



 Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

ALL.TÄGLICH!

INNO  spaceEXPO

English version:
[www.dlr-innospace.de/
catalogue.pdf](http://www.dlr-innospace.de/catalogue.pdf)



Die Ausstellung

ALL.TÄGLICH!

INNO
spaceEXPO

Forschung im Weltraum. Raumfahrttechnik. Einfach abgehoben und im wahrsten Sinne „Welt-fremd“? Ganz im Gegenteil! Kaum ein Bereich unseres täglichen Lebens ist ohne Forschung im All oder Dienstleistungen aus dem All noch denkbar.

Entwicklungen aus der Raumfahrt sind einerseits ein unverzichtbarer Innovationsmotor und erschließen neue Märkte, andererseits sind sie schon längst im Alltag angekommen. Vielen Menschen ist nicht oder nur kaum bewusst, dass Technologien, die sie fast jeden Tag wie selbstverständlich nutzen und die ihnen helfen, besser zu leben, zu lernen, zu arbeiten oder mobil zu sein, aus der Weltraumforschung stammen. Das zeigt die INNOspaceExpo „ALL.täglich!“ mit vielfältigen Beispielen: informativ, interaktiv und oft überraschend.

Die Ausstellung „ALL.täglich!“ wurde als Teil der Initiative INNOspace der Deutschen Raumfahrtagentur im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK, vormals Bundesministerium für Wirtschaft und Energie), konzipiert. Als Wanderausstellung war sie bereits an vielen Orten in ganz Deutschland und im deutschsprachigen Ausland zu sehen.

WOHNEN & ARBEITEN Seite 7

Weltraumprobierte Technologien finden vielfach Eingang in Produkte und Fertigungsverfahren und sie helfen uns, die Geschehnisse auf unserem Planeten besser zu verstehen: zum Beispiel den Einfluss von uns Menschen auf die Umwelt, sowohl positiv als auch negativ.

GESUNDHEIT & ERNÄHRUNG Seite 13

Was im Weltraum Astronauten fit und gesund hält, kann auch auf der Erde nützlich sein. Ob besseres Sehen, stabilerer Kreislauf, effektivere Hautkrebs-Früherkennung, Muskelaufbau oder neue Therapien gegen Rückenschmerzen.

REISEN & FREIZEIT Seite 19

Wenn einer eine Reise tut, dann ... hat er viele Fragen: Nicht nur Wetter-, sondern auch Umweltbedingungen und mögliche Naturkatastrophen oder Tropenkrankheiten am Urlaubsort interessieren. Bei der Urlaubs- und Freizeitplanung helfen Anwendungen aus der Raumfahrt.

MOBILITÄT & KOMMUNIKATION Seite 25

Niemand ist heute bereit, lange auf eine Leistung, ein Produkt oder eine Information zu warten. Daten werden in Echtzeit übertragen, Transportwege genau verfolgt. Das alles ist nur möglich, weil der Datenfluss eine „Abkürzung“ nimmt: über das Weltall.

WISSEN & BILDUNG Seite 31

Im All suchen wir Antworten auf die großen Fragen: nach dem Beginn von Raum und Zeit, nach der Entstehung von Leben auf der Erde oder nach Spuren von Leben auf anderen Planeten. Raumfahrt stellt höchste Ansprüche an den Forschergeist – und belohnt ihn: mit den Ergebnissen mutiger Missionen.

INNO spaceEXPO INNOSPACE Seite 37

Die INNOspace®-Initiative der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR – eine Übersicht.

Mit vier Klicks durch alle Informationsebenen

Navigation und Aufbau der Informationsebenen der großen Senkrecht-Touchscreens



Die Fragezeichen-Tags auf dem Keyvisual deuten verschiedene Unterthemen der Hauptthematik an und führen Sie bei Berührung dorthin.

Nach dem ersten Touch befinden Sie sich auf der Quick-Info-Ebene eines Unterthemas. Falls Sie nach der Lektüre tieferes Interesse entwickeln, tippen Sie einfach auf den Weiter-Button.

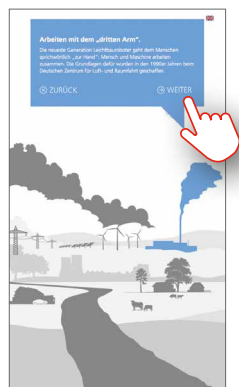
Nach Berührung des Weiter-Buttons sehen Sie einen kurzen Erklärfilm, der Ihnen einen Einstieg zum Hauptthema vermittelt. Sie befinden sich auf der Informationsebene ALL.täglich!

Durch Rauf- und Runter-scrollen auf dem Bildschirm können Sie sich hier Grundwissen zur Thematik aneignen. Kurztexte, Bilder und Filme illustrieren die Umsetzung der Welt-raumtechnik im Alltag.

Wenn Sie weiter Scrollen, gelangen Sie zum Bereich Insider mit vertiefenden Informationen und wissenschaftlichen Daten. Diese Ebene ist zudem direkt über den INSIDER-Button erreichbar.

3

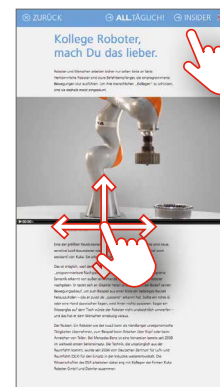
4



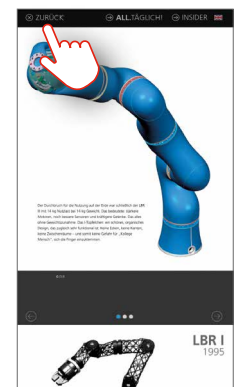
Quick-Info, Interesse-Check



Erklärfilm, ca. 60 Sek.



Grundwissen zum Thema



Expertenwissen

INNOglobe

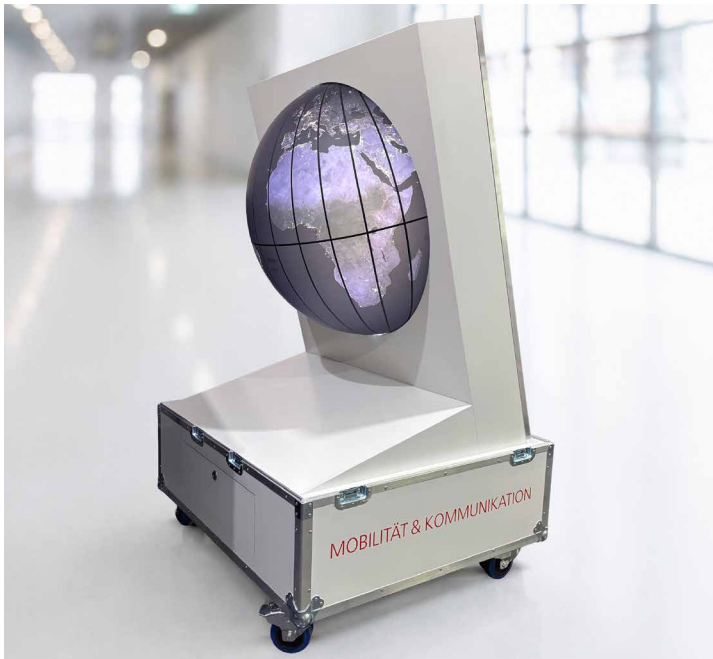
Interaktives Multi-Display-Touch-Exponat „Effiziente Globale Logistik“ und „Precision Farming“

Das Exponat vermittelt Besuchenden in interaktiven Anwendungen den Nutzen modernster Raumfahrttechnologien in den Anwendungsgebieten „Effiziente globale Logistik“ und „Precision Farming“. Es zeigt, wie satellitengestützte Technologien globale Logistikprozesse und moderne Landwirtschaft präziser, effizienter und nachhaltiger machen.

Im Fokus stehen GNSS (Global Navigation Satellite Systems) und Erdbeobachtungsdaten, die weltweit genaue Positionsangaben sowie aktuelle Informationen zu Umwelt- und Standortbedingungen liefern. Damit schaffen sie die Grundlage für datenbasierte Entscheidungen und die präzise Steuerung von Prozessen – vom internationalen Warenfluss bis zur Bewirtschaftung einzelner Quadratmeter auf dem Feld.



5



6

In der globalen Logistik ermöglichen GNSS eine lückenlose Ortung und Navigation von Schiffen, Lkw oder Zügen. So können Routen besser geplant, Lieferketten transparenter gestaltet und Transportzeiten genauer prognostiziert werden. Das reduziert Kosten, spart Ressourcen und hilft, Verzögerungen frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden.

In der Landwirtschaft eröffnen Satellitendaten eine neue Möglichkeit für eine standortangepasste Bewirtschaftung. Erdbeobachtungsdaten und Sensoren liefern Informationen zu Boden, Feuchte und Pflanzenentwicklung. Zusammen mit präziser Satellitennavigation lassen sich Aussaat, Pflanzenschutz und Düngung zentimetergenau steuern. Autonome Systeme passen Saatmengen, Pflanzenschutzmittel und Dünger gezielt an die Bedingungen im Feld an. Das senkt den Betriebsmittel-Einsatz, reduziert Umweltbelastungen und stärkt stabile Bestände sowie Biodiversität.

Insgesamt veranschaulicht das Exponat, wie satellitengestützte Technologien die Effizienz und Produktivität steigern und gleichzeitig nachhaltige und resiliente Versorgungssysteme fördern.

Stadt, Land, Fluss ... „räumlich“ gesehen.

WOHNEN & ARBEITEN

Weltraumproben Technologien helfen uns, die Geschehnisse auf unserem Planeten besser zu verstehen: Die Auswirkungen des Klimawandels werden deutlicher, Naturereignisse lassen sich präziser nachvollziehen. Raumfahrt-Forschung zeigt auch, welche Folgen der Einfluss von uns Menschen auf die Umwelt hat – sowohl positive als auch negative. Und sie zeigt Wege zu einem effizienteren Umgang mit den vorhandenen Ressourcen.

1 Die Wetter-Versteher



7

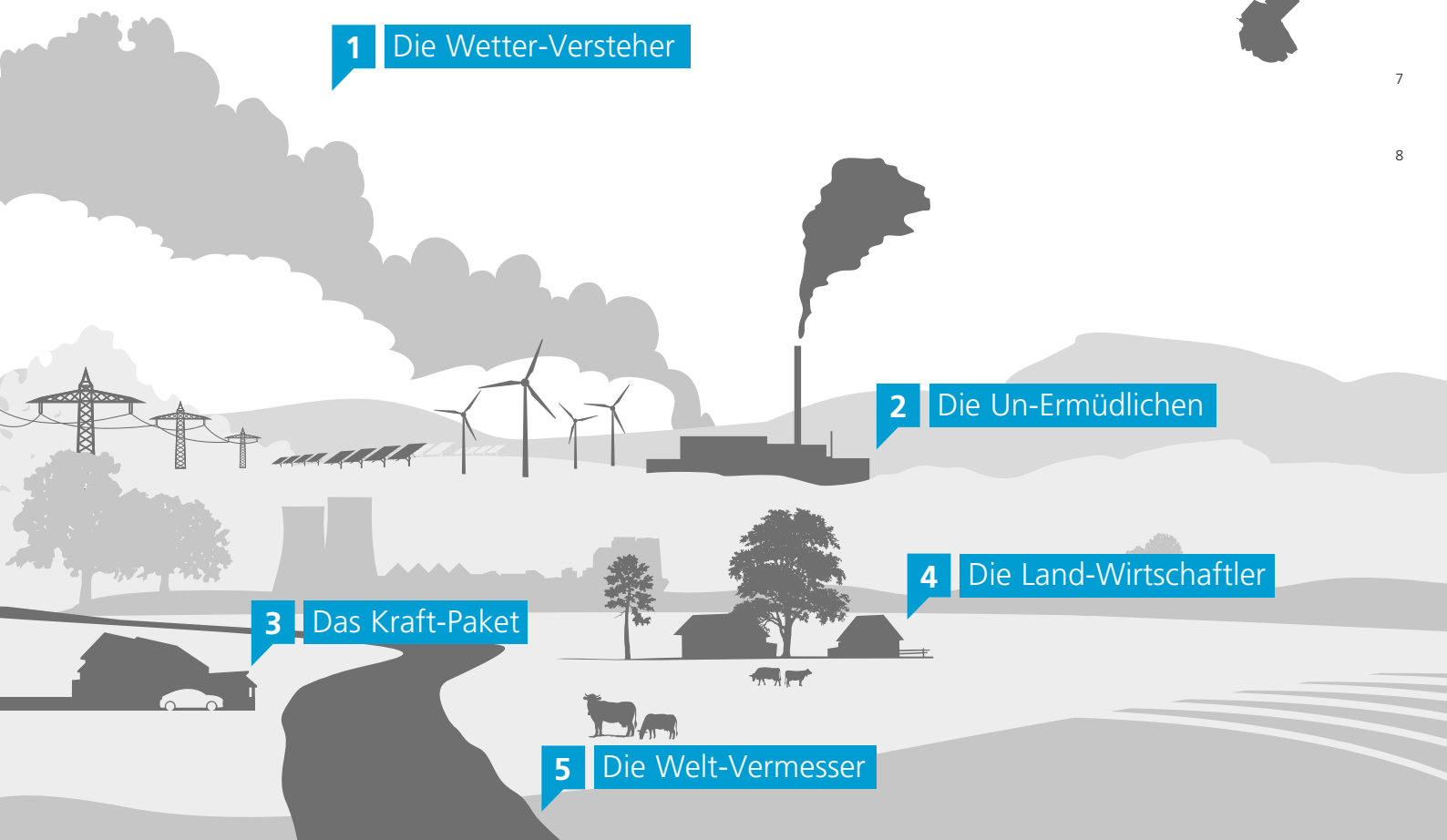
8

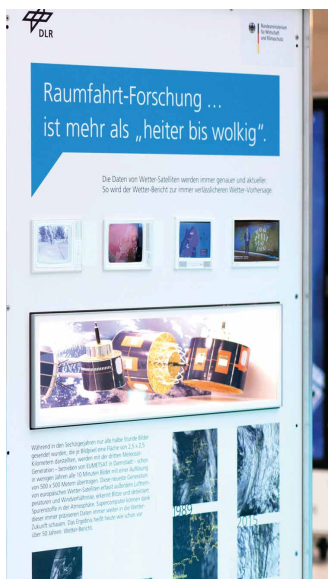
2 Die Un-Ermüdlichen

3 Das Kraft-Paket

4 Die Land-Wirtschaftler

5 Die Welt-Vermesser





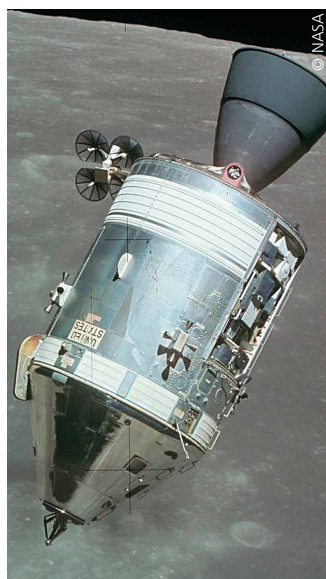
1 Die Wetter-Versther

Schon seit Jahrzehnten helfen uns Satellitenbilder, verlässliche Wetterprognosen abzugeben. Die Bild- und Prognosequalität wird immer besser. Heute deckt ein Netz von Wettersatelliten die gesamte Erde ab. Zwei Wettersatelliten-Typen ergänzen sich dabei: geostationäre und polarumlaufende. Die Wichtigsten für uns sind die der Meteosat- und der MetOp-Reihe. Für Wettervorhersagen „made in Germany“, die heute zehnmal zuverlässiger sind als vor 50 Jahren.



2 Die Un-Ermüdlichen

Die neueste Generation Leichtbauroboter geht dem Menschen sprichwörtlich „zur Hand“: Mensch und Maschine arbeiten zusammen, Hand in Hand, zum Beispiel in der Automobilindustrie oder in der Medizin. Die Grundlagen dafür wurden in den 1990er Jahren beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt geschaffen. Ziel war es, einen leichten „Handlanger“ für den Einsatz an Bord einer Raumstation zu entwickeln, um die Astronauten zu entlasten.



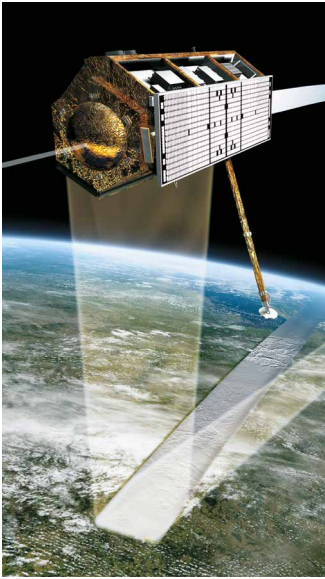
3 Das Kraft-Paket

Im Energiemix der Zukunft sollen regenerative Energien die Hauptrolle spielen. Aber Sonne und Wind funktionieren nicht auf Knopfdruck. Wasserstoff ergänzt das Sortiment grüner Energien. Die Brennstoffzelle macht ihn zu einer fast unerschöpflichen Energiequelle – und zu einem idealen Speicher für andere Energieformen. Zu Hause und unterwegs. Die Entdeckung von 1838 feierte ihren ersten großen Durchbruch in der Raumfahrt.



4 Die Land-Wirtschaftler

Wenn Felder „sprechen“ könnten, ließe sich Landwirtschaft wirklich nachhaltig betreiben, mit weniger Düngereinsatz und besseren Ernten. Satelliten bringen mit ihren Instrumenten, die Licht, Laser und Radar nutzen, Felder zum Sprechen. Sie erkennen sogar, wie gut es Pflanzen geht. Die Laser-Technologie LIDAR, die dabei unter anderem zum Einsatz kommt, hilft zudem auf der Erde dabei, Wohnzimmer sauber zu halten oder führt zu archäologischen Sensationen.



5 Die Welt-Vermesser

Hochwasser ereignen sich immer häufiger und werden immer stärker. Der deutsche Radarsatellit TerraSAR-X behält bei Überflutungen den Überblick – und unterstützt Helfer und Retter. Aber Radarsatelliten sehen noch viel mehr, denn durch sie werden Hebungen und Senkungen bis in den Millimeterbereich hinein erkennbar. Die Daten werden zum Beispiel zur Erdbeben-Frühwarnung, zur Vulkanbeobachtung oder bei Bauprojekten eingesetzt.



Vom Abstand halten

Die Lasertechnik LIDAR gibt es nicht nur an Bord von Satelliten, sondern auch an Bord von Staubsauger-Robotern. Sie vermessen den Raum, legen ein 3D-Modell an und wissen so, wo Möbel stehen. Auch die künftigen selbstfahrenden Autos setzen auf diese Technik. Und heute schon die Laser-Pistolen der Verkehrsüberwachung, denn mit Licht lassen sich eben auch Positionen und damit Geschwindigkeiten messen.



Die Schnüffelnasen

Im Orbit, in dem die ISS die Erde umkreist, gibt es geringe Mengen hochreaktiver Sauerstoffatome. Diese können Raumfahrzeuge beschädigen. Um die Konzentration zu messen, wurden am Institut für Raumfahrtssysteme der Universität Stuttgart spezielle weltraumtaugliche Sauerstoff-Sensoren entwickelt. Heute sind diese robusten Sensoren nur noch ameisengroß und helfen zum Beispiel dabei, Heizungen sparsamer oder die Glasherstellung effizienter zu machen.



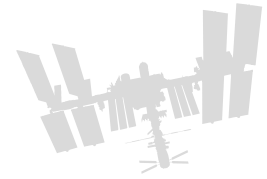
Die Sonnen-Sammler

Regenerative Energien spielen die Hauptrolle in einem „grünen“ Energiemix von morgen. Zum Beispiel Solarenergie. Da sich die Sonne in unseren Breiten allerdings manchmal rar macht, muss man mehr rausholen, wenn sie sich mal zeigt. Und man muss sie „ernten“, wo immer das geht. Mit den Solarzellen der Zukunft – entwickelt für die Raumfahrt – wie den hier gezeigten Konzentrator-Solarzellen oder mit Dünnschicht-Solarzellen ist das möglich.

Von schwerelos zu beschwerdenlos.

GESUNDHEIT & ERNÄHRUNG

Was im Weltraum Astronauten fit und gesund hält, kann auch auf der Erde nützlich sein. Ob besseres Sehen, stabilerer Kreislauf, effektivere Hautkrebs-Früherkennung, Muskelaufbau oder neue Therapien gegen Rückenschmerzen: Von Innovationen aus der Raumfahrt-Forschung haben in puncto Gesundheit alle Generationen etwas. Und auch der Weg von Schwarzen Löchern (im All) zu schwarzen Punkten (auf der Haut) ist verblüffend kurz.



13

14

Der Augen-Leser 1

Der Kreislauf-Checker 2

3 Die „Aufpasser“-Weste

Das Kreislauf-Tuning 4

5 Der Linsen-Coup

6 Der Rücken-Retter

7 Die 4-Minuten-Muckibude

8 Der Krebs-Detektor

9 Das Plasma-Pflaster



1

Der Augen-Leser

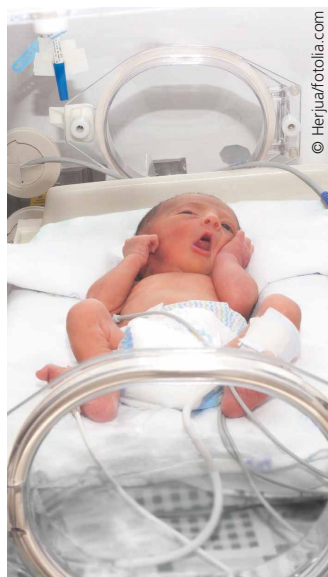
Beim Lasern der Augen muss die Pupille absolut präzise verortet werden, um den Laser perfekt steuern zu können. Die Technik zum Augen-Tracking wurde in Deutschland für die Raumfahrt entwickelt, um den Gleichgewichtssinn besser zu verstehen. Denn im All werden Astronauten „seekrank“. Auf der Erde unterstützt die Technik Ärzte auch bei der Diagnose von Gleichgewichtsstörungen, deren Ursache zum Beispiel Migräne oder Tumore sein können.



2

Der Kreislauf-Checker

Kreislaufschwäche erkennen. Mit Sensoren von der ISS. Das Luftholen fällt schwer? Treppen steigen strengt an? Woran das liegt und wie ernst es ist, lässt sich per Atemgas-Analyse herausfinden: Man misst, wie viel Luft ein- und ausgeatmet wird, und wie viel Sauerstoff und Kohlendioxid in der ausgeatmeten Luft enthalten sind. Ein neuartiger winziger Sensor ermöglicht mobile Geräte, ursprünglich sollte er Raumfahrzeuge vor Korrosion bewahren.



3

Die „Aufpasser“-Weste

Frühgeborene Babys müssen ständig überwacht werden, damit sie im Brutkasten richtig versorgt und behandelt werden können. Die Technik dafür wurde teilweise von deutschen Raumfahrt-Experten entwickelt, um die Körperfunktionen von Astronauten auf der ISS stets im Blick zu haben. So wird die Körpertemperatur schonend von außen gemessen, statt invasiv. Und bei der Beatmung kann ein Brustgurt helfen, der Atmung und Lungenfüllung sichtbar macht.

4

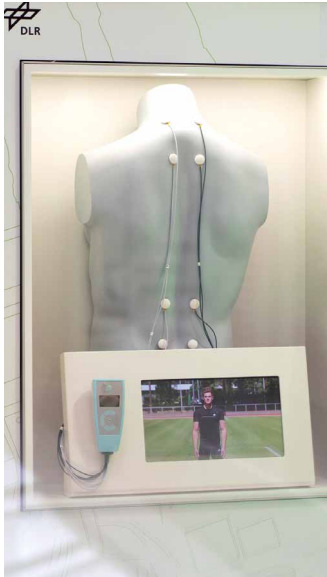
Das Kreislauf-Tuning

Gegen die „Schaufensterkrankheit“, periphere Arterielle Verschlusskrankheit (pAVK), die zu Herzinfarkten, Schlaganfällen und Raucherbeinen führen kann, hilft eine Therapie mit Ursprung in der Weltraummedizin. Sie wurde von EADS in Bremen entwickelt, um Astronauten bei Kreislaufproblemen zu helfen, die in der Schwerelosigkeit auftreten: Durch Unterdruck wird das Blut in die Beine gesaugt, dann muss das Herz kräftig pumpen. Das trainiert Herz und Arterien.

5

Der Linsen-Coup

Gegen die Altersweitsichtigkeit helfen Gleitsichtbrillen. Die besten Gläser dafür werden auf Basis der eigenen Augendaten extra separat hergestellt, auf den tausendstel Millimeter genau. Die Technik zur Augenvermessung, die sogenannte Wellenfront-Technologie, stammt aus der Astronomie. Die Möglichkeit der Fertigung entsprechend hochpräziser Gleitsichtgläser geht auf ein Schleifverfahren zurück, das für den Spiegel des Röntgensatelliten ROSAT entwickelt wurde.



6 Der Rücken-Retter

Rückenschmerzen wegen Schwerelosigkeit? Für viele Astronauten All-Tag. Aber Technologie, die ihnen hilft, kommt auch bei Patienten auf der Erde gut an: sonoSens, ein System mit Ultraschall-Elektroden zum Aufkleben auf den Rücken. Es wurde für die deutsch-russische Mission MIR '97 entwickelt. Heute hilft das System dabei, auf der Erde die Ursachen für Rückenschmerzen zu diagnostizieren beziehungsweise ihnen vorzubeugen.



7 Die 4-Minuten-Muckibude

In der Schwerelosigkeit hat noch nicht einmal der eigene Körper ein „Gewicht“. Muskulatur und Knochen der Astronauten sind unterfordert – und bauen ab. Das „Gegenmittel“ hilft auch auf der Erde, das für die Raumstation ISS entwickelte Trainingsgerät GALILEO. Die Muskelaktivität eines 10.000-Meter-Laufs ist in weniger als zehn Minuten erreicht. Dieses Gerät hilft auch Kindern mit der Glasknochenkrankheit dabei, den Rollstuhl verlassen zu können.



8 Der Krebs-Detektor

Hautkrebs ist oft tödlich, vor allem wenn er zu spät erkannt wird. Maligne Melanome können zuverlässiger und früher mit Software erkannt werden, die für die Auswertung von Röntgenquellen im Weltall programmiert wurde, im Rahmen der deutschen Röntgensatelliten-Mission ROSAT. Dort wurden Bilder des Weltalls zum Beispiel nach Supernovas durchsucht – für die Software sind das Bild eines Muttermals und das einer Galaxie erstaunlicherweise ganz ähnlich.



9 Das Plasma-Pflaster

Desinfizierte Wunden heilen schneller und besser. Aber Desinfektion ist oft schmerzhaft und wirkt nicht immer vollständig – erst recht bei großen, offenen Wunden und resistenten Keimen. Die Lösung: „plasma care“. Das Gerät desinfiziert mit „kaltem Plasma“, einem Mix aus reaktiven Elektronen, Ionen und angeregten Atomen. Es dringt in die Zellen von Bakterien oder Viren ein und zerstört sie. Diese Technologie basiert auf Erkenntnissen deutscher Plasmakristall-Experimente auf der ISS.

Raumfahrt-Forschung ... hilft beim in die Ferne schweifen.

REISEN & FREIZEIT

Wenn einer eine Reise tut, dann ... hat er viele Fragen: Wie ist die Temperatur am Urlaubsort? Scheint die Sonne? Ist das Meer klar oder drohen Algenteppiche? Muss vielleicht sogar mit Vulkanausbrüchen, Tsunamis oder Tropenkrankheiten gerechnet werden? Bei der Urlaubs- und Freizeitplanung kommt niemand um Anwendungen aus der Raumfahrt herum. Technologien aus der Raumfahrt tragen dazu bei, dass alle gut an ihren Urlaubsort kommen. Und selbst Reisezeiten vergehen „wie im Fluge“.

1 Die Flug-Begleiter

2 Die Katastrophen-Helfer

3 Der App-Taucher

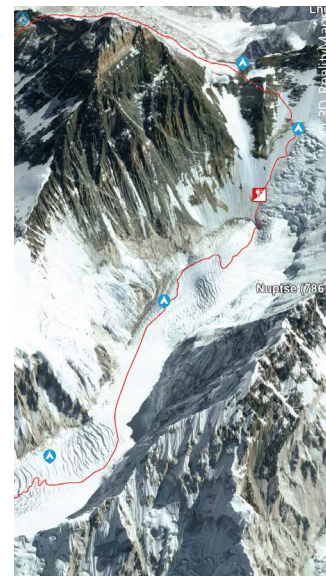
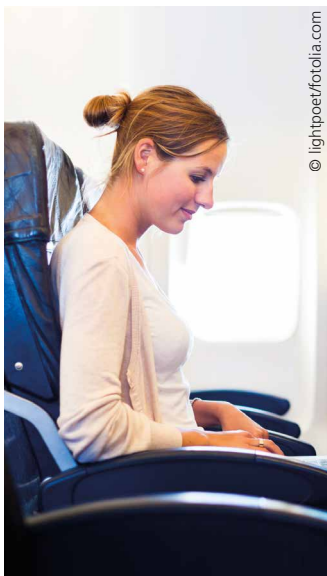
4 Die Gipfel-Bezwinger

5 Die Entscheidungs-Helfer

19

20





1

Die Flug-Begleiter

Orientierungslos am Flughafen? Wo geht's denn hier zum Gate? Online an Bord per Breitband-Internet? Grüneres Fliegen? Der Flugverkehr lässt sich in vielen Bereichen optimieren. Das DLR erforscht und fördert maßgeblich Indoor-Navigation (NavVis), die Optimierung von Verkehrsflüssen an Flughäfen für weniger Wartezeiten (TOMS und TAM), Lösungen für das Internet per Satellit (SANTANA) und sparsamere Flugzeug-Triebwerke durch neue Hochleistungs-Werkstoffe.

2

Die Katastrophen-Helfer

Für Rettungsmaßnahmen im Katastrophenfall zählt jede Minute. Dank aktuellster Übersichtskarten, die aus Satellitendaten erzeugt werden (unter anderem von europäischen Wettersatelliten und deutschen optischen und Radarsatelliten), ist schnelle und effektive Hilfe möglich. Erstellt werden sie vom Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation des DLR und vom europäischen Copernicus Emergency Management Service im Rahmen der Charta „Space and Major Disasters“.

3

Der App-Taucher

Ein Tauchertraum wird wahr: tagesaktuelle, hochauflösende Wasserqualitäts-Karten von Tauchgebieten wie dem Great Barrier Reef in Australien – für bis zu 30 Meter Tiefe. Die Daten dafür liefert EOMAP, ein Spin-off des DLR, das die Erdbeobachtungsdaten von Satelliten nutzt. Nicht nur für Taucher, sondern auch für den Gewässerschutz weltweit. Hier im Bild der Titicacasee, dessen Wasserqualität wegen Vermüllungsgefahr aus dem All überwacht wird.

4

Die Gipfel-Bezwinger

Wandern in den Bergen macht dann Spaß, wenn alle Bedingungen stimmen: Wo verlaufen die attraktivsten Routen? Liegt genug (wahlweise auch zu viel oder zu wenig) Schnee? Droht kurzfristig ein Wetterumschwung? Und wie ist die Verkehrslage bei der Anfahrt? Schlaue Apps – teilweise mit marserprobter 3D-Technik – helfen. Und hinter denen stecken zum Beispiel die Daten von Fernerkundungs-Satelliten wie „WorldView“ und „RapidEye“.



5

Die Entscheidungs-Helfer

Was verrät der Prospekt des Reiseveranstalters wirklich? Oder besser: Was verschweigt er? Wer sich auf den Überblick verlässt, den Satelliten stets behalten, bekommt schon einen besseren Eindruck von dem, was ihn am Urlaubsort erwartet. Dank „MetOp“ und „Copernicus“ zum Beispiel. Durch Satellitendaten wird Bebauung erkennbar, aber auch Wasserqualität, Luftqualität, Waldbestand – und sogar das Malaria-Risiko lässt sich vorhersagen.



Gefährliche Vulkanasche

Ein Vulkan bricht in Island aus, die Aschewolke legt den Flugverkehr lahm, denn die Asche ist eine große Gefahr für Flugzeug-Triebwerke. An Bord der MetOp-Satelliten befinden sich Instrumente, die Schwefeldioxid erkennen können – und damit Vulkanwolken. Das Earth Observation Center des DLR erfasst diese Daten in Echtzeit und kann daraus entsprechende Informationen ableiten, die zu Flugwarnungen oder -entwarnungen beitragen können. Für eine sicherere Flugreise.



Die Malaria-Warner

Eine Million Menschen sterben jedes Jahr an Malaria, vor allem in Afrika. Wie groß ist die Gefahr vor Ort aktuell? Das Projekt MALAREO, an dem die Remote Sensing Solutions GmbH aus Baierbrunn federführend beteiligt ist, soll auf Basis von Erdbeobachtungsdaten (unter anderem von den deutschen RapidEye-Satelliten) helfen, aus der Kombination von Umweltdaten Vorhersagen zu treffen, wie sich das Malaria-Risiko lokal entwickelt – um die Bekämpfung zu verbessern.



Die Tief-Seher

Satelliten „sehen“ sogar, was am Meeresboden passiert. Via Satellit werden weltweit Küsten- und Binnengewässer überwacht und durch die Kombination verschiedener Daten die Wasserqualität oder Verschmutzungen durch Öl sichtbar gemacht. Diese bathymetrischen Karten, also vom Meeresboden und vom Benthos (die in den Bodenzonen von Gewässern vorkommenden Lebewesen), sind „made in Germany“ und helfen Forschenden und Behörden tagesaktuell.

In 80 ~~Tagen~~ um die Welt. Sekunden

MOBILITÄT & KOMMUNIKATION

Weder im Beruf noch in Freizeit und Alltag sind wir bereit, lange auf eine Leistung, ein Produkt oder eine Information zu warten. Die Welt ist zum „globalen Dorf“ geworden: Daten werden in Echtzeit übertragen, komplexe Abläufe sind immer enger getaktet und verzahnt, Transportwege werden auf die Minute genau verfolgt und überwacht. Das alles ist möglich, weil der Datenfluss eine „Abkürzung“ nimmt: über das Weltall.



1 Die All-Wissenden

25

2 Die Luftfahrt-Automatisierer

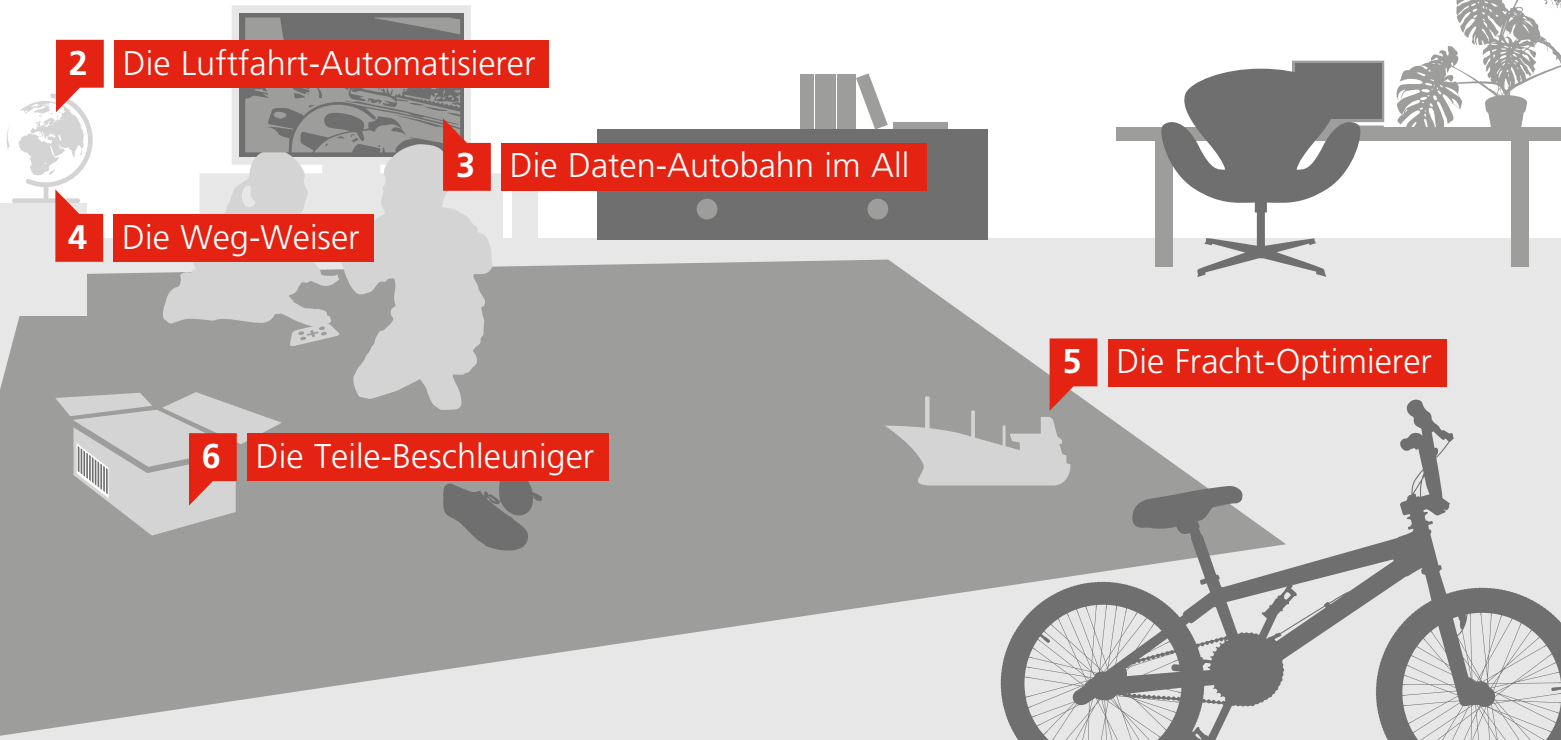
3 Die Daten-Autobahn im All

4 Die Weg-Weiser

5 Die Fracht-Optimierer

6 Die Teile-Beschleuniger

26





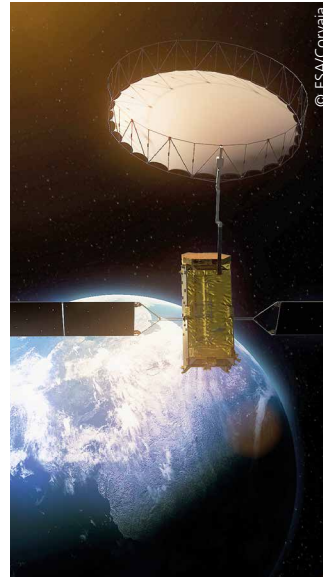
1 Die All-Wissenden

Mit dem europäischen System Galileo wird die nächste Generation von Satelliten-Navigationssystemen einsatzbereit sein. Mit einer Genauigkeit im Meterbereich – mit zusätzlicher Technik am Boden sogar im Zentimeterbereich – werden bislang unmögliche Anwendungen möglich. Beispielsweise das vollautomatische Anlegen von Schiffen oder Unfall-Vermeidungssysteme für Autos. Diese Dienste der Zukunft werden schon heute unter Realbedingungen erprobt.



2 Die Luftfahrt-Automatisierer

Wie lassen sich abgelegene Orte leichter versorgen? Zum Beispiel mit unbemannten Flugobjekten. Das DLR arbeitet an automatisiert fliegenden Transportdrohnen, die selbstständig starten, fliegen und landen – sogar unter schwierigsten Witterungsbedingungen. Die Voraussetzung: Satellitennavigation und hochpräzise Karten. Für die Kontrolle des Luftraums entwickelt die ESA Schutzmaßnahmen, die ohne Technologien aus der Raumfahrt nicht möglich wären.



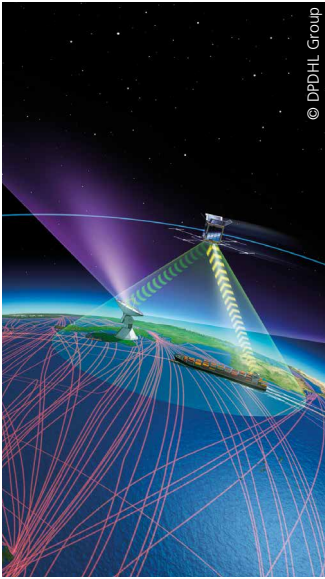
3 Die Daten-Autobahn im All

Faszinierende Details. Hochauflösende Bilder. Das verursacht gewaltige Datenmengen, die eine stabile und schnelle Datenverbindung erfordern. Die nächste Generation der Datenübertragung kommt schon heute ins Spiel: Laser. Übertragen per Satellit. Satelliten sind schon heute mit Laser-Technologie aus Deutschland bestückt. Sie ist vergleichbar mit der Übertragung per Glasfaser – nur ohne Kabel. Ideal, wenn Kabel verlegen keine Option ist.

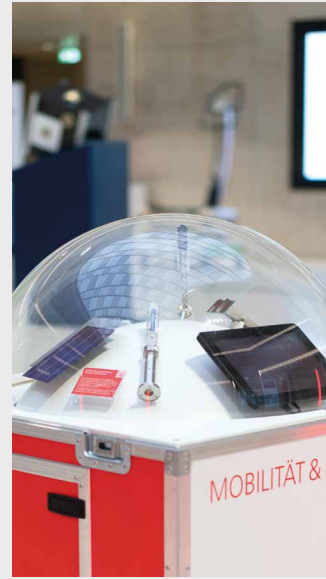


4 Die Weg-Weiser

Wer online eine neue Spielkonsole bestellt, „daddelt“ vielleicht schon am nächsten Tag damit. Ihr Weg ins lokale Versandlager war allerdings viel länger, dauerte aus Asien vielleicht sogar über einen Monat. Komplett satellitenüberwachte und optimierte Lieferketten mit „cleveren“ Softwarelösungen machen Prozesse schneller und sicherer, wie zum Beispiel der vom DLR mit DHL entwickelte Smart Truck, oder temperaturüberwachte Container mit Impfstoffen für Afrika.



© DPDHL Group



5 Die Fracht-Optimierer

Fast 40 Prozent der Fracht innerhalb der EU wird auf dem Meer per Schiff transportiert. Die Zoll-Bürokratie lässt Schiffe oft tagelang im Hafen liegen, denn die Zöllner wissen nicht, ob das Schiff unterwegs möglicherweise einen Nicht-EU-Hafen angelaufen hat. Mit „Space-based AIS for Blue Belt“ werden Schiffe per Satellit getrackt (zum Beispiel mit dem deutschen AISat-1), damit Zöllner in Zukunft inner-europäische Fracht schneller durchwinken können – das macht Seefracht attraktiver.

6 Die Teile-Beschleuniger

Globale Lieferketten sind komplex und getaktet aufeinander abgestimmt: Aus einem Land kommen Rohstoffe, die müssen zur Weiterverarbeitung per Schiff in ein anderes Land transportiert werden, und bis am Ende ein Computerchip und ein Gehäuse zur Endmontage zusammenkommen, vergehen teils Monate, und jedes Teil hat eine andere Vorlaufzeit. Damit alles rechtzeitig auf Lager ist, werden Frachtrouten mit Satellitentechnik optimiert.

Außerirdische Technik

Auf der ISS, an Bord von Satelliten und von Raketen wird an neuartigen Materialien geforscht, denn in der Schwerelosigkeit gibt es einzigartig neutrale Testbedingungen. Hier zu sehen: Siliziumkristalle, die an Bord einer Rakete geschmolzen wurden. Sie könnten in Zukunft Solarzellen effizienter machen. Oder neue Halbleiter aus Gallium-Germanium, die die Siliziumtechnologie bei Computerchips ablösen könnten. Oder neue Metalle, die im All bei 2.000 Grad Celsius geschmolzen wurden.

Dank All: wissend.

WISSEN & BILDUNG

Der Weltraum weckt seit jeher die Neugierde und den Wissensdurst der Menschen. Im All suchen wir Antworten auf die großen Fragen: nach dem Beginn von Raum und Zeit, nach der Entstehung von Leben auf der Erde oder nach Spuren von Leben auf anderen Planeten. Raumfahrt stellt höchste Ansprüche an den Forschergeist – und belohnt ihn: mit den Ergebnissen mutiger Missionen wie Rosetta oder mit Erkenntnissen von innovativen und hochpräzisen Teleskopen im All. Die Neugier und der Entdeckergeist können gar nicht früh genug geweckt werden.



1 Die Raum-Fahrer



2 Die Startrampe für Start-ups



3 Die Stern-Gucker



4 Das fliegende Klassenzimmer



5 Die Tiefsee-Erforscher



6 Die Universi(um)tät

31

32



1

Die Raum-Fahrer

Die Luft- und Raumfahrt beschäftigt nicht nur unsere Fantasie, sondern auch Tausende Menschen, die unter anderem in den Instituten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt arbeiten, um astronautische Raumfahrt überhaupt erst möglich zu machen – sie werden an dieser Station vorgestellt. Viele Erkenntnisse und technische Errungenschaften entstehen erst aus den Fragestellungen, die ein Flug und ein Aufenthalt im All mit sich bringen.

2

Die Startrampe für Start-ups

Über-irdischer Erfolg mit Ideen aus der Raumfahrt? Das DLR fördert Innovationen durch branchenübergreifende Kooperationen, interne Networking-Veranstaltungen, Innovationswettbewerbe, Ausgründungen und durch die Unterstützung von Forschungsprojekten. Als Ansporn für Jungforscherinnen und -forscher winken der DLR-Gründerpreis und die DLR-Spezialpreise bei Galileo und Copernicus Masters.

3

Die Stern-Gucker

Der Weltraum. Unendliche Weiten. Und noch in großen Teilen unerforscht. Allein in unserer Galaxie gibt es 100 Millionen Sterne. Mindestens. Die Raumfahrt – vor allem auch die Entsendung von Sonden in unser Sonnensystem und darüber hinaus – ist noch eine junge Wissenschaft. Raum für jede Menge Pionierleistungen. An dieser Station wird vorgestellt, welche Missionen gestern, heute und morgen unser Wissen vergrößerten und vergrößern werden.

4

Das fliegende Klassenzimmer

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist eine der größten und modernsten Forschungseinrichtungen für die Luft- und Raumfahrt Europas. Unsere Begeisterung geben wir gern an junge Entdecker aller Altersstufen weiter, um das Interesse für Naturwissenschaften zu fördern. In der Schule und nach der Schule – vom Papierflieger bis zum selbst gebauten Satelliten. An dieser Station werden die Angebote für die Altersgruppen vorgestellt.



5 Die Tiefsee-Erforscher

Zu schwer, zu kalt, zu warm, zu gefährlich? Roboter arbeiten unter Wasser, an Land, in der Luft und auch im Weltall – und das unter Bedingungen, die für Menschen lebensgefährlich wären. Das macht sie zu idealen Helfern für Entdecker. Für die Luft- und Raumfahrt sowie für die Meeresforschung wird die Robotik laufend perfektioniert, zum Beispiel im Projekt ROBEX, bei dem Raumfahrt- und Tiefseeforschung zusammenkommen, denn die Herausforderungen sind ähnlich.

6 Die Universi(um)tät

Vom Campus in den Kosmos: Das Flugzeug von morgen, Satelliten und Sonden, Umweltforschung, die kosmische Nachbarschaft, künftige Verkehrssysteme, erneuerbare Energien, Robotik, neue Werkstoffe, Weltraummedizin – vom ersten Semester bis zum Doktoranden-Stipendium kann man in seinem Studium von Angeboten des DLR profitieren.

Sat-Puzzle

Erdbeobachtung, Wetter, Navigation, Kommunikation: Welche Satelliten können was? Gar nicht so leicht, den Überblick zu behalten. Also: Mitmachen und einfach mal Ordnung in das virtuelle Satelliten-Puzzle bringen.

Wenn alle Teile am richtigen Platz sind, gibt's zur Belohnung: den vollen Durchblick.

LIDAR

Licht und Geschwindigkeit = Lichtgeschwindigkeit? Ganz so einfach ist es nicht. Aber: Die Zeit, in der ein Laser-Impuls an seinen Ausgangspunkt zurückkehrt, ermöglicht die zuverlässige Messung von Geschwindigkeiten oder Distanzen. Diese Technologie heißt LIDAR und wurde erstmals genutzt, um 1971 ein Mondrelief zu erstellen. Heute verlassen sich zum Beispiel Polizei, Assistenzsysteme im Auto und Archäologen darauf.

Mal ausprobieren? Nur zu!

Raum für Innovationen: DLR-INNOspace



Raumfahrt schafft Innovationen, die auf der Erde alltäglich genutzt werden, ohne dass ihre Herkunft aus dem All bekannt ist: Medizin, Transport, Maschinenbau, Sicherheit, Energie und viele andere Bereiche profitieren von Innovationen, die auf Satellitentechnologie basieren oder die ihren Ursprung in der Erforschung des Weltalls und in der Forschung unter Weltraum-Bedingungen haben. Raumfahrt ist ein bedeutender Innovationsmotor für Deutschland – und ein Schlüssel zur Erschließung neuer Märkte. Um die Transferpotenziale besser und zielorientierter nutzen zu können, hat die Raumfahrtagentur im DLR im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK, vormals Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) 2013 die Initiative INNOspace® gestartet.

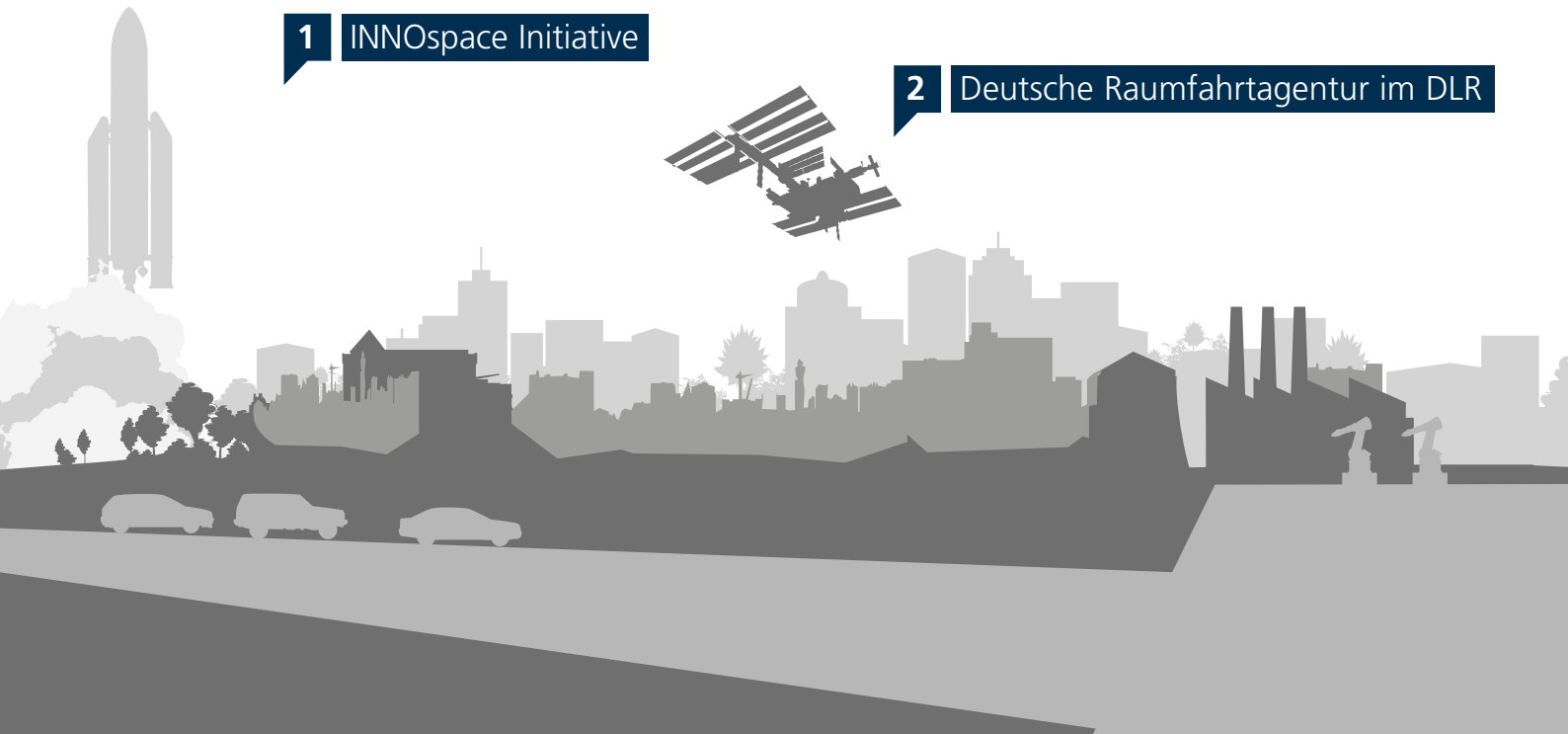
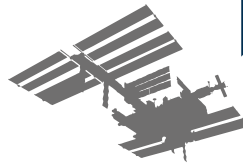
INNOspace® ist eine Initiative im Rahmen des „Nationalen Programms für Weltraum und Innovation“ des BMWK und seit 2014 Teil der neuen Hightech-Strategie der Bundesregierung.

37

38

1 INNOspace Initiative

2 Deutsche Raumfahrtagentur im DLR





1 Die Initiative INNOspace



Wie werden aus zukunftsweisenden Erfindungen neue Produkte und Technologien? Wie gelangen Entwicklungen und Innovationen aus der Raumfahrt in andere Wirtschafts- und Anwendungsbereiche? Wie kann die Raumfahrtbranche von Erfindungen aus anderen Branchen lernen? Durch Information, Kommunikation und Kooperation. Die Initiative INNOspace® der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR will Anreize schaffen für Innovationen und für Technologietransfers zwischen Raumfahrt und anderen Wirtschaftszweigen.

Der Austausch von Know-how und Technologien soll in beide Richtungen erfolgen. So können durch Multiplikatoreffekte neue Märkte erschlossen und ökonomische Wertschöpfung in nachgelagerten Märkten und außerhalb der Raumfahrt geschaffen werden. Zu den Maßnahmen zählen unter anderem Fachtagungen, Workshops, Ideen- und Konzeptwettbewerbe, Innovations- und Transferprojekte sowie diese Ausstellung.

2 Die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR



Raumfahrt zieht Menschen seit jeher in ihren Bann, wie 2014 die „Blue-Dot“-Mission des deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst, die „Cosmic-Kiss“-Mission von Matthias Maurer oder die Mission Rosetta, bei der zum ersten Mal in der Menschheitsgeschichte eine Landesonde auf einem Kometen aufsetzte.

Missionen wie diese geben Antworten darauf, wie das Leben auf unsere Erde gekommen ist, ob es weiteres Leben im Universum gibt, wie es um Umwelt und Klima bestellt ist oder wie sich Telekommunikations- oder Navigationsdienste verbessern lassen.

Um diese und viele weitere Fragen zu beantworten, erstellt die Deutsche Raumfahrtagentur im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit Sitz in Bonn im Auftrag der Bundesregierung das deutsche Raumfahrtprogramm und setzt es um. Für Spitzenforschung und -technologie „made in Germany“.



INNOnet

Die Initiative INNOnet verknüpft Weltraumforschung mit irdischer Anwendung. Wir zeigen Beispiele aus den drei branchenübergreifenden INNOspace-Netzwerken Space2Motion, Space2Agriculture und Space2Health: Wunddesinfektion mit kaltem Plasma, die Messung von Bodenbeschaffenheiten und -qualitäten direkt vom Traktor aus und einen extrem beweglichen Roboterarm, der sogar „um die Ecke“ arbeiten kann. Eine Box, vier Ecken, drei spannende Exponate.



WALL#E & Skith

Wie bitte? Das soll ein Satellit sein? So klein? Genau, aber auch total „oho!“. Denn dieser Technologie-Demonstrator hat es in sich. Oder besser gesagt: Er hat es eben gerade NICHT in sich. Keine Kabel und keine Energiespeicher. Stattdessen: drahtlose Kommunikation zwischen allen funktionalen Elementen innerhalb des Satelliten (Skith) und der gesamte Energiebedarf durch die Außenhülle (WALL#E) gedeckt. Der erste Schritt zu kleinen, effizienten und kostengünstigen Satelliten von morgen.



CIMON

Gestatten: der KI-Kumpel der ISS-Astronauten. CIMON, der „Crew Interactive Mobile Companion“, ist ein Helfer und Begleiter, der die Crew bei Experimenten an Bord unterstützen und bei Bedarf auch aufmuntern kann.

„Astro-Alex“ hat mit CIMON bereits Experimente durchgeführt, und Sie können das auch: Einfach mal unter der Anleitung von Alexander Gerst und CIMON eine Rakete starten lassen und dabei ganz nebenbei das Rückstoßprinzip lernen.



INNOenergy

Das Exponat „INNOenergy“ präsentiert zwei Forschungsprojekte zur Energiegewinnung und -speicherung, die aus dem INNOspace Masters hervorgegangen sind: „Ferrotherm“ zeigt anhand eines animierten Schemas den Kreislaufprozess der Eisenpartikelverbrennung zur Energiegewinnung und die elektrochemische Rückführung des Verbrennungsprodukts zu Eisen auf dem Mond. „SpaceFlow“ stellt eine in die Modulstruktur einer Raumstation integrierte Flüssigbatterie (Flow-Batterie) vor, die diese mit Energie versorgt. Ein Display im Fenster zeigt die Tag- und Nachtsituation und vermittelt Wissenswertes zu den Prozessschritten.

INNOvital

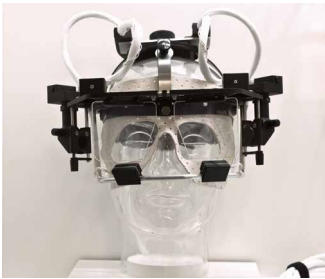
Das Exponat „INNOvital“ präsentiert zwei innovative Technologien aus dem INNOspace-Netzwerk Space2Health: „NoGravEx“, ein KI-gestütztes Exoskelett für das Training in der astronautischen Raumfahrt und die Rehabilitation auf der Erde, sowie „AI-Suit“, ein mikroelektronisches Sensor-Patch-System für Raumanzüge zur Messung von Vitalparametern.



Ausstellungsbilder

Interaktiv. Informativ. Überraschend. Spielerisch. Jede Station lädt zum Entdecken ein, im Schnelldurchgang mit kurzen Filmen, verständlich aufbereitet, oder mit Expertenwissen direkt aus der Forschung.

Spannend ist, was drin ist: Für die Ausstellung wurden zahlreiche Exponate (auch aus dem Weltall) zusammengetragen, die es in dieser Zusammenstellung noch nicht zu sehen gab. Hier sind Raumfahrtforschung und alltägliches Leben eng verbunden.



45

46

Geschichte der
Wettersatelliten

Ob Original-Stufe einer studentischen Versuchsrakete nebst geflogenem Versuch, Eye-Tracking-Applikation aus der Raumfahrtmedizin oder Werkstoff aus dem Weltraumlabor, jedes Exponat steht für einen Wissenstransfer in unseren Alltag.



**Wie kommen Weltall und Alltag zusammen?
Finden Sie es an den Exponaten heraus.**




Exponatleihgeber


Die Deutsche Raumfahrtagentur sagt Danke


 **dermo scan**
Leihgeber
DermoScan GmbH
www.dermoscan.de

 **solarion**
Leihgeber
Solarion AG
www.solarion.net


 **LAMTEC**
Leihgeber
Sensoren, entwickelt auf Basis von FIPEX
LAMTEC Meß- und Regeltechnik für Feuerungen GmbH & Co. KG
www.lamtec.de


 **DLR**
Leihgeber
DLR Stuttgart
www.dlr.de/stuttgart

 **SMI**
Leihgeber
SenseMotoric Instruments GmbH
www.smivision.com


 **access**
Leihgeber
Turbinenschaufel aus Titanaluminid
Access, Aachen
www.access.rwth-aachen.de

 **VITAL TESTCENTER**
Leihgeber
Agentur Graupner
www.agentur-graupner.de

 **ISATT**
Leihgeber
Sensoren, entwickelt auf Basis von FIPEX
ISATT innovatives Steuerungs- und Automatisierungs-Technik Team GmbH
www.isatt-automation.de


 **Fraunhofer IISB**
Leihgeber
Solarzelle, Silizium-Wafer
Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
www.iisb.fraunhofer.de

 **AZURSPACE**
Leihgeber
Konzentratorzellen-Modell
AZUR SPACE Solar Power AG
www.azurspace.com

 **VG**
Leihgeber
VibroGym Professional
VibroGym VG (Marke)


 **UNI FREIBURG**
Leihgeber
Ampulle zur Halbleiterkristallzüchtung (Gallium-Germanium) + Siliziumstab
Kristallographie, Institut für Geowissenschaften, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
www.krist.uni-freiburg.de

 **Haushalts Robotic.de**
Leihgeber
Neato XV Signature
RD Management GmbH
www.haushalts-robotic.de

 **AIRCRAFT SERVICES**
Leihgeber
Beschädigte Turbinenschaufel
Nayak Aircraft Services GmbH & Co. KG
www.nayak.aero


 **DWD**
Leihgeber
Historische Satellitenbilder
Deutscher Wetterdienst (DWD)
www.dwd.de

 **C-ETD**
Leihgeber
C-ETD
CHRONOS VISION GmbH
www.chronos-vision.de

 **FMF**
Leihgeber
Cadmium-Zink-Tellurid-Kristall (im All gezüchtet) und Röntgendetektor
Freiburger Materialforschungszentrum FMF, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
www.fmf.uni-freiburg.de

 **JENOPTIK**
Leihgeber
TraffiPatrol XR + Zubehör
Jenoptik Robot GmbH
www.jenoptik.com

 **KUKA**
Leihgeber
iiwa Roboter Dummy
KUKA Roboter GmbH
www.kuka-robotics.com

 **terraplasma MEDICAL**
Leihgeber
Plasmacare
terraplasma medical GmbH
www.terraplasma-medical.com

47

48

Das DLR im Überblick

Das DLR ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Wir betreiben Forschung und Entwicklung in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr, Sicherheit und Digitalisierung. Die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR ist im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zwei DLR Projektträger betreuen Förderprogramme und unterstützen den Wissenstransfer.

Global wandeln sich Klima, Mobilität und Technologie. Das DLR nutzt das Know-how seiner 55 Institute und Einrichtungen, um Lösungen für diese Herausforderungen zu finden. Unsere 10.000 Mitarbeitenden haben eine gemeinsame Mission: Wir erforschen Erde und Weltall und entwickeln Technologien für eine nachhaltige Zukunft. So tragen wir dazu bei, den Wissens- und Wirtschaftsstandort Deutschland zu stärken.

INNOspaceEXPO

Ausstellungskonzept:
Dr. Franziska Zeitler
Deutsche Raumfahrtagentur im DLR

Ausstellungsgestaltung und Realisation:
CD Werbeagentur GmbH
www.cdonline.de

Impressum

INNOspaceEXPO-Folder

Herausgeber:
Deutsche Raumfahrtagentur im DLR

Gesetzlicher Vertreter des
DLR ist der Vorstand.

Inhaltlich verantwortlich:
Dr. Walther Pelzer
Vorstandsmitglied des DLR

Gestaltung: CD Werbeagentur GmbH
www.cdonline.de



**Deutsche
Raumfahrtagentur**
im DLR

Kontakt

Deutsche Raumfahrtagentur im DLR
Dr. Franziska Zeitler

Abteilungsleiterin Innovation & Neue Märkte
DLR-innospace.de

Alle Inhalte in dieser Publikation unterliegen dem DLR-Copyright.