



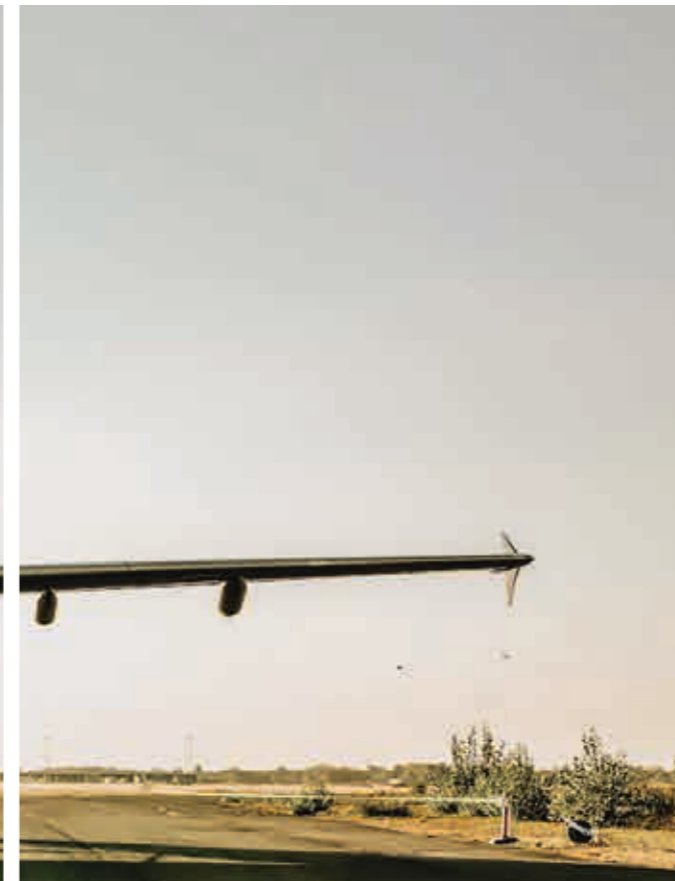
# Zukunftsforschung in Schwerelosigkeit



## ESA Academy

Das Projekt „Neuro2flight“ hat sich unter zahlreichen Bewerbungen durchgesetzt und wird nun im Parabelflug auf Durchführbarkeit getestet. Nur zwei Parabelflugexperimente erhielten den Zuschlag im Rahmen des diesjährigen ESA Academy Experiments Programme – eine Ausschreibung der Europäischen Weltraumorganisation speziell für Studierende.

Foto: DLR/Xiomara Bender



**NEUE WELTRAUMHABITATE:**  
Wie wirken sich Schwerelosigkeit und Sauerstoffmangel auf das Gehirn aus? Ein Forschungsprojekt mit großer Relevanz für die Zukunft.

**Text** Lena Overbeck

„Der Weltraum, unendliche Weiten. Wir schreiben das Jahr 2200. Dies sind die Abenteuer des Raumschiffs Enterprise, das mit seiner 400 Mann starken Besatzung fünf Jahre lang unterwegs ist, um neue Welten zu erforschen, neues Leben und neue Zivilisationen. Viele Lichtjahre von der Erde entfernt, dringt die Enterprise in Galaxien vor, die nie ein Mensch zuvor gesehen hat.“ Der Vorspann der Science-Fiction-Serie aus den 1960er-Jahren hat Kultstatus. Constance Badali kennt ihn auswendig. Die 30-jährige Wissenschaftlerin hat das große Glück, wie sie selber sagt, ganz real an der Erforschung des Weltraums mitzuwirken. Im Fokus ihrer Forschungsaktivitäten steht der menschliche Körper. Sie möchte mit ihren Experimenten dazu beitragen, das Gesamtbild von Mensch, Bewegung und Kognition unter Extrembedingungen zu verstehen. „Das ist wichtig, um die Sicherheit der Astronautinnen und Astronauten während ihrer Missionen gewährleisten zu können. Das schaffen wir nur, wenn wir ein tiefgehendes Verständnis über die Auswirkungen von Schwerelosigkeit und verschiedenen Schwerkraftniveaus auf die menschliche Leistungsfähigkeit erlangen“, erläutert Badali.



### Constance Badali

ist 30 Jahre alt und in Würzburg geboren. Sie ist gelernte Physiotherapeutin und hat in Aachen den Bachelorstudiengang Physiotherapie studiert. Im Anschluss absolvierte sie an der Spoho den Master Human Technology in Sport and Medicine. Seit zwei Jahren ist sie Doktorandin und Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaft. 2021 wurde sie mit dem Young Investigators Award der International Society for Gravitational Physiology ausgezeichnet. Sie hat keine Strichliste geführt, aber schätzungsweise 15 Parabelflüge absolviert. „Das Gefühl von Schwerelosigkeit macht süchtig. Ich freue mich jedes Mal riesig, wenn es wieder losgeht.“ In ihrer Freizeit ist Constance Badali gerne aktiv an der frischen Luft, spielt Tennis und klettert.

Kontakt:  
c.badali@dshs-koeln.de  
+49 (0)221 4982-4262



Sauerstoffgehalt hat also den Vorteil, dass die Astronaut\*innen schneller zwischen Innen- und Außenbereichen wechseln können, da das Risiko von Dekompressionssymptomen verringert wird. Zum anderen besteht ein logistischer und wirtschaftlicher Vorteil, da weniger Sauerstoff bereitgestellt werden muss. „Aber wie wirkt sich Hypoxie bei gleichzeitiger Schwerelosigkeit auf die Astronautinnen und Astronauten aus? Das müssen wir vorher wissen“, sagt Constance Badali. Und genau diese Wissenslücke will die Forscherin mit ihrem innovativen Forschungsprojekt „NeurO2flight“ schließen (gefördert durch das DLR; 50WB2214).

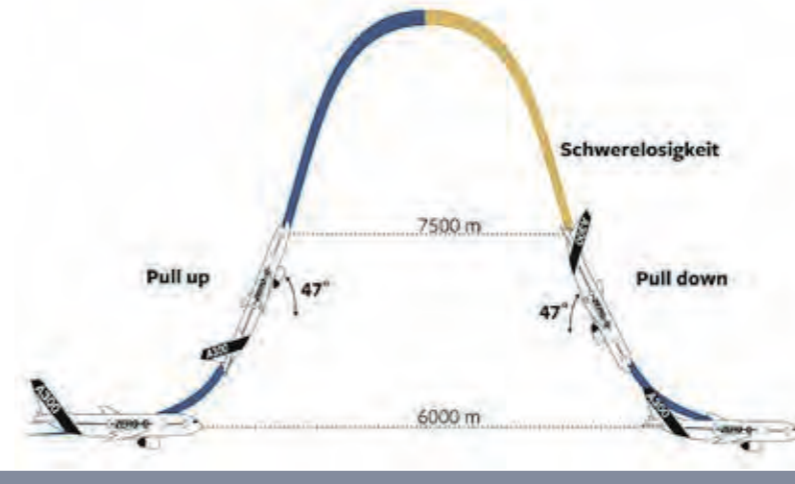
### Maschinenbauer und Ersatzastronautin

Unterstützung bekommt sie dabei von einem interdisziplinären, internationalen Projektteam (*Gruppenbild oben*), das sie zur Umsetzung ihres Forschungsvorhabens zusammengestellt hat. Dazu gehören, neben ihr selbst, Carmen Possnig (Universität Innsbruck, Österreich), Jason Fisher (Jožef Stefan Institute, Slowenien), Tim Dieterle und Sebastian Schmidt (beide Duale Hochschule Baden-Württemberg Lörrach, Deutschland). Alle fünf sind Promotionsstudierende und bringen unterschiedliche Expertisen mit. Der Forschungsschwerpunkt von Carmen Possnig, die zum Reserveteam der ESA-Astronaut\*innen gehört, liegt auf Veränderungen des Herz-Kreislauf-Systems und der Durchblutung des Gehirns durch Mikrogravitation. Jason Fisher bringt seine Erfahrung aus Betruhestudien unter Hypoxie ein. Tim Dieterle und Sebastian Schmidt sind Maschinenbauingenieure.

### „Das wäre ein Riesending“

Die Notwendigkeit des Forschungsvorhabens hat auch die Europäische Weltraumorganisation erkannt und den Zuschlag für ein Parabelflugexperiment im Rahmen des ESA Academy Experiments Programme erteilt. Das Programm richtet sich gezielt an Nachwuchswissenschaftler\*innen, die sich in einem kompetitiven Auswahlverfahren für die Durchführung ihres Experiments bewerben können. Aus zahlreichen Bewerbungen wurden am Ende zwei Projekte ausgewählt, die im November dieses Jahres ihre Forschungs idee im Parabelflug realisieren können. Durch die langjährigen Forschungsaktivitäten der Deutschen Sporthochschule Köln im Bereich der Weltraumforschung hat Constance Badali schon an mehreren Parabelflugkampagnen mitgewirkt. Mit ihrem Projekt „NeurO2flight“ startet in wenigen Wochen nun ihre erste eigene Kampagne. „Ich bin ein bisschen aufgeregt, aber freue mich auch sehr. Wir haben das Setting in Innsbruck bereits aufgebaut und durchgespielt und fühlen uns gut vorbereitet. Wir hoffen nun einfach, dass es im Flieger genauso rund läuft. Können wir durch unser Experiment zeigen, dass sich Hypoxie in Schwerelosigkeit umsetzen lässt, wäre das ein Riesending. Und eine großartige Möglichkeit für andere Experimente.“ Der „Flieger“ ist ein speziell ausgerüsteter Airbus, in dem bis zu 13 Experimente Platz finden. Geflogen wird eine nach unten geöffnete Parabel. So erreicht man beim An- und Abstieg nahezu doppelte Erdanziehungskraft und in der Spitze 22 Sekunden Schwerelosigkeit (*siehe auch Kasten rechts*). Diese Gege-

Fotos: Privat



### Schwerelos forschen

Bei wissenschaftlichen Parabelflügen können Forschende Experimente in Schwerelosigkeit durchführen, ohne dafür in den Weltraum fliegen zu müssen. Die Deutsche und die Europäische Raumfahrtagentur (DLR und ESA) führen ihre Parabelflugkampagnen mit der französischen Firma Novespace durch. Das speziell ausgerüstete Flugzeug, der Airbus A310 ZERO-G, startet in Bordeaux, die besonderen Flugmanöver finden dann über dem Atlantik statt. Parabelflüge werden so genannt, da das Flugzeug bei seinen Manövern eine parabelförmige Flugbahn beschreibt. Es steigt aus dem horizontalen Flug steil nach oben, drosselt dann die Schubkraft der Turbinen und „fällt“ durch den Restschub erst nach oben und nach dem Erreichen des Gipfelpunktes der Parabel wieder nach unten. So entsteht bei jeder Parabel für rund 22 Sekunden Schwerelosigkeit. Eine Parabelflugkampagne besteht in der Regel aus drei Flügen, an denen jeweils 31 Parabeln geflogen werden. Insgesamt stehen so etwa 35 Minuten Schwerelosigkeit – im Wechsel mit normaler (1G) und nahezu doppelter (2G) Erdbeschleunigung – für Experimente zur Verfügung.

Der Parabelflug im Detail:  
<https://shorturl.at/OOSHW>

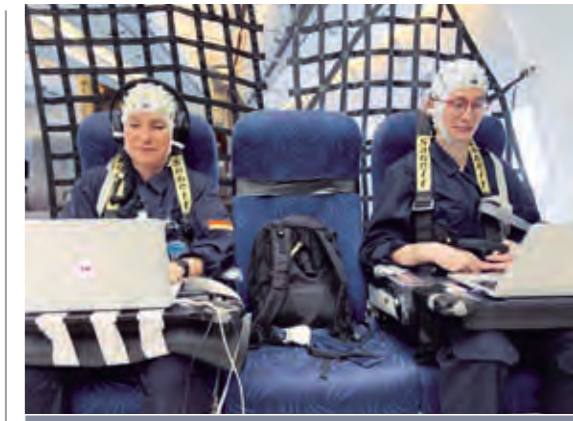
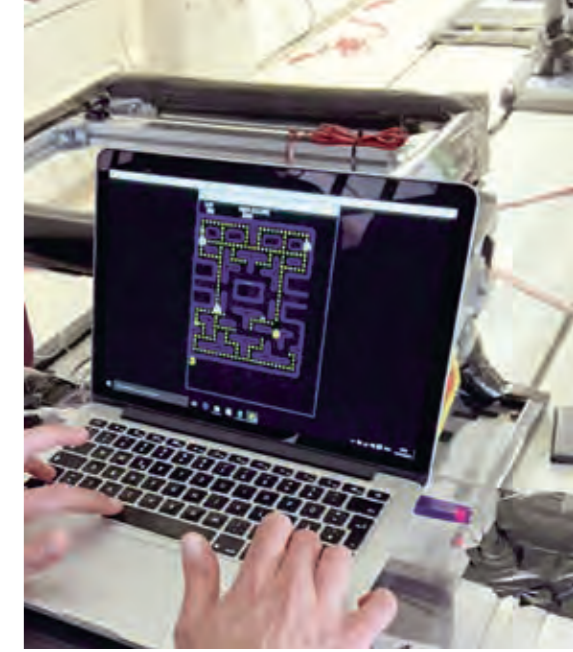
Ein Blick aus dem Fenster (Video):



benheiten will das Projektteam nutzen, um festzustellen, inwiefern Crewmitglieder bei Weltraumflügen unter den genannten Bedingungen (Hypoxie und Schwerelosigkeit) ihre optimale kognitive Leistungsfähigkeit beibehalten können – die für das Gelingen einer Mission unabdingbar ist. Untersucht werden dafür nicht nur die Auswirkungen auf die kognitive Leistungsfähigkeit, wie zum Beispiel Reaktionszeit oder Fehlerquote, sondern auch auf den Blutfluss im Gehirn, der Grundlage für die Sauerstoff- und Nährstoffversorgung der Nervenzellen des Gehirns ist. Für beide Studienteile atmen die Proband\*innen über eine Sauerstoffmaske hypoxische Luft. „Wir generieren eine Luft, als wäre man auf 4.000 Meter Höhe“, erklärt Constance Badali. Während der ersten 15 Parabeln wird der zerebrale Blutfluss mittels Ultraschall gemessen. Im zweiten Teil liegt der Fokus auf der elektrokortikalen Aktivität (Hirnaktivität) und der neurokognitiven Leistung. Die Hirnaktivität wird mittels Elektroenzephalographie (EEG) gemessen. Die kognitive Leistung wird anhand einer komplexen Doppelaufgabe bewertet, die am Laptop ausgeführt wird. Die Proband\*innen müssen eine kognitiv anspruchsvolle Aufgabe möglichst schnell und präzise lösen und gleichzeitig auf tiefe und hohe Töne reagieren. Die tiefen Töne sollen sie ignorieren und bei hohen Tönen so schnell wie möglich die Leertaste auf ihrer Tastatur drücken.

### Pacman

„Man kann sich das so vorstellen: Die Proband\*innen sitzen angeschnallt auf einem Flugzeugsitz und haben einen Laptop auf dem Schoß, der ebenfalls



fixiert ist. Auf dem Kopf tragen sie eine EEG-Kappe, zum Messen der Hirnaktivität, und auf dem Mund eine Atemmaske, für die hypoxische Luft. Ihre Aufgabe besteht darin, Pacman zu spielen“, erläutert Badali. Bei dem Computerspiel geht es darum, Punkte in einem Labyrinth zu fressen, während man von Gespenstern verfolgt wird. Über Kopfhörer erhalten die Proband\*innen die akustischen Signale, auf die sie während des Spielens reagieren müssen. Gespielt wird jeweils in der 1G-Phase (normale Erdbeschleunigung) und in der Schwerelosigkeit. Währenddessen wird der Blutfluss an der Halsschlagader mithilfe eines mobilen Ultraschallgerätes gemessen. Insgesamt drei Flugtage stehen dem Team zur Verfügung. „Aus vorangegangenen Studien wissen wir, dass Menschen in Hypoxie schlechter arbeiten, aber Schwerelosigkeit genau den gegenteiligen Effekt hat. Was passiert, wenn beide Komponenten gleichzeitig gegeben sind? Wir wissen es nicht. Das wird total spannend sein, das zu beobachten“, freut sich Badali auf das bevorstehende Experiment. Der Flieger hebt am 5. November ab.