



Claude Niccollier in der Raumfähre Discovery über dem Zürichsee. Bild SpaceCenter EPFL

Raumfahrt

Von Raketen, Sonden und Astronauten

Raumfahrt

Als Raumfahrt bezeichnet man Reisen oder Transporte in oder durch den Weltraum. Der Übergang zwischen Erde und Weltraum ist fließend und wurde auf eine Grenzhöhe von 100 Kilometern festgelegt.

Man unterscheidet

- bemannte Raumfahrt, bei der Menschen die Reise in den Weltraum antreten – dazu sind zurzeit die USA, Russland und China in der Lage.
- unbemannte Raumfahrt, die Satelliten und Sonden in den Weltraum befördert und dort betreibt. Zu unbemannten Starts von eigenen Trägerraketen sind derzeit etwa zehn Länder und die Europäische Weltraumorganisation ESA fähig.

«Ich versuche meinen Kindern drei Werte zu vermitteln: Neugier, ohne die wir nichts Neues wagen würden; Hartnäckigkeit, ohne die unsere Ziele zum Scheitern verurteilt wären; Respekt, ohne den unsere Erfolge sinnlos wären.»
Bertrand Piccard

Vor 50 Jahren, am 4. Oktober 1957, erschütterte ein zaghaftes Piepsen die Menschen auf der ganzen Welt. Ein 83 kg schwerer künstlicher Begleiter (russisch: Sputnik) umkreiste zum ersten Mal unsere Erde: Die Weltraumfahrt war geboren. Schlag auf Schlag folgten die Entwicklungen. Ebenfalls 1957 umkreiste das erste Lebewesen, die Hündin Laika, unseren Planeten. 1961 folgte mit Yuri Gagarin der erste Mensch. 1959 landete die erste Sonde auf dem Mond, 1965 auf der Venus. 1969 folgte die erste bemannte Mondlandung. Heute ist die Weltraumfahrt ein nicht mehr wegzudenkender Bestandteil unserer Zivilisation. Wir empfangen Fernsehprogramme aus dem Weltall, wir wissen, wie der Saturn-Mond Titan aus der Nähe aussieht, wir schauen zu, wie sich Roboter auf dem Mars bewegen, Satelliten beobachten Stadtentwicklungen, Gletscherdimensionen und Anbauflächen, Astronauten umkreisen ständig unsere Erde auf der Internationalen Raumstation (ISS).

Ingenieure am Werk

Dazu beigetragen haben vor allem Ingenieure: Da war der Russe Zielkowsky, der die mathematische Raketengleichung herleitete. Der Amerikaner Goddard zündete erfolgreich die erste Flüssigbrennstoffrakete, erntete dafür aber nur Spott.

Der geniale Sergei Koroljev, den man nur den «Chefingenieur» nannte, war verantwortlich für das russische Raketenprogramm von Sputnik bis Sojus, und sein amerikanischer Gegenspieler Wernher von Braun war der Vater des Apollo-Mondlandeprogramms. Ganze Teams von Ingenieuren arbeiten auch heute weltweit an stärkeren, zuverlässigeren Raketen, an neuen Antriebssystemen, an Raumschiffen, die immer weiter in den Weltraum vorstossen können, und an Robotern, die dem Menschen im Weltall oft überlegen sind.

Fragen nach Herkunft und Zukunft

Mit der Erforschung des Weltraumes stellen sich Fragen nach unserer Herkunft – aber auch nach unserer Zukunft. Wir realisieren, dass die Menschen verglichen mit den Planeten und Sonnen erst kurz auf der Erde leben. Die Distanzen von Lichtjahren können wir uns kaum vorstellen. Die Weltraumfahrt beflügelt unsere Fantasie. Bereits reisen Touristen ins Weltall und zahlen dafür Millionen von Franken. Die Weltraumforschung treibt uns zu immer neuen technologischen Höchstleistungen, die dann in unserem Alltag weit über den eigentlichen Zweck Anwendung finden.

Dr. Kathrin Altwegg, Universität Bern

In dieser Ausgabe

- Kometensonde ROSETTA
- Mars Rover
- Biolab, ein Labor im Weltraum
- Luftdruck-Rakete bauen
- Ein Tag im Leben von Kathrin Altwegg
- So wird man Astronaut/in

Kometensonde ROSETTA



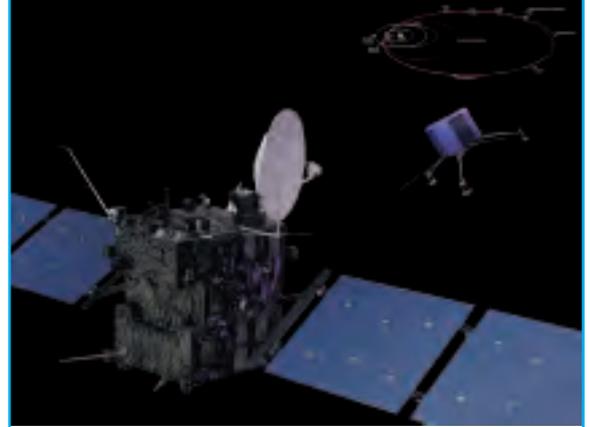
Am 2. März 2004 startete die europäische Kometen-Sonde ROSETTA zu ihrer langen Reise zum Rendez-vous mit dem Kometen Churyumov-Gerasimenko. Mehr als 10 Jahre wird sie brauchen, bis sie den Kometen 2014 eingeholt hat und neben ihm mitfliegen kann. Dreimal muss sie dabei bei der Erde Schwung holen, einmal beim Mars. Die etwa 27m³ grosse Sonde mit den 64m² grossen Sonnenzellen ist vollbepackt mit Instrumenten, die den Kometen erforschen sollen. Mit dabei sind Kameras, optische und Infrarot-Spektrometer, Geräte für die chemische Analyse des Staubs und des Eises des Kometen sowie der 100 kg schwere «Lander» Philae, der auf dem Kometen landen soll.

Der Lander Philae

Das Landen dürfte schwierig sein: Der Komet ist klein, sein Durchmesser beträgt nur etwa vier Kilometer, und seine Anziehungskraft ist entsprechend schwach. Zudem weiss man fast nichts über seine Oberfläche. Was seine Dichte betrifft, könnte man ihn mit ganz leichtem Pulverschnee vergleichen. Philae könnte also einfach im Schnee versinken. Es könnte aber auch eine harte Kruste haben, dann würde Philae wie ein Gummiball gleich wieder weggespickt. Für diesen Fall besitzt der Lander einen Anker, der sich auf dem Kometen festkrallt. Spannend wird es auf jeden Fall!

Kometen besitzen das älteste und am besten konservierte Material im Sonnensystem. Mit ihrer Erforschung will man dem Ursprung unseres Sonnensystems nachgehen: «Woher kommt das Wasser auf der Erde?» oder «Stammen die Grundbausteine der Organismen aus dem Weltall?».

Ein **Massenspektrometer** ist ein Gerät zur Trennung und Messung von Massen und Ladungen von Teilchen. **Prinzip:** Die Probe wird in Teilchen zersplittet, geladen und beschleunigt. Je nach Ladung und Masse werden die Teilchen wie von einem Magneten mehr oder weniger stark abgelenkt und erzeugen an verschiedenen Orten eines Detektors ein Signal. Die Signale ergeben ein Bild, das man auch **Spektrum** nennt. Daraus kann man die Zusammensetzung der Probe herleiten.



Rosetta, im Hintergrund der Lander Philae, Bild ESA

Das Messgerät ROSINA

Mit auf der Rosetta ist auch ein Experiment aus der Schweiz. Das Messgerät ROSINA (Massenspektrometer) soll die chemische Zusammensetzung des Kometen-Eises erforschen. Es wurde unter der Leitung der Universität Bern gebaut.

Noch ist es nicht soweit! Im Herbst dieses Jahres wird Rosetta zum 2. Mal zur Erde kommen. Schon jetzt sind allerdings Teams an der Uni Bern, beim europäischen Weltraumoperations-Zentrum und bei anderen Instituten daran, die eigentliche Messphase von 2014 bis 2015 vorzubereiten, damit keine Fehler geschehen und die Mission ein voller Erfolg wird.

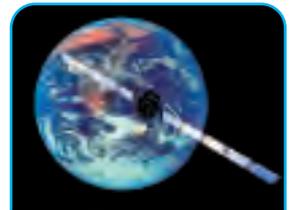
Dr. Kathrin Altwegg, Universität Bern

Information unter:

www.phim.unibe.ch/rosina/rosina.html und

<http://rosetta.esa.int/science-e/>

www.area/index.cfm?fareaid=13



Rosetta holt Schwung bei der Erde, Bild ESA

Schweizer Ingenieure entwickeln den europäischen Mars Rover

Gibt es Leben auf dem Mars? Bis heute konnten keine Anzeichen von Leben auf unserem Nachbarplaneten nachgewiesen werden. Zwar gleicht seine Oberfläche heute einer Wüste, doch steht fest, dass sie früher teilweise von Meeren bedeckt war. Also doch Leben auf dem Mars? Um diese Frage zu beantworten, plant die Europäische Weltraumorganisation (ESA) eine weitere Mission zum Mars, in deren Rahmen auch ein Rover mit wissenschaftlichen Instrumenten zum Einsatz gelangen wird.

Die Reise zum Mars

Der nächste Planet zur Erde ist je nach seiner Position im Sonnensystem zwischen 56 und 400 Millionen km von uns entfernt. Eine günstige Planetenkonfiguration gibt es im Jahre 2013 – dann soll die europäische ExoMars Mission ihren Anfang nehmen. Nach einer einjährigen Reise wird das Landemodul an einem Fallschirm die Marsoberfläche erreichen. In diesem Modul ist auch der Rover eingepackt, der sich nach der Landung selbständig auf die Fahrt durch das staubige Gelände machen wird.

Der Rover

Der Rover ist ca. 1,5m lang. Er verfügt über Solarzellenpaneele, die das Licht der Sonne in elektrische Energie umwandeln, die für den Antrieb und den Bordcomputer benötigt wird. Er besitzt sechs einzeln angetriebene metallische Räder sowie einen leistungsfähigen Bordcomputer, um selbständig Hindernissen auszuweichen und seinen Weg im schwierigen Gelände zu finden. Wenn der Rover den vorgesehenen Ort erreicht hat, wird ein spezieller Ausleger die Steine der Umgebung untersuchen und mittels eines Bohrers Proben bis zu einer Tiefe von 2m aus dem Boden holen. Dort wird er voraussichtlich Wasser-Eis antreffen und vielleicht auch Spuren von aktuellem oder früherem Leben.

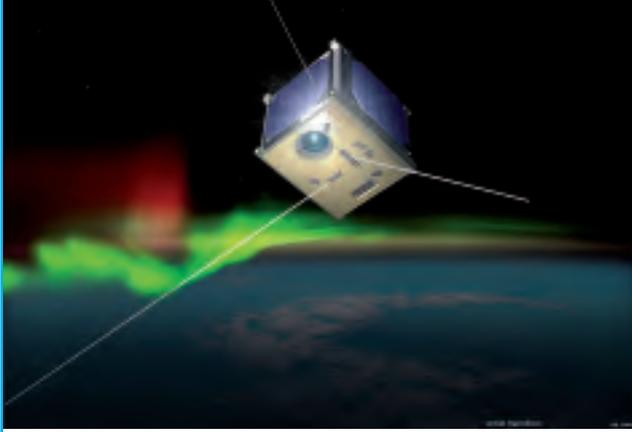
Vorbereitungen für die Mission

Ingenieure der Schweizer Firma Oerlikon Space AG, ehemals Contraves Space, entwickeln und testen zurzeit gemeinsam mit Partnern wie beispielsweise der ETH Zürich einen Prototyp des Mars Rovers in einem eigens dafür hergerichteten «Testbett», welches die komplexe Marslandschaft simuliert.

Stephane Michaud, Oerlikon Space AG



Der Mars Rover. Bild ESA



SwissCube in Aktion

Schweizer Picosatellit bald über unseren Köpfen?



Sauerstoff- und Stickstoff-Molekülen aufgenommen und als Licht verschiedener Farben ausgestrahlt, vor allem als Rot und Grün. Der Satellit wird sich auf das ausgestrahlte Licht zwischen Rot und Infrarot konzentrieren. Für die Beobachtung benutzt der Satellit einen speziellen Detektor, der Lichtteilchen zählt. So kann man sehr schwaches Licht nachweisen.

Solarzellen liefern die nötige Energie: für die Steuerung, für die Kommunikation mit der Erde, für den Bordcomputer und für viele weitere technische Einrichtungen. SwissCube saust mit einer Geschwindigkeit von sieben Kilometern pro Sekunde um die Erde. Er umrundet die Erde also 14 Mal pro Tag.

Verschiedene Studienrichtungen

Die Entwicklung und Umsetzung eines Projektes wie SwissCube fördert vielfältige Kompetenzen. Studierende aus verschiedenen Studienrichtungen arbeiten zusammen. Zum Beispiel aus Mikrotechnik, Elektrizität, Mechanik, Thermik, Informatik, Materialwissenschaften, Projektführung oder Kommunikation.

Heute arbeiten weltweit in rund sechzig Universitäten Studierende an Projekten mit Picosatelliten.

Dr. Maurice Borgeaud, EPFL

Informationen: <http://swisscube.epfl.ch>



Studierende an der ETH Lausanne arbeiten am Picosatelliten Swisscube

Etwa dreissig Studierende der ETH Lausanne arbeiten am ersten Picosatelliten mit Namen SwissCube. Nach der jetzigen Konstruktions- und Testphase soll SwissCube Ende 2008 in den Weltraum starten. Beteiligt am Projekt sind auch andere Hochschulen und die Schweizer Industrie. Die Forschungsarbeiten bieten den Studierenden die Möglichkeit, als zukünftige «Weltraumingenieure» wichtige Kontakte zu knüpfen. Sie dürfen ihre Projekte Experten der ESA und der Schweizer und Europäischen Weltraumindustrie präsentieren.

Etwas Neues in der Luft

Mit einer Trägerrakete, entweder mit einer europäischen Ariane oder einer russischen Sojus, wird der Würfel von 10cm x 10cm x 10cm auf die Umlaufbahn gebracht. Sobald er auf seiner Bahn ist, beginnt er mit der Erforschung eines besonderen Phänomens, das Airglow (Luftglühen, schwaches Leuchten) genannt wird. Es findet in den oberen Schichten der Erdatmosphäre in einer Höhe von rund 100km statt. Beim Airglow wird ein Teil der Sonnenstrahlen von

Biolab – ein Biologie-Labor im Weltraum

Am 6. Dezember 2007 wird das Weltraum-Biologie-Labor «Biolab» als Teil des europäischen Raumlabors «Columbus» mit dem Space Shuttle zur Internationalen Raumstation (ISS) befördert. Das etwa kühlschrankgrosse «Biolab» ist ein vollwertiges Forschungslabor im Miniaturformat. Die kompakte High-Tech-Anlage ist für biologische Experimente an Mikroorganismen, Zellen, Gewebekulturen sowie kleinen Pflanzen und Tieren eingerichtet. Dabei wird vor allem der Einfluss der Schwerkraft untersucht. Zur Ausstattung des Kompaktlabors gehören unter anderem Zentrifugen, ein Pipettierautomat zum Portionieren und Abgeben von Flüssigkeiten, Kühl- und Heizvorrichtungen sowie verschiedene Messinstrumente. Als besondere Spezialität wird das Biolab «Telescience-Möglichkeiten» bieten: Die Experimente können vom eigenen Kontrollraum auf der Erde aus vollautomatisiert über Funk gesteuert und überwacht werden.

Die Gruppe Weltraumbiologie der ETH Zürich ist führend in der Weltraumbiologie und für die biologischen Experimente auf der ISS (BIOTESC) verantwortlich.

Dr. Sonia Vadrucchi, www.spacebiol.ethz.ch



Biolab – ein kompaktes Hightech-Labor im Weltraum

Astronautennahrung der Zukunft

Es ist eine grosse technische Herausforderung, Raketen zu bauen, mit denen Astronauten den Mond oder auch den Mars besuchen können. Genauso wichtig wie ein funktionstüchtiges Raumschiff ist die Versorgung der Mannschaft mit Lebensmitteln. Nahrungsmittel für die Besatzung eines Raumschiffs werden heute noch auf der Erde zubereitet, verpackt und anschliessend auf den Flug in den Weltraum mitgenommen. Bleiben die Astronauten für längere Zeit in einer Raumstation, müssen zusätzlich Lebensmittel aufwendig mit Versorgungsflügen zur Station gebracht werden.

Gemeinsam arbeiten nun Forscher der Gruppe Weltraumbiologie, ETH Zürich und der Hochschule Wädenswil HSW an einer Technik, um Astronautennahrung im Weltraum herzustellen. Das Ziel des Projektes ist der Bau eines kompakten und autonom arbeitenden Systems zur Erzeugung einer Biomasse, die als Ausgangsprodukt für Teigwaren oder Gnocchis verwendet werden kann. Der Einbau einer solchen Anlage in ein Raumschiff könnte in der Zukunft dazu führen, dass weniger schwere, vakuumverpackte Lebensmittel in den Weltraum transportiert werden müssen.

Dr. Marcel Egli, www.spacebiol.ethz.ch

Die interaktive Seite

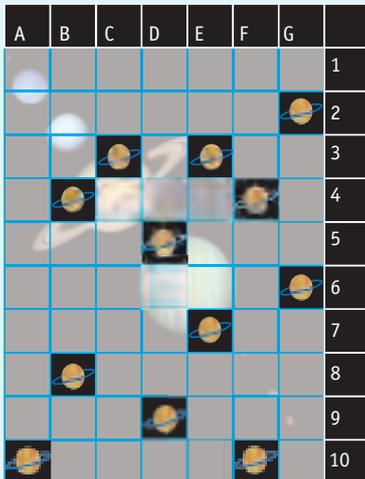
Teste dein Wissen, deinen Grips und dein Können!

SMS & WIN!



Kreuzworträtsel-Wettbewerb

Preise gestiftet vom Verkehrshaus der Schweiz: verkehrshaus.ch
2 Familieneintritte und 5 Einzelnintritte für ein Kind



Schicke das Lösungswort per SMS an die Nummer 079 281 01 62
Einsendeschluss: 30. November 2007

Horizontal: A1: Lösungswort A2: europäische Rakete. A3: in der Weltraumfahrt gebräuchliche Zeit (Universalzeit). A5: Kommunikationsmittel. A6: Mondprogramm. A7: Heim (engl.). A9: grosse Türe. B10: Europäisches Weltraumoperationszentrum in Darmstadt. C4: ist (franz.). C8: ...-Säure; Grundbausteine der Organismen. E5: Jasskarte. E9: flüssiges Fett. F3: das ... des Columbus. F7: Nullpunkt (Abk.).

Vertikal: A1: Thema des Technoscopes B1: Platz. B5: ...gäum, Erdferenster, Punkt einer Bahn im Weltall. B9: Umlaut. C1: ja (ital.). C4: zukünftige Europäische Mission zum Mars. D1: grösster europäischer Weltraumkonzern. D6: damit ist Armstrong auf dem Mond gelandet. E1: Abk. Technical Note. E4: Gegenteil von Berg. E8: grosse Sportorganisation. F1: Getränk. F5: für uns wichtigster Stern. G3: Internationale Raumstation. G7: jeder Planet hat zwei.

Gewinner des Wettbewerbs Technoscope 2/07

Miriam Meier, Davos Platz; Bernadette Spirig, Gersau; Marco Fernandez, Wyssachen; Gottwald Reinhard, Muttentz; Regula Dietler, Breitenbach; Federica Soldati, Davesco; Marco Keller, Kirchberg; Florian Käslin, Beckenried; Leo Schneider, Widnau; Patrick Vermot, Le Locle; Giorgia Luvini, Sonvico; Joshua Trunzman, Savosa; Prisca Chételat, Moutier; Lars Leuven, Fraubrunnen

ABC der Weltraumfahrt

- A** Astronaut, 1. amerikanischer Astronaut war John Glenn in einer Mercury Kapsel der NASA
B Baikonour, russischer Raumflugbahnhof
C Cape Canaveral, amerikanischer Raumflugbahnhof
D Delta IV, grösste heute verfügbare Rakete
E Erdanziehung, gilt es zu überwinden, wenn man ins Weltall hinaus will
F Fluchtgeschwindigkeit, Geschwindigkeit, die es braucht um sich aus der Anziehungskraft eines Planeten zu lösen.
G Gliese 581c: 1. erdähnlicher Planet
H Hydrazin, gebräuchlicher Treibstoff im Weltall
I Iridium Satelliten, Mobiltelefonie über Satelliten
J Jupiter, grösster Planet
K Kosmonaut, russischer Ausdruck für Astronaut
L LEM: Lunar Excursion Module, Mondlandefähre
M MIR, russische Raumstation
N Neptun, äusserster Planet
O Oort Wolke, «Aufbewahrungsort» der Kometen
P Pioneer 10 und 11, die ersten Raumsonden, die an Jupiter vorbei flogen
Q Quaoar, 1260 km grosser Zwergplanet, 850 Mio. km von der Erde entfernt
R Rosetta, europäische Kometenmission
S Saturn V, Rakete der Mondmissionen
T Titan III, amerikanische Rakete für Voyager
U Ulysses, Sonde um die Pole der Sonne
V Voyager 1 und 2, die zwei am weitesten von der Sonne entfernten Raumsonden, gestartet 1977
W Wernher von Braun, Vater der Apollo Missionen
X Planet X, hypothetischer 9. Planet ausserhalb von Pluto
Y Yuri Gagarin, 1. Kosmonaut, 1961
Z Zielkowsky, Erfinder der Raketengleichung

Quiz

- Welcher Raum hat weder Fenster noch Türen?
- Warum sind die Astronauten auf der ISS in der Schwerelosigkeit?
 - die Anziehungskraft der Erde ist null
 - die Anziehungskraft der Sonne ist null
 - die Anziehungskräfte und die Zentrifugalkraft heben sich auf
- Wie sieht die Flamme einer Kerze auf der ISS aus (Annahme: es hat genügend Sauerstoff)

Antworten Seite 6

Luftdruck-Rakete bauen

- Plastik-Flasche (1.5 l)
- 0.5 l Wasser
- Dicker Karton oder Laubsägeholz (leichtes Bal-saholz)
- Schere oder Laubsäge
- Luftpumpe mit Schlauch (Velopumpe oder Pumpe für Luftmatratze)
- Handbohrer (so dick wie der Schlauch der Luftpumpe)
- Korken, der in die Flasche passt
- Klebeband
- Knetmasse



Bohre ein Loch in den Korken und stecke den Schlauch der Pumpe hinein. Dichte wenn nötig mit Knetmasse ab. Fülle einen halben Liter Wasser in die Flasche und schliesse sie mit dem präparierten Zapfen. Zeichne 3 Flügelemente (Skizze) passend zur Flaschenform auf einen Karton oder das Laubsägeholz, schneide oder säge sie aus. Befestige sie so mit Klebeband an der Flasche, dass der Korken mit dem Schlauch nach unten schaut und den Boden nicht berührt. Stell deine Rakete im Freien, weit weg von Menschen, Häusern und Leitungen auf und beginn zu pumpen. Ist der Druck gross genug, wird der Korken herausgedrückt und die Rakete schiesst hoch in den Himmel. Am besten trägst Du für dieses Experiment einen Regenschutz.

Achtung – beuge dich während dem Pumpen nie über die Rakete!

Ein Tag im Leben von Kathrin Altwegg

«Sei offen und mutig, denn es gibt viele spannende Berufe, von denen du vielleicht nichts weisst», rät Kathrin Altwegg jungen Menschen. Sie weiss, wovon sie spricht. Sie ist Weltraumforscherin und hat bereits Mut bewiesen, als sie als einzige Frau ihres Jahrgangs das Physikstudium an der Uni Basel antrat.

Und wie kam sie zur Weltraumforschung? «Reiner Zufall», meint sie, «nach einem Aufenthalt in den USA mit meinem heutigen Ehemann suchten wir am geografisch gleichen Ort eine Stelle. Zufälligerweise war das in Bern möglich.» Er liess sich von einem Unternehmen anstellen, und sie fand eine Stelle als Assistentin an der Uni – in der Weltraumforschung!

Der Uni Bern ist sie treu geblieben und arbeitet heute als Professorin in der Abteilung für Weltraumforschung und Planetologie. Diese Abteilung befasst sich mit Projekten wie der Kometenstation Rosetta und dem mitfliegenden Detektor ROSINA. Dieser soll die Zusammensetzung des Kometenstaubes entschlüsseln. Vielleicht entdeckt man auch organische Substanzen, die Hinweise auf das beginnende Leben auf unserem Planeten geben können. Andere Projekte befassen sich beispielsweise mit Mars, Merkur, Sonnenwind und Meteoriten.

Ihr Tag beginnt morgens um sechs. Zuerst kümmert sie sich um den Haushalt. «Ich bin definitiv keine perfekte Hausfrau», lacht sie. Um halb acht fährt sie nach Bern. Über Nacht kommen viele Mails aus Amerika – diese erledigt die Professorin zuerst. Dann stehen Gespräche mit Diplomanden und Doktoranden auf dem Programm. Sie hilft Probleme lösen, schaut sich wissenschaftliche Daten an und befasst sich zusammen mit Ingenieur/innen mit technischen Knacknüssen.

Meist kontaktiert sie telefonisch oder per Mail auch die europäischen Partner und die ESA, beispielsweise um zukünftige Instrumentenoperationen im Weltraum zu koordinieren. Dazwischen erledigt sie administrative Arbeiten. Gleichzeitig ist sie für die Finanzen der Abteilung zuständig. Sie bereitet Vorlesungen und Vorträge vor. Gern und häufig referiert sie vor Schulklassen oder anderen interessierten Gruppen und macht Führungen im Institut.



Astrophysikerin Kathrin Altwegg

Auf dem Heimweg kauft sie oft noch schnell ein und kocht dann zusammen mit ihrem Mann das Nachtessen. Wenn die Zeit reicht, reiten sie anschliessend mit ihren beiden Pferden aus. Am Wochenende sind die Ausritte länger und häufig zusammen mit den beiden Töchtern.

Mit der 75%-Stelle bringt Kathrin Altwegg Familie und Beruf gut unter einen Hut. Sie erfüllt alle Faktoren, die erfolgreiche Persönlichkeiten ausmachen: Sie ist offen und trotzdem ganz sich selbst. Sie kann gut kommunizieren und ist kritik- und lernfähig. Sie mag sich selbst, ihre Arbeit und andere Menschen, insbesondere ihre Studierenden und Doktorierenden. Und sie bleibt nicht im Denken und Planen verhaftet, sondern handelt. Auf sie trifft der Satz «Ich mache nicht, ich bin!» ganz besonders zu.

Lebenslauf von Kathrin Altwegg

11.12.1951	Geboren in Balsthal, SO
1957–1970	Primarschule und Gymnasium mit A-Maturität in Balsthal und Solothurn
1970–1975	Universität Basel, Abschluss als Dipl. Physikerin
1976–1980	Dissertation in Basel in Experimentalphysik
1980–1981	PostDoc an der New York University, New York, USA in physikalischer Chemie
1982–1995	Assistentin an der Universität Bern, Abt. Weltraumforschung und Planetologie, Teilzeit
1985, 1987	Geburt der beiden Töchter
1996	Habilitation auf dem Gebiet der Physik des Sonnensystems
Seit 1996	Projektleiterin des ROSINA Projektes zum Kometen Churyumov-Gerasimenko
Seit 2001	Titularprofessorin

AHA

Warum haben Kometen einen Schweif?

Ein Komet ist ein kleiner Himmelskörper. In grosser Entfernung von der Sonne bestehen Kometen nur aus dem Kern, der hauptsächlich aus gefrorenem Wasser, Trockeneis, CO-Eis, Methan und Ammoniak sowie aus meteoritenähnlichen kleinen Staub- und Mineralteilchen besteht. Deshalb bezeichnet man Kometen häufig als «schmutzige Schneebälle».

In Sonnennähe verdampft Materie und bildet so eine diffuse neblige Hülle, die Koma. Zusammen bilden Kern und Koma den Kopf eines Kometen. Bestandteile der Koma werden durch Strahlungsdruck und Sonnenwind «weggeblasen», so dass sich ein Schweif, eigentlich sogar zwei Schweife bilden, die von der Sonne weg zeigen. Kometenschweife können bis 100 Millionen Kilometer lang sein. Der Weihnachtsstern war wahrscheinlich kein Komet, sondern eine besondere, seltene Ausrichtung von Planeten hintereinander.



Bild ESA

ESA

Die ESA (European Space Agency) wurde 1975 gegründet. Die Schweiz war eines der zehn Gründungsmitglieder. Heute gehören 17 Staaten zur Europäischen Weltraumorganisation mit Sitz in Paris (Frankreich). Die ESA betreibt eine Vielzahl von Projekten. Diese werden häufig in Kooperation mit anderen Raumfahrtagenturen durchgeführt.

Die Trägerraketen der ESA heissen Ariane, sie starten nahe dem Äquator in Kourou (Französisch-Guayana). Daneben wird für kleinere Nutzlasten die Trägerrakete Vega entwickelt.

www.esa.int

NASA

Die 1958 gegründete Nasa (National Aeronautics and Space Administration) ist die zivile US-Bundesbehörde für Luft- und Raumfahrt. Die Trennung zum militärischen Bereich der Luftfahrtforschung ist nicht klar, weil die NASA sowohl für die zivile als auch für die militärische Grundlagenforschung in der Luftfahrt zuständig ist. Die amerikanische Weltraumbehörde unterscheidet sich in diesem Punkt von der europäischen ESA, die nach Artikel II ihres Statuts ausschliesslich der zivilen Weltraumforschung dient und auch keine Luftfahrtforschung betreibt. Bemannte Raumfahrtprogramme der NASA: Mercury, Gemini, Apollo, Skylab, Space Shuttle, Internationale Raumstation (ISS), Constellation (in Planung).

www.nasa.gov



Als Touristin ins Weltall

Was vor einigen Jahren noch lediglich in Science Fiction Romanen vorkam, ist heute möglich. Wer genügend Geld hat, kann einen Weltraumflug buchen. Die aus dem Iran stammende Amerikanerin Anousheh Ansari besuchte beispielsweise am 18. September 2006 mit einem

Sojus-Raumschiff die ISS. Die beiden ersten Touristen auf der ISS bezahlten für ihre Reise rund 20 Millionen US-Dollar. Die amerikanische Firma Space Adventures plant, künftig in Kooperation mit Russland Flüge um den Mond anzubieten. Die Firma Bigelow Aerospace arbeitet an der Entwicklung eines Weltraumhotels. Dieses soll bis zum Jahr 2015 realisiert werden.

Wie wird man Astronaut/in?

- 1. Allgemeine Anforderungen:** Angehörige/r eines ESA-Mitgliedstaates, Alter zwischen 27 und 37 Jahren, Körpergrösse zwischen 153 und 190 cm, Englisch in Wort und Schrift, Hochschulabschluss in Naturwissenschaften, Technik oder Medizin, eine mindestens 3-jährige wissenschaftliche Berufserfahrung (Doktorat) oder Flugerfahrung als Test-, Militär- oder Linienpilot.
- 2. Medizinische Anforderungen:** Guter Gesundheitszustand seit der Kindheit. Wer sich bewirbt, muss verschiedene Tests unter anderem in Zentrifugen, Drehstühlen, Druckkammern und Flugzeugen bestehen.
- 3. Psychologische Anforderungen:** Logisches Denkvermögen, gutes Gedächtnis, Konzentrationsfähigkeit, räumliches Vorstellungsvermögen und manuelle Geschicklichkeit. Persönlichkeit: Grosse Motivationsfähigkeit, Flexibilität, hohe soziale Fähigkeiten und seelische Ausgeglichenheit.



Cosmorama – eine andere Raumfahrtausstellung

Die 700m² grosse, ungewöhnliche Ausstellung im zweiten Obergeschoss der Halle Luft- und Raumfahrt macht auf spielerische Art die Schwerelosigkeit im Weltraum zum Thema. Zahlreiche authentische Objekte, Modelle und Kunstinstallationen illustrieren die Geschichte der Raumfahrt, ihre Bedeutung für die Propaganda und für die Zusammenarbeit der Nationen. Zu den Attraktionen gehören eine Replika des Sputnik-Satelliten, ein begehrter Nachbau des europäischen ISS-Moduls «Columbus» in Originalgrösse und der europäische Forschungssatellit EURECA, der 1993 nach einem Jahr im Weltall wieder auf die Erde gebracht wurde. Verkehrshaus der Schweiz www.verkehrshaus.ch -> Museum -> Luftfahrt -> Cosmorama

Links

www.spacebiol.ethz.ch
Gruppe Weltraumbiologie der ETH Zürich
<http://space.epfl.ch>
Space Center der ETH Lausanne
www.phim.unibe.ch
Weltraumforschung Universität Bern
www.srv.ch.org
Schweizerische Raumfahrt-Vereinigung
www.issibern.ch
International Space Science Institut in Bern
www.sbf.admin.ch/htm/themen/weltraum_de.html
Staatssekretariat für Bildung und Forschung SBF, Weltraumangelegenheiten
www.dlr.de
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Schweizer im Weltall: Claude Nicollier

Viermal nahm der Waadtländer Astrophysiker und Pilot Claude Nicollier an einem Raumflug teil. Heute ist der erste Schweizer Astronaut Professor an der ETH Lausanne und wohnt in Houston, USA.



ESA Astronaut Nicollier in Aktion. Bild ESA

TechDay@KSL: Junge für Technik begeistern

Am 30. Oktober 2007 steht der normale Schulbetrieb an der Kantonsschule Limmattal (KSL) still. Schülerinnen und Schüler können stattdessen Vorträge, Diskussionsrunden und Experimente aus Wissenschaft und Technik wählen. Präsentiert werden die menüartigen Module von engagierten Schweizer Wissenschaftlern und Ingenieuren. Mit dieser Veranstaltung leistet die SATW einen nachhaltigen Beitrag zum Technikverständnis und hofft, junge Menschen für eine Laufbahn in Wissenschaft und Technik zu motivieren.

Wir danken

Verkehrshaus der Schweiz
www.verkehrshaus.ch

Impressum

www.satw.ch/technoscope

Kontakt

redaktion.technoscope@satw.ch

Konzept und Redaktion

Regula Zellweger,
Senarclens, Leu + Partner AG

Redaktionelle Mitarbeit

Prof. Dr. Kathrin Altwegg – von Burg, Universität Bern
Elisabeth McGarrity, Kollegium Brig
Giovanni Zamboni, SATW, Lugano

Fachliche Betreuung dieser Nummer

Prof. Dr. Kathrin Altwegg – von Burg, Universität Bern

Gestaltung

VISUM visuelle umrisse gmbh, Bern, www.visum-design.ch

Druck

Egger AG, Frutigen

Gratis Abonnement und Nachbestellungen

info@satw.ch
Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Seidengasse 16, 8001 Zürich
Telefon 044 226 50 11
Fax 044 226 50 19

Lösung des Rätsels von Seite 4

1. Weltall
2. c; Anziehungskräfte sind nie null; auf der Höhe der ISS (400km) überwiegt noch bei weitem die Anziehungskraft der Erde (~0.9 g). Da die Raumstation aber relativ schnell um die Erde kreist (ca. 90 Minuten pro Umdrehung), kompensieren sich Anziehungskraft und Zentrifugalkraft; d.h. auf die Astronauten wirkt keine Kraft mehr.
3. Beim Brennen einer Kerze verdampft Wachs und reagiert mit Sauerstoff aus der Luft. Dabei entstehen Wärme, Kohlendioxid, Wasserdampf und Russ. Beim Brennen einer Kerze auf der Erde steigen die warmen Verbrennungsprodukte durch Konvektion auf, da heisses Gas leichter ist als kaltes. Dadurch strömt kalte, sauerstoffreiche Luft von unten nach. Diese Luft wiederum reagiert mit dem Dampf des Wachses, was man an der heissen blauen Zone unten an der Flamme sieht. Der glühende Russ wird mit dem aufsteigenden, heissen Gas mitgenommen und produziert die gelbe Flamme.

In der Schwerelosigkeit (Voraussetzung: genügend Sauerstoff) verschwindet die Konvektion, da sich dann heisse und kalte Luft nicht mehr im Gewicht unterscheiden. Es gibt kein «oben» und «unten».

Dadurch kann auch nicht mehr kalte, sauerstoffreiche Luft nachfließen. Der Austausch der Luft erfolgt viel langsamer. Die Flamme ist deshalb halbkugelförmig und die Kerze brennt weniger hell. Dieses Experiment wurde unter anderem 1996 auf der Russischen Raumstation MIR durchgeführt.



Kerzenflamme in der Schwerelosigkeit. Bild NASA