Citizens' Space

Das Magazin zur **ESA**-Bürgerdebatte
Ausgabe 2016

Seien Sie dabei und diskutieren Sie mit uns über den Weltraum!

Auch hier oben ist unser Zuhause

Fiktion
Ein Tag ohne Satelliten

Arbeitsplätze, Landwirtschaft usw.
Die Raumfahrt in unserem Alltag

Vorsicht, zerbrechlich
Ein Blick auf unseren Planeten und seine Herausforderungen

Der Astronaut und der Abenteurer
Jean-François Clervoy und Raphaël Domjan

WIE ICH ROSETTA MEINEN KINDERN ERZÄHLT HABE – eine Bildgeschichte

Nehmen Sie teil an der Debatte: Einladung auf Seite 12.

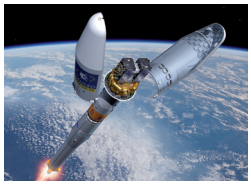
„Wir freuen uns auf Sie!“

Sehr geehrte Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Bürgerdebatte über die Raumfahrt in Europa, als ich von den 22 Mitgliedstaaten der ESA zum Generaldirektor gewählt wurde, habe ich den Wunsch geäußert, den Dialog mit allen Akteuren zu verstärken und das Thema Raumfahrt einem breiteren Publikum näherzubringen. Die Bürgerdebatte wird die Umsetzung dieser Erklärung, denn durch sie treten wir mit einer Vielzahl verschiedener Personen in ganz Europa in Dialog. Es handelt sich hierbei nicht um eine einfache Umfrage, sondern um einen echten Austausch, in dessen Rahmen wir uns die Fragen und Sorgen, aber auch die Erwartungen, Wünsche und Träume der Teilnehmerinnen und Teilnehmer anhören werden.

Über 2 000 Personen werden am 10. September dieses Jahres in den 22 ESA-Mitgliedstaaten zusammenkommen. Es wird eine große Premiere. Deshalb werden wir umso aufmerksamer zuhören, was Sie uns über den Weltraum in Ihrem Alltag und als Inspirationsquelle mitzuteilen haben. Ich bin wie alle anderen, die an der Vorbereitung dieses Ereignisses beteiligt waren, äußerst gespannt auf den Austausch und die Ergebnisse.
Ich möchte Ihnen herzlich danken, dass Sie an der Bürgerdebatte teilnehmen und so zur Gestaltung der Zukunft der Raumfahrt in Europa beitragen.

Jan Woerner
Generaldirektor der ESA.

4. Doppelinterview
Raphaël Domjan (Abenteurer) und Jean-François Clervoy (Astronaut)



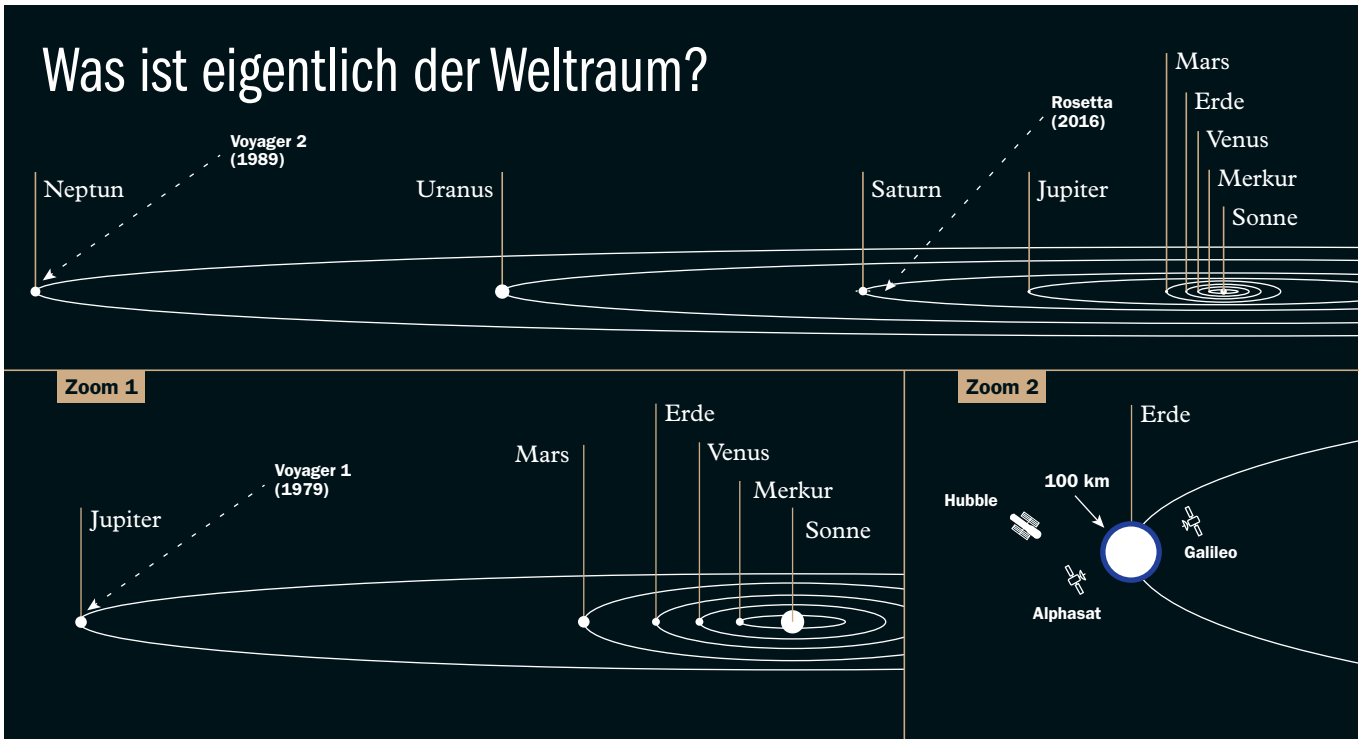
7. Wer ist dabei?
Staaten, Industrie, Bürger – 10 Akteure in einem (Welt)Raum

11. Mensch oder Maschine:
gemeinsam sind sie stark

15. Putzaktion:
Wie kann man die Raumfahrt sauberer gestalten?

22. Die große Frage
Warum wollen wir in den Weltraum? Antworten eines Experten

esa „*Citizens' Space*“ ist eine von Missions Publiques in Zusammenarbeit mit der ESA im Rahmen der Bürgerdebatte über die Raumfahrt herausgegebene Veröffentlichung. Verantwortlicher Redakteur: Yves Mathieu, Missions Publiques – Koordinierung der Zusammenarbeit und ESA-Team: Nathalie Meusy – Redaktion: Brigitte Bailleul – Beiträge zu diesem Magazin von: Erwan Dagorne, Nathalie Tinjod, Ariane Bouilly, Marion Mirailles. Creative-Commons-Lizenz: – Konzept und redaktionelle Koordinierung: Androids & Sheep – Grafisches Konzept und künstlerische Gestaltung: Denis Esnault. Titelblatt: „Reflections“ (Aufnahme Tim Peake, ESA-Astronaut) – ESA / NASA



Das Wort Weltraum bezeichnet alles, was sich in einer Höhe von mehr als 100 km oberhalb der Erde befindet. Es handelt sich dabei um ein Milieu, in dem sich Planeten, Himmelskörper, dunkle Materie und andere Bestandteile des Universums bewegen. Auch der Mensch hat hier seine Spuren hinterlassen: Seit Sputnik-1 im Jahr 1957 wurden 6 600 Satelliten in den Weltraum geschickt. 3 600 befinden sich immer noch in der Umlaufbahn, von denen 1 100 heute noch im aktiven Einsatz sind. Satelliten und Sonden dienen dazu, das Universum über das Sonnensystem hinaus zu erkunden (Hubble), das Sonnensystem zu erforschen (Rosetta), die Erde zu beobachten (Meteosat), Telekommunikations- (Alphasat) oder Navigationsdienste (Galileo) bereitzustellen oder die Grundlagenforschung zu unterstützen (LISA Pathfinder). Die am weitesten von der Erde entfernten künstlichen Objekte, die heute noch in Betrieb sind, sind die beiden Voyager-Sonden. Voyager-1 befindet sich nunmehr in einer Entfernung von 20 Mrd. Kilometern von der Erde.

Der Raumfahrtschrott in der Umgebung unseres Planeten wird ständig überwacht. So werden beispielsweise die Bahnen von 17 000 Objekten mit einer Größe von mehr als 10 cm verfolgt und man schätzt, dass rund 700 000 Trümmerteile von mehr als 1 cm Größe die Erde umkreisen. Seit Juri Gagarin im Jahr 1961 als erster Mensch im Weltraum war, haben über 550 Personen den Weltraum erleben können, von denen 18 während ihrer Mission ums Leben gekommen sind.

Seit Sputnik-1, 4 900 Raketenstarts,
550 Astronauten (60 Frauen und 490 Männer),
1 100 noch im Betrieb befindliche Satelliten

Denis Esnault - Sources : ESA, US Space Surveillance Network.

Jean-François Clervoy ist Mitglied des ESA-Astronautenkorps.

Der Öko-Abenteurer Raphaël Domjan leitet das Projekt SolarStratos.

„Das Abenteuer Raumfahrt steckt noch in seinen Kinderschuhen“

Ist die Weltraumexploration eine Chance für die Menschheit oder ist sie eher ein kostspieliges und sinnloses Unternehmen? Welchen Platz können private Firmen einnehmen? Was können wir tun, damit der Weltraum nicht zu einem riesigen Schrottplatz wird? Fragen ohne Umschweife an den Astronauten Jean-François Clervoy und den Abenteurer Raphaël Domjan.

WESHALB WENDET MAN ENORME SUMMEN FÜR DIE RAUMFAHRT AUF? ES GIBT SO VIELE UNERFÜLLTE BEDÜRFNISSE AUF DER ERDE ...

Jean-François Clervoy : Anders, als viele denken, liegen die für die Raumfahrt verwendeten Mittel weit unter denen, die man in Sektoren von unmittelbarem gesellschaftlichen Nutzen investiert. Durchschnittlich liegt das Raumfahrtbudget in Europa bei 12 Euro pro Kopf pro Jahr. Der Bildungshaushalt hingegen beläuft sich in Frankreich auf rund 1 000 Euro pro Kopf pro Jahr. Abgesehen davon haben unabhängige Studien gezeigt, dass Raumfahrttätigkeiten direkte und indirekte Einnahmen generieren, die weit über den eingesetzten Summen liegen. Insofern handelt es sich eher um Investitionen als Ausgaben.

Raphaël Domjan : Die Erschließung des Weltraums ist ein sehr nützliches Streben, um zum Beispiel unsere Kompetenzen, unser Wissen und unsere Technologien auszubauen, um auf dieser Grundlage umweltfreundlichere Techniken auf der Erde zu entwickeln. Außerdem gewinnen wir durch die Erforschung des Weltraums einen gewissen Abstand zu unserer Zivilisation. Wir leben in einer begrenzten Welt. Die Erschließung des Weltraums trägt dazu bei, das Bewusstsein für unseren Planeten zu stärken.

HAT DIE ERSCHLIESSUNG DES WELTRAUMS NOCH EINE ZUKUNFT? IST NICHT SCHON ALLES ENTDECKT WORDEN?

Jean-François Clervoy : Die Astronautik steckt nach gerade einmal 60 Jahren noch in ihren Kinderschuhen. Das Potenzial ist immens. Derzeit befinden sich lediglich 1 100 aktive Satelliten in der Umlaufbahn, während es in rund zehn Jahren mehrere Tausend sein werden, die allesamt den Menschen auf der Erde unmittelbar zugutekommen. Interplanetare Sonden lassen unsere Kenntnisse über unsere Herkunft und die Entwicklung des Weltalls exponentiell anwachsen. Das Streben nach Wissen ist eines der edelsten überhaupt und wird konkret im Rahmen internationaler Gemeinschaftsvorhaben verwirklicht. In den internationalen Beziehungen stellt es eine friedenserhaltende Maßnahme dar und ist zugleich eine Inspirationsquelle für junge Menschen, um sich für wissenschaftliche Themen zu interessieren und zu begeistern.

ESA - 2014 SolarStratos

Raphaël Domjan : Die geographischen Entdeckungen haben sich auf der Erde über mehrere Jahrhunderte erstreckt. Träumen wir mal ein bisschen: Wenn wir wollen, dass unsere Zivilisation überlebt, werden wir keine andere Wahl haben, als an einen anderen Ort zu gehen. Unter anderem, weil unser Stern, die Sonne, früher oder später schwächer werden wird. Das dauert natürlich noch ein bisschen. Aber wenn wir über diesen Zeitpunkt hinausgehen wollen, müssen wir eines Tages die Erde verlassen.

NACHDEM WIR SCHON DIE ERDE VERSCHMUTZT HABEN, TUN WIR NICHT GERADE DAS GLEICHE NUN AUCH IM WELTRAUM?

Jean-François Clervoy : Das Bewusstsein über das Risiko im Zusammenhang mit Raumfahrtschrott hat die Raumfahrtakteure dazu bewegt, keine neuen Trümmer mehr zu produzieren. Die Herausforderung ist heute, mit denen umzugehen, die noch aus den Anfängen des Raumfahrtzeitalters stammen.

WIRD SICH DER MENSCH IM WELTRAUM NICHT GENAUSO VERANTWORTUNGSLOS VERHALTEN WIE HIER AUF DER ERDE UND UNSERE WELTRAUMUMGEBUNG IN GEFAHR BRINGEN, INDEM ER ALLES MÖGLICHE ZU VERMARKTEN VERSUCHT?

Jean-François Clervoy : In einer nicht allzu fernen Zukunft wird es gewinnbringender und umweltfreundlicher sein, bestimmte außerirdische Ressourcen zu nutzen als die auf der Erde vorhandenen, ganz gleich, ob es sich um boden- oder weltraumgestützte Anwendungen handelt. Es gilt nunmehr, angemessene Regeln festzulegen und die nötigen Technologien zu entwickeln. Ich bin sicher, dass das noch in seinen Anfängen stehende Raumfahrtrecht für die Einhaltung guter Praktiken sorgen wird, wie es für die heutigen Raumfahrttätigkeiten bereits der Fall ist.

Raphaël Domjan : Wir hätten es gerne, dass die Ressourcen unseres Planeten der gesamten Menschheit gehören. Doch wir leben nun einmal in einem kapitalistischen System. Forschungsprojekte zu finanzieren oder in den Weltraum zu fliegen erfordert beträchtliche Mittel. Man mag es zwar bedauern, aber wirtschaftliche Motive können für die Innovation auch einen Motor darstellen.

IST DER WELTRAUM HEUTE NICHT IMMER NOCH DEN SPEZIALISTEN VORBEHALTEN, WO ES DOCH WÜNSCHENSWERT WÄRE, DASS ER ALLEN ZUGÄNGLICH IST UND DASS DIE GESAMMELTEN DATEN FREI ZUR VERFÜGUNG STEHEN?

Jean-François Clervoy : Wenn auch der Entwurf und die Errichtung von Raumfahrtkapazitäten weiterhin Sache von Fachleuten bleiben, so steht ihre Nutzung doch weitgehend allen Menschen offen. Die ganze Welt hat Zugang zur Satellitennavigation über Navigationsgeräte, zur Wettervorhersage, zum Satellitenfernsehen, zu Bildern der Erde aus dem Weltraum (wie z. B. Google Earth) oder zu weltweiten Telekommunikationsdiensten. Und all diese Dienste verwenden Raumfahrtkapazitäten.

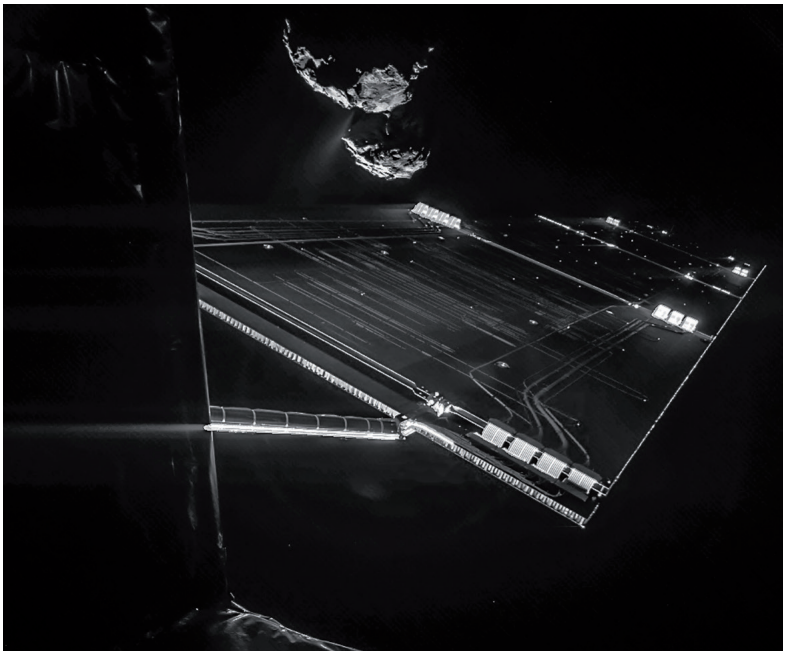
Raphaël Domjan : Es schockiert niemanden, wenn jemand mit seinem Segelschiff den Atlantik überqueren will. Eines Tages wird man vielleicht genauso selbstverständlich in den Weltraum fliegen. Um in einer Höhe von über 100 km zu fliegen, bedarf es keiner besonderen Genehmigung. Der Hinderungsgrund ist eher technischer oder finanzieller Art. Dennoch braucht man sicherlich einige Regeln.

HEUTE ENTSTEHEN IMMER MEHR PRIVATUNTERNEHMEN, DIE FÜR DIE RAUMFAHRT TÄTIG SIND. SIND (ZWISCHEN)STAATLICHE BEHÖRDEN HEUTE NOCH NÖTIG?

Jean-François Clervoy : Die für die Raumfahrt tätigen Privatunternehmen verdanken ihre Entstehung fast alle den von den Raumfahrtagenturen entwickelten Kenntnissen, Technologien und Programmen. Die Risiken im Zusammenhang mit den hierfür benötigten Energiemengen und den extremen Bedingungen des Weltraums werden anfänglich von diesen Agenturen getragen. Auch für künftige →

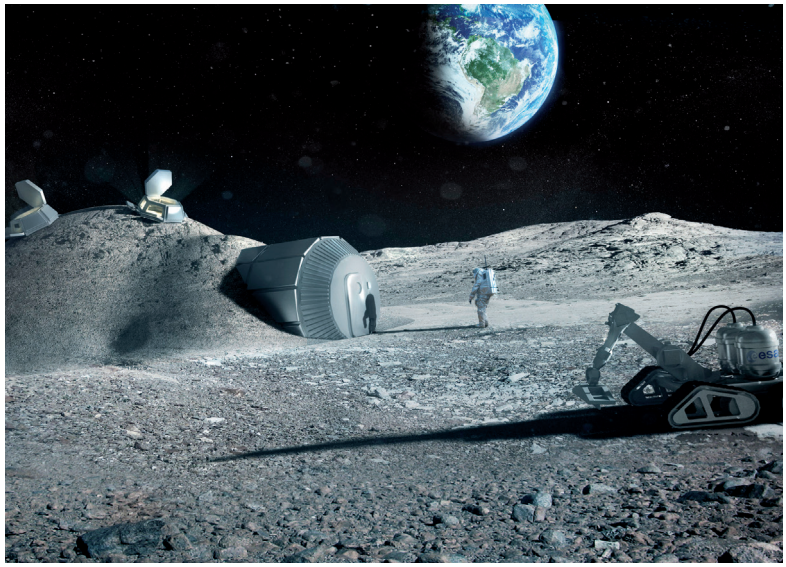
Mehr zum Thema

Informationen über das Projekt SolarStratos: http://www.solarstratos.com



ESA / Rosetta / Philae / CIVA

Selbstaufnahme von Rosetta - Ein „Selfie“ in 6,4 Milliarden Kilometern Entfernung von der Erde!



Projekt einer im 3D-Druckverfahren gefertigten Mondstation.

Jean-François Clervoy, 57 Jahre, ist Ingenieur, Mitglied des ESA-Astronautenkorps, Chef des Unternehmens Novespace und Autor. Er ist zweimal an Bord der Raumfähre Atlantis und einmal an Bord der Raumfähre Discovery geflogen. Insgesamt verbrachte er 675 Stunden im Weltraum.

Raphaël Domjan, 44 Jahre, ist „Öko-Abenteurer", Autor und Referent. Er hat die erste Weltreise in einem solarbetriebenen Schiff (PlanetSolar) initiiert und geleitet. An der Spitze eines internationalen Teams bereitet er das Projekt SolarStratos vor, das darauf abzielt, sich mit einem Solarflugzeug in die Nähe des Weltraums zu begeben. Die ersten Versuche hierfür werden 2017 stattfinden.

→ Programme werden sie ihre Rolle als Wegbereiter wahrnehmen. Sie übertragen anschließend die Projekte an den Privatsektor, sobald die Risiken unter Kontrolle sind. So entstand beispielsweise Arianespace aus dem von der französischen Raumfahrtagentur und der ESA entwickelten Ariane-Programm. SpaceX wiederum entwickelte sich dank des von der NASA geschaffenen ISS-Programms.

Raphaël Domjan : Die Raumfahrtagenturen sind sehr wichtig. Zwar werden es in naher Zukunft Privatunternehmen sein, die sich um Reisen in Erdnähe, in geostationärer oder erdnaher Umlaufbahn, kümmern. Doch bei allem, was über unseren Planeten oder unser Sonnensystem hinausgeht, werden die Raumfahrtagenturen bei der Erschließung des Weltraums weiterhin eine entscheidende Rolle spielen. Bei unserem Projekt war die Unterstützung durch die ESA bei den ersten Machbarkeitsstudien und der Weltraumforschung für die Akkumulatoren ausschlaggebend.

GLAUBEN SIE ALS „TERRESTRISCHER ABENTEURER", DASS DAS WAGNIS DER RAUMFAHRT HEUTE NOCH SINNVOLL IST? WAS ERWARTEN SIE DAVON?

Raphaël Domjan : Selbstverständlich. Zunächst einmal erwarte ich den Traum, die Erschließung des scheinbar Nutzlosen. Unser Wissensdurst, unsere Neugier, der Ausbau unserer Kenntnisse – all das hat uns zu dem gemacht, was wir heute sind. Es hat uns geholfen, zu begreifen, dass wir in einer begrenzten Welt leben, und es hat ein Bewusstsein für unseren Planeten in uns aufkeimen lassen.

WAS WAR IN DER RAUMFAHRT FÜR SIE DIE GRÖSSTE FREUDE BZW. DIE GRÖSSTE ENTTÄUSCHUNG?

Raphaël Domjan : Die größte Freude war es, einen Abend mit Buzz Aldrin, Edgar Mitchell und Charlie Duke zu verbringen. Wenn man einem Menschen die Hand schüttelt, der auf dem Mond gewesen ist, gewinnt man eine neue Perspektive. Diese Menschen sind wie Magellan oder Kolumbus für die Raumfahrt. Eine Enttäuschung? Wir waren in der Lage, auf den Mond zu fliegen, wir hatten Raumfähren. Doch wir haben vor diesen bemannten Flügen zurückgeschreckt. Es bleibt jedoch zu hoffen, dass die Erschließung des Weltraums, ähnlich wie Umwelt- und Klimaherausforderungen, die Völker zur Zusammenarbeit anregen wird.

Jean-François Clervoy : Für mich ist die größte Freude, dass die Raumfahrt der Menschheit die Möglichkeit gibt, Abstand zu ihrem eigenen Schicksal zu gewinnen. Wir leben auf einem begrenzten und einzigartigen Raumschiff, wahrscheinlich noch für viele Generationen. Die beste Chance für den Fortbestand der Menschheit ist es, weltweit zusammenzuarbeiten und in Harmonie mit der vielfältigen Natur zu leben, die uns umgibt. Denn das sichert uns angesichts der Entwicklung unserer Umwelt die besten Überlebenschancen auf der Erde. Meine größte Enttäuschung ist es, dass der Zugang zum Weltraum so begrenzt ist und nur wenige Menschen unseren Planeten in seiner Gesamtheit haben bewundern können.

WAS SIND IHRE GRÖSSTEN BEDENKEN?

Jean-François Clervoy : Es ist die Schwierigkeit, den Weltraum pädagogisch zu erklären. Er ist nicht greifbar, nicht sichtbar und nicht hörbar. Seine Problematik ist dem breiten Publikum schwer zu vermitteln. Doch künftige Informationstechnologien (3D – 360°) im Zusammenhang mit faszinierenden Projekten, die greifbar sind wie Solar Impulse, werden es jedem Einzelnen möglich machen, sich mit denkbaren Szenarien für eine nachhaltige Zukunft vertraut zu machen, was wir unter anderem weltraumgestützten Diensten zu verdanken haben.

Raphaël Domjan : Ich habe keinerlei Bedenken. Es ist alles eine Frage der Zeit. Solange wir eine Zivilisation sind, werden wir versuchen, weiter zu gehen, Grenzen zu überwinden und noch mehr zu entdecken. Dies ist schließlich ein menschliches Bedürfnis.

ESA / Foster + Partners

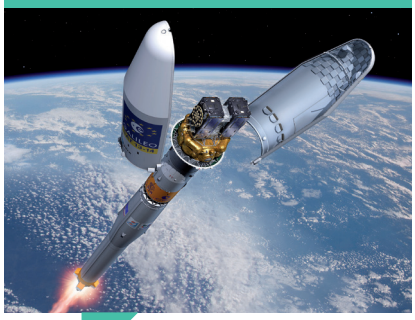
Wer „macht“ die Raumfahrt?

Die Erschließung des Weltraums erfolgt im Mehrspielermodus. Über unseren Köpfen sind viele Akteure aus verschiedensten Ländern tätig, unter anderem auch private. Um eine bessere Übersicht zu gewinnen, haben wir diese in zehn Kategorien eingeteilt.

1. Die Raumfahrtagenturen: Rund 70 Länder verfügen über eine nationale Raumfahrtagentur. Die wichtigsten sind: die NASA (USA), das DLR (Deutschland), die CSA (Kanada), die CNSA (China), das CNES (Frankreich), die ISRO (Indien), die ASI (Italien), die Jaxa (Japan) und Roskosmos (Russland). Die 1975 von 11 Ländern (Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Irland, Italien, Niederlande, Schweden, Schweiz, Spanien, Vereinigtes Königreich) gegründete Europäische Weltraumorganisation (ESA) ist die einzige zwischenstaatliche Struktur: Sie zählt heute 22 Mitgliedstaaten.

2. Die Vereinten Nationen: Die UNO verfügt über ein eigenes Büro für Weltraumangelegenheiten, das die internationale Zusammenarbeit für eine friedliche Nutzung des Weltraums fördert und bereits seit 1957 ein Verzeichnis der in den Weltraum gestarteten Objekte führt. Außerdem verfügt sie über einen Ausschuss für Weltraumtrümmer (im Rahmen des COPUOS) und über ein Programm zur Nutzung raumfahrtgestützter Informationen für Katastrophenmanagement und Notfallmaßnahmen (Spider).

3. Die Europäische Union (EU): Die Europäische Kommission koordiniert gemeinsam mit der ESA eine Raumfahrtpolitik, die vier Dimensionen bzw. Missionen umfasst: das Satellitennavigationssystem Galileo, das zivile Erdbeobachtungsprogramm Copernicus, die Weltraumexploration sowie die Forschung und Innovation in der Raumfahrtindustrie.



4. Der Verteidigungssektor: Die Streitkräfte, insbesondere der USA, Chinas, Frankreichs und Russlands, verfügen über Aufklärungssatelliten. Das Pentagon besitzt die X-37B, einen experimentellen Raumgleiter, dessen Mission geheim gehalten wird. China testete 2007 eine Waffe zur Satellitenabwehr.

5. Zwischenstaatliche Organisationen: z. B. die Europäische Südsternwarte (ESO), die als wichtiger astronomischer Akteur in Europa und mitsamt dem Aufnahmeland ihrer drei Observatorien, Chile, insgesamt 16 Mitgliedstaaten umfasst; die Internationale Telekommunikationssatellitenorganisation (ITSO) für die Bereitstellung öffentlicher Telekommunikationsdienste oder die Europäische Organisation für die Nutzung von meteorologischen Satelliten (EUMETSAT), die Satellitendaten und -bilder für die Wettervorhersage und Klimaforschung bereitstellt.

→

ESA photo / A. Le Floc'h - NASA - European Southern Observatory - ESA

6. Universitäten und Forschungslabore: Sie übernehmen die Grundlagenforschung und entwickeln das nötige Gerät für Raumfahrtmissionen. Viele Universitäten und Studieneinrichtungen weltweit bieten Studiengänge in Fächern des Raumfahrtsektors an.

Gebietskörperschaften: Auf nationaler Ebene gab die luxemburgische Regierung 2016 einen Aufruf an Unternehmen heraus, die an der kommerziellen Nutzung von Asteroiden und erdnahen Objekten* arbeiten. Auf regionaler Ebene zielt das NEREUS-Netz darauf ab, das Potenzial von Raumfahrttechnologien zum Nutzen der Bürger der in ihm vertretenen Regionen auszuschöpfen. Weitere Regionen schließen sich zu Kompetenzzentren zusammen, wie etwa das Aerospace Valley in Frankreich.

*siehe Glossar S. 18

8. Industrielle Akteure: Vom Bau von Raketen oder Satelliten bis zur kommerziellen Nutzung von Asteroidenerzen oder Satellitendaten, der Weltraum birgt auch industrielle und kommerzielle Möglichkeiten. Es handelt sich um einen Sektor im stetigen Wandel, der große Wachstumsperspektiven bietet und neue private Akteure anzieht.

9. Museen und Themenparks: Ihre Aufgabe ist es, Wissenschaft und Raumfahrt einem breiten Publikum näherzubringen. Ihre Rolle ist sehr wichtig, um die Raumfahrt und ihre Anwendungen bekannt zu machen und eine neue Generation von Wissenschaftlern zu inspirieren.

10. Zusammenschlüsse: Von lokalen Amateurastronomenvereinen bis zum Netz Universe Awareness, das die Astronomie nutzt, um Kindern auf der ganzen Welt das Thema Wissenschaft zu vermitteln, gibt es unzählige Vereinigungen, die sich mit dem Weltraum befassen.

Und nicht zu vergessen – die Bürger. Wenn sie sich für den Raumfahrtsektor interessieren, können sie auch auf demokratische Weise Einfluss auf seine Zukunft nehmen.

Traveloscopy - Euro Space Center - UNAWE

Die Raumfahrt: allgegenwärtig in unserem täglichen Leben

Unser Leben wurde durch die Entdeckungen und Anwendungen, die aus der Erforschung des Weltraums hervorgegangen sind, stark verändert.

❶ Personentransport.
Die Satellitennavigation hat sich in den letzten Jahren stark verbreitet. Sie ist ein praktisches Hilfsmittel für Autofahrer, Wanderer und Touristen. Sie macht es außerdem möglich, die Wartezeit bis zum nächsten Bus anzugeben oder die Sicherheit zu verbessern, dadurch dass mit ihrer Hilfe Piloten über die Sichtverhältnisse an ihrem Zielflughafen informiert werden können.

❷ Logistik.
Zu Lande helfen Raumfahrtanwendungen, Lieferfahrten zu optimieren, auf dem Wasser werden sie genutzt, um den Schiffsverkehr zu überwachen.

❸ Landwirtschaft.
In mehr und mehr landwirtschaftlichen Fahrzeugen dienen Navigationssysteme dazu, präziser zu arbeiten, um bei einem verringerten Verbrauch (Kraftstoff, Wasser, natürliche Ressourcen, chemische Produkte) mehr zu ernten.

❹ Dienstleistungen.
Die Nutzung von Satelliten hat Internet-, Rundfunk- und Meteorologiedienste wesentlich verbessert. Außerdem hat sie die Verbreitung von Telemedizin und Fernbildung ermöglicht.

❺ Arbeitsplätze.
Schätzungen zufolge stellt der europäische Raumfahrtsektor dank der Zusammenarbeit zwischen Industrie, nationalen Raumfahrtagenturen, der EU und der ESA 38 000 direkte Arbeitsplätze bereit. Hinzu kommen die Arbeitsplätze im Bereich der Satellitendatenverarbeitung für terrestrische Anwendungen.

Denis Esnault

ESA

Ein Stück Raumfahrttechnik im Alltag

Raumfahrtagenturen und Industrie arbeiten täglich an der Umsetzung ihrer Programme. Doch sie übertragen ihre Technologien auch an zivile Unternehmen.

Was haben ein Airbag, ein Solarmodul und ein Fitnessgerät gemeinsam? Antwort: Sie haben alle potenziell von den Fortschritten der Weltraumforschung profitiert.

Technologien voranzutreiben, ist eine der sekundären Aufgaben von Raumfahrtakteuren. Nehmen wir einmal das Beispiel der ESA. Wenn sie auch nicht dazu berufen ist, ihre Dienste zu kommerzialisieren, so kann sie dennoch nach Abschluss der Forschungs-, Entwicklungs- und Qualifizierungstätigkeiten die Verantwortung für Projekte an Dritte übertragen. Dabei kann es sich um zwischenstaatliche oder private Organisationen handeln. Diese übernehmen dann Fertigung und Einsatz. So z. B. EUMETSAT im Bereich der Wettervorhersage, Arianespace bei den Startdiensten sowie Eutelsat und Inmarsat in der Telekommunikation. Große Konzerne wir Airbus Defence and Space oder Thales Alenia Space schaffen weiterhin hochqualifizierte Arbeitsplätze. Doch es entwickeln sich auch zahlreiche kleine und mittlere Unternehmen und Industriebetriebe in diesem Sektor. Die ESA legte den Akzent auf das Unternehmertum, indem sie in zwölf Gründerzentren in ganz Europa, die ESA Business Incubation Centers (BIC), investiert.

144 Unternehmen, 800 Arbeitsplätze

Diese Strukturen begünstigen die Unternehmensgründung und begleiten junge Unternehmen, deren Geschäftsmodell auf der Nutzung von Raumfahrttechnologien oder -systemen in raumfahrtfremden Märkten beruht. Seit zehn Jahren wurden 144 Unternehmen gefördert, wodurch 800 neue Arbeitsplätze entstanden (2014). Unter ihnen EATOPS, ein Unternehmen, das Geräte und Systeme zur Überwachung von Installationen zur Erdöl- und Gasförderung anbietet. GIAURA wiederum will das CO2 in der Atmosphäre auf die gleiche Art einfangen, wie dieses Gas in einem Raumfahrzeug recycelt wird.

Das Programm läuft über ein europäisches Netz von Technologiemakler, die aus 14 Mitgliedstaaten stammen. Darunter Umbilical Design in Schweden, Tech2Market in Frankreich und Tecnalia in Spanien, um nur einige zu nennen. Am Ende der Kette stehen Unternehmen, die Technologien aus der Raumfahrt auf sehr verschiedenen Märkten kommerzialisieren: von Karbonbremsen im Automobilsektor, über Ausrüstungen im Behindertensport bis hin zu Funktionskleidung und Herzfrequenzmessern.

Zivil oder militärisch?

Die NASA ist die wichtigste nationale Raumfahrtbehörde der Welt und das amerikanische Verteidigungsministerium der größte Satellitenbetreiber. Davon profitiert die amerikanische Raumfahrtindustrie, denn über 90 % ihres jährlichen Umsatzes entfallen auf staatliche Aufträge. Im Gegensatz dazu erzielt die europäische Raumfahrtindustrie über 40 % ihres Umsatzes mit kommerziellen Partnern. Das europäische Raumfahrtprogramm dient ausschließlich friedlichen Zwecken. Dennoch betrachten Frankreich, Italien, Deutschland und das Vereinigte Königreich die Raumfahrt als Bestandteil ihrer Verteidigungsinfrastruktur. So dienen die beiden französischen Pléiades-Beobachtungssatelliten sowohl zivilen als auch militärischen Zwecken.

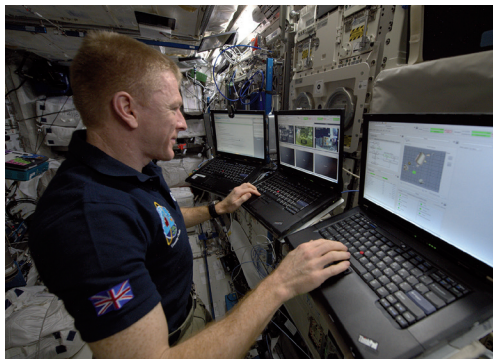
Mensch oder Roboter: Wer wagt es zuerst?

Liegt die Zukunft der Weltraumforschung in der Hand der Menschen oder der Maschinen? Diese Frage ist so alt wie die Science-Fiction-Literatur. Heute stellt sie sich auch in der realen Welt.

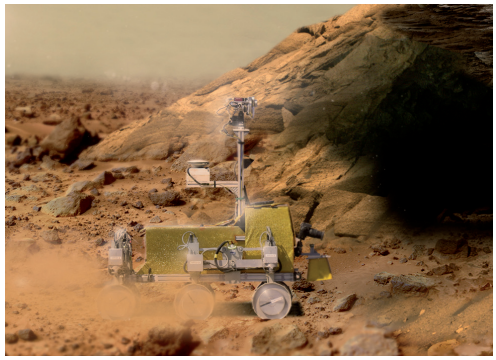
In weniger als 60 Jahren entsandte der Mensch über 150 Sonden und Explorationsroboter in das Sonnensystem. Die 1977 von der NASA gestartete Sonde Voyager-1 ist das am weitesten von uns entfernte heute noch in Betrieb befindliche Objekt im Weltraum. Sie befindet sich in sage und schreibe 20 Milliarden Kilometern Entfernung von der Erde. Vier Explorationsfahrzeuge oder Rover landeten erfolgreich auf dem Mars. Zwei von ihnen sind heute noch in Betrieb: Opportunity und Curiosity. Im gleichen Zeitraum erlebten 550 Frauen und Männer aus 41 Ländern den Weltraum hautnah. Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen sind 18 von ihnen nie zurückgekehrt. Die Astronauten der Mission Apollo-1, der Challenger (bei ihrem Start 1986) und der Columbia (bei ihrer Rückkehr auf die Erde 2003) bezahlten ihre Weltraumambitionen mit dem Leben.

Der Mensch: zäh und verletzlich zugleich

Und genau deshalb ist der Blick des Menschen so wichtig. Die Erfahrung des Astronauten Harrison H. Schmitt erwies sich als äußerst kostbar für die Mondmission Apollo-17, als es galt, 110 kg geologische Proben zu identifizieren und zu sammeln. Wir sind in der Tat flexibel, effizient, zur Anpassung und zur Initiative fähig, doch wir haben auch eine enorme Schwäche: die Anfälligkeit des menschlichen Körpers. Denn der Weltraum ist ein lebensfeindliches Umfeld: extreme Druck- und Temperaturverhältnisse, Strahlung, fehlende Schwerkraft, kein Sauerstoff usw. Um dort zu leben und zu arbeiten, braucht der Mensch spezielle Fahrzeuge und Überlebenssysteme und muss mit Nahrung, Wasser, Kraftstoff, Ersatzteilen und vielem mehr versorgt werden. Diese Logistik ist wesentlich kostspieliger als die Entsendung einer Explorationssonde, auch wenn der Menschen in der Lage ist, bestimmte Reparaturen vorzunehmen.



Tim Peake (oben), wie er den Rover Bridget (unten) lenkt.



In der Praxis erweist sich ein Zusammenspiel von Mensch und Maschine als die beste Lösung. „Sonden sind die unverzichtbare Vorhut für die Entsendung von Menschen auf einen Planeten. Dennoch ist klar, dass die Ausbeute bei einer bemannten wissenschaftlichen Explorationsmission dank der Kapazität des Menschen, schnell Entscheidungen zu treffen, wesentlich größer ist“, so ESA-Astronaut Thomas Pesquet. Ohne gleich auf dem Mars landen zu wollen, wäre allein schon die Präsenz von Astronauten in seiner Umlaufbahn sehr nützlich, da sie von ihrem Raumfahrzeug aus einen Rover an der Marsoberfläche ohne kommunikationsbedingte Verschiebung in Echtzeit steuern könnten.

ESA

Hallo Houston? Hier Hawaii

Bei Missionssimulationen werden auf der Erde die Bedingungen einer Weltraummission nachgestellt. In einer entlegenen Region, abgeschnitten von der Außenwelt, wird das Innere eines Raumfahrzeugs oder einer Marsstation nachempfunden. 2010-2011 wurde im Rahmen von Mars500 eine Hin- und Rückreise zum Mars simuliert: 520 Tage war die russisch-chinesisch-europäische Besatzung „unterwegs“, davon 30 auf der Oberfläche des Planeten. Die NASA wiederum finanziert Hi-Seas, eine Missionssimulation an den Hängen eines Vulkans auf Hawaii.

Im ewigen Eis

Die ESA ist Partner der Antarktis-Basis Concordia, einer französisch-italienischen Forschungsstation am südlichsten Ende der Erde. Höhe: 3200 m, durchschnittliche Außentemperatur: -50 °C, keine Sonne während der vier Wintermonate – „ideale“ Bedingungen, um in Vorbereitung auf langfristige Raumflüge die Auswirkungen der Isolation auf multikulturelle Teams zu untersuchen (Psyche, Gesundheit, Schlaf).

Mehr **zum Thema**

Auf der Website der Cornell University ist ein spannender Artikel von Ian A. Crawford über den Mythos der Effizienz von Robotern in der Weltraumforschung zu lesen. Ihm zufolge sind bemannte Missionen aussagekräftiger als robotische (zum Download im pdf-Format): http://bit.ly/1UARWz0

Seien Sie dabei und diskutieren Sie mit uns über die Raumfahrt!

Am 10. September sind Sie vielleicht eine/r der 2 000 Teilnehmerinnen oder Teilnehmer an der Bürgerdebatte über die Weltraumexploration. Ein jeder ist herzlich willkommen. Wenn Sie dabei sein möchten, finden Sie hier die Anleitung dafür.

Es ist eine Premiere: Die Diskussionsrunden finden simultan in den 22 ESA-Mitgliedstaaten statt. Jede Debatte wird rund hundert Personen einen Tag lang zusammenbringen. Zur Teilnahme sind keine besonderen Vorkenntnisse erforderlich. Wer auch immer uns seinen Standpunkt mitteilen möchte, ist herzlich eingeladen.

Damit ein einfacher und angeregter Austausch möglich ist, werden die Diskussionen in Kleingruppen geführt. Sie brauchen nicht etwa einen Vortrag vor 100 Personen zu halten. Ziel ist auch nicht, zu überzeugen oder unbedingt einen Konsens zu erreichen. Die Debatte soll vielmehr eine Bürgermeinung hervorbringen, die die Vielfältigkeit der verschiedenen Standpunkte widerspiegelt. Organisiert wird das Ereignis von der ESA mit der Unterstützung von Missions Publiques (Paris).

Das vorliegende Magazin dient als Vorabinformation für die Debatte. Am Tag selbst werden zudem Videos gezeigt, um die Diskussionen anzuregen. Die Fragen, die den Teilnehmern unterbreitet werden, wurden von einem fachübergreifenden Komitee von ESA-Sachverständigen ausgearbeitet.

Den Bürgern mehrerer Länder zugleich das Wort zu geben, ist ein ganz neues Konzept. Eingeführt wurde es 2009 durch das DBT – Danish Board of Technology (World Wide Views). Missions Publiques hatte gemeinsam mit dem DBT eine Bürgerdebatte im Vorfeld des internationalen Klimagipfels (COP21, Dezember 2015, Paris) veranlasst und koordiniert. Dabei haben 10 000 Teilnehmer aus 76 Ländern von den fünf Kontinenten zur Bildung der Bürgermeinung beigetragen, die den Verhandlungsführern der 196 Regierungen vorgelegt wurde.

„Für mich steht der Weltraum für Entwicklung und die Entdeckung neuer Horizonte."
Jan (Tschechische Republik)

„Für mich hat der Weltraum etwas Beunruhigendes, deshalb möchte ich auch mehr darüber erfahren."
Julie (Norwegen)

„Den Weltraum nutzen, wenn es erlaubt ist, warum nicht? Wir leben in einer freien Welt."
Martin (Schweden)

„Der Weltraum bietet unendlich viele Möglichkeiten."
Liláná (Ungarn)

„Der Weltraum? Das ist für mich etwas völlig Unbekanntes."
Chiara (Italien)

„Der Weltraum: Entwicklung, Zukunft und Zusammenarbeit."
Sabine (Dänemark)

„Ich habe Angst, dass die Raumfahrtprogramme zu militärischen Zwecken genutzt werden könnten." **Thor Oona (Schweiz)**

„Die Ressourcen aus dem Weltraum nutzen? Ich sehe darin kein Problem."
Andrzej (Polen)

Philip Schnurr - Gábor Huszti - Federico Tribbioli

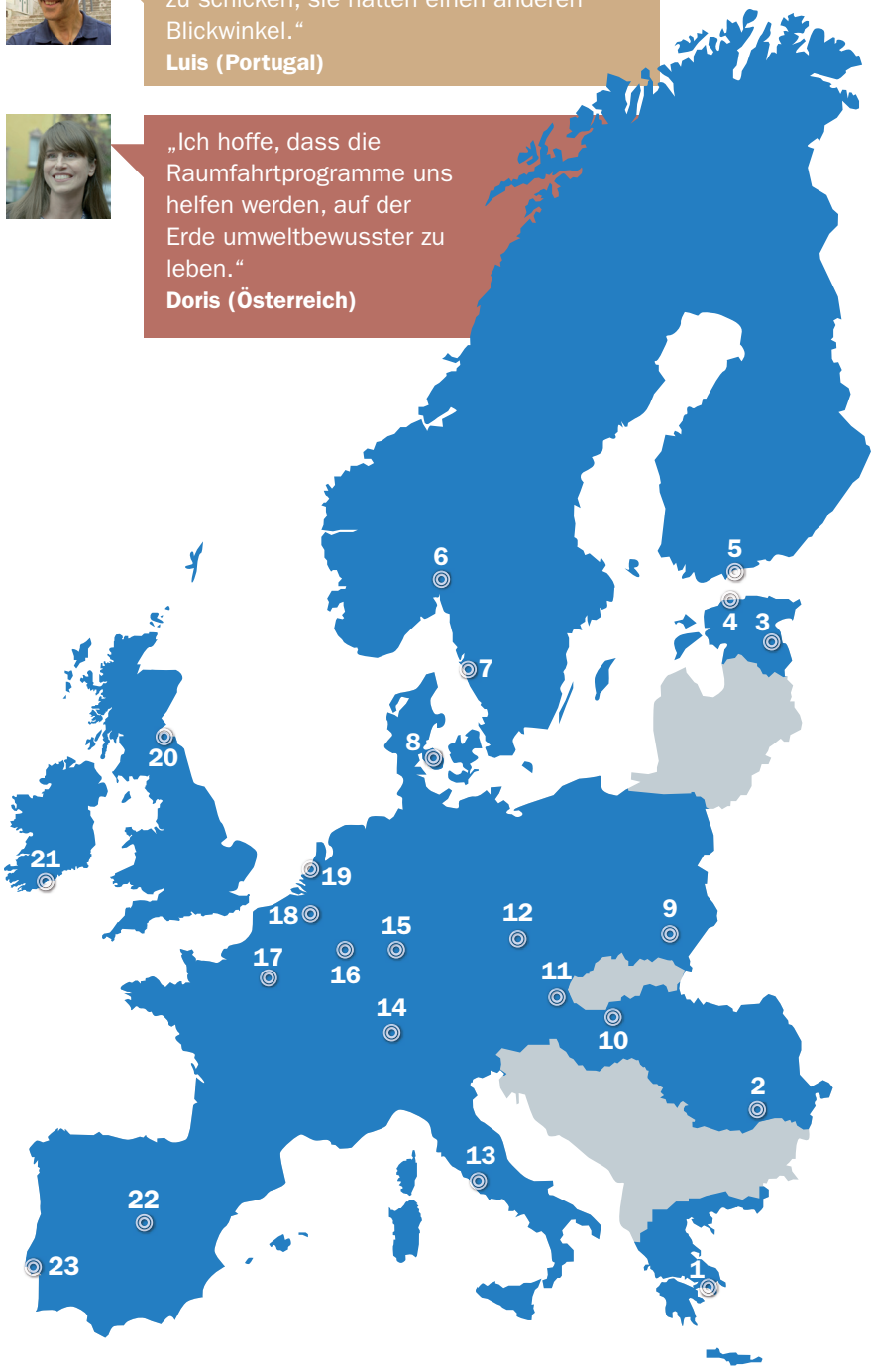
22 Länder für 23 Debatten

1. Griechenland – Athen (Corallia & si-Cluster) **www.corallia.org** & **www.si-Cluster.gr**
2. Rumänien – Bukarest (The Romanian Space Agency ROSA) **www.rosa.ro**
3. Estland – Tõravere (Enterprise Estonia - EAS) **www.eas.ee**
4. Estland – Tallinn (Enterprise Estonia – EAS) **www.eas.ee**
5. Finnland – Helsinki (Kupla Productions Oy Ltd) - **www.kupla.com**
6. Norwegen – Oslo (Norwegian Space Centre) **www.romsenter.no**
7. Schweden – Göteborg (Pernilla Warberg Consultant Limited Company) **www.pernillawarberg.se**
8. Dänemark – Odense (Coworking Odense) **www.coworkingodense.dk**
9. Polen – Rzeszów (Technology Transfer Centre Cracow University of Technology) **www.transfer.edu.pl**
10. Ungarn – Budapest (ORION Space Generation Foundation) **www.spacegeneration.hu**
11. Österreich – Wien (ICCR FOUNDATION) **www.iccr-foundation.org**
12. Tschechische Republik – Prag – Prague (Technology Centre CAS) - **www.tc.cz**
13. Italien – Rom (ISINNOVA – Institute of Studies for the Integration of Systems) **www.isinnova.org**
14. Schweiz – Luzern (Swiss Space Center - SSC) - **www.space.ethz.ch**
15. Deutschland – Darmstadt (nexus Institute for Cooperation Management and Interdisciplinary Research) **www.nexusinstitut.de**
16. Luxemburg – Luxemburg (4motion) **www.4motion.lu**
17. Frankreich – Paris (Missions Publiques) **www.missionspubliques.com**
18. Belgien – Brüssel (Missions Publiques) **www.missionspubliques.com**
19. Niederlande – Noordwijk (LEI Wageningen UR) - **www.wageningenur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/LEI.htm**
20. Vereinigtes Königreich – Edinburgh (Keep Scotland Beautiful) **www.keepscotlandbeautiful.org**
21. Irland – Cork (Camden Palace Hotel Community Arts Centre) **www.camdenpalacehotel.org**
22. Spanien – Madrid (Knowledge Innovation Market - KIM) **www.kimglobal.com**
23. Portugal – Lissabon (Ciência Viva) **www.cienciaviva.pt**

„Ich habe Angst, dass einige Wenige den Weltraum beherrschen, ohne uns nach unserer Meinung zu fragen."
Dimitri (Griechenland)

„Es wäre gut, Künstler in den Weltraum zu schicken, sie hätten einen anderen Blickwinkel."
Luis (Portugal)

„Ich hoffe, dass die Raumfahrtprogramme uns helfen werden, auf der Erde umweltbewusster zu leben."
Doris (Österreich)



DR

Columbus, das europäische Weltraumlabor

Das Weltraumlabor Columbus ist ein Modul von 7 m Länge und 4,5 m Durchmesser, das vom Columbus-Kontrollzentrum der ESA am Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen aus gesteuert und betrieben wird. Während der ersten fünf Jahre seines Einsatzes wurden an Bord des Labors über 110 Experimente im Auftrag von mehr als 500 europäischen Wissenschaftlern durchgeführt. Columbus dient hauptsächlich wissenschaftlichen Entdeckungen und der Entwicklung von Anwendungen, die anschließend auf der Erde genutzt werden können.

Forschung in allen Bereichen

Die an Bord der Internationalen Raumstation (ISS) durchgeführten Forschungsprojekte decken ein breites Spektrum ab. Im Bereich der Medizin und der Biologie betreffen sie Themen wie Osteoporose, Sehvermögen, Alzheimer, in den Sozialwissenschaften die Untersuchung der persönlichen Logbücher von Astronauten, in der Physik die Untersuchung von Fluiden und der Gasverbrennung, in den Geowissenschaften die Messung von Windgeschwindigkeiten an der Ozeanoberfläche; im Bereich der Umweltforschung Aufnahmen von Vulkanausbrüchen, ungewöhnlichen meteorologischen Phänomenen oder Naturkatastrophen sowie kosmische Strahlung, Robotik und Agronomie.

Luca Parmitano (ESA) und Karen Nyberg (NASA) an Bord der ISS.

Der Raumfahrt im Dienste der Wissenschaft

400 km über der Erde wird an Bord der Internationalen Raumstation (ISS) rund um die Uhr geforscht.

Mit ihren 109 Metern Länge und 73 Metern Breite ist die ISS von der Erde aus mit bloßem Auge sichtbar. Sie hat eine ständige Besatzung von sechs Astronauten. Die ISS ist ein Gemeinschaftsvorhaben von fünfzehn verschiedenen Staaten (1) und ein rund um die Uhr betriebenes Forschungslabor. Ihre Besatzung wird alle drei Monate zur Hälfte ausgewechselt, wobei die russischen Sojus-Raumkapseln zum Einsatz kommen. Seit das europäische Weltraumlabor Columbus Anfang 2008 an der ISS angebracht wurde, entsendet die ESA einen oder zwei Astronauten pro Jahr.

Kleines Lauftraining für Samantha Cristoforetti (ESA) in 400 km Höhe.

Mehr zum Thema

Wenn Sie einen Blick in das europäische Weltraumlabor Columbus werfen, die betrieblichen Abläufe verstehen oder die Bandbreite der durchgeführten Studien entdecken möchten, gehen Sie auf die ESA-Website: http://bit.ly/29qgE6w

Gemeinsamer Nutzen

An Bord der ISS widmen sich die Astronauten im Wesentlichen der Durchführung der wissenschaftlichen Experimente, mit denen sie beauftragt und für die sie vor ihrem Start ausgebildet wurden. Zu diesem Zweck verfügt die Raumstation über zahlreiche Anlagen und Geräte.

Die Studien befassen sich zum Teil mit bemannten Langzeitraumflügen (menschliche Physiologie, Leben an Bord, Instandhaltung und Reparatur des Raumfahrzeugs), aber auch mit dem Leben auf der Erde. Die an Bord der ISS erhaltenen Ergebnisse kommen über Technologietransferprogramme der gesamten Weltbevölkerung zugute. Bei medizinischen Versuchen sind die Astronauten häufig Experimentator und Objekt zugleich. Dabei beginnen die Experimente vor dem Flug beginnen und werden nach der Rückkehr zur Erde fortgesetzt (Messung der Knochendichte, Entwicklung des Herz-Kreislaufsystems usw.).

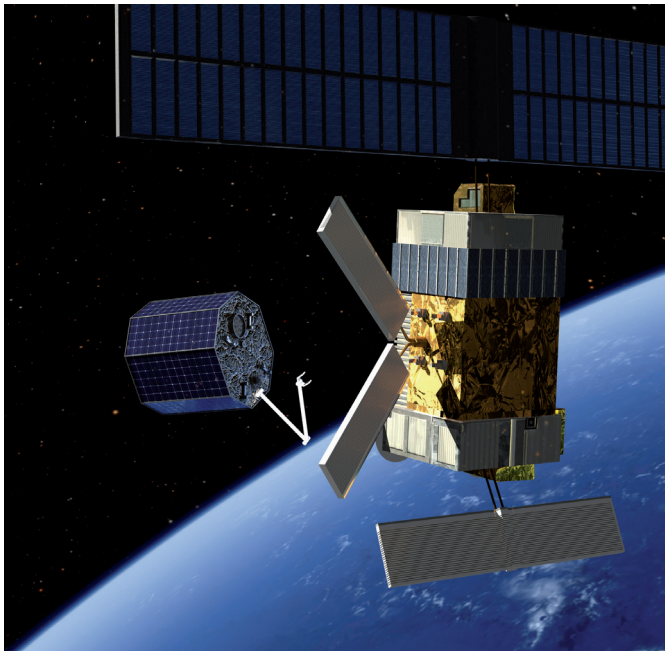
(1) Das zwischenstaatliche Übereinkommen über die internationale Raumstation, das den rechtlichen Rahmen für die Nutzung der Raumstation steckt, wurde 1988 von den USA, Russland, Kanada, Japan und zehn ESA-Mitgliedstaaten (Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Italien, Niederlande, Norwegen, Schweden, Schweiz, Spanien) unterzeichnet.

ESA / NASA

Raumfahrtschrott: große Säuberungsaktion

Die Raumfahrtakteure sind sich durchaus darüber im Klaren, dass ihre Tätigkeiten zwangsläufig mit einer Verunreinigung der Weltraumumgebung verbunden sind. 2012 haben die Europäer die Initiative „Clean Space“ eingeleitet, die drei Aktionslinien umfasst, um den Raumfahrtsektor sauberer zu gestalten.

Im Film Gravity ist eine erschreckende Szene zu sehen. Die Kollision von zwei Satelliten in der Erdumlaufbahn erzeugt eine regelrechte Trümmerwolke. Diese wiederum stößt mit einer Raumfähre und der Internationalen Raumstation zusammen, wodurch zwei Astronauten, die gerade das Teleskop Hubble reparieren, verloren durch den Weltraum irren. Reine Fiktion? Keineswegs. Bis heute besteht keine internationale Verordnung, die die Beseitigung oder Vernichtung von Raumfahrtschrott vorschreibt. Man schätzt die Zahl der die Erde umkreisenden Objekte von über 10 cm Größe auf mehr als 29 000. Hier findet man nicht mehr betriebsfähige Satelliten, ausgediente Raketenoberstufen, Nutzlastadapter und Trümmerteile aller Art. Jeder von ihnen stellt eine potenzielle Gefahr für andere Raumfahrtmissionen dar. Daher ist es notwendig, diese zu kartografieren und Techniken zu entwickeln, um diesem Problem Herr zu werden.



ESA / Mixed-Reality Communication GmbH

Künstlerische Ansicht eines Roboterarms, der ein großes Stück Raumfahrtschrott einfängt.

Mehr zum Thema

Leitlinien zur Eindämmung von Raumfahrtschrott (UNO, pdf): http://bit.ly/1UAcE60
Programm „Clean Space“ (ESA, pdf): http://bit.ly/1P5LsY2

Einfangen von Satelliten

Mehrere nationale Raumfahrtagenturen haben bereits eigene Initiativen eingeleitet. In Europa heißt diese Initiative „Clean Space“. Der erste Teil ist Cleansat, mit dem bereits beim Start die Entstehung von Raumfahrtschrott eingeschränkt werden soll. Da die Erststufe und die Nutzlastverkleidung auf die Erde zurückfallen, werden Flüge über bewohnten Gebieten vermieden und die Träger möglichst in Richtung Meer gestartet. Im Weltraum angekommen, positionieren sich die Satelliten in erdnaher oder geostationärer Umlaufbahn (siehe Glossar). Wenn sie am Ende ihrer Laufzeit angelangt sind, sollen die geostationären Satelliten auf eine Friedhofsbahn befördert werden, um Platz für nachfolgende Satelliten zu lassen.

Als logische Fortsetzung des Cleansat-Programms ist das Programm e.Deorbit darauf ausgelegt, die Entstehung neuer Trümmerteile einzuschränken, indem man besonders voluminöse Objekte entfernt, bevor sie mit anderen kollidieren. Wenn alles nach Plan verläuft, soll mit dieser Mission ab 2023 ein nicht mehr betriebsfähiger Satellit der ESA eingefangen werden, was bisher noch nie versucht wurde. Ein dritter Teil rundet die Initiative „Clean Space“ ab: Im Vorfeld der Missionen arbeiten die Raumfahrtakteure auf der Grundlage des Programms „Ökologische Entwürfe“ (Eco-Design), das die Nutzung umweltfreundlicherer und ressourcenschonenderer Werkstoffe und Verfahren fördert.

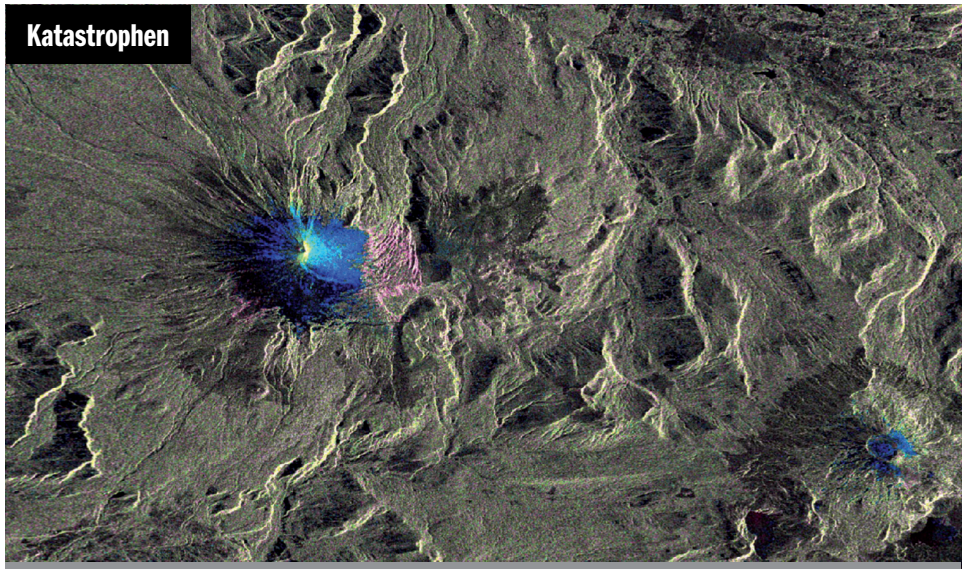
Was soll der Schrott?

Hunderte von Trümmerteilen stellen eine potenzielle Gefahr für die Internationale Raumstation (ISS) dar. Sobald sie in einen bestimmten Sicherheitsbereich eintreten, werden sie besonders genau überwacht. Nähern sie sich der ISS, können Ausweichmanöver durchgeführt werden. Ist das nicht mehr möglich, so begibt sich die Besatzung in die Sojus-Raumkapsel.

Glossar

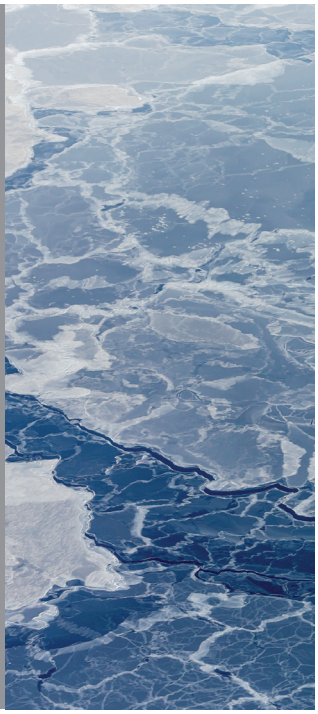
Die Nutzlastverkleidung ist die aerodynamische Spitze einer Trägerrakete, die in einer Höhe von rund 110 km in zwei getrennten Teilen abgeworfen wird. Unter erdnaher Umlaufbahn (LEO) sind alle Umlaufbahnen bis zu einer Höhe von 2 000 km zu verstehen. Die geostationäre Umlaufbahn, rund 36 000 km oberhalb des Äquators, ist sehr gefragt (Telekommunikations-, Wettersatelliten).

Katastrophen



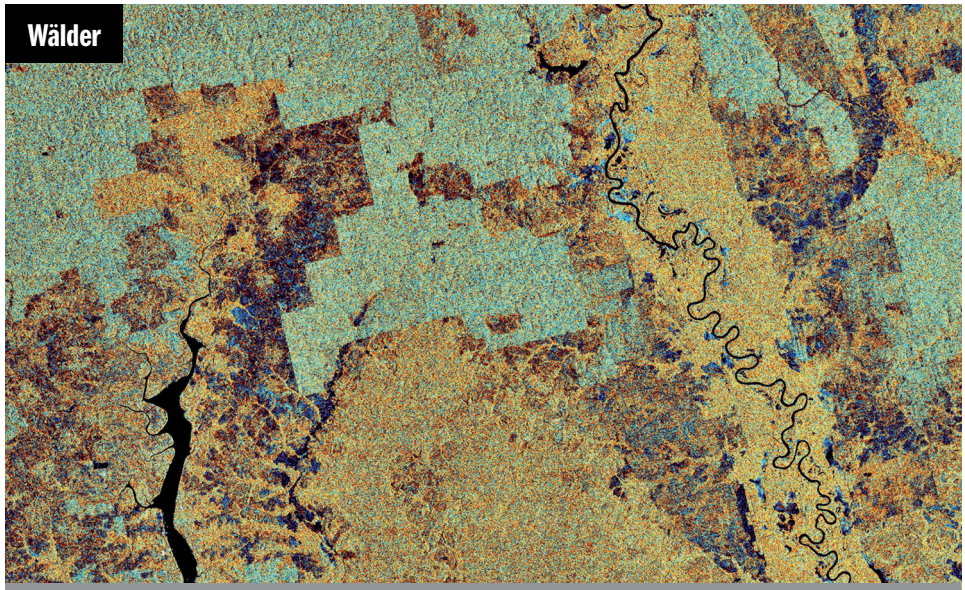
Die betroffenen Bevölkerungen ausfindig machen und die effizientesten Transportmittel wählen, um ihnen zu helfen – das ist das Ziel der Charta für weltraumgestütztes Katastrophenmanagement, die im Jahr 2000 in Kraft trat. Die fünfzehn Raumfahrtagenturen, die diese Charta unterzeichnet haben, verpflichten sich, Ländern, die von großen humanitären oder Naturkatastrophen betroffen sind, die in ihrem Besitz befindlichen Raumfahrtdaten kostenlos zur Verfügung zu stellen.

Den Ausstoß an Treibhausgasen messen und einschränken, die großen Klimaentwicklungen vorhersehen, sich diesen Veränderungen anpassen – der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen für die Menschheit. Von den rund 50 international anerkannten essentiellen Klimavariablen können 26 nur vom Weltraum aus beobachtet werden.

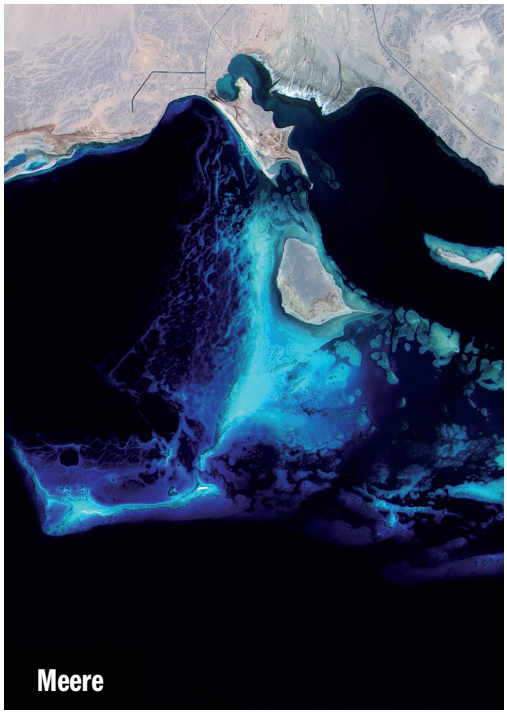


Die Raumfahrt im Dienste der Menschheit

Wälder



Da die Abholzung von der Erde aus schwierig zu beobachten ist, wird sie über Satelliten verfolgt, insbesondere im Rahmen der internationalen Initiative REDD+, die darauf abzielt, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren, der durch die Schädigung und Abholzung der Wälder hervorgerufen wird. Die Anstrengungen der betroffenen Länder im Kampf gegen die Abholzung können mithilfe von Satelliten genau verfolgt werden.



Meere

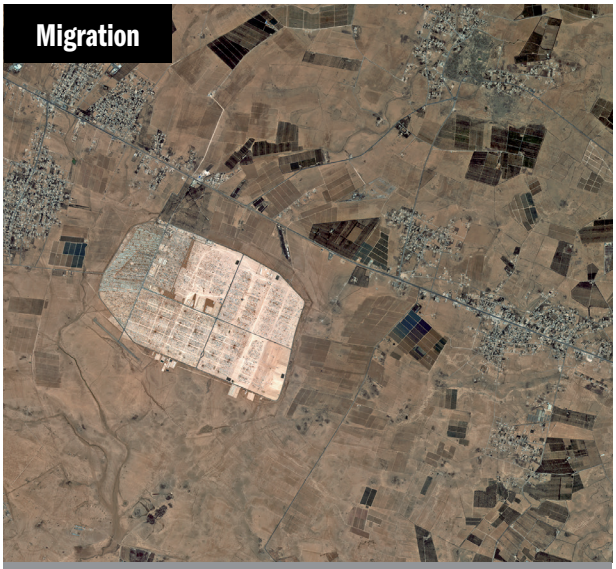
Klimawandel

Telemedizin, Verbesserung der Telekommunikation vor Ort, Unterstützung bei der Bekämpfung von Krankheiten – Raumfahrtkapazitäten sind im Gesundheitsbereich, insbesondere in den Entwicklungsländern, besonders effizient. Zudem kann durch die Ortung abgelegener Siedlungen Vorsorge in Bezug auf Impfungen betrieben oder das Risiko der Übertragung von Krankheiten durch Insekten frühzeitig erkannt werden.

Gesundheit

Die Regierungen müssen schwierige Entscheidungen über wichtige Themen treffen. Die Nutzung von Raumfahrtdaten kann ihnen dabei helfen. Anwendungen und Dienste, die aus Raumfahrtätigkeiten hervorgehen, können insbesondere in den Entwicklungsländern zur Verbesserung der Lebensbedingungen dienen. So tragen sie zu den Zielen der Vereinten Nationen für eine nachhaltige Entwicklung bei.

Vom Weltraum aus beobachten die Sentinel-Satelliten des europäischen Copernicus-Programms kontinuierlich die Ozeane unseres Planeten: Temperatur, Salzgehalt, Strömungen, Meereis, Meeresspiegel, Oberflächenwinde, sowie die chemische Zusammensetzung, die Biologie (Planktondichte) und den Chlorophyllgehalt des Wassers. Auch bestimmte Meerestiere werden über Satelliten verfolgt, insbesondere mithilfe von Argos-Sendern.



Migration

Was die Migration betrifft, kann das europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus den verschiedenen Organisationen, die sich mit diesem Thema befassen, Daten und Bilder bereitstellen. So kann man etwa die Größe und die Entwicklung von Flüchtlingslagern einschätzen oder beispielsweise die Überwachung der Grenzen oder des Schiffsverkehrs unterstützen.

Wie ist das Wetter dort oben?

Die verschiedenen Schichten der Erdatmosphäre unterliegen dem Einfluss der Sonne und des Sonnenwinds sowie kosmischer Strahlung: Das bezeichnet man als Weltraumwetter. Bei Navigations-, Telekommunikations-, Rundfunk- und Wetterdiensten kann es starke Störungen hervorrufen.

Glossar

Ein erdnahes Objekt (Near Earth Object, NEO) ist ein Himmelskörper dessen Umlaufbahn um die Sonne ihn in die Nähe der Erde bringt. Die Mission AIDA (Asteroid Impact and Deflection Assessment) ist darauf ausgerichtet, die Auswirkungen eines Asteroideneinschlags einzuschätzen und zu prüfen, ob ein solches Objekt auf eine andere Bahn gelenkt werden kann.

Darstellung eines erdnahen Objekts oder NEO (Near Earth Object).

Begegnung mit einem Asteroiden

Das Risiko einer Kollision zwischen einem Asteroiden und der Erde wird von Raumfahrtfachleuten sehr ernst genommen. Untätig auf einen möglichen Einschlag zu warten, kann keine Lösung sein.

„Die Dinosaurier sind ausgestorben, weil sie kein Raumfahrtprogramm hatten." Diese humorvolle Analyse verdanken wir Arthur C. Clarke, dem berühmten Autor des Science-Fiction-Romans „2001: Odyssee im Weltraum". Doch können Raumfahrtprogramme uns Erdlinge tatsächlich vor einem zufälligen, vielleicht gar fatalen Zusammentreffen mit einem Meteoriten schützen? Die Raumfahrtagenturen haben sich des Themas ernsthaft angenommen. Anfang 2016 wurden 14 412 bekannte erdnahe Objekte verzeichnet. Es handelte sich dabei, abgesehen von etwa hundert Kometen, fast ausschließlich um Asteroiden. 1 696 dieser Himmelskörper werden als potenziell gefährlich eingestuft, da ihre Flugbahn sie in eine Entfernung von weniger als 7,5 Millionen Kilometern von der Erde bringen wird und ihr geschätzter Durchmesser mehr als 150 Meter beträgt. Und eine letzte vielsagende Zahl: Von den als potenziell gefährlich geltenden Asteroiden haben 157 einen Durchmesser von über einem Kilometer!

Mehr zum Thema

Programm NEOshield-2: www.neoshield.net
Statistiken über erdnahe Objekte: http://neo.ipl.nasa.gov/stats/

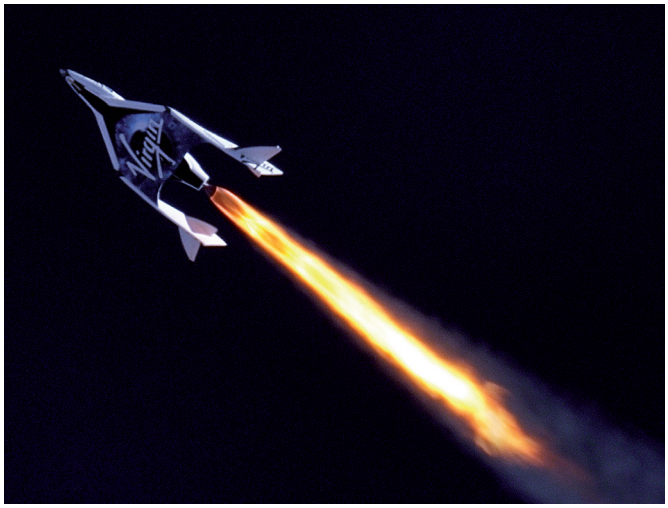
Können Asteroiden aus ihrer Bahn gebracht werden?

Die Industrie und die Raumfahrtagenturen der ganzen Welt arbeiten heute daran, zum Schutz der Erde eine Lösung zu finden. Das von der Europäischen Union finanzierte Konsortium NEOShield-2 ist ein Zusammenschluss von 11 europäischen Industrieunternehmen und Forschungsinstituten. Es befasst sich mit der Entwicklung von Technologien und führt Studien zu erdnahen Objekten durch. Die ESA wiederum arbeitet an drei Projekten. Zunächst einmal an einem System, das in der Lage ist, nachts den Himmel zu scannen, um nicht verzeichnete erdnahe Objekte zu ermitteln und gegebenenfalls Warnmeldungen herauszugeben. Außerdem arbeitet sie an Maßnahmen zur Entschärfung der von kleinen Objekten ausgehenden Gefahr. Und schließlich an einer Möglichkeit, besonders voluminöse Objekte aus ihrer Bahn zu bringen. Dabei gehört der Einsatz von Projektilen zur Bahnablenkung eines Asteroiden zu den angedachten Szenarien. Zu diesem Zweck wird derzeit eine gemeinsame Mission zwischen ESA und NASA mit Namen AIDA untersucht.

ESA / P Carril

Ein Ausflug für 250 000 Dollar

Die Erkundung des Weltraums war bisher den nationalen Raumfahrtagenturen vorbehalten. Mit deren Einverständnis schreiben kommerzielle Unternehmen nunmehr ein neues Kapitel in der Geschichte. Ihr Ziel: Raumflüge für (fast) jedermann anzubieten.



Testflug der Raumfähre SpaceShipTwo von Virgin Galactic.

Dennis Tito (links) war 2001der erste Tourist im Weltraum. Unter Begleitung von Talghat Mussabajew (Mitte) und Juri Baturin (rechts) reiste er an Bord einer Sojus-Raumkapsel zur Internationalen Raumstation.

„Bisher waren erst 553 Menschen im Weltall. Virgin Galactic eröffnet auch allen anderen den Zugang." – ein ehrgeiziges Versprechen. Doch was steht tatsächlich dahinter? Die vom dynamischen Unternehmer Richard Branson gegründete Firma bietet die Möglichkeit, an Bord eines für sechs Passagiere und zwei Piloten ausgelegten Raumfahrzeugs zwei bis drei Stunden in einer Höhe von mindestens 100 Kilometern im Weltraum zu verbringen, und das für schlappe 250 000 Dollar! Doch Virgin Galactic ist nicht das einzige Unternehmen. So plant Airbus Aerospace mit dem Projekt Space Plane erste kommerzielle Flüge für frühestens 2024.

Dennis Tito, ein Pionier

Touristische Raumflüge im großen Stil liegen also noch in weiter Ferne, denn die technischen Schwierigkeiten sind groß. Und doch ist der Weltraumtourismus nicht mehr nur ein Hirngespinst. Im April 2001 war Dennis Tito der erste Mensch, der als normaler Passagier in den Weltraum gereist ist. Er flog an Bord einer Sojus-Raumkapsel zur ISS.
Mit großer Medienunterstützung zeigen diese Weltraumtourismusprojekte eine neue und wesentlich weiter reichende Realität: die Öffnung der Weltraumexploration für Privatpersonen. Bis in die letzten Jahre war dieser Bereich immer noch den Regierungen über ihre nationalen Raumfahrtagenturen bzw. über die ESA vorbehalten. Doch inzwischen investieren Unternehmen vor allem in den USA Summen in Millionenhöhe, um Technologien zu entwickeln, die den Traum des Weltraumtourismus in greifbare Nähe rücken, oder sie initiieren kleine Projekte wie CubeSats oder die Aussendung von Ballons an die Grenzen zum Weltraum.

„Raumfahrt 4.0"

Die NASA hat bisher ihre Raumfahrzeuge stets intern entwickelt. Das änderte sich 2010, als eine offene Ausschreibung für die Entwicklung und die Herstellung des Raumfahrzeugs für die Beförderung von Astronauten zur ISS herausgegeben wurde. Die NASA hat drei Angebote (Boeing, SpaceX, Sierra Nevada) ausgewählt und unterstützt diese. In Europa ist der ESA-Generaldirektor Jan Wörner der Überzeugung, dass nunmehr die Zeit für „Raumfahrt 4.0" angebrochen ist. Das bedeutet, dass die Raumfahrt inzwischen integraler Bestandteil unseres Alltags ist und eine Inspirationsquelle darstellen soll. Hier ergeben sich neue Herausforderungen, etwa beim Austausch mit der Gesellschaft, bei der Kommerzialisierung des Weltraums, bei der Weiterentwicklung der Rolle der Industrie und der Intensivierung der Zusammenarbeit. Ein neues Kapitel der Geschichte wird aufgeschlagen.

Mehr zum Thema

Ist ein Weltraumtourist ein Astronaut? Braucht er eine Haftpflichtversicherung? Kann man ein Stück Mond kaufen? Die (sehr ernst gemeinten) Antworten von Sachverständigen finden Sie hier: http://bit.ly/28SE9UQ

2013 MarsScientific.com / Virgin Galactic - Wikipedia / NASA

Rosetta & Philae: ein packendes Raumfahrtabenteuer

Große Weltraummissionen werden von der Öffentlichkeit mit großem Interesse verfolgt. Doch nur wenige haben eine Vorstellung davon, wie viel Arbeit dafür erforderlich ist und welche Herausforderungen zu meistern waren. Nehmen wir einmal die Mission Rosetta zum Beispiel: Hinter den Kulissen waren die wissenschaftlichen Teams ganze 23 Jahre lang tätig, bis endlich die spektakulären Ergebnisse erzielt werden konnten.

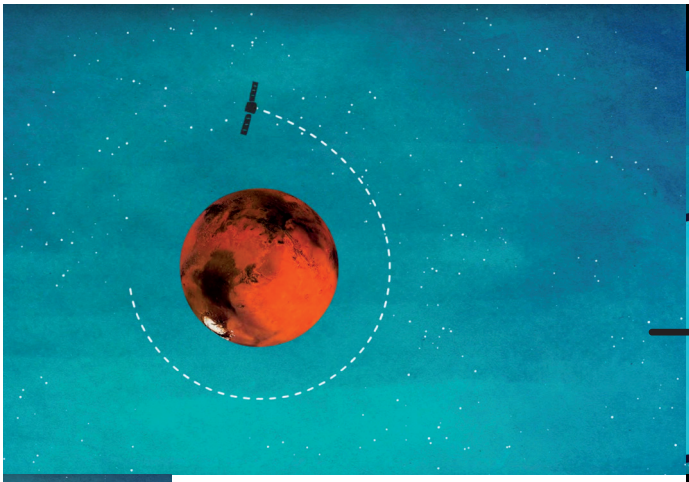
1 Rosetta erforderte mindestens elf Jahre Vorbereitung. Die Mission wurde im Jahr 1993 ausgewählt. Ihr ursprüngliches Ziel war es, den Kometen 46P/Wirtanen zu erreichen. Aufgrund der Verschiebung des Rosetta-Starts um ein Jahr wurde schließlich der Komet 67P/Tschurjumow-Gerassimenko, auch Tschuri genannt, ausgesucht.

2 Am 2. März 2004 wird Rosetta frühmorgens vom Raumflughafen Kourou in Französisch-Guayana aus gestartet. Rosetta wiegt 2,9 Tonnen, davon 1,7 Tonnen Treibstoff, und ist mit Solarmodulen von einer Spannweite von insgesamt 32 Metern ausgestattet. Sie führt das Landegerät Philae sowie elf Messgeräte mit.

7 Rosetta wird den Kometen bis September 2016 beobachten, bevor die Sonde auf dem Kometen aufsetzt. Diese letzte Etappe bedeutet das Ende von Rosetta nach über 12 Jahren Einsatz in den Weiten des Weltraums.

8 Das Ergebnis der Beobachtungen des Kerns des Kometen Tschuri weckt große Erwartungen. Man hofft, das Geheimnis des Ursprungs unseres Sonnensystems zu lüften und die Mechanismen, die die Bildung von Planetensystemen rund um andere Sterne bestimmen, besser zu verstehen. Die Zusammensetzung der Kometen spiegelt die des Sonnensystems in seiner Entstehungszeit vor über 4 600 Millionen Jahren wider.

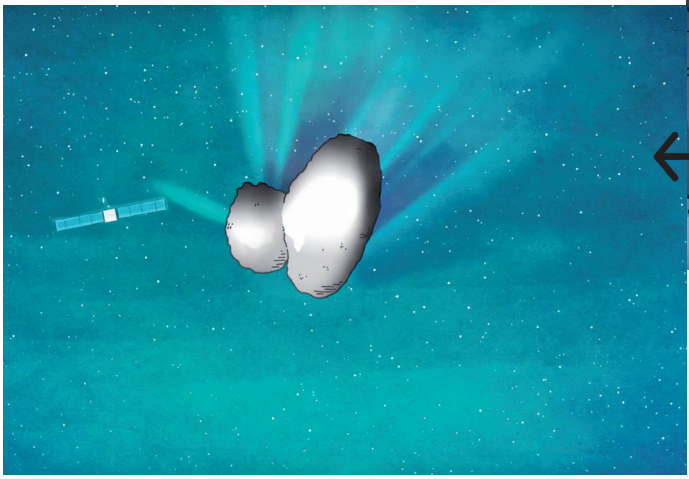
ESA / Design & Data

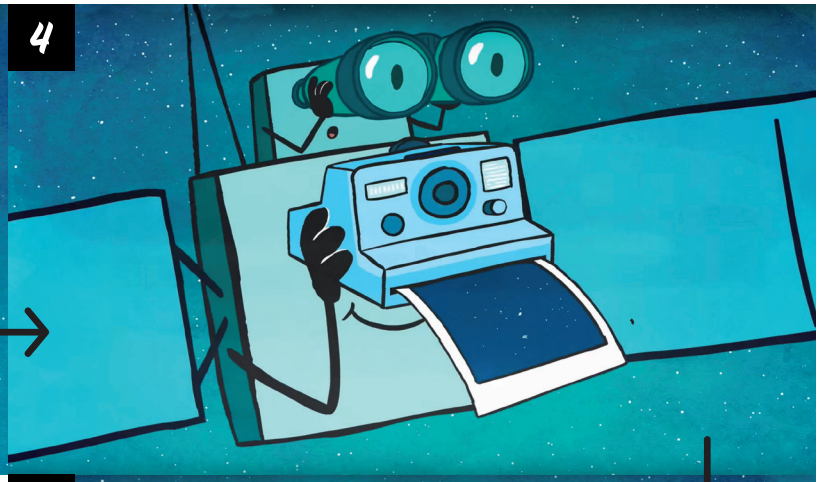


3 Bevor Rosetta in die Nähe von Tschuri gelangte, flog die Sonde dreimal an der Erde, einmal am Mars und anschließend an den Asteroiden Steins und Lutetia vorbei. Sie ist fünf Mal in die Nähe der Sonne geflogen und hat insgesamt 6,4 Mrd. Kilometer zurückgelegt.

4 Insgesamt waren 50 Unterauftragnehmer und 2 000 Personen aus 14 Ländern in diese Mission eingebunden, deren Gesamtkosten sich auf 1,4 Mrd. Euro beliefen, davon 200 Mio. allein für das Philae-Modul. Diese von der ESA geleitete Mission wurde durch die Beiträge ihrer Mitgliedstaaten und Sachbeiträge der NASA ermöglicht.

5 Zwei Monate lang arbeitete Rosetta an der Erstellung einer umfassenden Kartierung der Kometenoberfläche sowie an bedeutsamen wissenschaftlichen Messungen seiner Schwerkraft, Masse und Form. Außerdem untersuchte sie seine Gashülle mit dem Koma genannten Staubschweif. Zusätzlich hat Orbiter das Plasmaumfeld und sein Zusammenspiel mit der äußeren Atmosphäre der Sonne, dem Sonnenwind, untersucht.





6 Das Landegerät Philae erhielt seinen Namen von einer Insel im Nil, auf der der Obelisk gefunden wurde, dessen Inschrift die Entzifferung des Steins von Rosetta ermöglicht hat. Rosetta kam am 6. August 2014 in die Nähe von Tschuri und ließ nach Prüfung der möglichen Landeplätze Philae am 12. November 2014 auf die Kometenoberfläche frei.

Mehr zum Thema

Videos zu den Raumfahrtabenteuern von Rosetta und Philae: http://bit.ly/1tADJw8

Wem gehört der Weltraum?

Viele, teils berühmte, oft sehr reiche Unternehmer, sind in den letzten Jahren in das Abenteuer Raumfahrt eingestiegen. Ihre Motivationen sind dabei sehr unterschiedlich. Die Trägerrakete SpaceX (Elon Musk), die bemannten Raumflüge von Virgin Galactic (Richard Branson), die Rakete New Shephard von Blue Origin (Jeff Bezos) usw. gehören zu den Hunderten von Projekten, die man unter der Bezeichnung „New Space" zusammenfasst. Luxemburg seinerseits versucht Unternehmen ins Land zu ziehen, die auf die Rohstoffgewinnung auf Asteroiden spezialisiert sind.

Der Overview-Effekt

Erst vom Weltraum aus haben wir die Erde richtig entdeckt und sind uns ihrer Schönheit und ihrer Zerbrechlichkeit bewusst geworden. Das nennt man den Overview-Effekt. „Eine der Schriften, die sich bereits vor dem 17. Jahrhundert mit einem Flug in den Weltraum befassen, stammt von Lukian von Samosata (um das Jahr 120 n. Chr.)", erzählt Jacques Arnould. „Ihre Hauptfigur fliegt mit einem Geierflügel zum Mond. Oben angekommen fällt ihr Blick als erstes auf die Erde. Die ersten Worte von Juri Gagarin im Weltraum waren: ‚Ich sehe die Erde! Sie ist so wunderschön'. Sie ist unsere Bezugsgröße und wird es auch noch lange bleiben."

„Die Raumfahrtakteure müssen auch ethische Kriterien einbeziehen"

Warum fliegen wir in den Weltraum? Was wollen wir dort? Gibt es in der Weltraumexploration ethische Grenzen? Diese Fragen stellten wir dem Spezialisten Jacques Arnould.

BEVOR DER MENSCH IN DEN WELTRAUM GEFLOGEN IST, VERSPÜRTE ER SOWOHL FURCHT ALS AUCH FASZINATION. WARUM?

Alle Kulturen nehmen den Himmel als anziehend, aber auch als beängstigend wahr. Das geht aus den ersten künstlerischen Darstellungen, der Mythologie, der Kosmogonie usw. hervor. In der europäischen Tradition war bis ins 17. Jahrhundert hinein alles über uns unerreichbarer Kosmos, der einer quasi göttlichen Perfektion gleichkam. Erst mit Kepler stellte man fest, dass Kosmos und Erde ein Ganzes bilden, das eines Tages auch erforscht würde.

SOLLTEN WIR NICHT AUFHÖREN, DEN WELTRAUM ZU VERSCHMUTZEN?

In unserer Vorstellung ist der Himmel etwas Vollendetes und Heiliges. Wenn wir Satelliten in den Weltraum schicken, tun wir das nicht, um ihn zu verschmutzen, sondern um unseren Wissensdurst zu stillen. Der Start von Hubble und seine Aufnahmen des Weltalls sind ein wirklich faszinierendes Unterfangen. Wenn wir die Satelliten auf die Erde richten, dient dies der Verbesserung unserer Lebensbedingungen. Heilige Orte sind nicht unbedingt unantastbar, sie erfordern jedoch respektvolles und überlegtes Handeln.

KÖNNEN WIR DEN WELTRAUM BESIEDELN?

Diese Frage stellt sich seit dem Beginn der Raumfahrt. Manchen ist diese Idee zuwider. Andere sagen, die Erkundung des Weltraums sei auch die Suche nach dem Leben. Die Frage ist nicht, ob wir das Recht haben, sondern ob wir es uns zugestehen.

WIE VERHÄLT ES SICH MIT DEM ABBAU VON ERZEN AUS DEM WELTRAUM?

Die amerikanischen und luxemburgischen Projekte bieten die Gelegenheit, das Weltraumrecht zu überarbeiten, das historisch den Einzelstaaten viele Rechte einräumt. Heute bieten private Unternehmen effiziente und kostengünstigere Dienste an, mit der Idee, dass die Raumfahrt nach einem liberalen Verständnis auch Geld einbringen kann. Doch was wird dann aus dem Pioniergeist der Raumfahrt, dem zufolge der Weltraum eigentlich ein gemeinsames Gut der Menschheit sein soll? Diese Diskussion steht erst an ihrem Anfang.

WÜRDEN SIE SAGEN, DASS DAS WELTRAUMRECHT EINE FORM DER WELTBÜRGERSCHAFT MIT SICH BRINGT?

In gewisser Weise, ja. Man findet den Begriff des gemeinsamen Erbes der Menschheit auch im Zusammenhang mit der hohen See und mit der Antarktis. Natürliche Grenzen wie Berge und Ozeane bleiben auch vom Himmel aus gesehen bestehen. Wir müssen uns in unserer Globalität, aber auch in unserer Einzigartigkeit überdenken.

SOLL MAN MENSCHEN IN DEN WELTRAUM

Official SpaceX Photos - DR

ESA

SCHICKEN?
Für die Exploration habe ich noch keine geeignete Philosophie gefunden. Die Frage der bemannten Raumfahrt wird sich immer wieder stellen. Die Ethik kann einer Situation Klarheit verschaffen oder diese durch neue Aspekte bereichern, um anschließend die Entscheidungsfindung zu erleichtern. Abhängig vom Zeitalter, aber auch von unseren Mitteln fällt die Antwort unterschiedlich aus. Die der Europäer lautet heute ja. Sie erfordert jedoch angesichts der beträchtlichen Mittel einen Rahmen der Zusammenarbeit.

DIE BÜRGER NUTZEN VIELE DATEN, DIE VON SATELLITEN ZUSAMMENGETRAGEN WERDEN, DOCH WER KONTROLLIERT ALL DAS? BESTEHT NICHT DAS RISIKO VON BIG BROTHER?
Doch. Das Wissen der Techniker muss in allgemeinere Überlegungen mit allen Akteuren der Gesellschaft einfließen. Für mich geht es hier weniger um das Privatleben. Was mir wichtig erscheint, ist eher die Verantwortung, die die Kenntnis von Daten denjenigen überträgt, die sie besitzen.

UM ES AUF DEN PUNKT ZU BRINGEN: NOCH NIE IN UNSERER GESCHICHTE HABEN SICH TOTALITÄRE REGIME SO AUSGEFEILTER, IN DIE PRIVATSPHÄRE EINDRINGENDER TECHNOLOGIEN BEDIENEN KÖNNEN.
Es besteht in der Tat das Risiko einer Überwachung, die weit über die Möglichkeiten des von Orwell beschriebenen Big Brother hinausgeht. Diese Frage ist grundlegend. Sie betrifft nicht nur Staaten, Google z. B. weiß heute viel über mich. Und das ist nur der Anfang. Die Ethik gibt keine Antwort auf diese Fragen, doch sie bietet die Möglichkeit, diese überhaupt zu stellen und sich darüber auszutauschen.

IST ES NICHT UNVERZICHTBAR, DIESE FRAGESTELLUNGEN BEI TECHNISCHEN ENTSCHEIDUNGEN ZU BERÜCKSICHTIGEN?
Wenn man nicht weiß, wohin man geht, verirrt man sich. Die erste Frage, die man sich stellen muss, ist: Weshalb und mit welchem Ziel tun wir etwas? Mein Fazit lautet, dass ethische Kriterien von Raumfahrtakteuren ausdrücklich berücksichtigt werden müssen.

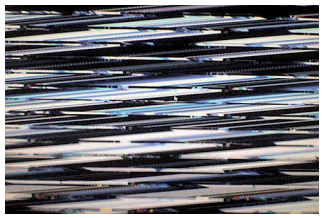
Jacques Arnould ist Experte für Ethikfragen der französischen Raumfahrtbehörde CNES und Autor des Buches „Demain l’espace“.

Mehr **zum Thema**

Wenn Sie die Lektüre vertiefen möchten und des Französischen mächtig sind, empfehlen wir das Buch „Demain l’espace“ von Jacques Arnould (éditions du Cherche-Midi). Weitere Informationen: https://spacegate.cnes.fr/fr/demain-l-espace
Mehr zum Overview-Effekt unter www.blueturn.earth

Ein (schwarzer) Tag ohne Satelliten

Eine riesige Satellitenpanne hat ein weltweites Chaos in ungekanntem Ausmaß ausgelöst. Rückblick auf einen unglaublichen Tag. (Diese Geschichte ist frei erfunden)



4h53 Mitteleuropäischer Zeit

Das Bereitschaftsteam der ESA stutzt, mehrere Bildschirme werden plötzlich schwarz. Die Bilder zahlreicher Erdbeobachtungssatelliten scheinen nicht mehr übertragen zu werden. Ein Krisenstab wird einberufen.

5h45 Man nimmt Kontakt mit den Kollegen der NASA auf. Sie haben das gleiche Problem. Alle Satellitenübertragungen scheinen ausgefallen zu sein.

8h00 Im Radio beginnen die Nachrichten mit der folgenden Meldung: Eine Panne hat alle Satelliten im Erdorbit lahmgelegt. 857 von ihnen sind erwiesenermaßen außer Betrieb.

9h42 Nach Asien und Russland bilden sich nun auch in den großen Städten Europas enorme Staus. Rund um große Logistikzentren in Rotterdam, Hamburg, Barcelona und am Pariser Großmarkt Rungis stehen ganze LKW-Flotten still. Auto- und Lastwagenfahrer sind nicht mehr an die gute alte Straßenkarte gewöhnt. Doch ohne Satellitensignal funktionieren ihre Navigationssysteme nicht mehr.

13h50 Die Wetterdienste in den USA geraten in Panik. Mitten in der Wirbelsturmsaison werden die Vorhersagen für die kommenden Tage mehr als unsicher. Ohne ergänzende Satellitendaten sind die von Wetterballons und Fluggesellschaften gelieferten Informationen eher dürftig. Das Weiße Haus beruft eine Krisensitzung ein, um die vorsorgliche Räumung mehrerer großer Städte in Florida in Erwägung zu ziehen.

Die Nachrichtensender verbreiten die Meldung: 857 Satelliten sind außer Betrieb.

15h50 Die Zahl der Unternehmen, die zumindest für einige Tage auf Kurzarbeit umstellen müssen, wird immer größer. Ohne GPS-gestütztes Gerät müssen Hoch- und Tiefsowie Brücken- und Tunnelbauarbeiten vorübergehend eingestellt werden. Man muss auf die Messinstrumente des 20. Jahrhunderts zurückgreifen. Frühere Mitarbeiter werden aus dem Ruhestand zur Verstärkung gerufen.

17h00 Mitten in den Olympischen Spielen sind plötzlich keine Direktübertragungen mehr möglich. Die Preise für die Eintrittskarten schießen in die Höhe. Ins Stadion zu gehen, ist die einzige Möglichkeit, den Wettbewerb zu verfolgen.

18h45 Aufgrund der fehlenden Synchronisierung treten noch andere Probleme auf: Finanzdienstleistungen sind unterbrochen, Geldautomaten funktionieren nicht mehr, Pipelines befördern kein Öl mehr, Landwirte können ihre Traktoren nicht mehr präzise steuern. Ein großer Teil der Wirtschaftswelt ist wie gelähmt.

19h27 Die Raumfahrtagenturen der ganzen Welt veröffentlichen eine gemeinsame Erklärung. Die Panne ist gefunden. Alle Satelliten sind betroffen. Verursacht wurde der Vorfall durch eine nicht vorhergesehene gigantische Sonneneruption. Es wird eine ganze Woche dauern, bis sich die Situation wieder normalisiert.

Mehr zum Thema

Fiktive Nachrichtensendung, die über eine Satellitenpanne berichtet (auf Französisch): http://bit.ly/28W3iNy

DR - CNES - PEO, ACWA - Citizen59 / Flickr