

Swiss Parabolic Flights

Eine neue Parabelflugplattform in der Mitte Europas

Oliver Ullrich^{1,2}

¹ Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich, Schweiz (Lehrstuhl für Anatomie: Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich)

² Weltraumbiotechnologie, Institut für Maschinenkonstruktion, Fakultät für Maschinenbau, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Lehrstuhl für Konstruktionstechnik: Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote)

Die Universität Zürich (UZH) hat im September 2015 erfolgreich einen Parabelflug mit dem A310 ZERO-G von Novespace zur Testung der operationellen, wissenschaftlichen, technischen und administrativen Machbarkeit einer wissenschaftlichen Parabelflugplattform in der Schweiz vom Militärflugplatz Dübendorf aus durchgeführt. Hierbei arbeitete die UZH mit Novespace, mit der Schweizer Luftwaffe und mit dem Air Force Center in Dübendorf zusammen. Die Testkampagne wurde vollständig über mitfliegende und externe Sponsoren ohne Einsatz öffentlicher Gelder finanziert. An Bord waren 2 wissenschaftliche Experimente der UZH, ein Experiment der ETH Lausanne und ein industrielles Experiment.

Parabelflüge für Forschung und Technologieentwicklung

Parabelflüge sind seit mehr als 50 Jahren eine der wichtigsten Säulen der Forschung unter Weltraumbedingungen [1–5]. Für die bemannte Raumfahrt, die Forschung und die Entwicklung und Testung neuer Technologien sind Parabelflüge die einzige Möglichkeit, in Schwerelosigkeit zu arbeiten, ohne die Erde verlassen zu müssen [5].

Mit mehr als 130 Forschungskampagnen in Europa und mehr als 1500 wissenschaftlichen Experimenten an Bord seit 1984 ist das europäische Parabelflugprogramm das weltweit erfolgreichste [1] und eine treibende Kraft für die Forschung, die bemannte Raumfahrt und die Exploration des Weltraums. Die Flüge werden von Novespace, Tochterfirma der französischen Raumfahrtagentur CNES, durchgeführt. Novespace ist Eigentümer und Operator des Airbus A310 ZERO-G (Registrierung F-WNOV), der 2014/2015 nach EASA-Regeln zum Einsatz für Parabelflüge umgebaut worden ist und seitdem im Auftrag der ESA, des DLR und der CNES Forschungsflüge durchführt.

Die einzigartigen Vorteile der Parabelflüge sind:

- die sehr große Experimentfläche (100 m² an Bord des A310 ZERO-G),
- die Möglichkeit, als Wissenschaftler die Experimente selber durchzuführen,
- die sehr breiten und flexiblen Möglichkeiten der Integration vielfältigster experimenteller Anforderungen, die auf einem suborbitalen oder orbitalen Flug nur sehr eingeschränkt möglich sind und
- nicht zuletzt deren Regelmäßigkeit und Zuverlässigkeit.

Auch ermöglichen hochstandardisierte und eingespielte Prozeduren, die Betreuung durch eine langjährig hocherfahrene Crew von Experten seitens Novespace und die im Vergleich zu Weltraumexperimenten relativ geringen Kosten eine hohe und erfolgreiche Nutzung. Eine typische Forschungskampagne aus 3 Flügen mit je 30 Parabelmanövern kostet etwa 1,5 Mio. Euro [1], was bei durchschnittlich 12 Experimenten pro Kampagne in etwa 125 000 Euro Flugkosten pro Experiment entspricht [1]. Experimente auf Parabelflügen sind nicht nur „Vorstufen“, Pilotexperimente oder Technologietests, sondern leisten einen wesentlichen eigenständigen Beitrag zur Forschung: Im Durchschnitt resultieren aus einem Parabelflugexperiment 2 wissenschaftliche Publikationen, davon ein Originalartikel in einem Peer-Reviewed-Journal [1].

Novespace Airbus A310 ZERO-G

Der heute als A310 ZERO-G operierende Airbus A310-304 mit der Seriennummer 498 wurde am 24. Juni 1989 unter der Registrierung DDR-ABA von Airbus an die DDR-Fluggesellschaft Interflug übergeben. Im Oktober 1990 folgte eine Immatrikulationsänderung zu D-AOAA, bevor er im August 1991 unter der militärischen Immatrikulation „10+21“ und dem Namen „Konrad Adenauer“ in das Eigentum der Deutschen Luftwaffe über-

ging. Für die Deutsche Luftwaffe war die „Konrad Adenauer“ von 1993 bis 2014 für Reisen und Staatsbesuche von Bundeskanzlern und -ministern im Einsatz und bei der Flugbereitschaft des Bundesverteidigungsministeriums am Flughafen Köln/Bonn stationiert. Am 24. Juni 2014 wurde die „Konrad Adenauer“ an den neuen Eigner Novespace übergeben und nach zahlreichen Testflügen von September 2014 bis März 2015 durch Luftansa Technik AG in Hamburg zum Parabelflugzeug umgebaut. Zu seinem ersten wissenschaftlichen Parabelflug startete der Airbus A310 ZERO-G am 5. April 2015. Jährlich werden 5–6 Forschungskampagnen mit ihm geflogen.

Zukünftige Mischnutzung des Militärflugplatzes Dübendorf/Zürich und Innovationspark

Der Militärflugplatz Dübendorf (ICAO-Code LSMD) liegt nordöstlich der Stadt Zürich. Am 22. Oktober 1910 begann mit der ersten Zürcher Flugwoche in Dübendorf der Flugbetrieb. 1914 wurde der Flugplatz eidgenössischer Militärflugplatz und von 1941–2005 Standort des Überwachungsgeschwaders (UeG). Aktuell wird der Militärflugplatz Dübendorf von Helikoptern sowie Flächen- und Spezialflugzeugen der Schweizer Luftwaffe genutzt und beherbergt mit dem Air Operations Center (AOC) die operative Führung der Schweizer Luftwaffe [6]. Mit Bundesratsentscheid vom 3. September 2014 über die zukünftige Nutzung des Militärflugplatzes Dübendorf wird dieser künftig als ziviles Flugfeld mit Helikopterbasis genutzt werden sowie auf einem Teil des Areals die Errichtung eines Innovationsparks durch den Kanton Zürich ermöglicht [7]. Damit verfolgt der Bundesrat das Ziel, alle 3 Interessen des Bundes (militärische Aviatik, zivile Aviatik, Innovationspark) parallel weiterzuerfolgen. Das künftige Flugfeld soll vor allem der Geschäftsfliegerei, der Leichtaviatik und für Werkflüge offenstehen, ein regelmäßiger Linien- oder Charterverkehr ist ausgeschlossen. Weiterhin auf dem Flugfeld stationiert bleiben die Armee und die Schweizerische Rettungsflugwacht REGA [7].

Der Flugplatz Dübendorf ist aufgrund seiner Lage, seiner Erreichbarkeit und seiner Einbettung in eine wichtige Wirtschaftsregion des Landes ein idealer Ort für einen Innovationspark [8]. Aufbau und Betrieb des Innovationsparks sollen eine regionale Trägerschaft aus Wirtschaft, Wissenschaft und der öffentlichen Hand (Kanton Zürich, ETH Zürich und Zürcher Kantonalbank) sicherstellen, die seit 1. Januar 2016 operativ tätig ist [8]. 2016 hat die ETH Zürich den Zuschlag für das Schweizer „Business Incubation Center“ (BIC) der Europäischen Raumfahrtbehörde ESA erhalten, in dem Start-ups mit Bezug zu Raumfahrttechnologien gefördert werden. Diese Start-ups sollen im geplanten Innovationspark auf dem Flugplatz Dübendorf angesiedelt

werden. Mehr als 50 nationale und internationale Partner aus Industrie und Forschung sind im ESA BIC Switzerland (esabic.ch) involviert [9].

Parabelflüge vom Flugplatz Dübendorf/Zürich

Forschungsflüge stellen in dem Zusammenhang mit dem bundesrätlichen und kantonalen Nutzungskonzept eine ideale Schnittstelle zwischen Aviatik und Innovationspark dar und stehen für eine außerordentlich hohe Wertschöpfung bei nur wenigen Flugbewegungen.

Als Flugplatz ohne kommerziellen Flugbetrieb und mit einer hervorragenden Infrastruktur zur örtlichen Vorbereitung und Implementierung von wissenschaftlichen Experimenten bietet der Flugplatz Dübendorf (ZH) als Ausgangsort von



Abb. 1 Militärflugplatz Dübendorf. Der Militärflugplatz Dübendorf wird von Helikoptern, Flächen- und Spezialflugzeugen der Schweizer Luftwaffe genutzt und beherbergt mit dem Air Operations Center (AOC) die operative Führung der Schweizer Luftwaffe.

Quelle: Schweizer Luftwaffe



Abb. 2 Airbus A310 ZERO-G auf dem Militärflugplatz Dübendorf. Die Landung des Airbus A310–ZERO-G auf dem Militärflugplatz Dübendorf erfolgte am 21.09.2015. Nach dem Einbau der Experimente wurde am 22.09.2015 der First Swiss Parabolic Flight durchgeführt.

Quelle: Novespace / Universität Zürich

Parabellflügen durch die kurze Entfernung zum Irchel Campus der Universität Zürich bereits jetzt die Möglichkeit der Experimentvorbereitung und Probenprozessierung und -analyse mit modernsten wissenschaftlichen Methoden und Technologien in unmittelbarer Nähe. Bei Schweizer Experimenten ist zudem die vollständig nationale Durchführung des Forschungsflugs ein Vorteil (keine Zollgrenzen, keine aufwendige Logistik erforderlich, uneingeschränkte Gültigkeit aller schweizerischen Bewilligungen). Darüber hinaus bietet das Konzept der Swiss Parabolic Flights als „Kurzkampagne“ mit nur einem Flugtag und 15 Parabeln im Vergleich zu der „regulären“ Konfiguration von ESA, DLR und CNES mit 3 Flugtagen und 30 Parabeln, eine deutliche Kostenreduktion. Durch flexible Kombination mit industriellen Experimenten und unterstützenden Privatpersonen

und einem gering gehaltenen administrativen Aufwand kann bei hoher Kosteneffizienz somit ein sehr geringer Flugpreis für ein wissenschaftliches Experiment erreicht werden und somit das bisherige Kampagnenformat sinnvoll ergänzen. Durch das kleinere Kampagnenformat kann Forschung unter Schwerelosigkeit nun einem weitaus größeren Kreis von Wissenschaftlerteams zur Verfügung stehen als bisher. Die pro Experiment anfallenden Flugkosten von etwa 8500 Schweizer Franken pro Person (reine Flugkosten, zuzüglich Kosten für Hardwaredesign, -bau und -implementierung) liegen in einem Bereich, der in Projektanträge der Forschungsförderung nicht allzu schwer implementierbar ist. Forschung in Schwerelosigkeit ist für ein weitaus größeres Feld von wissenschaftlichen Fragestellungen von Interesse, als derzeit durch ESA oder nationale Raumfahrtagenturen in größeren Projekten förderbar. Durch geringere Flugkosten kann die Forschungsplattform Parabellflüge weitaus mehr Wissenschaftlern zugänglich gemacht werden als bisher, insofern kein „volles“ Kampagnenformat für das Experiment erforderlich ist.

Aufgrund dieser besonderen Merkmale können Forschungsflüge in der Schweiz ab dem Flugplatz Dübendorf eine sinnvolle Ergänzung zu den Flügen ab Bordeaux-Merignac darstellen. Somit würden vor allem folgende Vorhaben für eine Implementierung auf einem Parabellflug ab Dübendorf in Frage kommen:

- Vorhaben, die nur eine geringe Anzahl von Parabeln erfordern und daher auf einem im Vergleich zu einer „Vollkampagne“ (3 Flugtage zu 30 Parabeln) reduzierten Kampagnenformat implementierbar sind.
- Vorhaben, die in den Bodenlaboren und Arbeitsräumen von Novespace in Bordeaux-Merignac nicht oder nur unter unverhältnismäßig großem Aufwand durchgeführt werden können, zum Beispiel hochempfindliche und komplexe biowissenschaftliche Experimente mit umfangreichen Anforderungen an die Bodeninfrastruktur, Experimente mit den Erfordernissen einer aufwendigen unmittelbaren Probenprozessierung und/oder -analyse nach Landung oder Experimente mit den Erfordernissen des Einsatzes von in den Novespace-Laboren in Bordeaux-Merignac nicht zugelassenen Materialien oder Arbeitsprozessen.
- Experimente, die aufgrund gesetzlicher oder ethischer Regularien nur in der Schweiz durchgeführt werden können.
- Wissenschaftliche und technische Pilotstudien zur Vorbereitung eines Vollprojekts vor Antragstellung bei der ESA, DLR oder CNES.



Abb. 3 Experimentzone im Airbus A310 ZERO-G. Der First Swiss Parabolic Flight diente der Testung der operationellen, wissenschaftlichen, technischen und administrativen Machbarkeit einer Parabellflugplattform vom Militärflugplatz Dübendorf aus. Die Zahl der wissenschaftlichen Experimente wurde daher bei diesem Testflug noch limitiert.

Quelle: Novespace / Universität Zürich



Abb. 4 Free Floating Zone des Airbus A310 ZERO-G. In der Free Floating Zone können Unterstützer des Fluges die Schwerelosigkeit erleben und gleichzeitig beobachten, wie im vorderen Teil der Kabine wissenschaftliche Experimente durchgeführt werden.

Quelle: Novespace / Universität Zürich

flexible Kombination wissenschaftlicher oder technischer Experimente von Universitäten oder anderen öffentlichen forschenden Einrichtungen mit industriellen Experimenten und unterstützenden Privatpersonen.

Industrielle Experimente profitieren von einer schnellen Integrationszeit, hoher Flexibilität und Minimierung der administrativen Abläufe. Hier angewandte administrative Prozeduren betreffen vor allem die Sicherheitszulassung des Experiments, die nach einem rigorosen, aber standardisierten und hocheffizienten Verfahren seitens Novespace durchgeführt wird [2, 3]. Es kann zudem ein sehr hoher Grad an Vertraulichkeit gewährleistet werden.

Teilnehmende Privatpersonen reduzieren durch ihre Beteiligung die Flugkosten für die Forschung und unterstützen somit direkt die Wissenschaft. Novespace bietet unter der Marke „Air Zero G“ bereits seit 2013 Parabelflüge auch für Privatpersonen ab dem Flughafen Bordeaux-Mérignac an. Die Einnahmen dieser sogenannten „Discovery Flights“ fließen zurück in die wissenschaftliche Nutzung des Airbus A310 ZERO-G. Privatpersonen haben bei den „Swiss Parabolic Flights“ zusätzlich die Möglichkeit, direkt die an Bord durchgeführte Forschung mitzuerleben. Sie nehmen an demselben Programm, Briefings und Veranstaltungen wie die Wissenschaftler teil und erfahren so direkt und durch persönliche Anschauung und Kontakte zu den Forschern, wie Wissenschaft in Schwerelosigkeit durchgeführt wird.

First Swiss Parabolic Flight

Die Universität Zürich hat am 22. September 2015 einen Parabelflug mit dem A310 ZERO-G von Novespace zur Testung der operationellen, wissenschaftlichen, technischen und administrativen Machbarkeit einer wissenschaftlichen Parabelflugplattform in der Schweiz vom Militärflugplatz Dübendorf aus durchgeführt. Die Universität Zürich arbeitete hier eng mit Novespace, der Schweizer Luftwaffe und dem Air Force Center in Dübendorf zusammen. Der Astronaut und Wissenschaftler Prof. Claude Nicollier war Patron des ersten Parabelflugs der Universität Zürich. Der Flug ab dem Militärflugplatz Dübendorf dauerte 3 Stunden und führt in dafür reservierte Zonen über dem nördlichen Mittelmeer. Es wurden 15 Parabeln geflogen. Das Testprojekt wurde durch Sponsoren vollständig privat finanziert. Die Universität Zürich beanspruchte hierfür keine Ressourcen des Kantons oder des Bundes.

Die Universität Zürich führte Experimente mit Makrophagen und Endothelzellen durch sowie mit Zellen, die während der Schwerelosigkeit einem Sauerstoffmangel ausgesetzt wurden. Ein Team der ETH Lausanne untersuchte die Oberflächenspannung von sogenannten Kavitationsblasen bei Schwerelosigkeit, ein Thema der phy-



Abb. 5 Matterhorn im Vorbeiflug. Die Parabelmanöver wurden im französischen Luftraum über dem nördlichen Mittelmeer durchgeführt. Auf dem Weg zur Manöverzone wurde der militärische Luftraum genutzt und die Walliser Alpen überflogen.

Quelle: Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich, Zürich

sikalischen Grundlagenforschung mit großer Anwendungsrelevanz für Turbinen, Pumpen und Hydraulik. Ein industrielles Experiment der Uhrwerkmanufaktur H. Moser aus Neuhausen am Rheinfall untersuchte Uhrwerke in der Schwerelosigkeit, um durch die Elimination schwerkraft-assoziiertes mechanischer Effekte wichtige Daten zur Verbesserung von Computersimulationen für die Konstruktion von Uhrwerken zu gewinnen.

Das Gesamtvorhaben war erfolgreich und wurde landesweit positiv aufgenommen. Unter anderem berichtete das SRF in einer speziellen TV-Serie „Schweiz im Weltall“. Das öffentliche Interesse an dieser Forschungsplattform wurde unter anderem durch den Besuch der Parlamentarischen Gruppe

Tab. 1 Zuständigkeiten für den First Swiss Parabolic Flight.

Gesamtkoordination	Universität Zürich
Flugzeug Airbus A310 ZERO-G	Novespace
Flugplatz Dübendorf	Schweizer Luftwaffe
Aviatische Infrastruktur	Air Force Center Dübendorf
Wissenschaftlich-technischer Bodensupport	Universität Zürich

Tab. 2 Testexperimente auf dem First Swiss Parabolic Flight.

Primary macrophages in microgravity (University of Zurich)
Primary endothelial cells in microgravity (Universiti Putra Malaysia)
The cellular response to hypoxia during microgravity (University of Zurich)
Mechanical watches in altered gravity conditions (Moser & Cie, Neuhausen)
Cavitation bubbles in variable gravity (EPFL)

Tab. 3 Partner des First Swiss Parabolic Flight.

Schweizer Luftwaffe
Air Force Center Dübendorf
Universität Basel
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
Universiti Putra Malaysia (UPM)
Moser & Cie, Neuhausen
Uniklinik Köln, Deutschland
Airbus Defence and Space, Friedrichshafen
Zentrum für Integrative Humanphysiologie Zürich
Nova Space Biotechnology GmbH, Zürich
Mymicrogravity, Paris
Custodio – Airport Security Solutions
Swiss Space Association
Swiss Space Museum

Tab. 4 Informationen zu den Swiss Parabolic Flights.

First Swiss Parabolic Flight: microgravity.ch
2 nd Swiss Parabolic Flight: skylab.swiss
Programm für Privatpersonen: dovespace.ch
Video First Swiss Parabolic Flight: www.youtube.com/watch?v=gIxWnXR39Pw

Luft- und Raumfahrt unterstrichen. Die Schweizer Luftwaffe hat, durch den Schweizer Bundesrat bestätigt (Reg.-Nr. 16.3100, 11.05.2016), die ab Dübendorf durchgeführten Parabelflüge als im öffentlichen Interesse eingestuft.

2nd Swiss Parabolic Flight Campaign – Testflug für die Wissenschaft

Nach dem seitens der Universität Zürich durchgeführten Testflug zur Prüfung der Machbarkeit soll im nächsten Schritt die Leistungsfähigkeit der Parabelflugplattform für wissenschaftliche Experimente ab dem Militärflugplatz Dübendorf getestet werden. Das Swiss Space Office des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) unterstützte die am 22. Oktober 2016 geplanten Forschungsflüge der „2nd Swiss Parabolic Flight Campaign“ mit einem „Call for Experiments 2016: Parabolic Flight Campaign in Switzerland“. Es wurden 5 wissenschaftliche Experimente der Universitäten Basel, Zürich und Luzern sowie der ETH Zürich durch ein Gutachtergremium des Swiss Space Center (SSC) ausgewählt und dem SSO zur Förderung vorgeschlagen. Ein industrielles Experiment wird wissenschaftliche Hardware für Kleinsatelliten testen.

Wie bei dem Demonstrationsflug wird auch dieser Flug durch private mitfliegende Unterstützer kofinanziert, um die Kosten für die Forschung möglichst gering zu halten. Dieses flexible Finanzierungskonzept steht unter dem Dach der Swiss SkyLab Foundation, einer schweizweiten, gemeinnützigen Stiftung unter eidgenössischer Stiftungsaufsicht. Die Stiftung dient der Förde-

rung von Forschung, Wissenschaft und Bildung unter Nutzung aviatischer Forschungsplattformen und verfolgt keine Gewinnabsicht.

Die Schweizer Luftwaffe unterstützt als Partner die Swiss Parabolic Flight Campaign 2016, auf der vom Swiss Space Office geförderte Experimente von verschiedenen Forschungseinrichtungen aus der Schweiz durchgeführt werden. Der Flugplatz Dübendorf bietet dazu ideale Voraussetzungen. Im Sinne der künftigen Nutzung des Flugplatzgeländes mit einem Innovationspark wird bei diesem Projekt mit wenigen Flugbewegungen eine hohe Wertschöpfung im Bereich der Forschung in verschiedensten Hochtechnologien erzielt, an denen die Luftwaffe großes Interesse hat.

Die Swiss Parabolic Flights vom Militärflugplatz Dübendorf/Zürich können das Parabelflugprogramm ab Bordeaux-Merignac komplementär ergänzen und Forschung in Schwerelosigkeit durch das kleinere Kampagnenformat einem weitaus breiteren Kreis von Wissenschaftlern zugänglich machen. Dieses ist neben der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses auch insbesondere für industrielle Experimente von Interesse. Durch das flexible Kampagnenkonzept aus wissenschaftlichen Experimenten, industriellen Experimenten und unterstützenden Privatpersonen, das unter dem Dach einer wissenschaftlichen Stiftung kostendeckend, aber non-profit durchgeführt wird, können die Flugpreise für die wissenschaftlichen Experimente gering gehalten werden.

Literatur

- 1 Pletzer V, Rouquette S, Friedrich U et al. European parabolic flight campaigns with Airbus A300 ZERO-G: looking back at the A300 and looking forward to the A310. *Adv Space Res* 2015; 65: 1003–1013
- 2 Pletzer V. European aircraft parabolic flights for microgravity research, applications and exploration: A review. *REACH – Reviews in Human Space Exploration* 2016; 1: 11–19
- 3 Pletzer V, Winter J, Duclos F et al. The first joint European partial-g parabolic flight campaign at moon and mars gravity levels for science and exploration. *Microgravity Sci Technol* 2012; 2011: 383–395
- 4 Studer M, Bradacs G, Hilliger A et al. Parabolic maneuvers of the Swiss Air Force fighter jet F-5E as a research platform for cell culture experiments in microgravity. *Acta Astronaut* 2011; 68: 1729–1741
- 5 Parabelflüge: Brücke zur Internationalen Raumstation ISS. Publikation des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, Raumfahrtmanagement, 2015
- 6 Militärflugplatz Dübendorf, Schweizer Luftwaffe. Im Internet: www.lw.admin.ch/internet/luftwaffe/de/home/verbaende/einsatz_lw/flpl_kdo_alp/milflpldubendorf.html
- 7 Bundesrat, Schweiz. Dübendorf: Innovationspark und ziviles Flugfeld mit Bundesbasis, 03.09.2014. Im Internet: www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-54312.html
- 8 Kanton Zürich. Switzerland Innovation Park Zürich. Im Internet: www.vd.zh.ch/internet/volkswirtschaftsdirektion/de/themen/innovationspark.html
- 9 ETH Zürich. ETH gewinnt Wettbewerb um ESA Start-up-Programm. 14.09.2016. Im Internet: www.ethz.ch/content/main/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2016/09/esa-start-up-wettbewerb.html

Korrespondenz

Prof. Hon.-Prof. Dr. med.
Dr. rer. nat. Oliver Ullrich
Institute of Anatomy,
Faculty of Medicine
University of Zurich
Winterthurerstr. 190
8057 Zurich, Schweiz
oliver.ullrich@uzh.ch

Autorenerklärung

Der Autor erklärt, dass er für das Space Life Sciences Laboratory (SLSL), Exploration Park, Kennedy Space Center, USA tätig ist. Weiterhin ist er Präsident des Stiftungsrates der Swiss Skylab Foundation.

DOI: 10.1055/s-0042-113234
Flug und Reisemed 2016; 23 (5): 252–256
Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York
ISSN 1864-4538