

MIT DER RAUMSCHIFFFAHRT ZU DEN STERNEN

Raumfahrt Concret



DAS DEUTSCHSPRACHIGE MAGAZIN FÜR EUROPA **129/130** 4/5/2023

Euro 12,00 | US\$ 13,00

Die Schweizer Garde



 **THEMA**
Zum Mond

 **THEMA**
Nach Brasilien

 **RÜCKBLICK**
Für das Wettrennen

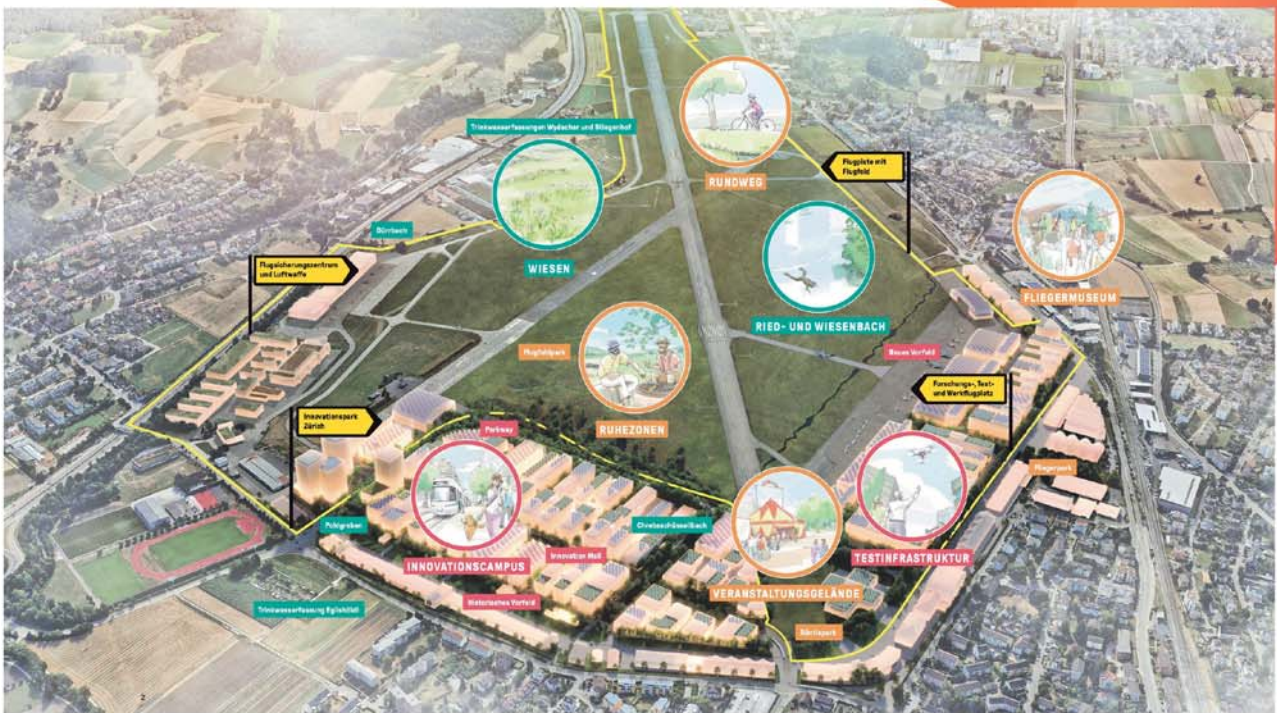
 **HISTORIE**
Im Fernsehen



**SWITZERLAND
INNOVATION
PARK ZÜRICH**

«CONNECTING GREAT MINDS» STEHT IM MITTELPUNKT DES INNOVATIONSPARKS ZÜRICH AUF DEM FLUGPLATZ DÜBENDORF:

Wir vernetzen die Wissenschaft mit der Wirtschaft und beschleunigen Innovation. Talente und Unternehmen können hier ihre Innovationskraft stärken, in den Bereichen Space & Aviation, Robotics & Mobility sowie Advanced Manufacturing.



Für weitere Informationen über den IPZ, seine Schwerpunkte, Partner, Standortentwicklung und Ansiedlungsmöglichkeiten wenden Sie sich bitte an

Dr. Fabienne Kiener, Relationship Manager
fabienne.kiener@switzerland-innovation.com

www.switzerland-innovation.com/zurich

ZÜRICH

Wo Innovation Flügel bekommt



Das Campus-Gelände
Irchel der Universität
Zürich (UZH), aufgenom-
men auf dem Rückflug
von einer Forschungs-
mission des Zeppelin NT.
Foto: UZH / R. Sablotny

Der Schweizer Innovationspark für Luft- und Raumfahrt

Von Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich und Dr. Calista Fischer



Airbus A310 ZERO-G (Novespace) auf dem Militärflugplatz Dübendorf bei der 3th Swiss Parabolic Flight Campaign mit dem Schweizer ESA-Astronaut Claude Nicollier (in der Mitte, Space Shuttle Missionen STS-46, STS-61, STS-75 und STS-103), Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich (UZH Space Hub, links) und Natalie Dové (Dovespace, rechts).

Die Space Economy steht auch in der Schweiz vor gewaltigen Transformationen. Die Universität Zürich nimmt hierbei eine führende Position ein.

Zu Beginn des letzten Jahrhunderts, im Jahre 1901, hatte Admiral George W. Melville, Chefingenieur der United States Navy – die Bemühungen um den Bau von Fluggeräten als "kindliche, eitle Fantasie" bezeichnet. Noch 1903 sagte die New York Times voraus, dass es weitere 1 bis 10 Millionen Jahre dauern würde, bis Menschen auf Fluggeräten fliegen könnten. Weniger als 20 Jahre später eröffnete die Deutsche Luftreederei am 5. Februar 1919 mit der Strecke Weimar – Johannisthal und nur 3 Tage später die Lignes Aériennes Farman mit der Strecke Paris – London die Ära des zivilen Linienflugs. Die wenigen Passagiere dieser ersten Linienflüge konnten nicht ahnen, dass nur 100 Jahre später 7 Milliarden Passagiere pro Jahr per Luft befördert werden. Technologische Revolutionen können ungeahnte Geschwindigkeiten aufnehmen.

Eine neue industrielle Revolution

Die Schätzungen der Bank of America, dass die Weltraumwirtschaft

in den nächsten 20 Jahren um das 7-fache auf etwa 3 Billionen Dollar pro Jahr wachsen wird, könnten sich bereits als zu konservativ erweisen. Denn aktuell vollzieht sich bei der Nutzung des unteren Erdborbits eine dramatische technologische Revolution. Sie kann das Leben und das Arbeiten, so wie wir es kennen, fundamental verändern. Die Umgebung Weltraum besteht aus Schwerelosigkeit, Hochvakuum, extremen Temperaturen und solarer und galaktischer Strahlung. Die Erzeugung dieser Bedingungen auf der Erde ist entweder nicht möglich oder mit sehr

hohem Aufwand verbunden. Bereits schon die Schwerelosigkeit bringt bedeutende Vorteile für die Herstellung verschiedener Produkte, wie z.B. Medikamente, Halbleiter und Legierungen. Auch die Produktion von dreidimensionalen menschlichen Geweben gelingt in der Schwerelosigkeit. Die Weltraumumgebung ist wie ein unerschöpflicher Werkzeugkasten. Bisher bremsen hohe Transportkosten die Entwicklung der Space Economy. Bereits durch den Routinebetrieb der SpaceX Falcon 9 sind diese von etwa 50.000 USD pro Kilogramm in der Space Shuttle Ära auf nunmehr ca. 2.500 USD pro Kilogramm gefallen. Mit dem SpaceX Starship werden die Kosten pro Kilogramm auf voraussichtlich ca. 200 USD sinken. Damit hätte die konsequente Entwicklung und der Betrieb vollständig wiederverwendbarer Raketen endgültig ein neues Raumfahrtzeitalter eingeläutet: Mit diesen Transportkosten wird die Produktion im unteren Erdborbit nicht nur wirtschaftlich und massentauglich, sondern kann der terrestrischen Produktion in verschiedenen Bereichen sogar überlegen sein. Nicht ohne Grund fokussieren die Nachfolger der Internationalen Raumstation (ISS) wie die Space Stations von Starlab, Orbital Reef und Axiom nicht nur auf Forschung und Ent-



Start von SpaceX CRS-20 am 7. März 2020 zur ISS: Der UZH Space Hub entwickelt und testet gemeinsam mit Airbus Defence and Space die Produktion menschlicher Gewebe aus Stammzellen in Schwerelosigkeit. Foto: NASA

wicklung, sondern vor allem auf die Produktion. Die aktuelle Transformation im Erdbereich von der reinen Forschung zur kommerziellen Nutzung und Produktion wird daher von vielen Ökonomen als die nächste große industrielle Revolution angesehen – eine Ära des historischen Wandels, in der Produkte in der Weltraumumgebung hergestellt werden können, die auf der Erde nicht oder nur sehr schwer produzierbar sind (z.B. neue Materialien, Energieträger, biotechnologische Produkte und Medikamente).

Für die Erde

Die Raumfahrt bildete schon immer eine enorme Triebkraft für die Entwicklung neuen Wissens und neuer Technologien für die Anwendung auf der Erde: Weltraumgestützte Navigation und Kommunikation sind seit Langem eine der Grundlagen der modernen industriellen Lebensweise. Erdbeobachtungssatelliten gewinnen hochpräzise Daten zu Wetter, Vegetation, Landwirtschaft, Wasserressourcen, Umweltverschmutzung, Emissionen und für die Klimaforschung. Damit sind sie unverzichtbar für ein modernes und nachhaltiges Ressourcenmanagement, für das Klimamonitoring und das Erreichen der UN Sustainable Development Goals (SDGs). Es ist daher nicht erstaunlich, dass Weltraumaktivitäten von den Vereinten Nationen als „wesentliche Instrumente für die Verwirklichung der SDGs“ anerkannt und unterstützt werden.

Umso erstaunlicher ist es, dass die Raumfahrt in politischen Debatten immer noch einen schweren Stand hat und nicht verstanden wird, dass Raumfahrt ein wesentliches Mittel der Nachhaltigkeitsziele der UN ist. Denn Nachhaltigkeit wird in der Raumfahrtdiskussion oft nur im Sinne von Vermeidung und Entfernung von Space Debris oder als Betrachtung der Emissionen von Launchern aufgefasst. Nicht verstanden wird, dass in Zukunft unsere terrestrischen Umwelt- und Ressourcenprobleme durch den Einsatz von Raumfahrtstechnologien substantiell angegangen werden können:



Straßenschilder im Space Florida Exploration Park am NASA Kennedy Space Center. Während im New Space vor allem private Akteure den unteren Erdbereich nutzen, werden Exploration Class Missions wie zum Mond oder zum Mars immer noch von den großen staatlichen Raumfahrtagenturen durchgeführt.

Dazu gehören die Schließung von Stoff- und Energiekreisläufen, das CO₂- und Methan-Recycling, die biologische Herstellung von Nahrungsmitteln, die strukturelle Bio-Produktion (z. B. Herstellung von Biobeton), das Recycling von Abfällen, Elektronik und Kunststoffen, das Biomining und die Gewinnung und Speicherung von Energie. Die aktuellen Anforderungen an die Exploration von Mond und Mars sind derart hoch, so dass disruptive Entwicklungen weit jenseits des bisher erreichten technischen Standes erforderlich sind. Es ist dann nur noch ein kleiner und konsequenter Schritt, diese Entwicklungen anschließend für unseren Planeten Erde anzupassen. Jedwede Investition in die Raumfahrt wird sich dann nicht nur um ein Vielfaches für die Menschheit rentiert haben, sondern kann uns sogar in eine ganz neue Ära der Nachhaltigkeit führen.

Rasante Entwicklung in den USA

Die NASA ist schrittweise von einem staatlich verwalteten System für den Zugang zur ISS zu einem wettbewerbsorientierten System übergegangen, bei dem der Gütertransport von Privatunternehmen mit Festpreisverträgen durchgeführt wird (Commercial Orbital Transportations Services, COTS). Dadurch ist ein Wettlauf um

technologische Innovationen entstanden, um Kosten für Bau und Betrieb von Raumfahrzeugen zu senken, was zu einem erheblichen Rückgang der Startkosten führte. Hierzu hat auch die von SpaceX entwickelte Wiederverwendbarkeit der ersten Stufe der Falcon 9 beigetragen. Ein weiterer Stimulator ist der NASA Authorization Act des US Congress aus dem Jahr 2010, der bis zu 50 Prozent Nicht-NASA-Aktivitäten im US-Teil der ISS (US National Lab) unter Koordination durch das Center for the Advancement of Science in Space (CASIS) gestattet. Neben der intensiven Nutzung und der daraus entstandenen Fortschritte in Forschung und Entwicklung besteht der größte Mehrwert aber in der Schaffung eines gewaltigen wertschöpfenden Space Ecosystems an den Raumfahrtstandorten der USA, aus Wissenschaftlern, Universitäten, Unternehmen, Raumtransportdienstleistern, Entwicklern von Nutzlasten und all denjenigen Fähigkeiten, die für weltraumgestützte Aktivitäten erforderlich sind. Wie rasant sich die New Space Economy entwickelt, manifestiert sich gerade in Florida: Nicht nur starten die Falcon-9-Raketen von Elon Musk's SpaceX bereits im Wochenrhythmus, unübersehbar siedeln sich ständig neue Space Players an, während die bestehenden Unter-



Das Space Life Sciences Lab von Spaceflorida direkt im Kennedy Space Center ist der US-Standort des UZH Space Hub. Von hier aus werden Forschungs- und Entwicklungsmissionen zur ISS durchgeführt und finden Zusammenarbeiten mit den US-Partnern des UZH Space Hub statt. Der UZH Space Hub hat mehrere Space Act Agreements mit der NASA.



Flight Plan Stufe 1: Aufstufungsstufe: Umbau der Hangar 1-4 und Nutzung durch den UZH Space Hub (Luft- und Raumfahrt) und die ETH Zürich (Robotik und Mobilität) und ihren industriellen Partnern, Fertigstellung 2024. Erste Ausbaustufe: Erweiterung der aktuellen Hangarnutzung durch UZH und ETH Zürich durch ein Baufeld mit 9 Gebäuden, Baubeginn 2026. Abbildung: Taskforce Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf



Zielbild 2050, Ausbaustufe 4: Vollständiger Ausbau des Switzerland Innovation Park Zurich mit zivilem Forschungs- und Werkflugplatz und militärischer Bundesbasis, verbunden mit 15.000 Arbeitsplätzen und einer Wertschöpfung von 1 Milliarde CHF Abbildung: Taskforce Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf

nehmen ihre Produktionsstätten massiv vergrößern. In den USA wird die New Space Economy aktiv und gezielt gefördert: Behörden, Handelskammern, Universitäten und ansässige Luft- und Raumfahrtunternehmen arbeiten eng zusammen.

Zwar wird die New Space Economy teilweise noch durch Aufträge vom Staat angetrieben, aber es sind jetzt private Investoren, Unternehmen und Start-ups, die in die Forschung und Entwicklung im erdnahen Weltraum investieren und deren Resultate und Produkte kommerzialisieren wollen. Die New Space Economy wird die staatliche Raumfahrt nicht ablösen, sondern ergänzen: Die erstere fokussiert auf den unteren Erdborbit und die Schaffung von direktem Mehrwert für die Menschen durch Anwendung und Produktion. Große Pionierunternehmen wie z.B. Exploration Class Missions, das Lunar Gateway, oder astrophysikalische Forschungsmissionen wie z.B. Euclid, werden dagegen weiterhin von den staatlichen Raumfahrtagenturen finanziert und durchgeführt werden.

Der Weg zum "Flight Plan"

Genau in dieser Phase der beginnenden Transformationen der Space Economy hat der Schweizerische Bundesrat am 3. September 2014 über die künftige Nutzung des Militärflugplatzes Dübendorf entschieden und die Dreifachnutzung des Areals – militärische Luftfahrt, zivile Luftfahrt und die Errichtung eines Innovationsparks durch den Kanton Zürich – definiert. In Folge ist es zu großen politischen Unstimmigkeiten zwischen Bund, Kanton und Gemeinden über die Zukunft des Flugplatzareals in Dübendorf gekommen. Das Spektrum reichte von der Fortführung des Flugplatzes als alleiniger Militärflugplatz bis zur vollständigen Aufhebung und Umwandlung in eine Parkanlage. Nach konstruktiven Auseinandersetzungen mit den verschiedensten Konzepten unter Beteiligung von Bund, Kanton, Gemeinden, Hochschulen und weiteren Stakeholdern und verschiedenen Volksabstimmungen hat von September 2020 bis Juli

2021 eine gemeinsame Taskforce unter Einbezug aller Beteiligten einen Synthesebericht – den sogenannten "Flight Plan" – entwickelt. Er dokumentiert die bestehenden Grundlagen, sowie die bisherigen Ideen und Ansätze, und fasst die Interessen und Nutzungsabsichten der Stakeholder zusammen. Es entstand ein strategischer Konsens für die Gebietsentwicklung, der bis zum Jahr 2050 und darüber hinaus Planungssicherheit ermöglicht. Der "Flight Plan" ist von Bund, Kanton, Gemeinden, Hochschulen und weiteren Stakeholdern unterzeichnet. Auf der Basis des "Flight Plan" ist der politische Prozess neu gestartet worden. Nach Beschluss durch den Kantonsrat im Jahr 2022 besteht nun politische und rechtliche Planungssicherheit. Entsprechend des "Flight Plan" soll auf dem Flugplatzareal Dübendorf ein Forschungsstandort mit internationaler Ausstrahlung und volkswirtschaftlichem Nutzen für Kanton, Gemeinden und Bund entstehen. Dafür wird der Militärflugplatz in einen Forschungs- und Werkflugplatz mit militärischer Mitbenutzung mit beschränkter Anzahl Flugbewegungen transformiert. Gleichzeitig soll eine Öffnung der Randzonen des heute für die Allgemeinheit verschlossenen Areals ermöglicht werden. Die Verknüpfung

von militärischer Nutzung, zivilem Forschungsflugbetrieb und Innovationspark soll neue Synergien schaffen und die Wertschöpfung beflügeln.

Innovationsschwerpunkt Luft- und Raumfahrt

Der Switzerland Innovation Park Zurich hat drei erste Schwerpunktbereiche bestimmt, die für die Bewältigung der Herausforderungen von morgen von großer Bedeutung sind: Luft- und Raumfahrt (mit dem UZH Space Hub der Universität Zürich als Leading House), Robotik und Mobilität (mit der ETH Zürich als Leading House) und Advanced Manufacturing (mit der Empa als Leading House). Mit dem Switzerland Innovation Park Zurich werden das Know-how, die Erfahrung und die Innovationskraft weltweit führender Hochschulen mit der Wertschöpfung und der Forschungs- und Entwicklungskraft einer der stärksten Wirtschaftsregionen Europas und einem vollwertigen Flugplatz mit einem bereits etablierten Forschungsflugprogramm kombiniert. Derzeit entsteht der Switzerland Innovation Park Zurich auf dem Gelände des Flugplatzes Dübendorf. Er wird sich über eine Fläche von bis zu 38 Hektar erstrecken – nur 10 Autominuten vom internationalen



Der Novespace Airbus 310 ZERO-G (F-WNOV, MSN 498) startet am 11. Juni 2020 vom Militärflugplatz Dübendorf zu einem Parabelflug über dem nördlichen Mittelmeer während der 4th Swiss Parabolic Flight Campaign. Es handelte sich um die weltweit erste Parabelflugkampagne während der Coronapandemie-Massnahmen. Im Hintergrund sind aufgrund des massiv eingeschränkten Flugbetriebes abgestellte Flugzeuge der SWISS und der Edelweiss zu sehen. Foto: VBS/Swiss Air Force.

Flughafen Zürich mit 190 direkten Destinationen entfernt. Der Switzerland Innovation Park Zurich ist eine öffentliche, gemeinnützige Institution des Kantons Zürich und arbeitet mit der Universität Zürich (UZH), der Eidgenössischen Technischen Hoch-

schule Zürich (ETH), der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), der Zürcher Kantonalbank (ZKB) und den Gemeinden Dübendorf und Zürich zusammen. Als weltweit führender Standort für Innovation und Talent-

gewinnung und mit dem wirtschaftsfreundlichen, stabilen und zuverlässigen Umfeld der Schweiz bietet Zürich internationalen Unternehmen einen echten Mehrwert und Sicherheit für ihre strategische Expansion.



Mit dem Zeppelin NT (folgende drei Bilder) werden vom Flugplatz Dübendorf aus Forschungskampagnen zur Erdbeobachtung / Remote Sensing mit den Zielen Biodiversitätsmonitoring und Präzisionslandwirtschaft durchgeführt.



Das rechte Foto zeigt Dr. Simon Wüest von der Hochschule Luzern (HSLU) während eines gravitationsbiologischen Parabelflugexperimentes während der 3rd Swiss Parabolic Flight Campaign vom Flugplatz Dübendorf.

Entstehung des UZH Space Hub

Parallel mit der Gründung des Switzerland Innovation Park Zurich und der sich abzeichnenden Gebietstransformation in Dübendorf hat die Universität Zürich zunächst 2018 die Gründung eines Innovationsclusters Luft- und Raumfahrt (UZH Space Hub) und im Juli 2020 die Domizilierung des UZH Space Hub auf dem Flugplatzareal Dübendorf beschlossen. Die Universität Zürich (UZH) ist

mit sieben Fakultäten, 150 Instituten, 100 verschiedenen Fachbereichen und mehr als 30.000 Studierenden und Forschenden aus aller Welt die größte und in internationalen Rankings bestplatzierte Volluniversität der Schweiz. Gemäß dem Nature Index ist die UZH die Nummer 1 in den Biowissenschaften in der Schweiz und gehört als Mitglied der "League of European Research Universities" (LERU) zu den renommiertesten For-

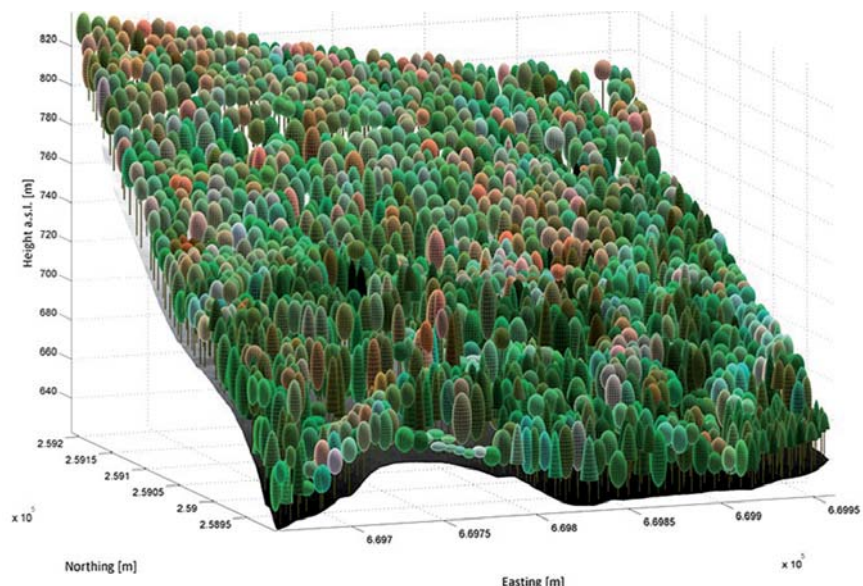
schungsinstitutionen Europas. Bis heute wurden 12 Nobelpreise an UZH-Wissenschaftler vergeben. Der UZH Space Hub umfasst das Space Ecosystem der Universität Zürich, eine fakultäts- und themenübergreifende Struktur mit über 34 im Space-Bereich tätigen Forschungsteams und erstklassigen Forschungs- und Industriepartnern im In- und Ausland. Die abgedeckten Forschungsbereiche umspannen praktisch die gesamte the-



Das Campus-Gelände Irchel der Universität Zürich (UZH), aufgenommen auf dem Rückflug von einer Forschungsmission des Zeppelin NT. Auf dem Campus Irchel arbeiten 34 Forschungsteams des UZH Space Hub.



Die Universität Zürich ist an zahlreichen Missionen beteiligt, wie z.B. am Euclid-Welt-raumteleskop der ESA. Abbildung: NASA



Dieses Bild zeigt ein dreidimensionales Modell eines Teils der Lägern. Dort testen UZH Space Hub-Forscher neue Methoden, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität zu erfassen. Abbildung: UZH / R. Leiterer

ALTITUDE

UZH Spa

— deep space



Earth Observation

Space L

— 800 km



— 400 km



— 280 km

— 10.0 km



— 7.5 km



— 4.0 km



— 0.5 km





Earth Observation



Life Sciences and Medicine



Astrophysics



Biodiversity and Agriculture



Digitalization



Physical Sciences



Technology



Robotics



UZH Space Hub: Für jede Frage die passende Plattform

Für seine Forschung nutzt der UZH Space Hub unterschiedliche Flugplattformen und Startbasen im In- und Ausland. Das Spektrum reicht von Drohnen im bodennahen Bereich und Indoor-Testungen bis zu Sonden im tiefen Weltraum. Piktogramme an den Fluggeräten informieren darüber, welche Bereiche bereits jetzt von den einzelnen «fliegenden Laboren» besonders profitieren. Es ist absehbar, dass weitere Einsatzgebiete hinzukommen.

Infografik: Rita Böttcher





Am UZH Space Hub werden durch des Geographische Institut Fernerkundungs-Sensoren zur Detektion von Plastikbestandteilen im Wasser entwickelt, die zur Behebung der Plastikverschmutzung der Meere beitragen werden. Diese werden hier auf einer Forschungsmission mit dem Zeppelin NT getestet.

matische Breite einer Volluniversität: Neben Erdbeobachtung, Biotechnologie und Medizin, Astrophysik und Supercomputing, autonomem Fliegen und Navigation von UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) und Green Aviation sind am UZH Space Hub auch die Bereiche Planetary Sustainability, Philosophie und Theologie vertreten. Weitere Bereiche kommen laufend dazu. Der UZH Space Hub gehört zum Swiss Aerospace Cluster (SAC) und zur Universities Space Research Association (USRA). Die Forscher des UZH Space Hubs arbeiten über meh-

rere Space Act Agreements eng mit der NASA zusammen und tragen in führenden Beiträgen zu zahlreichen ESA-Forschungsprogrammen und -Missionen bei. International sichtbare und anerkannte Forschungsstärke verbindet sich mit der Entwicklung von Anwendungen für Wirtschaft und Industrie: Aus dem Ecosystem des UZH Space Hubs sind bereits zehn Start-ups hervorgegangen. Gemäss dem internationalen "Space Tech Industry Report" ist der UZH Space Hub heute schon einer der 28 weltweit bedeutenden "Space Hubs".

Forschung, Entwicklung und Testung mit Flugplatz

Bereits heute ist der UZH Space Hub mit Labors und Infrastruktur auf dem Campus Irchel der Universität Zürich und am Kennedy Space Center in den USA sowie mit Büros im Technopark Liechtenstein vertreten. Ab April 2024 kommt die 1.600 Quadratmeter umfassende Multi-User-Anlage am Switzerland Innovation Park Zurich auf dem Militärflugplatz Dübendorf dazu. Die neue Facility umfasst Büros, gemeinsam nutzbare Sitzungs- und Seminarräume, Werkstätten und moderne Life Science Labore. Und sie bietet direkten Zugang zum Flugplatz und mit der Swiss SkyLab - eine zivile Forschungsflug-Einrichtung - einen matchentscheidenden Vorteil für Forschung und Testung.

Auf dem Militärflugplatz Dübendorf aktiv ist der UZH Space Hub und die Swiss SkyLab bereits seit 2015: Bisher sind von Dübendorf aus vier Schweizer Parabelflugkampagnen mit der A310 ZERO-G von Novespace und eine mit der Cessna Citation II des Niederländischen Raumfahrtzentrums NLR durchgeführt worden. Von Dübendorf aus waren aber auch schon der Zeppelin-NT aus Friedrichshafen für Erdbeobachtungsmissionen, die A320 ATRA des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) für ein gemeinsames Forschungsprojekt zu lärm- und treibstoffreduzierten Anflügen und die Beechcraft Super King Air für eine Mission mit dem AVIRIS-NG (Airborne Visible InfraRed Imaging Spectrometer - Next Generation) Infrarotspektrometer des NASA JPL im Einsatz. Alle Flugmissionen werden vollständig intern organisiert und durchgeführt. Diese Missionen zeigten in der Praxis, dass der Flugplatz Dübendorf ein hervorragend geeigneter Standort in Europa für anspruchsvolle und komplexe Test- und Forschungsprojekte in der Luft- und Raumfahrt ist. Zur Durchführung suborbitaler Flugmissionen arbeitet der UZH Space Hub direkt mit der Swedish Space Corporation (SSC) zusammen, orbitale Flugmissionen werden über das breite Netzwerk der US-Partner durchgeführt.



Der Hangar 4 ist das zentrale Domizil des UZH Space Hub, eine 1.600 Quadratmeter umfassende Multi-User-Anlage mit Büros, Sitzungs- und Seminarräumen, Werkstätten und modernen Biolaboren, kombiniert mit Zugang zum Pistensystem des Flugplatzes. Foto: Taskforce Gebietsentwicklung Flugplatz Dübendorf



Hangar 9 nutzt der UZH Space Hub aktuell für indoor-Testungen von UAVs und autonom navigierenden Systemen sowie als Basis bei Forschungsflugmissionen.



Das Air Force Center beherbergt den zivilaviatischen Teil des Flugplatzes Dübendorf, sowie das Flieger-Flab-Museum, die denkmalgeschützte Ausstellung sämtlicher historischer Flugzeuge der Schweizer Luftwaffe und der Flugabwehr.



Gruppenbild der Crews der Deutschen Zeppelin Reederei (DZR) und des UZH Space Hub vor dem Zeppelin NT auf dem Flugplatz Dübendorf nach erfolgreicher Forschungsflugmission.



Die Swedish Space Corporation (SSC) ist der Partner des UZH Space Hub für die Nutzung suborbitaler Forschungsraketen. Auf der SubOrbital Express-3 Mission der SSC wurden am 23. November 2022 drei Payloads des UZH Space Hub gestartet. Foto: SSC



1-wöchige Forschungskampagne mit der Cessna Citation II des Royal NLR – Netherlands Aerospace Centre (NLR) mit Tests zur Entwicklung eines Nanosatelliten, zur Entwicklung von UAVs für die Exploration des Mars, zur Gewebeproduktion in Schwerelosigkeit und zur Untersuchung des «genetischen Codes» der Schwerkraft.

Ein Ort für Pioniere und Wertschöpfung

Seit 2011 ist die Schweiz ununterbrochen weltweiter Innovationsleader: Das kleine Hochtechnologieland im Zentrum Europas ist gekennzeichnet durch ein hervorragendes Bildungssystem, wirtschaftliche Stärke, verhältnismässige Steuern, Stabilität sowie Planungs- und Rechtssicherheit zusammen mit einer einzigartigen Lebensqualität. Im Switzerland Innovation Park Zurich und am UZH Space Hub finden Unternehmen eine in Europa einzigartige Synthese aus Innovationspark mit bereits bestehendem Fokus auf die Luft- und Raumfahrt und einen Flugplatz, mit end-to-end Services und skalierbaren Entwicklungsmöglichkeiten, in unmittelbarer Nähe zu den weltbesten Hochschulen und Forschungseinrichtungen, in einer der stärksten Wirtschaftsregionen Europas. Die Schweiz ist eine der ältesten freiheitlichen Demokratien der Welt und bietet politische Stabilität, Sicherheit, Neu-

tralität, eine perfekt funktionierende Infrastruktur und eine Verwaltung, die sich als Dienstleister für Bürger und Unternehmen versteht. Tief verankerte Traditionen sind Freiheit, Selbstbestimmung, Eigenverantwortung, Qualität und Leistungswillen. In diesem Umfeld und in diesem Geist können Wertschöpfung und Innovation entstehen. Nicht umsonst ist die Schweiz globaler Innovationsführer und belegt den ersten Platz im Global Talent Ranking und den ersten Platz im Global Freedom Report.

Werte schaffen

Im UZH Space Hub arbeiten erfahrene Forscher und Entwickler, die ihr Handwerk von Grund auf gelernt haben. Sie wissen, dass wahre Innovation nicht planbar, erst recht nicht erzwingbar und noch weniger vorhersagbar ist: nicht durch pseudopräzises Planungsmanagement, nicht durch Forschungsbükratie, nicht durch schicke Bauwerke und die neuesten Geräte. Innovation entsteht

durch Freiheit, Kompetenz, Forschergeist und Bereitschaft zum Risiko. Innovation entsteht in und durch Menschen.

Der UZH Space Hub will Menschen zusammenbringen und den Rahmen und die Struktur schaffen, in der Innovation entstehen kann: einen Ort der Freiheit und des Unternehmergeistes, der sich in einem in Europa einzigartigen Umfeld entfalten kann. Dübendorf bietet ein Miteinander von Innovationspark und Flugplatz, in einem Umfeld geballter Kompetenz in Luft- und Raumfahrt, in Wissenschaft und Technologie. Die aktive Start-up-Szene, attraktive Start-up-Förderungen (z.B. der ESA Business Incubator Switzerland), Venture Capital, eine hervorragende Infrastruktur, eine service-orientierte effiziente und problemlösende Verwaltung, ein hochmodernes öffentliches Verkehrswesen aus Bahn, Bus und Tram und eine hohe Lebensqualität machen die «Greater Zurich Area» zu einem Hot-



Take-off des Airbus A310 ZERO-G für eine Forschungskampagne vom Flugplatz Dübendorf. Parabelflüge sind eine der wichtigsten Säulen für Forschung, Entwicklung und Anwendungen im Weltraum. Am rechten Bildrand ist der denkmalgeschützte Bogenhangar aus dem Jahr 1922/1923 zu sehen, das Wahrzeichen des Flugplatzes Dübendorf.

spot für neue Unternehmen.

Bereits heute tragen viele Ideen und Neuerungen die Handschrift dieses «Dübendorfer Innovationsgeistes»: Die Entwicklung und Testung von Erdbeobachtungs-Sensoren zur Erforschung der Ökosysteme unseres Planeten oder zur Detektion der Plastikverschmutzung der Weltmeere, die Optimierung von Anflugverfahren zur Lärminderung in der Luftfahrt und die Erforschung einer besseren Turbulenzvorhersage auf Linienflugzeugen. In der Medizin wurden Verfahren entwickelt, die Schwerelosigkeit als hochwirksames Werkzeug einzusetzen, etwa zur Herstellung menschlicher Gewebe, für den Ersatz von Tierversuchen und zur Transplantation. Und schließlich eröffnet das in Dübendorf auf die Beine gestellte Schweizer Parabelflugprogramm schon seit vielen Jahren den einfachen und kostengünstigen Zugang zur Schwerelosigkeit. Hochschulen und Industrie nutzen das Angebot schon mit großem Erfolg. So wurden bereits

erhebliche Forschungsmittel erworben und lokale Firmen profitieren durch die Testmöglichkeiten vor ihrer Haustüre von einem deutlichen Wettbewerbsvorteil.

In Dübendorf entwickelte sich ab 1910 die Schweizer Aviatik. Heute – etwas mehr als hundert Jahre später –

wird Dübendorf dank idealer Voraussetzungen zum Nukleus für Space-Pioniere und die Entwicklung der New Space Economy. Mitten im größten Wirtschaftszentrum der Schweiz, in unmittelbarer Nähe zu den weltweit besten Hochschulen und Forschungsinstitutionen und dem internationalen Flughafen Kloten verbind-



Das Einhorn (rechts im Bild) ist das Wappentier der Stadt Dübendorf und gleichzeitig die Bezeichnung eines Start-up-Unternehmens mit einer Bewertung von über einer Milliarde USD.

det sich ab 2024 ein Innovationszentrum für Luft- und Raumfahrt mit einem aktiven Flugplatz. Diese in Europa einmalige Konstellation wird starke Synergien freisetzen und die Space Economy beflügeln.

New Space: For all humankind

Die Raumfahrt hat schon immer die Gedanken und Visionen der Menschen belebt. Das Neue, die Inspiration, die Innovation, entsteht immer im und durch den Menschen. Raumfahrt wird durch die Privatisierung bald nicht mehr nur eine Angelegenheit großer Staaten sein: Am 10. August 2023 flogen auf dem Raumflug "Galactic 02" von Virgin Galactic's VSS Unity Keisha Schahaff und Anastatia Mayers ins All, die ersten beiden Astronautinnen aus der Karibik, aus Antigua und Barbuda. Hunderte von Schülerinnen und Schülern des Inselstaates verfolgten den Weltraumflug als Teil eines MINT-Programms (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) in Antigua und Barbuda.

Wir erleben gerade, dass auch Menschen aus kleinen Nationen und ohne große staatliche Raumfahrtagenturen ins All fliegen können. Die New Space Economy wird den Weltraum weit öffnen: Ob es große Nationen oder kleinere Nationen sind, alle sollen, werden und müssen Zugang haben zu dem neuen sich entwickelnden Wirtschaftsraum.

Niemand darf ausgeschlossen oder zurückgelassen werden. Raumfahrt kann entscheidend dazu beitragen, dass Menschen sich als eine Menschheit und eine Erde verstehen. Die Kraft der Raumfahrt, Menschen zu verbinden, haben wir bisher auf allen Raumfahrtmissionen erleben können. Es sollte von uns als Zeichen gesehen werden, wozu Raumfahrt in der Lage ist: Als Brücke in eine neue Epoche der Menschheit.



Der Schweizer Flugpionier Lt. Oskar Bider mit Fliegeraspiranten. Oskar Bider überquerte im Juli 1913 als erster Mensch mit einem Flugzeug die Alpen vollständig und in beiden Richtungen.



Der Jetbetrieb in Dübendorf wurde gemäss dem Stationierungskonzept der Armee auf Ende 2005 eingestellt. Am 16.12.2005 flogen die F/A-18 der Fliegerstaffe 11 zum letzten Mal von Dübendorf.



Seither dient der Militärflugplatz Dübendorf im wesentlichen als Helikopterbasis, als Basis der Lufttransportdienstes des Bundes (LTDB) sowie von Spezialflugzeugen

Info Militärflugplatz Dübendorf

Am 20. Oktober 1910, um 10 Uhr morgens, startete zum ersten Mal ein Flugzeug vom Dübendorfer Aerodrom. Mit dem Pionierflug des im Volk sehr beliebten Franzosen Georges Legagneux (Spitzname: „Legi“) begann die Geschichte der Schweizer Luftfahrt. Das Schicksal von Dübendorf, einer Gemeinde im Glattal nordöstlich von Zürich, sollte fortan fest mit der Luftfahrt verknüpft sein. Forschung und Innovation spielten von Anfang eine Rolle in Dübendorf.

So notierte ein Chronist der frühen Jahre: „In den Hangars des Flugfeldes waren viele Erfinder, Unternehmer und Hasardeure tätig, welche teils skurrile und teils funktionsfähige Flugapparate entwickelten, herstellten und austesteten.“ Technisches Geschick und Wagemut zeichnete auch die ersten Militärpiloten aus, die 1914 auf dem Flugplatz Dübendorf einzogen. Einige von ihnen kamen mit ihren eigenen, teils selbst gebauten Flugmaschinen zum Dienst. Aus den zerbrechlichen „Kisten“ der avia-

tischen Frühzeit wurden mit den Jahren hochmotorisierte, robuste Flugzeuge, wie wir sie heute kennen. Dübendorf ist die Wiege der Schweizer Luftfahrt, sowohl im zivilen als auch im militärischen Bereich. Teile der Schweizerischen Fliegertruppe (heute Luftwaffe) waren hier mehr als hundert Jahre aktiv. Im Zweiten Weltkrieg wurden hier die ausländischen Bomber und Jäger zur Landung gezwungen, die in den Schweizer Luftraum eingedrungen waren. 1949 wurde Dübendorf zum reinen Militärflugplatz. Im nun beginnenden Wettrennen der Großmächte manifestierte sich hier der Wehrwillen der Schweiz. Der Flugplatz Dübendorf (AFB Dübendorf, LSMD) ist heute weiterhin ein Militärflugplatz der Schweizer Luftwaffe und hat eine Pistenlänge von 2.355 m (Piste 11/29). Der tägliche Flugbetrieb ist von Helikoptern (Super Puma, Cougar, EC635) bestimmt. Daneben sind diverse Lufttransportflugzeuge u.a. des Lufttransportdienstes des Bundes (LTDB) sowie Spezialflugzeuge in Dübendorf stationiert. Zudem wird der Militärflug-

platz von Fallschirmaufklärern für Ausbildung und Trainings genutzt. Der Militärflugplatz Dübendorf (ICAO-Code LSMD) beheimatet die Operative Führung der Luftwaffe mit der Operationszentrale (AOC, Air Operations Center), das Flugsicherungszentrum der Skyguide, das Air Force Center mit dem Flieger-Flab-Museum sowie verschiedene Unterhaltsbetriebe.

Hundert Jahre Flugplatz Dübendorf, das ist auch eine Geschichte zivilaviatischer Durchbrüche. Am 18. August 1932 stieg von hier aus Auguste Picard in einem Gasballon auf und erzielte mit einer Höhe von knapp 17 Kilometern einen neuen Weltrekord. 1922 ging mit der Strecke Genf – Dübendorf – Fürth die erste zivile Luftverkehrslinie der Schweiz an den Start. Ad Astra Aero war die Vorläuferin von Swissair, die von 1932 bis zu ihrem Umzug nach Zürich-Kloten im Jahr 1948 in Dübendorf beheimatet war. 2010 baute Bertrand Picard in einem Hangar sein Solarflugzeug Solar Impulse zusammen, um damit die Welt zu umrunden. Fünf Jahre



Der Militärflugplatz Dübendorf (LSMD) liegt östlich von Zürich und hat eine Pistenlänge von 2.355 m (Piste 11/29). Auf der Westseite wird der Switzerland Innovation Park Zurich gebaut, auf der Südseite findet der zivile Forschungs- und der Werkflugbetrieb statt. Fotos: Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS).

später absolvierte der UZH Space Hub in Dübendorf seine erste Forschungsmission mit dem Airbus A310 ZERO-G in die Schwerelosigkeit. Seitdem füh-

ren UZH Space Hub und die universitätsnahe gemeinnützige Swiss SkyLab Foundation Parabelflugkampagnen mit dem Airbus A310 ZERO-G und der

NLR Cessna Citation II, sowie Forschungskampagnen mit dem DLR Airbus A320 ATRA, dem Zeppelin NT und verschiedenen Kleinflugzeugen durch.

Info Standortvorteile des UZH Space Hub in der Schweiz

- Innovationspark mit Flugplatz in direkter Nachbarschaft zu Weltklasse-Universitäten und -Forschungseinrichtungen inmitten der stärksten Wirtschaftsregion der Schweiz

- 1. Platz im Global Innovation Index
- 1. Platz im Global Talent Ranking
- 1. Platz im Global Freedom Report
- Hervorragendes Bildungssystem
- Wirtschaftliche Stärke
- Verhältnismäßige Steuern
- Stabilität, Sicherheit, Neutralität
- Eine der ältesten freiheitlichen Demokratien der Welt

- Hervorragend funktionierende Infrastruktur
- Dienstleistungsorientierte Verwaltung
- Geringe Regulation, schnelle und effiziente Verwaltungen
- Tradition aus Freiheit, Selbstbestimmung, Eigenverantwortung, Qualität und Leistungswillen



- Flight Plan Gebietsentwicklung Dübendorf



- UZH Space Hub URL



- Videokanal UZH Space Hub



- Video Swiss Parabolic Flight Campaign



- Video UZH Space Hub



- Swiss Parabolic Flight Program



Oliver Ullrich ist Ordentlicher Professor und Direktor des Innovationsclusters Space and Aviation der Universität Zürich (UZH Space Hub), spezialisiert in Anatomie, Zellbiologie, Immunologie und Luft- und Raumfahrtmedizin. Er ist außerdem Professor für Raumfahrtmedizin an der EAH Jena, Deutschland, Professor für Weltraumbiotechnologie (Universität Magdeburg, Deutschland), BIT Adjunct Professor (Beijing Institute of Technology, BIT, China), gewähltes Akademiemitglied der International Academy of Astronautics, Präsident der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin, Präsident der Swiss SkyLab Foundation und Initiator und Leiter des Schweizer Parabelflugprogramms.

Er ist Träger mehrerer nationaler und internationaler Forschungs- und Lehrpreise und verfügt über 18 Jahre Erfahrung als wissenschaftlicher Leiter von Parabelflug-, suborbitalen ballistischen Raketen- und ISS-

Missionen im Rahmen des ESA- und NASA-Forschungsprogramms Space Life Sciences. Er hat ein Postgraduierten-Diplom in Theologie von der Päpstlichen Lateran-Universität (Rom/Vatikan).

Er setzt sich mit Begeisterung für Innovationen in der Raumfahrt ein, unterstützt aktiv das Unternehmertum und öffentlich-private Partnerschaften und ist Mitbegründer von vier erfolgreichen Start-up-Unternehmen. Seine gesammelte Missionserfahrung umfasst 17 Parabelflugmissionen, 9 suborbitale Missionen und 9 Orbitalmissionen.

Er hat mehr als 1.200 Parabelflugmanöver absolviert und war insgesamt mehr als 7 Stunden in der Schwerelosigkeit. 2023 verlieh ihm die International Academy of Astronautics den Life Science Award, die höchste Auszeichnung in den Space Life Sciences.



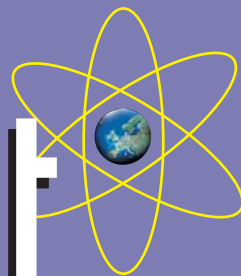
Calista Fischer hat an der Universität Zürich Archäologie, Deutsche Sprachgeschichte und Religionswissenschaften studiert und in Archäologie promoviert. Sie absolvierte einen freiwilligen Militärdienst, hat ein Handelsdiplom, ein CAS in Wissenschaftskommunikation, arbeitete für das Office Suisse d'Expansion Commerciale (OSEC) und in leitender Position bei der Kantonsarchäologie Zürich mit Erfahrung in Feldmissionen. Sie verfügt über langjährige Erfahrung in der Schweizer Nuklearindustrie und als Kommunikationsbeauftragte der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich. Calista Fischer ist Leiterin Sondermissionen und Kommunikationsbeauftragte des Innovation Cluster Space and Aviation der Universität Zürich (UZH Space Hub).

Fotos: wenn nicht anders angegeben UZH / R. Sablotny.

In der nächsten Ausgabe stellen wir die Schwerpunkte des UZH Space Hub vor.

MIT DER RAUMSCHIFFFAHRT ZU DEN STERNEN

Raumfahrt Concret

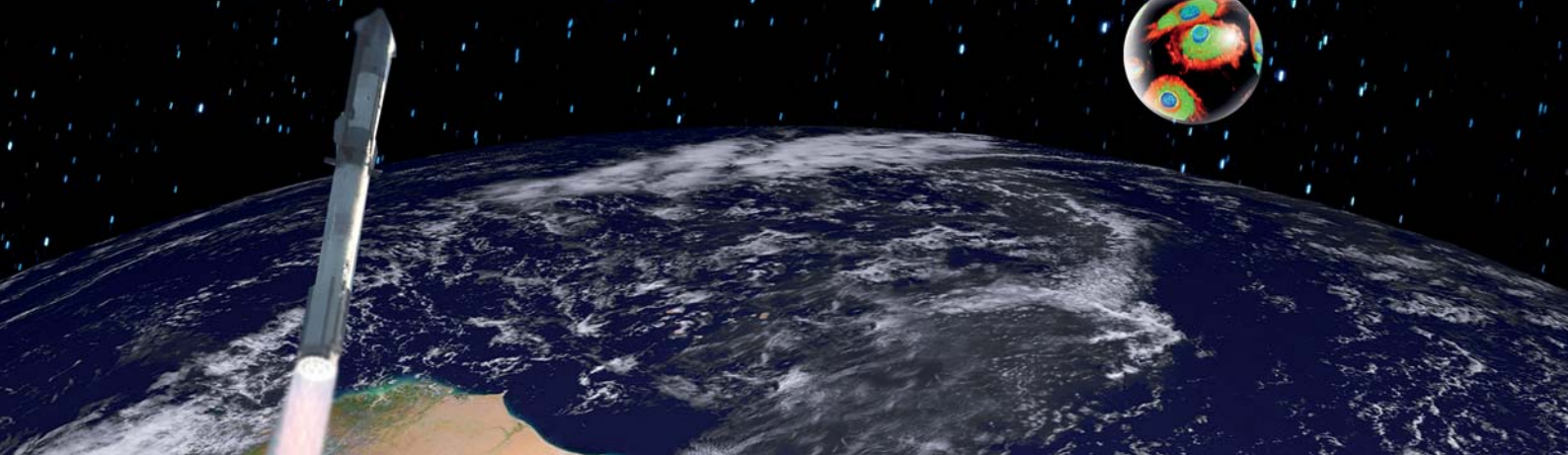
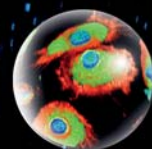
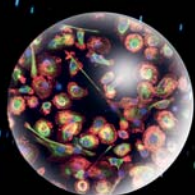
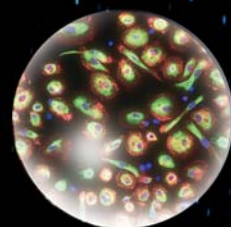
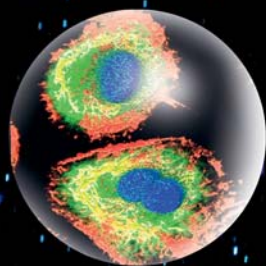


DAS DEUTSCHSPRACHIGE MAGAZIN FÜR EUROPA

132 2/2024

Euro 6,00 | US\$ 7,50

Die Biotech-Revolution im All



THEMA

Europas Raketen



ASTROBIOLOGIE

Recht und Außerirdische



RÜCKBLICK

Gagarins Todesflug



RÜCKBLICK

Vom Raketen- zum Strahlflugzeug

SPACE GIN

THE TASTE OF SPACE



Raumfahrt Concret Special:
99 EUR/CHF
(plus 9.99 EUR/CHF shipping)

SPACE-CRAFTED®2022

WE CELEBRATE THE BEGINNING OF A NEW ERA: PRODUCTS - MADE IN SPACE.

We have learned to go to Space –Now we bring Space to you.

With botanicals from Liechtenstein –
Flown into space on 23.11.2022 –
Been in weightlessness –
Landed and processed with care –
A Gin out of this world –
Unique, exclusive, limited edition.

Information and orders:
covl.io/spacegin-special





Forschungsflug mit dem Zeppelin NT zur Testung von Fernerkundungstechnologien für die Präzisionslandwirtschaft und zur Detektion von Plastikmüll. Hier im Landeanflug auf den Flugplatz Dübendorf mit dem Alpstein-Massiv im Hintergrund. Foto: Fabian Schneider, UZH

Flügel für Forschung und Innovation

Die Themen des UZH Space Hub

Von Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich und Dr. Calista Fischer

In Teil 1 (RC 129/130, Heft 4/5, 2023) haben wir über die Entstehung, Struktur und Ziele des Innovation Cluster Space and Aviation der Universität Zürich (UZH Space Hub) berichtet, in Teil 2 gehen wir auf die Themen ein, die am UZH Space Hub vertreten sind.

Forschungsthemen des UZH Space Hub sind Erdbeobachtung, Astrophysik, Space Life Sciences, autonome Navigation von Drohnen, bemannte Raumfahrt, Space Sustainability sowie Ethik, Philosophie und Theologie. Die Vielfalt der Forschungsthemen drückt aus, dass der Weltraum eine Angelegenheit aller Aspekte des Menschen ist, eine Vielfalt, die an der UZH als Volluniversität in besonderem Maße

gelebt und erlebt werden kann. Die Teams des UZH Space Hub verfügen über breite und fundierte Erfahrung in der Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen akademischen und industriellen Partnern sowie in privat-öffentlichen Partnerschaften. In ihren Forschungsgebieten gehören sie oft zu den international führenden Teams. Der UZH Space Hub hat durch die Swiss SkyLab ein eigenes Forschungsflugprogramm auf dem Flugplatz Dübendorf etabliert und gehört zum Swiss Aerospace Cluster (SAC). Die Universität Zürich ist zudem gewähltes Mitglied der Universities Space Research Association (USRA). Damit zählt sie zu den weltweit führenden Forschungseinrichtungen in der Luft- und Raumfahrt. Mit der NASA arbeitet der UZH Space Hub im

Rahmen verschiedener Space Act Agreements zusammen und ist an verschiedenen ESA-Forschungsmissionen beteiligt, teilweise in leitender Position. Im nationalen Innovationspark Zürich trägt der UZH Space Hub wesentlich zur Entwicklung des Schwerpunktes Luft- und Raumfahrt bei.

Erdbeobachtung dank Drohnen, Flugzeugen und Satelliten

Präzisionslandwirtschaft, Biodiversitätsmonitoring, Quantifizieren von Algen oder Mikroplastik im Wasser – viele Fragestellungen erfordern heute den Einbezug von Fernerkundungsdaten. Durch den Einsatz modernster Sensortechnik auf Drohnen, Flugzeugen und Satelliten erfassen Forscherinnen und Forscher am UZH Space Hub detaillierte Daten über



AVIRIS-NG (Airborne Visible InfraRed Imaging Spectrometer Next Generation) flog 2018 mit einer King Air B200 von Dübendorf aus über 24 Untersuchungsgebiete in Deutschland, Italien und der Schweiz zur Ökosystemforschung und der Kalibrierung und Validierung von Sentinel 3B, der Vorbereitung der ESA FLEX-Mission und Copernicus Hyperspectral Imaging Mission for the Environment (CHIME).

Umweltbedingungen und atmosphärische Prozesse. Diese essentiellen Informationen ermöglichen es, den menschlichen Einfluss auf regionale bis globale Ökosysteme zu verstehen und notwendige Schutz- und Anpassungsstrategien für Umwelt und Klima zu entwickeln. Die Erdbeobachtung, trägt durch internationale Kooperationen wesentlich zum globalen Verständnis und Management unserer planetaren Ressourcen bei. Im Bereich Erdbeobachtung sind am Space Hub elf inter-

national anerkannte Forschungsgruppen tätig. Entsprechend breit gefasst sind die bearbeiteten Themen und eingesetzten Erdbeobachtungsinstrumente: Neben Satellitendaten nutzt der Bereich insbesondere auch seine eigenen hochmodernen bildgebenden Spektrometer. Montiert werden diese an Bord von Flugzeugen, die die zu untersuchenden Perimeter überfliegen. APEX- und ARES-Spektrometer liefern ultrapräzise Messdaten, die für ein breites Spektrum an

Fragestellungen genutzt werden können. Daten werden auch mit Hilfe von Feldspektrometern und Starrflügler- und Copter-Drohnen erhoben, die mit Multispektralkameras, 3D-Laserscannern oder abbildendem Radar ausgestattet werden.

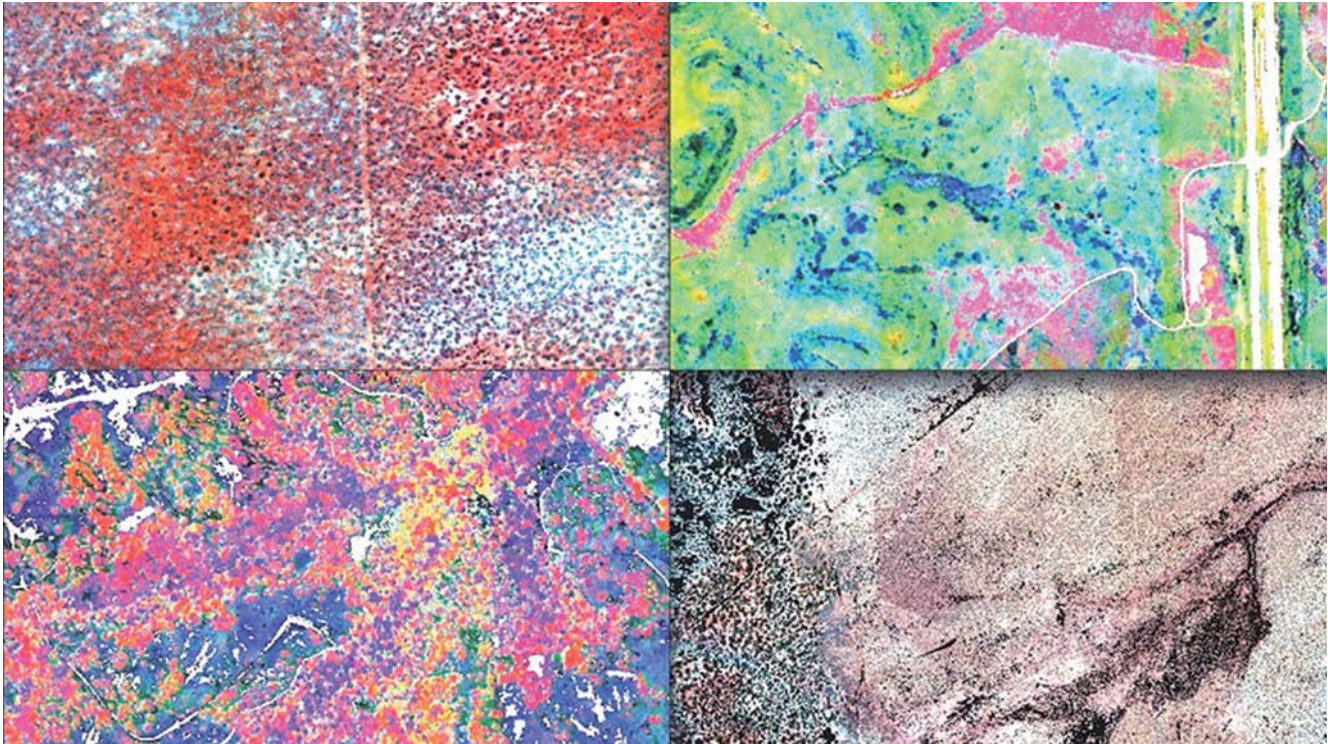
Satellitenüberwachung der Biodiversität rückt in greifbare Nähe

Forscherinnen und Forscher der Universität Zürich und der Universität Montréal haben kürzlich einen Durchbruch erzielt: Die Überwachung von Pflanzengemeinschaften über Ökosysteme hinweg, von der arktischen Tundra bis zu tropischen Wäldern, ist mithilfe der Bildspektrometrie möglich und könnte zukünftig durch Satelliten erfolgen. Dies eröffnet neue Wege für ein nahezu echtzeitliches globales Biodiversitätsmonitoring.

Die Notwendigkeit international vergleichbarer Daten über die Biodiversität ist notwendig, um bedrohte Ökosysteme zu schützen und zerstörte Lebensräume wiederherzustellen. Die bisherige Überwachung der Biodiversität ist allerdings arbeitsintensiv, kostspielig und aufgrund schwer zugänglicher Orte oft limitiert. Das Spektrometer misst die Lichtabsorp-



Airborne Research Facility for the Earth System (ARES): Integrierte Forschungsinfrastruktur zur Messung terrestrischer Prozesse des Erdsystems auf regionaler Ebene



Vielfalt der Pflanzenarten in vier verschiedenen Ökosystemen, dargestellt als spektrale Variation.



tion und -reflektion der Blätter und gibt so Auskunft über die Vitalität und Stressbelastung der Vegetation. Die Messdaten ermöglichen Rückschlüsse zum Wasserhaushalt, zur Pflanzengesundheit und erlauben eine umfassende Charakterisierung der Pflanzen. Dabei sind die Daten hochauflösend genug, um bei einer Flughöhe von 1.200 Metern einzelne Bäume zu unterscheiden.

Das Geographische Institut der Universität Zürich, als exklusiver Schweizer Partner von NASA und ESA, steht wissenschaftlich an vorderster Front in der Spektroradiometrie und Vegetationsanalyse mittels Fernerkundung. Forschungsflüge in Dübendorf mit dem AVIRIS-NG (Airborne Visible Infrared Imaging Spectrometer Next Generation) dienen zur Entwicklung und Testung der Untersuchung von

Pflanzen und Biodiversität aus der Ferne. In wenigen Jahren soll ein ähnliches Spektrometer im Rahmen des europäischen Fernerkundungsprogramms Copernicus (Copernicus Hyperspectral Imaging Mission for the Environment CHIME) Boden- und Vegetationseigenschaften aus dem All bis zur Auflösungsstufe einzelner Bäume analysieren. Das enorme Anwendungspotenzial dieser Technologie



Das Bild zeigt tausende Galaxien, die zum Perseus Cluster gehören, und mehr als 100 000 weitere Galaxien weiter entfernt im Hintergrund, die jeweils bis zu Hunderten von Milliarden Sternen enthalten. Viele dieser schwachen Galaxien waren bisher nicht zu sehen. Einige von ihnen sind so weit entfernt, dass ihr Licht 10 Milliarden Jahre gebraucht hat, um uns zu erreichen..

reicht von der lokalen Präzisionslandwirtschaft bis zum globalen Bio-Monitoring unserer Erde.

Astrophysik: Die grundlegenden Rätsel des Universums

Astrophysik an der Universität Zürich erhellt die grundlegendsten Fragen des Universums: Wie entstanden Galaxien, Sterne und Planeten und welche Kräfte formen ihr Schicksal? Forscherinnen und Forscher widmen sich den Rätseln um Dunkle Materie und Dunkle Energie und deren Einfluss auf die Expansion des Kosmos. Mit hochentwickelten Simulationen und der Analyse von Beobachtungsdaten,

unterstützt durch modernste Hochleistungsrechner, ergründen sie die tiefsten Geheimnisse des Alls. Die Beteiligung an bedeutenden internationalen Missionen wie JUNO, EUCLID und der zukünftigen LISA-Mission, ermöglicht es ihnen, neuartige Erkenntnisse über die Entstehung und Zukunft des Universums zu gewinnen, und tragen maßgeblich zum Verständnis kosmischer Phänomene bei.

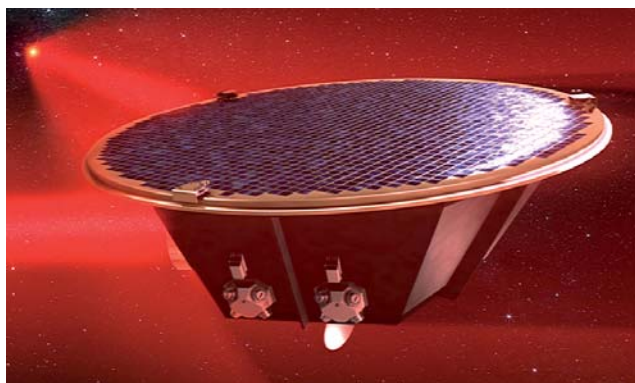
Galaxien beantworten Fragen zur Dunklen Materie

Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) hat ARRAKHS (Analysis of Resolved Remnants of Accreted gala-

xies as a Key Instrument for Halo Surveys) für ihre nächste F (fast)-Klasse-Mission ausgewählt, um grundlegende Aspekte der Λ -Cold Dark Matter (Λ CDM) Kosmologie, einer vorherrschenden Theorie in der Astrophysik, zu testen. Das Lambda-Cold Dark Matter (Λ CDM) Modell ist ein kosmologisches Modell, das die Beobachtungen der Urknallkosmologie erfolgreich nachbildet. Es erklärt insbesondere die Beobachtungen der kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB), die großräumige Struktur des Universums und Supernovae, die auf eine beschleunigte Expansion des Universums hindeuten. ARRAKHS wird unter spanischer Leitung und Beteiligung der UZH tiefste Aufnahmen der Halos von 100 nahegelegenen Galaxien machen und dort nach dunkler Materie suchen. Der Start der Mission in den frühen 2030er Jahren wird von der astrophysikalischen Gemeinschaft mit Spannung erwartet, die auf neue Einblicke in das komplexe Zusammenspiel der Galaxien im Kosmos hofft.

Erforschung der Gravitationswellen

Die LISA-(Laser Interferometer Space Antenna) Mission wird aus drei Raumsonden bestehen, die Millionen Kilometer voneinander entfernt sind und der Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne folgen. Die Interferenzmuster ihrer Signale werden die Gravitationswellen detektieren, die von supermassiven Schwarzen Löchern und zahlreichen nahen galaktischen Binärsystemen entstehen. Die Mission besteht aus über 120 Forschungseinrichtungen, darunter die Universität Zürich, die präzise Modelle für



Links die ESA-Raumsonde LISA zur Detektion von Gravitationswellen. Die rechte Illustration zeigt zwei schwarze Löcher, die miteinander verschmelzen und Gravitationswellen im Gewebe der Raumzeit erzeugen. Das rote Dreieck zeigt die Position der Laserstrahlen zwischen den drei LISA-Raumsonden.

Gravitationswellen beisteuert, um die Signale von LISA zu verstehen und zu interpretieren. LISA wird Informationen über den Ursprung und die Entwicklung des Universums liefern und Aufschluss darüber geben, ob Einsteins Relativitätstheorie in allen Bereichen gültig ist. Der Start der Mission wird 2035 sein.

Kartierung des Kosmos

Das hochmoderne Weltraumteleskop Euclid der ESA war im Juli 2023 gestartet und soll eine dreidimensionale Karte von der Verteilung der Galaxie-Cluster im Universum erstellen, die bisher umfangreichste 3D-Karte des Universums. Sie erstreckt sich über zehn Milliarden Lichtjahre und soll ein tieferes Verständnis der Dunklen Materie und Dunklen Energie liefern. Aus der Schweiz sind neben der UZH die Fachhochschule Nordwestschweiz, die EPFL und die Universität Genf beteiligt. Euclid zielt darauf ab, grundlegende Fragen der Kosmologie zu beantworten, wie die Ursache der beschleunigten Expansion des Universums und die Natur der Gravitation auf kosmologischen Skalen.

Gravitation, Leben, Mensch

Die Space Life Sciences am UZH Space Hub erforschen die fundamentalen Auswirkungen der Schwerkraft, die seit etwa 4 Milliarden Jahren ein konstanter Faktor der Erdentwicklung und ein zentraler Treiber der evolutionären Anpassung aller Organismen ist. Diese Forschung enthüllt, wie grundlegendste zelluläre und molekulare Prozesse unter Erd- und Mikrogravitationsbedingungen ablaufen, und beleuchtet die Notwendigkeit der Schwerkraft für lebenswichtige Körperfunktionen und genetische Stabilität. Dadurch erhalten wir nicht nur Einblicke in die Anpassungsfähigkeit des menschlichen Körpers, sondern auch praktische Anwendungen für die Prävention und Behandlung auf der Erde, besonders im Hinblick auf die Herausforderungen des Alterns.

Der genetische Code der Schwerkraft

Den Anstoß, um die Bedeutung der Schwerkraft auf Zell-Ebene zu erfor-



AI-basierte künstlerische Darstellung der Forschungen zur Vercodung der Schwerkraftwirkung der Erde im Zellkern in der Erbsubstanz.

schen, bildeten die Arbeiten des Schweizer Forscher-Pioniers Augusto Cogoli. Dieser hat 1984 erstmals mit einem Experiment auf dem Space Shuttle entdeckt, dass isolierte Zellen auf unterschiedliche Schwerkraftumgebungen reagieren. Vor zwanzig Jahren begann der Aufbau der gravitationsbiologischen Forschung an der Universität Zürich. Zunächst gelang es trotz vieler Experimente und Daten von Parabelflügen, Forschungsraketen und der Internationalen Raumstation (ISS) nicht, ein schlüssiges und robustes Konzept für die Schwerkraftwirkung in menschlichen Zellen zu entwickeln. Der Durchbruch kam mit dem TRIPLE LUX A Experiment an Bord der ISS im Jahr 2015, eines der wenigen Experimente mit einer Echtzeit-Analytik an Bord. Hier konnte erstmals entdeckt werden, dass Schwerkraftänderungen von lebenden Zellen viel schneller geschehen als bisher gedacht. Denn innerhalb Sekunden kam es zu einer biologischen Reaktion und ebenso innerhalb von Sekunden zu einer Anpassung an die neue Schwerkraftsituation. Alle bisherigen Studien suchten im falschen Zeitfenster. Diese Erkenntnis veränderte die Interpretation der bisherigen Datenlage fundamental. Darauf gestützt wurde erkannt, dass die gesamte Zelle – und nicht einzelne Moleküle – als Sensor und die einzelnen Moleküle als ausführende und nachgeordnete Strukturen reagierten. Diese mechanischen



ESA-Astronautin Samantha Cristoforetti führt 2015 auf der International Space Station (ISS) das Triple Lux A Experiment durch, das einen Durchbruch in den Space Life Sciences darstellte..

Signale werden in den Zellkern übertragen, wo sie die räumliche Position von Gengruppen und damit deren Ablesung ändert. Die Reaktion auf Schwerkraftänderungen scheint also in der räumlichen Genstruktur codiert zu sein.

Miteinander von Grundlagen- und angewandter Forschung

In den Space Life Science am UZH Space Hub gehen Grundlagenforschung und angewandte Forschung Hand in Hand: Im Swiss Space Travel and Air Sickness Laboratory (SSTARS Lab) wird zur Space Motion Sickness

(SMS) geforscht. Ziel ist es, nicht-invasive Gewöhnungsprotokolle zu entwickeln. Diese können vielfältige Anwendungen erfahren, von der vestibulären Rehabilitation, über die Sicherheit und Qualität im Transportwesen bis zu Flugmedizin. Interdisziplinäre Projekte zur Weltraumstrahlung dienen der Risikobewertung und Entwicklung von Strahlenschutzstrategien. Forschungen zur Rückengesundheit (Spinal Health) fokussieren auf die Ursachen von Rückenschmerzen und dem Risiko von Bandscheibenvorfällen bei Astronauten und sollen die Verbindung zwischen Rückenschmerzen und Schwerkraftänderungen erhellen.

Fliegen auf dem Mars und auf der Erde: Autonome Navigation

Bei künftigen Explorations-Missionen werden vermehrt autonome und von Menschen gesteuerte Drohnen zum Einsatz kommen. Nicht nur für großflächige Erkundungseinsätze, sondern auch – ausgestattet mit Mess- und Analyseinstrumenten – zur Rohstoffprospektion.

Mitglieder des UZH Space Hub forschen und arbeiten in beiden Entwicklungsbereichen mit großem Erfolg, sowohl an der Technologie von autonom navigierenden Hochgeschwindigkeitsdrohnen, als auch bei der Untersuchung der Leistung von Drohnenpiloten unter veränderter Schwerkraft. Autonom fliegende Hochgeschwindigkeitsdrohnen werden in Zukunft aber auch auf der Erde eingesetzt werden können – z.B. bei Search and Rescue-Aufgaben und für Inspek-

tionsarbeiten an Bauwerken wie Brücken, Stauwänden, Strommasten und in Gefahrenbereichen.

Green Aviation: Verminderung von Lärm und Treibstoffverbrauch

Die Aviatik-Forschung erfolgt auf der Plattform der universitätsnahen Swiss Skylab Foundation, die in Abstimmung mit der Schweizer Luftwaffe für den Space Hub der Universität Zürich auch die Parabelflüge und weitere Flugmissionen durchführt. Aktuell wird zusammen mit institutionellen Partnern und Industrievertretern (DLR, Swiss International Airlines, Zurich Airport, Skyguide, Thales AVS France and Empa) an der Entwicklung einer instrumentellen Pilotenunterstützung für lärm- und treibstoffoptimierte Landeanflüge gearbeitet. Ein weiteres Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft, der ETH, der Swiss, Boeing, der IATA, Meteo Schweiz, dem deutschen Wetterdienst und weiteren Teilnehmern befasst sich mit der Entwicklung von automatisierten Echtzeit-Turbulenzmessungen an Verkehrsflugzeugen zur Entwicklung besserer Vorhersagemodelle.

Ein Ort für zukünftige Unternehmer

Für künftige Unternehmer hat die UZH Vorlesungen und Seminare rund um das Thema Entrepreneurship im Programm; hinzu kommen spezialisierte UZH-Programme wie UZH Bio-Entrepreneurship & Innovation Program, und der UZH Digital Entrepreneurship, UZH Innovators Camp. Der UZH Innovation Hub stellt ein umfas-

sendes Paket zum Erwerb unternehmerischer Kompetenzen bereit und bietet mit UZH Entrepreneur-Fellowships, dem UZH Life Sciences Fund und den TDA Translational Grant Möglichkeiten der Anschubfinanzierung. Networking-Events und Alumni-Treffen erleichtern den Austausch. An der UZH ist man stolz auf die zunehmende Zahl von Spin-offs und Start-ups aus der Universität und unterstützt sie durch die Vergabe des UZH Start-up Labels. UZH-Spin-offs sind mit einer Überlebensrate von 94 Prozent nach fünf Jahren außerordentlich erfolgreich. Der UZH Space Hub hat eine Reihe von erfolgreichen Start-ups hervorgebracht, wie askEarth, ExoLabs, Suind, Dacuda, Zurich Eye, Prometheus Life Technologies, Nova Space Biotechnology, Dovespace und Star Sailors. Einige Firmen wurden bereits erfolgreich verkauft, andere befinden sich in der Wachstumsphase. Im Reuters Innovation Ranking 2019 «Europe's Most Innovative Universities» rangiert die UZH unter den Top Ten. Sie gehört demnach zu den innovativsten Universitäten in Europa.

Erdbeobachtung für alle

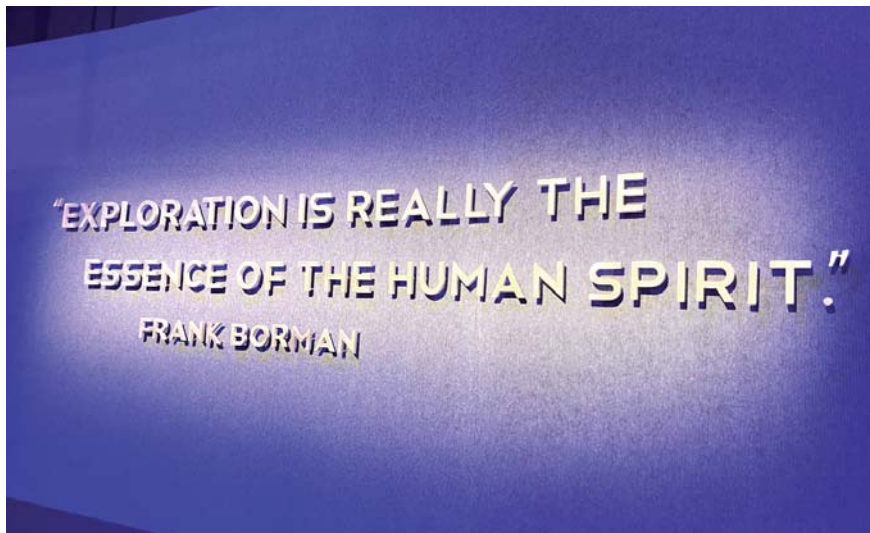
Das Start-up askEarth schlägt eine Brücke zwischen der Komplexität der Satellitendatenerfassung und der allgemeinen Zugänglichkeit durch die Kraft der natürlichen Sprachverarbeitung. Inspiriert von der Idee, hochwertige wissenschaftliche Erkenntnisse allgemein verfügbar zu machen, strebt askEarth danach, ein Online-Portal zu werden, das Antworten zu unserem Planeten liefert – einfach, präzise und für jeden verständlich. askEarth wurde in den ESA Business Incubator (ESA BIC) Switzerland aufgenommen.

Menschliches Gewebe aus dem Weltraum – eine gemeinsame Entwicklung mit Airbus

Das Spin-off Prometheus Life Technologies AG strebt nichts weniger als eine Fabrik im Weltraum an, die menschliches Gewebe in Schwerelosigkeit herstellt. Das Spin-off nutzt die Mikrogravitation im Weltall, um



Bioreaktor zur Produktion von menschlichem Gewebe in Schwerelosigkeit. Geflogen auf Space X CRS-20 und Space X CRS-23.



"Exploration is the essence of human spirit." Frank Borman, Commander Apollo 8. Plakette in der Astronaut Hall of Fame, Kennedy Space Center



"Fallen Astronaut" war das erste Kunstwerk auf dem Mond. Es besteht aus einer Skulptur aus Aluminium, die einen verunfallten Raumfahrer darstellt, und einer Metallplakette mit den Namen von vierzehn verstorbenen amerikanischen und sowjetischen Raumfahrern. Während der Apollo-15-Mission wurde das Kunstwerk Anfang August 1971 von den beiden Astronauten Dave Scott und James Irwin am Landeplatz auf dem Mond bei den Hadley-Apenninen zusammen mit der Gedenkplakette aufgestellt.

aus menschlichen adulten Stammzellen dreidimensionale organähnliche Gewebe – sogenannte Organoiden – zu züchten. Auf der Erde lassen sich wegen der Schwerkraft ohne Stützskelette keine dreidimensionalen Organoiden produzieren. Auf großes Interesse stoßen diese 3D-Organoiden bei Pharmaunternehmen: Toxikologische Studien könnten so ohne Umweg über Tiermodelle direkt an menschlichen Geweben durchgeführt werden. Aus Patientenstammzellen gezüchtete Organoiden könnten zudem in Zukunft als Bausteine für Gewebeersatz zur Therapie geschädigter Organe eingesetzt werden. Die Technologie basiert auf einem gemeinsamen Projekt von UZH und

Airbus und zwei erfolgreichen Produktionstests auf der Internationalen Raumstation ISS. Prometheus Life Technologies AG gewann den ersten Platz des weltweiten Innovationswettbewerbs von Orbital Reef, einer gemischt genutzten Raumstation, die in einer niedrigen Erdumlaufbahn (LEO) errichtet werden soll.

"Exploration is really the essence of the human spirit"

Es war 13 Tage nach Landung von Apollo 8, des ersten bemannten Fluges zum Mond, als Frank Borman, Commander der Apollo 8-Mission, diesen Satz in seiner Rede vor dem US Congress am 9. Januar 1969 sagte. Frank Borman legte den menschlichen

Antrieb zur Exploration, zum Erkunden und zum Entdecken des Neuen, tief in das Menschsein. Auch NASA's Strategic Plan 2022 beginnt mit der Vision "Exploring the secrets of the universe for the benefit of all." Die daraus abgeleitete Mission ist «exploration of the unknown», wobei kein Zweifel daran gelassen wird, dass es sich hier um den Menschen handelt, der sich in Präsenz und leibhaftig ins Weltall auf den Weg macht: «EXPLORE references NASA's push to expand the boundaries of human presence in space». Somit steht das NASA-Raumfahrtprogramm auf dem Fundament der Exploration, die im Menschsein gründet und die leibliche Präsenz des Menschen außerhalb der Erde umfasst, mit dem Ziel, Gutes für den Menschen zu schaffen. Der Mensch ist Objekt vieler wissenschaftlicher Disziplinen und Methoden. Er wird von der Medizin, der Physiologie, der Psychologie, der Soziologie, den Kulturwissenschaften, der Philosophie und der Theologie betrachtet, um nur einige wenige zu nennen.

Heute dominieren experimentell-empirische Methoden die Erforschung des Weltalls, die Raumfahrt, die Erschaffung der dafür notwendigen Technologien. So wird deutlich, dass die Integration theologischer, philosophischer und geistes- und kulturwissenschaftlicher Erkenntnisse von entscheidender Bedeutung für ein Gesamtverständnis der menschlichen Raumfahrt ist. Als Teil einer Volluniversität ist es dem Space Hub der Universität Zürich daher ein zentrales Anliegen, möglichst alle Dimensionen einzubringen. Interdisziplinäre Brücken werden dazu beitragen, die Exploration des Weltraums im Kontext einer nachhaltigen und am Wohl der ganzen Menschheit ausgerichteten Entwicklung zu verstehen. Wir denken, dass für eine nachhaltige Exploration des Weltraumes die Zusammenarbeit aller den Menschen und das Universum betreffenden Disziplinen notwendig ist. Genau darum wird sich der UZH Space Hub bemühen.

Themen des UZH Space Hub

Earth Observation / Remote Sensing

- High Resolution Drone Observation (Dr. Felix Morsdorf)
- Remote Sensing Spectroscopy Lab (Dr. Mathias Kneubühler)
- Spatial Ecology and Remote Sensing (Prof. Dr. Gabriela Schaepman-Strub)
- Glacier Monitoring from Space (Prof. Dr. Michael Zemp)
- Observing Glacier and Ice Sheet Dynamics (Prof. Dr. Andreas Vieli)
- Spectroradiometric Observing Systems (Dr. Andreas Hueni)
- National Point of Contact for Satellite Images (Dr. Claudia Rössli)
- Remote Sensing of Water Systems (Prof. Dr. Alexander Damm-Reiser)
- Earth System Science (Prof. Dr. Maria J. Santos)
- Biodiversity Observation from Space (Prof. Dr. Meredith Schuman, Prof. Dr. Michael Schaepman)
- EcoVision Lab (Prof. Dr. Jan Dirk Wegner)

Space Life Sciences / Aerospace Medicine

- Fluid Physiology (Prof. Dr. Vartan Kurtcuoglu)
- Gravitational Biology and Aerospace Medicine (Dr. Cora Thiel, Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich)
- Human tissue production in Space (Dr. Cora Thiel, Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich)
- Space motion sickness (Prof. Dr. Giovanni Bertolini)
- Hypoxia (Prof. Dr. Johannes Vogel)
- Space radiation (Prof. Dr. Uwe Schneider)
- Spinal Health (Dr. Jaap Swanenburg)
- National Center for Biomedical Research in Space (Prof. Dr. Marcel Egli)

Astrophysics

- Dark matter (Prof. Dr. Laura Baudis)
- Dark universe, Euclid Mission (Prof. Dr. Joachim Stadel, Prof. Dr. Aurel Schneider, Prof. Dr. Julian Adamek)
- Planet formation and evolution, JUNO Mission (Prof. Dr. Ravit Helled)
- Gravitational waves, LISA-Mission (Prof. Dr. Philippe Jetzer)
- Large-scale structure (Prof. Dr. Jaiyul Yoo)
- Planet formation (Prof. Dr. Lucio Mayer)
- Cosmology, ARRAKIS Mission (Prof. Dr. Ben Moore)
- Planetary in-situ instruments (Dr. Florian Kehl)

Interdisciplinary topics

- Autonomous flying and navigation (Prof. Dr. Davide Scaramuzza)
- Green aviation (Martin Gerber M.Sc.)
- Cosmic Images (Dr. Jelena Rakin)
- Planetary sustainability (PD Dr. Andreas Losch)
- Religion and science (Prof. Dr. Matthias Wüthrich, Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich)
- Philosophy (Dr. Suzann-Viola Renninger)



Autonomous Flying
Youtube Channel



AVIRIS-NG -
Biodiversitätsmonitoring



Euclid - Dunkle Materie



Euclid - Large Scale
Structure



Euclid - Numerische
Simulationen



Explorationsroboter
GLIMPSE



Gewebe aus dem All
TV-Beitrag SRF



Gewebe aus dem All



Gravitationswellen -
LISA.



Innovation Park Zurich



Remote sensing



Spinal Health

Die Biotech Revolution im erdnahen Orbit

Von der Forschung zur Produktion



Integration des Bioreaktors: Der zur Übergabe an das Launch-Team startbereite Bioreaktor in den Händen von Dr. Cora Thiel (UZH) und Julian Raatschen (Airbus).

Von der Forschung zur Produktion

In der nächsten Dekade wird im All nicht mehr nur geforscht werden, es wird produziert werden. Mit dem Abschied von der Internationalen Raumstation in gut 6 Jahren werden private Raumstationen wie das Starlab (Airbus, Voyager Space), die Axiom Space Station (Axiom) und die Orbital Reef Station (Blue Origin, Sierra Space, Boeing) den erdnahen Orbit erschließen. Die neuen Stationen sind vom Konzept her skalierbar und können in Serie gefertigt werden. In wenigen Jahren wird es eine innovative, kommerzielle Infrastruktur nur 300 – 400 km über der Erde geben.

Eine neue industrielle Ära

Diese Plattformen werden nicht nur als Forschungsstationen dienen, sondern auch Fabriken im erdnahen Orbit sein. Sie werden das immense Potenzial des Weltraums für industrielle Anwendungen und das Leben auf der Erde nutzbar machen. Die einzigartigen Bedingungen der Mikrogravitation bieten die Chance, bahnbrechen-

de Fortschritte in vielfältigen Gebieten wie Biotechnologie und Pharmazie, Medizin und Gesundheit und in den Materialwissenschaften zu erzielen. Denn Mikrogravitation ermöglicht, die grundlegenden Kräfte wie Auftrieb, Konvektion und Sedimentation, die auf der Erde vorherrschen, zu überwinden und neu zu gestalten. Ebenso werden bisherige Bereiche von Wissens- und Produktionstechnologien nicht nur enger zusammenarbeiten, sondern zum Teil fusionieren, Fachgrenzen werden verschwinden. Mikrogravitation wird als Werkzeug eingesetzt werden. Schlüsselbereiche sind additive Fertigung, 3D-Druck, die Biotechnologie und Medizin und die Herstellung von hochwertigen Materialien, die auf der Erde schwer zu produzieren sind. So lassen sich auch Halbleiter und Glasfaser in Schwerelosigkeit besser herstellen.

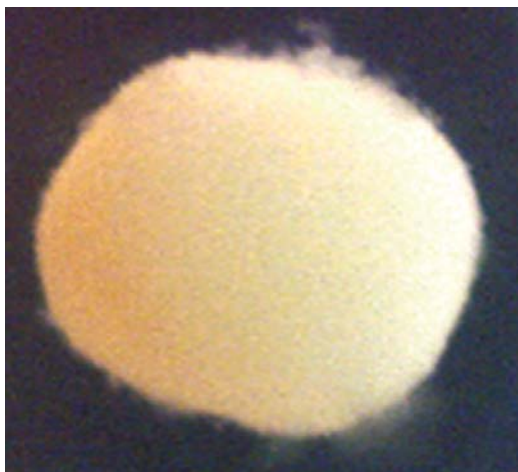
Enormes Vorwissen und hohe Technologiereife

Viele sind sich aber einig, dass die Entwicklungen der Biotechnologie und

Medizin am weitesten anwendungsreif sind, und bereits erprobte Technologien nur durch den aktuell limitierten Platz und die noch immer hohen Transportkosten nicht zur Massenanwendung gelangen. Fällt diese Hürde von Transport und Platz, dann wird sich dieser Bereich explosionsartig vergrössern. Die Voraussetzungen sind exzellent: Die meisten Forschungen auf der ISS stammen aus dem Bereich Biotech/Medizin, ebenso wie mehr als die Hälfte aller wissenschaftlichen Publikationen aus der Forschung im Weltall und zwei Drittel aller weltweiten Forschungszusammenarbeiten. Damit ist nicht nur ein enormes Wissen bereits erarbeitet, es wird unmittelbar in die Anwendung drängen, sobald sich die ersten Türen dazu öffnen werden. Und genau das geschieht gerade jetzt, in diesem Jahrzehnt. Im kommenden Jahrzehnt wird die Menschheit bereits im erdnahen Orbit produzieren.

Schon heute konkrete Entwicklungen

Das aktuell erkannte Anwendungspotenzial von Weltraumproduktion in der Biotech/Medizin reicht von der Herstellung von menschlichem Gewebe und Organen bis zur schnelleren Medikamentenentwicklung und -testung. Bereits jetzt schon wird ein Medikament zur Bekämpfung der Duchenne-Muskeldystrophie (DMD) klinisch getestet, das aufgrund von Forschungen auf der ISS entwickelt werden konnte. Weitere Medikamente zur Behandlung des Mammakarzinoms sind in Entwicklung, genauso wie auf der ISS entwickelte "Pico-partikel", um Medikamente zur Behandlung der Alzheimer-Erkrankung in das Hirn einzuschleusen. Eine der ältesten Pioniere in der Medikamentenentwicklung im All ist die 2012 ge-



Ein Organoid aus dem Weltall: Dieses 1,5 mm große menschliche Organoid ist in Schwerelosigkeit selbstständig aus menschlichen adulten Stammzellen gewachsen.

gründete schweizerisch-israelische Firma SpacePharma, deren Portfolio von Instrumenten bis zu eigenen Satelliten und Forschung auf der ISS reicht. Alle diese Entwicklungen wären nicht in Anwesenheit der Schwerkraft möglich gewesen. Auch die regenerative Medizin wird massiv profitieren: Menschliche Gewebe wachsen in Mikrogravitation zu 3D-Strukturen.

So werden bereits heute schon menschliche Organoid hergestellt, dreidimensionale kleine In-vitro-Organen aus sich selbst organisierenden menschlichen Zellen, die Architektur, Funktionalität und genetische Signatur des ursprünglichen Gewebes abbilden. Diese menschlichen Gewebeergergane haben ein riesiges

Potenzial für die pharmazeutische Forschung und Prüfung, die Präzisionsmedizin und transplantationsbasierte Therapien. Auf der Erde hergestellte Organoiden erfordern aufgrund der Schwerkraft jedoch komplexe und ausgeklügelte Produktionsprozesse. Im All übernimmt das die Mikrogravitation auf natürliche Art und Weise. Am UZH Space Hub wurde kürzlich gemeinsam mit Airbus ein vollständig skalierbares biotechnologisches Verfahren entwickelt, um solche menschlichen Organoiden aus adulten Stammzellen zu produzieren und erfolgreich auf der International Space Station (ISS) während der Missionen SpX-20 und SpX-23 getestet. Menschliche Organoiden könnten die Medikamentenentwicklung massiv beschleunigen, zur weitaus besseren Erforschung von Krankheiten und Entwicklung neuer Therapien dienen und als Gewebe- und Organersatz transplantiert werden.

Bei der Entwicklung neuer Medikamente können Organoiden dazu beitragen, die derzeit hohen Kosten von über 1,5 Milliarden US-Dollar pro zugelassenem neuen Wirkstoff dramatisch zu senken. Die enormen Kosten verursachen Wirkstoffe, die in teure klinische Studien eintreten, dort aber versagen. Oft ist der Grund, dass die vorgelagerten (ebenfalls teuren) Tierexperimente nicht in der Lage

waren, ungeeignete Substanzen herauszufiltern, da Tierstudien zwar Anhaltspunkte liefern, aber eben nicht in der Qualität auf den Menschen übertragbar sind, wie es für Medikamente erforderlich ist. Die Möglichkeit des Einsatzes menschlichen Gewebes würde daher in der Medikamentenentwicklung die Kosten gewaltig senken und die Geschwindigkeit deutlich erhöhen.

Mit dem FDA Modernization Act, der am 29. Dezember 2022 von Präsident Biden unterzeichnet wurde, wurde in den USA die bisherige Pflicht, bei der Entwicklung und Prüfung von Medikamenten Tierversuche einzusetzen, durch menschliche Organoiden oder andere Methoden ersetzt. Damit ist auch regulatorisch der Weg frei für eine neue Ära von Forschung, Entwicklung und Testung mit menschlichem Gewebe.

Am Beginn der orbitalen Industrie

Die industrielle Revolution im erdnahen Orbit steht bevor. Möglicherweise wird die Biotechnologie/Medizin als erstes soweit sein. Voraussetzung sind aber ausreichende Produktions- und Transportkapazitäten zu vernünftigen Preisen, wie auch der Wissenstransfer von den Forschungseinrichtungen in die Anwendung. Entscheidend ist die Integration der neuen orbitalen Industrie in traditionelle Geschäftsmodelle und die Partnerschaft zwischen Raumfahrtunternehmen und Forschungseinrichtungen.

Exakt an dieser Stelle arbeitet der UZH Space Hub und möchte einen Beitrag leisten, die kommende industrielle Revolution zum Nutzen aller Menschen mitzugestalten. Die Voraussetzungen sind vorhanden. Der Zündfunke wird bereits gegen Ende dieses Jahrzehntes mit den kommerziellen Raumstationen und dem Starship-System erwartet, möglicherweise in weniger als fünf Jahren. Dann werden wir den Beginn eines neuen industriellen Zeitalters erleben, die orbitale Industrie.



Den UZH Space Hub (links) und das Schweizerisch-israelische Unternehmen Space Pharma (rechts, www.spacepharma.health) verbindet eine langjährige Zusammenarbeit. Bild vor der Astronaut Hall of Fame, Kennedy Space Center.



Erste Bauphase des Switzerland Innovation Park Zurich 2024 - 2032



Testflächen und Naherholung.



Chrebbsschüsselibach: Naherholung im Innovationspark.

Der Switzerland Innovation Park Zürich geht in die nächste Phase



Innovation Park Zurich

«Forschung ist die Umwandlung von Geld in Wissen, Innovation ist die Umwandlung von Wissen in Geld.»
(Dr. Alfred Oberholz, ehemaliger Vorsitzender des deutschen Verbands der Chemischen Industrie)

Die Bauprojekte für die erste Etappe des Innovationsparks Dübendorf zwischen 2024 und 2032 sollen noch dieses Jahr starten. In der Phase "Null" wurden zuerst die historischen Hangars saniert und umgebaut, die dem UZH Space Hub, der ETH Zürich, der Angst+Pfister-Gruppe, sowie dem «Büro Züri Innovationspark» der Zürcher Kantonalbank (ZKB) gemietet werden.

Bedürfnisse anpassen lassen und dafür sorgen, dass sich das Areal zu einem „urbanen Campus“ für Forschung und Bevölkerung entwickelt. Flächen für Büros, Labors, Prototyp-Fertigung und Testung, werden mit Versorgung, Dienstleistung oder forschungsnahes Wohnen kombiniert und umfassen auch Gastronomie, Freizeit und Einkaufsmöglichkeiten.

Die Bauten der nun beginnenden Phase "Eins" sind so konzipiert, dass sie sich flexibel an sich verändernde

Das gesamte Innovationspark-System wurde an Nachhaltigkeitsprinzipien ausgerichtet: Modulare Gebäude mit lan-

ger Nutzungsdauer, ein ausgedehntes Energienetz mit dem Untergrund als saisonaler Speicher für Wärme und Kälte, großflächige Photovoltaikanlagen und ein umfassendes Wasserkonzept sollen auch ein Beispiel nachhaltiger urbaner Entwicklung geben. Das Gebiet ist integriert und flexibel geplant und wird sich "bottom up" organisch entwickeln, bis in gut zwanzig Jahren bis zu 10.000 Menschen auf dem Campus arbeiten werden, der ein neuer lebendiger Stadtteil von Dübendorf geworden ist.

Raumfahrt ist neuer Innovations-schwerpunkt des Kantons Zürich

Mit Regierungsratsbeschluss vom 10. April 2024 hat der Kanton Zürich drei Leuchtturm-Bereiche für den Innovationsstandort Greater Zurich Area definiert: Raumfahrt, Digital-Health und Sustainable Aviation Fuels. Zusammen mit dem Synthesebericht "Flightplan" von Kanton, Gemeinden und Bund (siehe Teil I in Ausgabe 129/130) ist damit die politische Grundlage für eine langfristige Planungs- und Entwicklungsstabilität in den kommenden Dekaden geschaffen. Die Raumfahrt hat nunmehr den Status eines Flagship-Themas des Kantons Zürich.

Der Kanton Zürich hat somit mit der Raumfahrt ein entscheidendes Zukunftsthema als Leuchtturmprojekt

etabliert, um sich als führender Innovationsstandort global zu positionieren. Mit dem Innovationspark Zürich als Herzstück, unterstützt durch die Hochschulexpertise, eine leistungsstarke Hightech-Industrie und exzellente Standortfaktoren wie hervorragende Infrastruktur, unterstützende Behörden und Pragmatismus wird die Raumfahrtindustrie gefördert, Forschung und Privatwirtschaft räumlich vereint und ein fruchtbarer Boden für Start-ups bereitet.

Der Schwerpunkt Raumfahrt soll als Katalysator für Wirtschafts- und Innovationskraft dienen und Investoren, Talente und Technologieinnovationen anziehen und Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft von Nutzen sein. Dazu gehören der Zugang zu Space, der Aufbau von Wert-

schöpfungsketten, der Ausbau des Space Ecosystems und die verbesserte Sichtbarkeit und Wahrnehmung der neuen und kommenden Chancen der orbitalen Economy.

Das gesamte von Politik, Wirtschaft und Hochschulen gemeinsam getragene Konzept setzt hierbei auf eine skalierbare, robuste und nachhaltige Entwicklung, den Aufbau und Ausbau von wertschöpfenden globalen Ecosystemen, die regional verankert sind, und die Stärke des Innovationsstandortes Schweiz, der seit Jahren auf Platz 1 der globalen Rankings zu finden ist.

Als neutrales Land ist die Schweiz prädestiniert, die wirtschaftliche Nutzung des erdnahen Orbits zum Wohle aller Menschen zu beflügeln.



Oliver Ullrich ist Ordentlicher Professor und Direktor des Innovationsclusters Space and Aviation der Universität Zürich (UZH Space Hub), spezialisiert in Anatomie, Zellbiologie, Immunologie und Luft- und Raumfahrtmedizin. Er ist außerdem Professor für Weltraummedizin an der EAH Jena (Deutschland), Professor für Weltraumbiotechnologie (Universität Magdeburg, Deutschland), BIT Adjunct Professor (Beijing Institute of Technology, BIT, China), gewähltes Akademiemitglied der International Academy of Astronautics, Präsident der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin, Präsident der Swiss SkyLab Foundation und Initiator und Leiter des Schweizer Parabelflugprogramms. Er ist Träger mehrerer nationaler und internationaler Forschungs- und Lehrpreise und verfügt über 18 Jahre Erfahrung als wissenschaftlicher Leiter von

Parabelflug-, suborbitalen ballistischen Raketen- und ISS-Missionen im Rahmen des ESA- und NASA-Forschungsprogramms Space Life Sciences. Er hat ein Postgraduierten-Diplom in Theologie von der Päpstlichen Lateran-Universität (Rom/Vatikan). Er setzt sich mit Begeisterung für Innovationen in der Raumfahrt ein, unterstützt aktiv das Unternehmertum und öffentlich-private Partnerschaften und ist Mitbegründer von vier erfolgreichen Start-up-Unternehmen. Seine gesammelte Missionserfahrung umfasst 17 Parabelflugmissionen, 9 suborbitale Missionen und 9 Orbitalmissionen. Er hat mehr als 1.200 Parabelflüge absolviert und war insgesamt mehr als 7 Stunden in der Schwerelosigkeit. 2023 verlieh ihm die International Academy of Astronautics den Life Science Award, die höchste Auszeichnung in den Space Life Sciences.



Calista Fischer hat an der Universität Zürich Archäologie, Deutsche Sprachgeschichte und Religionswissenschaften studiert und in Archäologie promoviert. Sie absolvierte einen freiwilligen Militärdienst, hat ein Handelsdiplom, ein CAS in Wissenschaftskommunikation, arbeitete für das Office Suisse d'Expansion Commerciale (OSEC) und in leitender Position bei der Kantonsarchäologie Zürich mit Erfahrung in Feldmissionen.

Sie verfügt über langjährige Erfahrung in der Schweizer Nuklearindustrie und als Kommunikationsbeauftragte der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich. Calista Fischer ist Leiterin Sondermissionen und Kommunikationsbeauftragte des Innovation Cluster Space and Aviation der Universität Zürich (UZH Space Hub).

Fotos: NASA, ESA, DLR, UZH