eine erwachsene Spielrunde ist der Klingone sicher ein zusätzliches unterhaltsames Element, das immer wieder überraschende Wendungen bringt und jede Eintönigkeit verhindert. Die Spieldauer beträgt etwa 1 ½ bis 2 Stunden und ist gerade richtig für einen Spieleabend oder -nachmittag mit den Kindern oder in einem Freundeskreis. Daher uneingeschränkt zu empfehlen für jeden Weltraum-Enthusiasten und/oder Star Trek-Fan. EF

Star Trek Catan, Klaus Teuber. Brettspiel im Karton 300 x 298 x 74mm (LxBxH), EUR 36,99 (D). Kosmos Verlag 2012. Art.-Nr.: 69481.

IMPRESSUM:

Weltraumfacts

Eigentümer, Hersteller und Medieninhaber:
Österreichische Astronomie- und Raumfahrtvereinigung (ÖARV)

Für den Inhalt verantwortlich: Franz Ehart

Redaktionelle Leitung: Franz Ehart

Übersetzungen: Franz Ehart

Lektorat: Herta Ehart

Autoren dieser Ausgabe:

EHART Franz, (EF), MÖLLER, Wolfgang A.

Erscheinungsweise: Von der Vereinszeitschrift *Weltraumfacts* werden 2013 in unregelmäßigen Abständen zwei Doppelausgaben erscheinen.

Manuskripteinsendungen: Artikeln, Beobachtungsberichte, eigene Fotos und Skizzen sowie sonstige Beiträge von Vereinsmitgliedern und Freunden werden gerne unentgeltlich veröffentlicht. Die Redaktion behält sich das Recht vor, gegebenenfalls Artikeln zu kürzen. Die Meinung der Autoren muß nicht mit der Meinung der Redaktion übereinstimmen!

Adresse: Redaktion *Weltraumfacts*, Ferdinand Weissgasse 3/3/4, A-2230 Gänserndorf, Österreich. Tel.: +43 (0)2282/2441

© 2013 by ÖARV, Alle Rechte vorbehalten.

Abdruck nach vorheriger Anfrage mit Quellenangabe gerne gestattet. Gerichtsstand ist Wien.

Redaktionsschluß für WF 1+2/2014 31.März 2014

Vorstand:

Ing. MSc.MBA Christopher Brandl, Obmann

Herta Ehart, Schriftführerin

Ing. Mag. Franz Ehart, Kassier

Rechnungsprüfer: Manfred Hettmer
Ing. Erwin Rössler

Kontaktmöglichkeiten:

über Redaktionsadresse (siehe oben) oder:

*Österreichische Astronomie- und
Raumfahrtvereinigung, c/o Christopher Brandl
Lampigasse 27/8, A-1020 Wien, Österreich*

Bankverbindung: Raiffeisen - Regionalbank
Gänserndorf, BLZ 32.092, Konto-Nummer
2.450.260, A-2230 Gänserndorf

Vereinszweck:

Die Österreichische Astronomie- und Raumfahrtvereinigung ist ein parteipolitisch unabhängiger Verein ohne Gewinnabsicht zur Förderung von Astronomie und Raumfahrt sowie von verwandten Gebieten. Es soll erstens die Beschäftigung der Vereinsmitglieder mit diesen Themen gefördert und unterstützt werden und zweitens durch Öffentlichkeitsarbeit in der Bevölkerung das Verständnis für und das Wissen über dieses Wissensgebiet verbessert werden.

Zur Förderung dieser Ziele soll unter anderem die vereinseigene Zeitschrift *Weltraumfacts* dienen.

••• Termine •••

⇒ ÖARV-Vereinstreffen: Samstag ab 16.00 Uhr im Cafe Heine, Heinestraße, Wien 2, Termine 1.Halbjahr 2014: 12.April, 14.Juni

⇒ ÖARV-Generalversammlung: Samstag, 29.März 2014, 16.00 Uhr im Cafe Heine, Heinestraße, Wien 2, eine gesonderte Einladung für Vereinsmitglieder folgt per Post

• 26.April 2014 - Teleskoptreffen am Oberleiserberg in NÖ,
Infos siehe: www.keltenbergsternwarte.at

• 26.- 28.September 2014 - 30.Internationales Teleskoptreffen (ITT),
auf der Emberger Alm in Kärnten, Infos: office@alpsat.at

••• Beobachtungsbericht •••

Mit seinem neuen Skywatcher Maksutov-Cassegrain hat unser Obmann Christopher Brandl gemeinsam mit Erwin Rössler bereits einige erfolgreiche Beobachtungsabende hinter sich. Das Gerät liefert auch in Stadtnähe schöne Bilder. Im folgenden eine Aufnahme von Jupiter, entstanden bereits am zweiten Beobachtungstag mit der neuen Ausrüstung. Diese hat sich als sehr kompakt und leicht bedienbar erwiesen, nur die Kälte machte zeitweise der Nachführung bzw. deren Stromversorgung zu schaffen. Neben dem Jupiter wurden M81, M82, M31, M42, M44, Mond, Uranus, Polaris als Doppelstern und Alcor/Mizar mit 2.Komponente beobachtet.



Daten zur Jupiter-Aufnahme:

Instrument: Skywatcher Maksutov-Cassegrain, Durchmesser 127mm (5"), Brennweite 1500mm mit Syncscan GOTO Steuerung

Kamera: CCD Kamera mit CMOS Sensor ohne Kühlung, ALCCD5L-II Color (QHY5-II)

Beobachtungsort: Parkplatz am Cobenzl, Höhenstraße Wien

Beobachtungszeit: 11.1.2014, 18.55 MEZ

Wetter: Seeing schlecht, Himmel wolkenlos, Temperatur +2°C

(Ein ausführlicher Erfahrungsbericht dazu wird in der nächsten Ausgabe der *Weltraumfacts* erscheinen)

Der Gaia Astrometrie-Satellit

Gaia ist der neueste Astrometrie-Satellit der ESA, ein Nachfolger des erfolgreichen Hipparcos. Gestartet wurde der Satellit am 19. Dezember 2013 mit einer Sojus-Fregat-Trägerrakete von Kourou aus. Gaia wird im L2-Punkt stationiert, bei etwa vierfacher Mondentfernung auf der sonnenabgewandten Seite der Erdbahn. Bei der Mission soll eine Milliarde Sterne vermessen werden.

Das wichtigste wissenschaftliche Ziel der Gaia-Mission besteht darin, mit Hilfe ihrer Sternmessungen den Ursprung und die Entwicklung unserer Heimatgalaxie, der Milchstraße, zu erforschen. Dazu soll Gaia mit bis dahin unerreichter Genauigkeit die Positionen, Entfernungen (Parallaxen) und Bewegungen (Eigenbewegungen, Radialgeschwindigkeiten) von ungefähr einer Milliarde Sternen bestimmen. Zusätzlich wird erwartet, daß Hunderttausende neue Himmelskörper aufgespürt werden, beispielsweise Planeten außerhalb unseres Sonnensystems oder Braune Zwerge. Innerhalb unseres Sonnensystems sollen Zehntausende von Asteroiden identifiziert werden.

Die nahezu kreisförmige Anordnung aus Solarzellen und Sonnenschirm mit einem Durchmesser von elf Metern dominiert das äußere Erscheinungsbild von Gaia. Der Sonnenschirm befindet sich an der Unterseite und besteht aus zwölf breiten Streben, zwischen denen beim Entfalten 48 dreieckige Flächen



Gaia vor der Milchstraße. Grafik: ESA/ATG medialab; background: ESO/S. Brunier.

aufgespannt werden. Über diesem „Sonnenschirm“ befindet sich ein Zylinder mit der Nutzlast. Der Satellit ist 3-Achsen-stabilisiert und wird seine langsame Rotation dazu nutzen, den durch das Gesichtsfeld laufenden Himmel kontinuierlich abzutasten. Nutzlast und Versorgungseinheit liegen während des wissenschaftlichen Betriebs stets im kühlenden Schatten des Sonnenschildes.

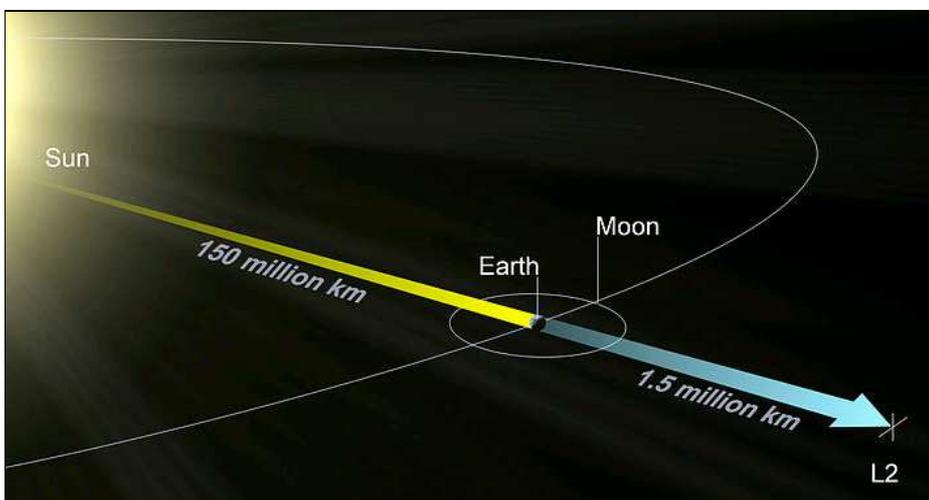
Gaia trägt drei wissenschaftliche Hauptinstrumente für astrometrische, photometrische sowie spektroskopische Messungen. Das Licht wird von zwei Teleskopen auf das Focal-Plane-Array gelenkt, auf denen zwei Primärspiegel im Winkel von 106,5 Grad zueinander montiert sind, die für ein großes Gesichtsfeld sorgen. Trotz der geringen Abmessungen des Raumflugkörpers, das Nutzlastmodul hat nur einen Durchmesser von 3,5 Meter, beträgt die effektive Brennweite der bei-

den Teleskope 35 Meter. Die Gesichtsfelder sind etwa 1,4 x 0,7 Grad groß, überdecken am Himmel also etwa die vierfache Fläche der Sonnenscheibe. Erfasst werden die Bilder von einem Feld von insgesamt 106 CCD-Detektoren mit einer Auflösung von je 4500 x 1966 Pixel. Zusammen haben die Kameras des Satelliten damit rund eine Milliarde Pixel.

Für die geplanten Messungen ist eine extreme Stabilität des Satelliten wesentlich. Es wurde daher Siliziumcarbid (SiC) als Baumaterial gewählt, ein keramisches Material zweimal so steif wie Stahl, ultraleicht und bemerkenswert widerstandsfähig gegen Temperaturveränderungen. Zur Minimierung von Vibrationen weist der Satellit praktisch keinerlei bewegliche Bauteile auf, sogar seine Antenne zur Kommunikation mit der Erde wird elektronisch statt mechanisch ausgerichtet. Da der übliche chemische Antrieb somit ausschied, wurde eigens für diese Mission zur genauen Lageregelung ein komplett neues, stickstoffbetriebenes Triebwerk entwickelt, dessen Kraft sich im Mikro-Newton-Bereich bewegt.

Gaia wurde von EADS Astrium gebaut. Die Bodenkontrolle und alle wissenschaftlichen Operationen werden vom Europäischen Raumflugkontrollzentrum (ESOC) in Darmstadt unter Verwendung der spanischen Bodenstation in Cebreros ausgeführt.

EF, Quellen: Astrium, ESA, Wikipedia.



Die Position des Lagrange-Punktes L2. Grafik: NASA/ESA.

