



Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin
(DGLRM) e. V. (Hrsg.)

Abstracts & Programmheft 2025

63. wissenschaftliche Jahrestagung

16. – 18. Oktober 2025

Maternushaus, Köln

Sponsoren



Inhalt

Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e. V. (Hrsg.)	1
Sponsoren	2
Tagungsort 2025	4
Maternushaus Köln	4
Nachruf Univ.-Prof. Dr. Jochen Hinkelbein (1974 – 2025)	5
Grußwort der KongresspräsidentInnen der DGLRM e.V.	6
Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V.	7
Grußwort der Bundesministerin für Forschung, Technologie und Raumfahrt	8
Allgemeine Hinweise	9
Wichtige Termine der Jahrestagung	10
Hinweis	11
Tagungsprogramm	12
W-Sitzungen	16
W1: Erkenntnisse aus simulierter Schwerelosigkeit.....	16
W2: Herausforderung Weltall.....	20
W3: Gravitationsänderung und die Zelle	27
W4: Young DGLRM	31
W5: Herausforderung Luftfahrt	34
W6: Luft- und Raumfahrtmedizin in der Schweiz	42
F-Abstracts.....	47
Poster-Abstracts	54
Notizen.....	57

Tagungsort 2025

Maternushaus Köln



CI: Maternushaus

Nachruf Univ.-Prof. Dr. Jochen Hinkelbein (1974 – 2025)



Ein hochgeachteter Arzt und Wissenschaftler, ein Pionier – und ein ganz grosser Mensch

Geschätzte Kolleginnen und Kollegen,

Unser Kollege und Freund, Herr Univ.-Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein, DESA, EDIC, FESAIC, FAsMA, ist am 21. März 2025, bei einem tragischen Flugzeugunglück zu Tode gekommen.

Jochen war einer der renommiertesten Flugmediziner und hat das Fachgebiet der Luft- und Raumfahrtmedizin massgeblich geprägt. Seit Januar 2023 leitete er die Universitätsklinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin am Johannes Wesling Klinikum in Minden. Zuvor war er als Bereichsleitender Oberarzt für Notfallmedizin am Universitätsklinikum Köln tätig und engagierte sich intensiv in der Lehre, wofür er mehrfach ausgezeichnet wurde. Seine Forschung umfasste unter anderem das Atemwegsmanagement, die Videolaryngoskopie, Hypoxie, Proteinbiochemie sowie Sepsis. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der Luft- und Raumfahrtmedizin, insbesondere auf notfallmedizinischen Konzepten.

Jochen diente unserer Gesellschaft seit 17 Jahren im Vorstand und von 2017 – 2019 als unser Präsident. Er war Präsident der European Society of Aerospace Medicine (ESAM) und Fellow der Aerospace Medical Association (AsMA).

Seine fachlichen und wissenschaftlichen Erfolge sind immens. In der Wissenschaft haben ihn immer wieder neue Fragen vorangetrieben, in der Klinik hat er unzählige Leben gerettet. Dennoch kann keine Zahl an Publikationen oder an Preisen beschreiben, was Jochen wirklich ausgemacht hat, und das ist seine menschliche Grösse.

Jochen war ein Riese: An Wissen, an Erfahrung, an Empathie, an Einsatz für seine Mitmenschen, an Bescheidenheit, an Weisheit, an Rücksichtnahme, an notwendiger Beharrlichkeit, an seinem Anspruch an sich selbst. Jochen versteckte sich nie hinter wohlklingenden Titeln oder Funktionen, Jochen war als Mensch, Arzt und Wissenschaftler immer da, mitten im Raum, ansprechbar, zuhörend, handelnd. Jochen begegnete allen Menschen auf Augenhöhe.

Die grosse Lücke, die er hinterlässt, ist nicht zu schliessen. Er war einer der ganz Grossen.

Möge seine Familie in diesen dunklen Stunden Kraft und Trost finden.

Lieber Jochen, mögen dich nun die Flügel der Ewigkeit auf deiner neuen Reise begleiten.

Auch im Namen des Vorstands

Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich

Präsident der DGLRM

Grußwort der KongresspräsidentInnen der DGLRM e.V.

Liebe Kolleginnen und Kollegen, liebe Teilnehmende

an der 63. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin, wir haben für diese Tagung ein KongresspräsidentInnen-Trio gebildet und heißen Sie und Euch somit dreistimmig und ganz herzlich willkommen zu unserer Fachtagung im Maternushaus in Köln. Uns erwarten zwei spannende Kongresstage, in denen wir gemeinsam die neuesten Entwicklungen in der Luft- und Raumfahrtmedizin erkunden werden.

Die Luft- und Raumfahrtbranche erlebt in den letzten Jahren eine spannende Phase des Wandels, geprägt von bahnbrechenden Innovationen und technologischen Fortschritten. In der Luftfahrt sind Drohnen, Air Taxis und eine neue Generation von Überschallflugzeugen Gegenstand konkreter Forschungsfragen. In der Raumfahrt stehen wir vor der Einführung neuer Raumfahrtmissionen, darunter bemannte Missionen zu Mond und Mars, und der sprunghaften Weiterentwicklung des kommerziellen Raumflugsektors. Wir erleben aber auch eine Zeit des politischen Wandels, in dem die staatlichen Interessen einzelner Länder wieder mehr Bedeutung erlangen als das gemeinsame Streben nach Fortschritt und Erkenntnis.

In diesem Spannungsfeld gehen die Beschäftigten in der Luft- und Raumfahrt weiter ihren alltäglichen Arbeiten nach. Die Berufsfelder sind anspruchsvoll: Extreme Umweltbedingungen, hochkomplexe Aufgaben, neue Technologien, strenge Zeitvorgaben, unregelmäßige Arbeitszeiten und hohe Sicherheitsstandards stellen hohe Anforderungen an Körper und Psyche. Die Luft- und Raumfahrtmedizin soll bei all diesen Herausforderungen, die Gesundheit und Sicherheit der involvierten Personen im Blick behalten und fördern. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz und virtueller Realität als innovative Diagnose- und Therapiemethoden wird geprüft, um möglicherweise eine präzisere und effektivere Betreuung der AstronautInnen und PilotInnen zu gewährleisten. Wir alle in der Luft- und Raumfahrtmedizin sind bestrebt und gefordert, mit den Veränderungen Schritt zu halten und Neues zu erproben.

Unsere Fachgesellschaft und unsere Jahrestagung greifen dieses Bestreben auf. So komplex wie unser Tätigkeitsfeld, so vielfältig sind auch die Themen, die wir für diese Tagung zusammengestellt haben: Von den Fach-Fortbildungsvorträgen zu den Themen der wissenschaftlichen Sitzungen, von der Luftfahrt bis zur Raumfahrt ist hoffentlich für alle etwas dabei.

Darüber hinaus liegt uns die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses besonders am Herzen. Wir möchten junge Kolleginnen und Kollegen ermutigen, sich aktiv einzubringen, neue Impulse zu setzen und die Zukunft unserer Fachrichtung mitzugestalten.

Neben der fachlichen Auseinandersetzung wünschen wir uns, dass diese Tagung auch Gelegenheit bietet, alte Kontakte zu pflegen, neue zu knüpfen und den persönlichen Austausch zu genießen – denn gemeinsamer Dialog ist die Grundlage für Fortschritt.

Wir wünschen allen inspirierende Diskussionen, wertvolle Erkenntnisse und eine fruchtbare Zusammenarbeit auf der 63. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin.

Herzlichst,

PD Dr. Eva-Maria Elmenhorst, Dr. Cora Thiel, Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich

Ihre KongresspräsidentInnen der 63. Jahrestagung der DGLRM e.V.

Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V.

Geschätzte Kolleginnen und Kollegen, liebe Freunde

Als Präsident der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. begrüße ich Sie sehr herzlich zu unserer 63. wissenschaftlichen Jahrestagung 2025 im Maternushaus, dem Tagungszentrum des Erzbistums Köln.

Ich danke sehr den Tagungspräsidentinnen Frau PD Dr. Eva-Maria Elmenhorst und Frau Dr. Cora Thiel, und ihrem Team, sowie allen Kolleginnen und Kollegen aus Vorstand, Vorstandsrat und Geschäftsstelle, sowie allen Referentinnen und Referenten für die großartige Zusammenarbeit beim Aufbau eines attraktiven und spannenden Tagungsprogramms.

Mit der Deutschen Akademie für Flugmedizin sichert die DGLRM die Grundlagen der Fliegerarztausbildung in Deutschland, mit der wissenschaftlichen Vernetzung und Zusammenarbeit trägt die DGLRM zur Gestaltung und Entwicklung unseres Faches bei. Damit sind wir natürliche Verbündete der Berufsverbände wie des Deutschen Fliegerarztverbandes, als auch der Pilotenverbände. Wir alle stehen für eine sichere und erfolgreiche Luftfahrt, eine der fundamentalen Grundlagen unserer Mobilität und von Wirtschaft und Handel.

Eine Wissenschaftlichen Tagung ist vor allem ein Raum zur Begegnung. Alles entsteht und wird durch Menschen. Menschen sind Forscher, Menschen sind Entdecker, Menschen schaffen Neues.

Ich wünsche Ihnen von Herzen eine schöne und erfolgreiche Tagung, voller guter Begegnungen und Gespräche, voller neuer Gedanken und Inspirationen.

Mit herzlichem Gruß,

Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich

Präsident der DGLRM e.V.

Co-Tagungspräsident der 63. Jahrestagung der DGLRM e.V.

Grußwort der Bundesministerin für Forschung, Technologie und Raumfahrt

Meine Damen und Herren,
liebe Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin,

als erste Raumfahrtministerin in der Geschichte der Bundesrepublik beschreibe ich immer wieder gerne, wie bedeutend die Forschung hoch oben im All und die Missionen dorthin für uns hier unten auf der Erde sind. Das reicht von Akkuschraubern und feuerfesten Materialien über Navigations- und Wetterdienste bis hin zum Erhalt von Gesundheit und Behandlung von Krankheiten. Sie und Ihre Gesellschaft verdeutlichen besonders eindrucksvoll, wie dynamisch und zukunftsweisend die Luft- und Raumfahrtmedizin ist, wie sie nicht nur die Sicherheit und Leistungsfähigkeit von Astronautinnen und Astronauten ermöglicht, sondern eben auch Erkenntnisse vorantreibt, die weit in die allgemeine Gesundheitsversorgung hineinwirken. Da geht es um bessere Prävention, mehr Qualität durch Telemedizin und personalisierte Ansätze in der Behandlung oder ganz neue Therapien. Daran zeigt sich einmal mehr: Die Impulse aus der Raumfahrt kommen uns allen zugute.

Umso wichtiger ist, dass wir die Raumfahrt von morgen entscheidend mitgestalten. Das bedeutet, eigene Trägersysteme zu entwickeln, in der Satellitentechnik Akzente zu setzen und ambitionierte Missionen voranzubringen. Dabei setzen wir auf den Schulterschluss in Europa und leisten deshalb auch einen starken Beitrag zur Europäischen Weltraumorganisation. Es ist ein Glück, dass wir die ESA haben, auch wenn sie künftig noch effizienter und wirtschaftsorientierter arbeiten muss. Das wird eines der Themen sein, wenn die ESA-Ministerratskonferenz Ende November in Bremen tagt.

Bei allen unseren Vorhaben zur Erforschung und Nutzung des Alls ist die Luft- und Raumfahrtmedizin unverzichtbar. Sie bereitet die Langzeitmissionen der Zukunft vor und begleitet die von heute. Sie untersucht die Anpassungsfähigkeit des menschlichen Körpers an extreme Bedingungen und schafft damit die wissenschaftliche Basis für eine nachhaltige und sichere Raumfahrt. Ich danke allen, die daran beteiligt sind, und ganz besonders der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin für ihr großes Engagement und die konsequente Förderung des wissenschaftlichen Austauschs. Zur Jahrestagung sende ich Ihnen allen herzliche Grüße nach Köln und wünsche spannende Vorträge, anregende Diskussionen und für die Zukunft weiterhin viel Erfolg.

Dorothee Bär MdB

Bundesministerin für Forschung, Technologie und Raumfahrt

Allgemeine Hinweise

TagungspräsidentInnen

PD. Dr. Eva-Maria Elmenhorst

Dr. Cora Thiel

Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich

Zertifizierung

Luftfahrtbundesamt (LBA) 10
Fortbildungspunkte

*Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung
(BAF)* 10 Fortbildungspunkte

Ärztekammer NRW (AEKNO) 10
Fortbildungspunkte

Teilnahmegebühr

Mitglieder 190 €

Nicht-Mitglieder 240 €

Studierende 80 €

Gesellschaftsabend 90 €

Kongressorganisation

DGLRM e.V.

Tagungsband

Cand. med. Charlotte Isabell Hieber

Poster

Die Postersession findet am 17.10.2025 im Foyer des Maternushauses von 12:00 – 13:00 statt. Die Präsentierenden werden gebeten bis 11:00 das Poster am zugewiesenen Platz in Papierform aufzuhängen. Für die drei besten Poster wird ein Posterpreis ausgelobt. Dazu werden die Präsentierenden gebeten, in der ausgewiesenen Zeit wesentliche Inhalte des Posters vorzustellen.

Wichtige Termine der Jahrestagung

DGLRM-Vorstandssitzung

Donnerstag, 16.10.2025

10:30 – 12:30

Quirinus, Köln

DGLRM-Vorstandsratsitzung

Donnerstag, den 16.10.2025

14:00 – 16:30

Quirinus, Köln

Get-Together

Donnerstag, den 16.10.2025

18:30 – 20:30

Brauhaus SION, Unter Taschenmacher 5-7
50667 Köln

Get-Together Young DGLRM

Samstag, den 18.10.2025

Ab 19:30

Schulz, Landmannstraße 39, 50825 Köln

Mitgliederversammlung

Freitag, den 17.10.2025

15:35 – 18:00

Maternushaus, Kardinal-Frings-Straße 1-3
50668 Köln

Gesellschaftsabend

Freitag, den 17.10.2025

19:30 – 22:30

Maternushaus, Kardinal-Frings-Straße 1-3
50668 Köln

Preisverleihungen und Ehrungen finden im
Rahmen des Gesellschaftsabends statt.

Hinweis

Wir bitten alle Redner und Sitzungsleiter strikt auf die Einhaltung der Redezeiten zu achten. Die im Programm angegebenen Zeiten schließen die Diskussion zum Vortrag mit ein.



Thomas Wolf, www.foto-tw.de/
Wikimedia Commons / CC BY-SA
3.0

63. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin

Maternushaus, Köln

Wann: 16. – 18. Oktober 2025

Wo: Maternushaus, Kardinal-Frings-Str. 1-3, 50668 Köln

Kontakt: www.dglrm.de

E-Mail: geschaeftsstelle@dglrm.de

Tagungspräsidenten: PD. Dr. Eva-Maria Elmenhorst, Dr. Cora Thiel, Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich

Donnerstag – 16.10.2025

Maternushaus, Köln

10:30 – 12:30	Vorstandssitzung	Quirinus
12:30 – 14:00	Lunch	
14:00 – 16:30	Vorstandsratssitzung	Quirinus
18:30 – 20:30	Get-together: Brauhaus SION, Unter Taschenmacher 5-7, 50667 Köln	Brauhaus



Freitag – 17.10.2025 - Vormittag

Maternushaus

08:30 – 09:15

Eröffnung und Grussworte

Maternus

TagungspräsidentInnen, Bürgermeister Dr. Ralf Heinen, Generalarzt Dr. Bernhard Groß

09:15 – 10:00

Keynote:
Menschen im Weltraum –
ein ökonomisches Modell oder nur ein Abenteuer?

Maternus

Prof. Dr. Hansjörg Dittus

10:00 – 10:30

Kaffeepause

Foyer

10:30 – 12:00

W1: Erkenntnisse aus simulierter Schwerelosigkeit

Maternus

Chairs: *Dr. Sarah Piechowski-Worms/ Dr. Stefan Möstl*

Dr. Stefan Möstl: Lower body negative pressure training preserves vagal heart rate recovery after bedrest-induced deconditioning

Dr. Sarah Piechowski-Worms: Embedded Cognitive Training: Monitoring und Training der kognitiven und operationellen Leistungsfähigkeit auf Langzeit-Missionen in der Raumfahrt

Dr. Manuel Michno: Auswirkungen einer 60-tägigen Bettruhe auf die Perfusion des Gehirns gemessen mittels Arterial Spin Labeling

Jorge Manuel Sanchez: Functional brain connectivity changes in head-down tilt bedrest-induced orthostatic intolerance

10:30 – 12:00

Fortbildungsvorträge F1/F2

Adelheid

F1 Prof. Dr. Christopher Neuhaus, M.Sc., MHBA, FESAIC: Notfälle an Bord von Passagierflugzeugen - ist ein Arzt an Bord?

F2 OFArzt Marcus Wischlitzki: Neurologie/Psychiatrie

12:00 – 13:00

Mittagspause / Poster

Foyer





Freitag – 17.10.2025 - Nachmittag

Maternushaus

13:00 – 14:30

Fortbildungsvorträge F3/F4

Adelheid

F3 Maj. Dr. Thomas Syburra FRCS: Kardiologie / Herzchirurgie

F4 Dr. Ilse Janicke: Pilots and ATCOs Cardiovascular Evaluation - Was heißt das für AME und AeMC?

13:00 – 14:30

W2: Herausforderung Weltall

Maternus

Chairs: **Dr. Lydia Johnson/ Dr. Cora Thiel**

Dr. Philipp Zimmermann: Prospektive Erfassung akuter Schleimhaut-, Haut- und Atemwegssymptome nach sekundärer Exposition gegenüber simuliertem Mondstaub in der DLR-LUNA-Halle

Markus Dieminger: Plyometrisches Training im All: Leistungssteigerungen und erforderliche Verbesserungen bei dem ATHLETIC-Prototypen

Dr. Jaap Swanenburg: Terrestrial Spinal Dynamics: Establishing Baseline Data for Space Health Research

Dr. Lydia Johnson Kolaparambil Varghese: Durchführbarkeit kardiopulmonaler Reanimation im kommerziellen orbitalen und suborbitalen Weltraumflug: eine simulationsgestützte Perspektive

Skye Kurka: Microbial Profiling of a Biofilm-Based Urine Filter for Nutrient Recovery and Plant Cultivation in Closed-Loop Space Life Support Systems

14:30 – 14:45

Kaffeepause

Foyer

14:45 – 15:30

Fortbildungsvortrag F5

Adelheid

F5 Dr. Dorothee Steven: Zirkadiane Rhythmen und Fatigue in der Luftfahrt

14:45 – 15:30

W3: Gravitationsänderung und die Zelle

Maternus

Chair: **Dr. Yannick Lichterfeld**

Dr. Yannick Lichterfeld: Reduktion von reaktiver Astroglieose in vitro durch veränderte Schwerkraft

Sarah Schunk: Molecular and Morphological Profiling of Human iPSC-Derived Motor Neurons under Altered Gravity During Spaceflight

15:35 – 18:00

Mitgliederversammlung DGLRM

Maternus

18:00 – 19:00

Pause

19:30 – 22:30

Gesellschaftsabend Verleihung der Coins der DGLRM Verleihung der Ehrennadel der DGLRM

Maternus





Samstag – 18.10.2025

Maternussaal

09:15 – 10:00

W4: Young DGLRM

Maternus

Chair: **Dr. Jan Schmitz**

Dr. Jan Schmitz: Neues aus der Young DGLRM

Sophie Rosahl: Quantifizierung der Echogenität im Muskelultraschall – Neuer Ansatz und Relevanz für Patient:innen und Astronaut:innen

Marla Welsch: „Every journey begins with a single step.“ Zwischen Realität und Simulation – auf dem Weg zur (Analog-) Astronautin

09:15 – 10:00

Fortbildungsvorträge F6

Adelheid

F6 Dr. Peter W. Frank: Impfupdate

10:00 – 10:15

Kaffeepause

Foyer

10:15 – 11:45

W5: Herausforderung Luftfahrt

Maternus

Chairs: **Sarah Weidenfeld / Dr. Dorothee Steven**

Dr. Dorothee Steven: Effekte von Schlafträgheit, Müdigkeit und Langeweile auf die Crewleistung bei reduzierten Besatzungen – eine Flugsimulatorstudie

Sarah Weidenfeld: Wirkung von nächtlichen Überschallknallen zukünftiger ziviler Überschallflugzeuge auf die Aufwachwahrscheinlichkeit

Dr. Janina Post: Nutzbarkeit von Vitalwertmonitoren mit Assistenzsystemen durch medizinisch unerfahrenes Personal

Magdalena Liebethuth: Entwicklung und Validierung eines drohnengestützten Radarsystems zur kontaktlosen Messung von Herz- und Atemfrequenz unter realistischen Bedingungen

10:15 – 11:45

Fortbildungsvorträge F7/F8

Adelheid

F7 Dr. Philipp H. Zimmermann: Die Rolle der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in der Luft- und Raumfahrtmedizin: Gegenwärtige Entwicklungen und zukünftige Perspektiven

F8 Dr. Jörg Hedtmann: Arbeitsmedizin in der Luftfahrt

11:45 – 12:45

Mittagspause

Foyer

12:45 – 14:15

Fortbildungsvorträge F9/F10

Adelheid

F9 Prof. Dr. Claudia Stern: Neues aus der Ophthalmologie 2025

F10 Vanessa Mancini, Dr. Martin Berger: Neues aus dem BAF (class 3)

12:45 – 14:15

W6: Luft- und Raumfahrtmedizin in der Schweiz

Maternus

Chairs: **Dr. Denis Bron / Prof. Dr. Dr. Ullrich**

Dr. Denis Bron: Interleukin-17 als Biomarker in der flugmedizinischen Beurteilung von Rückenbeschwerden: Ein Diskriminationsfaktor für die Tauglichkeitsbeurteilung

Janine Rochelt: Effekte eines 12-wöchigen Krafttrainings auf die körperliche Belastbarkeit von Jetpiloten der Schweizer Luftwaffe bei 9G-Beschleunigungskräften

Dr. Katinka Wetzol: Röntgenkriterien in der fliegerärztlichen Evaluation von Militärpiloten: Schweizer Standards und präventive Aspekte

Tom Grüninger: ADAMS SIMULATION AND TRAINING GMBH Firmenvorstellung und Projekt: VEST

Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich: Greater Zurich Area - Bereit für die New Space Economy

14:15 – 14:45

Kaffeepause

Foyer

14:45 – 15:15

Abschluss: Posterpreise, Rainer-Kowoll-Nachwuchspreis

Maternus

Ab 19:30

Get-together Young DGLRM: Schulz, Landmannstraße 39, 50825 Köln

Schulz

W-Sitzungen

W1: Erkenntnisse aus simulierter Schwerelosigkeit

W1.1:

Lower body negative pressure training preserves vagal heart rate recovery after bedrest-induced deconditioning

Stefan Moestl¹, Jan N. Hoenemann^{1,2}, Lukas Kloesges^{1,2}, André Diedrich³, Jens Jordan^{1,4} and Jens Tank¹

¹ *Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR), Cologne, Germany*

² *Department of Cardiology, University Hospital Cologne, Cologne, Germany*

³ *Department of Medicine, Division of Clinical Pharmacology, Autonomic Dysfunction Service, Vanderbilt University, Nashville, TN*

⁴ *Medical Faculty, University of Cologne, Cologne, Germany*

Background: Head-down tilt bedrest, a terrestrial model for weightlessness, produces cardiovascular autonomic deconditioning similar to accelerated ageing. Vagal heart rate recovery after exercise or orthostatic stress declines with age and predicts cardiovascular risk. We used high-resolution wavelet analysis to assess vagal control of heart rate immediately following presyncope, before and after 30 days of bedrest. We hypothesized that lower body negative pressure (LBNP) training preserves vagal heart rate control.

Methods: We studied 20 individuals submitted to 30 days head-down tilt bedrest: 9 controls (4 women) and 11 (5 women) who received 25 mmHg LBNP for

6 hours/day. Before and after bedrest, participants underwent 80° head-up tilt testing with incremental LBNP until presyncope. We recorded continuous electrocardiogram and finger blood pressure. Recovery curves after presyncope, were computed for heart rate, finger blood pressure, RR-Interval variability in the high frequency range (HF-RRI) and for baroreflex sensitivity in the low-frequency range (LF-BRS) using continuous wavelet analysis. Data are presented as mean±SD. The slopes during the initial 30 seconds after tilting back were compared between groups.

Results: 120 seconds following orthostatic testing, heart rate was 65±13 bpm before and 81±14 bpm after bedrest in controls and 59±11 bpm before and 70±12 bpm after bedrest in the LBNP group; HF-RRI was 645±627 ms² before and 131±109 ms² after bedrest in the control group and 449±533 ms² and 362±574 ms² in the LBNP group; LF-BRS was 16±11 ms/mmHg before and 8±5 ms/mmHg after bedrest in controls and 15±8 ms/mmHg and 11±7 mmHg² in the LBNP group. Slopes during the initial 30 s after presyncope for RRI, HF-RRI and BRS were different after bedrest in the control group but not in the LBNP group (p=0.0026 for RRI, p<0.0001 for HF-RRI and p<0.0001 for BRS). A delayed recovery onset was detected in the control group only.

Conclusion: Head-down tilt bedrest impairs vagal-mediated heart rate recovery after presyncope, indicating cardiovascular autonomic deconditioning. Daily LBNP training preserved parasympathetic recovery dynamics, supporting its potential to counteract autonomic decline, both, in space and on Earth.

W1.2

Embedded Cognitive Training: Monitoring und Training der kognitiven und operationellen Leistungsfähigkeit auf Langzeit-Missionen in der Raumfahrt

Piechowski S¹, Mühl C¹, Mulder E¹, Möstl S¹, Rittweger J¹, und Aeschbach D^{1,2}

¹ *Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Köln*

² *Institut für Experimentelle Epileptologie und Kognitionswissenschaften, Universitätsklinikum Bonn*

Operationelle Aufgaben wie die manuelle Steuerung von Raumfahrzeugen oder Roboterarmen stellen hohe Anforderungen an die kognitive und sensomotorische Leistungsfähigkeit von AstronautInnen. Sicherheit und Erfolg einer Mission hängen davon ab, ob kritische Fähigkeiten über lange Zeiträume hinweg bei gleichbleibend hoher Reliabilität aufrechterhalten werden können. Stressfaktoren wie Mikrogravitation, Schlafentzug, Isolation und hohe Arbeitsbelastung stellen jedoch Risiken für eine optimale Leistungsfähigkeit dar. Insbesondere zukünftige Langzeitmissionen zu Mond und Mars erfordern neue Methoden, um autonomes Monitoring und Training kognitiver und operationeller Fähigkeiten zu ermöglichen.

Die vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelte 6df-Simulation dient dem Erwerb und Erhalt der Fähigkeiten, die für die manuelle Steuerung eines Raumfahrzeugs in sechs Freiheitsgraden erforderlich sind. Ziel des neu entwickelten Embedded Cognitive Trainings ist es, die operationelle Leistung vor dem Hintergrund gleichzeitiger kognitiver Anforderungen in verschiedenen Sekundäraufgaben zu beurteilen. Diese Sekundäraufgaben wurden so entwickelt, dass sie sich in das Docking-Szenario einfügen und potenziell sensible kognitive

Funktionen abdecken, beispielsweise Arbeitsgedächtnis, visuelle Aufmerksamkeit, logisches und numerisches Denken.

Das eingebettete Trainingskonzept wird anhand erster Daten aus den SANS-CM-Betruhestudien am DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln vorgestellt. Die 47 ProbandInnen verbrachten 30 Tage in 6°-Kopftieflage, um die physiologischen Auswirkungen der Mikrogravitation zu simulieren. Nachdem sie mit dem Lernprogramm der 6df-Simulation ausreichende Fähigkeiten zur Steuerung der sechs Freiheitsgrade erworben hatten, absolvierten sie während der Betruhephase und der zweiwöchigen Regenerationsphase zweimal wöchentlich jeweils 45-minütige Dockingaufgaben mit kognitiven Sekundäraufgaben.

Embedded Cognitive Training soll den Operateuren ein umfassenderes Feedback zu ihrer eigenen Leistungsfähigkeit sowie ein individuelles Training ermöglichen, insbesondere im Hinblick auf kommende Langzeit-Missionen. Im Gegensatz zu herkömmlichen kognitiven Testverfahren sind operationelle Aufgaben aufgrund ihres direkten Bezugs zum Arbeitsumfeld weniger stark von Motivationseffekten und mangelnder Übertragbarkeit betroffen. Weitere Entwicklungen sind geplant, um Trainingsanpassungen in Abhängigkeit vom Status des Operators zu ermöglichen und damit die wachsende Autonomie der Crew zu unterstützen.

W1.3

Auswirkungen einer 60-tägigen Bettruhe auf die Perfusion des Gehirns gemessen mittels Arterial Spin Labeling

Manuel Michno^{1,5}, Henning Weis^{2,3}, Laura de Boni², Claudia Stern², Darius Gerlach², Daniel Aeschbach², David Elmenhorst^{3,4}, Eva-Maria Elmenhorst²

¹ *Institut für Anatomie, Universität Zürich, Zürich, Schweiz*

² *Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln*

³ *Klinik für Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Köln (AöR), Köln*

⁴ *Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM-2), Forschungszentrum Jülich, Jülich*

⁵ *European Society of Aerospace Medicine*

Einleitung: Head-Down-Tilt-Bettruhe (HDT-Bettruhe, -6° Neigung) stellt ein bewährtes Modell zur Simulation der physiologischen Effekte von Mikrogravitation dar. Die Lagerung führt zu Flüssigkeitsverlagerungen zum Kopf und induziert kardiovaskuläre, muskuläre und neurologische Veränderungen, wie sie auch während Langzeitraumflügen beobachtet werden. Während strukturelle und kognitive Veränderungen des Gehirns im Kontext von HDT-Bettruhe gut dokumentiert sind, ist bislang wenig über die Auswirkungen auf die zerebrale Perfusion bekannt. Arterial Spin Labeling (ASL), eine nicht-invasive MRT-Technik, erlaubt die quantitative Messung des zerebralen Blutflusses (CBF) und eröffnet somit neue Einblicke in die vaskuläre Anpassungsfähigkeit des Gehirns unter simulierten Mikrogravitationsbedingungen.

Methodik: Im Rahmen einer 60-tägigen HDT-Bettruhe-Studie im :envihab des DLR in Köln-Porz wurden 11 gesunde

Probandinnen und Probanden (x m, y w) an sechs Messzeitpunkten mittels ASL untersucht: sechs Tage vor Beginn der Bettruhe (Baseline), an den Tagen 2, 30 und 57 der Bettruhephase sowie zwei und zwölf Tage nach deren Ende (Recovery). Die Hirnperfusion wurde in sieben vordefinierten Regionen von Interesse (ROIs) analysiert.

Ergebnisse: Die vorläufigen Ergebnisse zeigen einen deutlichen Rückgang der Hirnperfusion in sämtlichen untersuchten Regionen während der HDT-Bettruhe im Vergleich zur Baseline. Der stärkste Abfall wurde bereits an Tag 2 beobachtet, mit anschließender schrittweiser partieller Erholung bis Tag 57. Zwei Tage nach Beendigung der Bettruhe zeigte sich ein ausgeprägter "Overshoot"-Effekt, bei dem die Perfusionswerte über das Ausgangsniveau hinaus anstiegen. Zwölf Tage nach Re-Mobilisierung normalisierten sich die Werte weitgehend. Der zeitliche Verlauf war über alle Regionen konsistent, wobei interindividuelle Unterschiede auftraten.

Schlussfolgerungen: Die HDT-Bettruhe induziert eine reversible Reduktion der zerebralen Perfusion, gefolgt von einer temporären Überkompensation nach Re-Mobilisierung. Diese Befunde unterstreichen die hohe vaskuläre Plastizität des Gehirns unter veränderten Gravitations- und Lagerungsbedingungen. Die Ergebnisse sind von besonderem Interesse für die Vorbereitung bemannter Langzeitmissionen im All sowie für klinische Szenarien mit prolongierter Immobilisation. Weitere Analysen sollen den Zusammenhang zwischen Perfusionsveränderungen, kognitiver Funktion und neurovaskulärer Regulation im Zeitverlauf näher beleuchten.

W1.4

Functional connectivity changes after 28 days of head-down tilt bedrest

Manuel J¹, Hoff A¹, Bach A¹, Mulder E¹,
Jordan J^{1,2}, Tank J¹, Gerlach DA¹

¹Institute of Aerospace Medicine, German
Aerospace Center (DLR), Cologne,
Germany

²Chair of Aerospace Medicine, University of
Cologne, Cologne, Germany

Introduction: Both, returning astronauts and bedridden patients, often experience orthostatic intolerance. Since volume changes and cardiovascular deconditioning cannot explain the severity of the symptoms, we hypothesized contributory neural changes in the baroreflex circuitry. We tested this hypothesis using functional magnetic resonance imaging (fMRI) during an orthostatic challenge following head-down tilt bedrest.

Methods: 48 healthy individuals (21 women; 34 ± 8 years; 23.5 ± 2.6 kg/m²) underwent 30 days of strict head-down tilt bedrest. They were assigned to one of four intervention groups: lower body negative pressure (LBNP) (6 h/d; n = 13), sitting (6 h/d; n = 11), supine cycling (1 h/d) followed by venous thigh occlusion (6 h/d; n = 12), and a negative control (n = 12). All underwent orthostatic tolerance testing through combined head-up tilt and LBNP.

At baseline, at day 28 of bedrest, and four days into recovery, we acquired fMRI measurements using a 3 T scanner during three different LBNP conditions (without pressure, -10 mmHg, -30 mmHg). We determined changes in functional connectivity by applying independent component analysis followed by a dual regression using an F-test and post-hoc two-sample t-tests.

Results: In all groups, orthostatic tolerance substantially decreased albeit to various

degrees. After 28 days of bed rest, mainly five hypothalamic nuclei showed functional connectivity changes: the lateral and anterior hypothalamic areas, the ventromedial and the medial preoptic nuclei, and the mamillary bodies. The visual cortex also showed functional connectivity changes with the hypothalamus. The connectivity change between the medial preoptic nucleus and the ventromedial hypothalamic nucleus and the anterior hypothalamic area correlated negatively with the change in time to presyncope (R² = 0.20; p = 0.02610).

Conclusion: Orthostatic intolerance after prolonged bed rest or weightlessness seems to involve multiple systems including cardiovascular fitness, plasma volume changes, and changes in the autonomic nervous system. We speculate that neuroplasticity may contribute to changes in cardiovascular regulation and orthostatic intolerance after real or simulated weightlessness.

W2: Herausforderung Weltall

W2.1

Prospektive Erfassung akuter Schleimhaut-, Haut- und Atemwegssymptome nach sekundärer Exposition gegenüber simuliertem Mondstaub in der DLR-LUNA-Halle

Zimmermann PH

Klinik für HNO-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie, Uniklinik Köln, Deutschland

Einleitung: Bereits während der Apollo-Missionen berichteten Astronauten über „lunar hay fever“, das vor allem nach dem Ablegen (Doffing) staubbelasteter Raumanzüge auftrat. In der DLR-LUNA-Halle arbeiten Beschäftigte ebenfalls mit Regolith-Analoga und tragen dabei Vollschutz (Schutzanzug, gebläseunterstützter Atemschutz, Handschuhe). Die größte Restexposition entsteht erneut beim Doffing. Ob diese kurzzeitige Staubbefreiung bereits messbare Irritationen der Augen, Haut oder oberen Atemwege verursacht, wurde bisher nicht systematisch untersucht.

Fragestellung/ Hypothese: Während des Doffings freigesetzte Regolith-Partikel lösen unmittelbar wahrnehmbare, wenn auch subtile Schleimhaut- und Hautsymptome aus. Kritische Prozessschritte lassen sich identifizieren und praxisnahe „Countermeasures“ ableiten.

Methodik: Prospektives Design (Start Datenerhebung Q3/2025). Teilnehmende füllen unmittelbar nach Verlassen der Halle einen anonymen Online-Fragebogen aus, basierend auf
• ATS-DLD-78 (Atemwegssymptome) • OSDI (Augensymptome) • NOSQ-2002 (Hautirritationen).

Erfasst werden Expositionsdauer, kritische Doffing-Momente und subjektive Wirksamkeit potenzieller Gegenmaßnahmen. Parallel erfolgen Arbeitsplatzmessungen der Staubbelastung (Gesamt-PM, PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{0,1}, UFP-Anteil), Partikelgrößenverteilungen (spektrometrisch) und Bestimmung des Quarzanteils. Zielstichprobe: ≥100 vollständig ausgefüllte Fragebögen. Die Auswertung erfolgt deskriptiv sowie inferenzstatistisch um Zusammenhänge zwischen Exposition und Symptomschwere zu quantifizieren.

Projektstatus zum Kongress: Zum Zeitpunkt der Tagung läuft die Datenerhebung. Vorgestellt werden das finale Studiendesign, das Mess-Set-up und erste Machbarkeitsdaten (Teilnahmerate, Datenvollständigkeit) sowie vorläufige Trends zur Symptomprävalenz. Vollständige statistische Ergebnisse sind für Q1/2026 geplant.

Vorläufige Schlussfolgerung: Die Studie liefert eine praxisnahe Baseline, ob trotz Vollschutz relevante Irritationen bei Arbeiten mit Regolith-Analoga auftreten. Die Erkenntnisse sollen Doffing-Prozesse optimieren, evidenzbasierte Gegenmaßnahmen für das geplante LUNA-Habitat-Modul entwickeln und das Risikomanagement künftiger bemannter Mondmissionen unterstützen.

W2.2

Plyometrisches Training im All: Leistungssteigerungen und erforderliche Verbesserungen bei dem ATHLETIC- Prototyp

*Dieminger, M^{1,2}, Rittweger, J¹, Zange, J¹,
Sies, W¹, Wackerhage, H², Böcker, J¹*

*¹Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin,
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt, Köln*

*²Professur für Sportbiologie, Technische
Universität München, München*

Einführung: Seit Beginn der bemannten Raumfahrt ist das Problem der Muskelatrophie und des Verlustes an Knochenmasse aufgrund der Schwerelosigkeit bekannt. Trotz deutlicher Verbesserungen der Trainingsgeräte und -pläne kommt es weiterhin zu deutlichen Verlusten. Es wurde jedoch gezeigt, dass plyometrisches Training eine effektive Maßnahme zum Erhalt von Muskeln und Knochen ist. Darauf basierend wurde das Exoskelett-artige Trainingsgerät ATHLETIC (Astronaut Health Enhancement Integrated Countermeasure) entwickelt, das ein von der Schwerkraft unabhängiges, plyometrisches Training ermöglichen soll.

Fragestellungen: Kann auf ATHLETIC plyometrisches Training durchgeführt werden, welches plyometrischem Training auf der Erde gleicht? Darauf aufbauend: Wie kann ATHLETIC verbessert werden?

Methoden: Es wurden zehn Teilnehmende (5 Frauen, 5 Männer) in dieser prospektiven, einarmigen Machbarkeitsstudie eingeschlossen. Alle Teilnehmenden sollten PRE- und POST-Messungen sowie bis zu zehn Trainingseinheiten auf ATHLETIC absolvieren. Bei PRE- und POST-Messungen führten die Teilnehmenden Countermovement-Jumps (CMJ) und reaktive Sprünge (HOP) sowohl aufrecht

auf einer Kraftmessplatte als Referenz sowie im Liegen auf ATHLETIC durch. Primäre Leistungsparameter waren Rate of Force Development beim CMJ und Bodenkontaktzeit bei HOP, sekundäre Parameter waren die EMG-Aktivität der relevanten Beinmuskulatur zur Analyse des Timings der Muskelinnervation und standardisierte Komfort-Ratings mittels Fragebogen. Während des Trainings auf ATHLETIC wurde das Training mithilfe der Leistungsparameter von CMJ und HOP progressiv und individuell gesteigert.

Ergebnisse: Insgesamt erwies sich der ATHLETIC-Prototyp als nur bedingt geeignet für diese Form der Trainingsintervention, da die Studie aufgrund eines Defekts am Gerät vorzeitig beendet werden musste, bevor auch nur ein Proband das Training vollständig absolvieren konnte. Acht Teilnehmende haben die PRE-Messungen erfolgreich absolviert, während die Teilnehmerzahl in der Trainingsphase bis Training 8 variiert. Nach kurzer Eingewöhnung an Mechanik und Körperposition von ATHLETIC konnten die Teilnehmenden die CMJ-Belastung progressiv steigern. Reaktives Springen (HOP) war hingegen nur eingeschränkt möglich (erhöhte Anforderungen an Timing/neuromuskuläre Steuerung; erschwerte Zielerreichung bei Bodenkontaktzeiten). In den Fragebögen wiesen die Teilnehmenden wiederholt auf Druckbeschwerden und Missempfindungen (z.B. Kribbelgefühle in Arm/Schulter) durch Schulterpolster sowie weitere ergonomische Defizite hin.

Schlussfolgerungen: Aufgrund des vorzeitigen Abbruchs der Studie können wir aus den Ergebnissen nur erste Tendenzen ableiten. So zeigten die mechanischen Parameter bei HOP, dass ATHLETIC ein reaktives Hüpfen nicht ermöglicht. Der CMJ scheint nach einer adäquaten Anzahl an Trainingseinheiten auf ATHLETIC realisierbar zu sein. Für Folgestudien sind

umfangreiche technische Modifikationen (insb. Abbildung reaktiver Komponenten) und ergonomische Verbesserungen (u. a. Schulterauflagen) erforderlich, um trainingsmethodische Zielgrößen zuverlässig zu erreichen. Nur so kann überprüft werden, ob das Prinzip eines Exoskeletts als Gegenmaßnahme weiterverfolgt werden sollte.

W2.3

Terrestrial Spinal Dynamics: Establishing Baseline Data for Space Health Research

Meinke A¹, Michno M¹, Frei T², Kraus S¹, Swanenburg J^{1,3}

1 Institute of Aerospace Medicine, University of Zürich, Switzerland

2 Faculty of Medicine, University of Zürich, Switzerland

3 Interdisciplinary Spinal Research ISR, Department of Chiropractic Medicine, Balgrist, Switzerland

Introduction: Microgravity exposure during 6-month ISS missions causes 11% lumbar lordosis flattening in prone position and increases astronaut intervertebral disc herniation risk fourfold post-mission. Despite individuals performing ~4,400 daily spinal movements, comprehensive baseline data on terrestrial lumbar dynamics during occupational activities remains insufficient for developing effective spaceflight countermeasures. This study establishes robust baseline spinal movement patterns during standard workdays to create foundational reference data for space health research.

Methods: This longitudinal observational study recruited 19 adults with no spinal pathology or chronic back pain. The Epionics SPINE system with strain gauge sensors (50 Hz sampling) measuring and continuously monitored lumbar spine dynamics during two 8-hour workdays separated by six months. Analysis focused on movement frequency, establishing baseline data for future comparison with ISS mission astronaut populations. Of 10 participants complete pretest and posttest data was available. Building on an approach established in previous research, changes in lordosis greater than 5° were considered as a movement.

Results: During the 8-hour window, the participants performed M = 5806 (SD = 3638) at pretest, and M = 6266 (SD = 2705) movements at posttest. The Intraclass Correlation Coefficient (ICC) for the number of extension movements was ICC(3,1) = 0.60, CI[-0.01, 0.88], F(9,9) = 3.9, p = .027 and for flexion movements ICC(3,1) = 0.68, CI[0.13, 0.91], F(9,9) = 5.2, p = .011, indicating moderate reliability.

Conclusion: This study successfully established comprehensive baseline data for terrestrial lumbar spine dynamics, documenting approximately 6,000 spinal movements during standard 8-hour workdays with moderate test-retest reliability. These findings provide essential reference parameters for quantifying the extent of spinal movement alterations in astronauts during and after ISS missions. The established terrestrial baseline will enable more precise assessment of microgravity-induced changes in spinal mechanics and support the development of targeted countermeasure protocols to mitigate lumbar lordosis flattening and reduce post-mission disc herniation risk. Future research should compare these terrestrial movement patterns with in-flight astronaut data to optimize spinal health preservation strategies for long-duration spaceflight.

W2.4

Durchführbarkeit kardiopulmonaler Reanimation im kommerziellen orbitalen und suborbitalen Weltraumflug: eine simulationsgestützte Perspektive

Lydia Johnson Kolaparambil Varghese, MD, aFASMA^{1,2}, Felix Liebold^{2,3}, MD, Goncalo Torrinha⁴, MD, Gerrit Jansen MD, PhD¹, Manuel Michno, MD⁵

¹Department of Anaesthesiology, Intensive Care, Pain Medicine and Emergency Medicine, Johannes-Wesling-Universitätsklinikum Minden, Ruhr-Universität Bochum, Minden, Germany

²ESAM-Space Medicine Group, Cologne

³Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital of Leipzig, 04103 Leipzig, Germany

⁴Department of Intensive Care Medicine, Local Health Unit of Braga, Braga, Portugal

⁵Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Faculty of Medicine and University Hospital Co

Zielsetzung: Mit dem raschen Wachstum des kommerziellen Raumflugs – sowohl suborbital als auch orbital – stellen sich neue Herausforderungen für die notfallmedizinische Versorgung in Mikrogravitation. Besonders die Durchführung einer kardiopulmonalen Reanimation (CPR) wird durch biomechanische und operationelle Einschränkungen erheblich erschwert. Diese Arbeit untersucht die Durchführbarkeit von CPR im kommerziellen Raumflug anhand von terrestrischen Simulationen und einer systematischen Literaturrecherche.

Methodik: Es wurde eine Scoping-Übersicht zu CPR-Techniken in Mikrogravitation und Analog Szenarien (z. B. Parabelflug, Neutralauftrieb) durchgeführt.

Die Kabinenkonfigurationen von New Shepard, SpaceShipTwo und Dragon 2 wurden hinsichtlich räumlicher und logistischer Gegebenheiten analysiert. Terrestrische Simulationen mit CPR-Phantomen in raumfahrtspezifischen Mock-ups untersuchten modifizierte manuelle Techniken (z. B. Evetts-Ribik, Handstand-, Straddle-Technik) sowie mechanische Ansätze (z. B. LUCAS-System). Bewertet wurden Kompressionstiefe, Stabilität des Helfers und mögliche Positionierungen. Umgebungsfaktoren wie erhöhte CO₂-Konzentrationen (~0,5 %), die kognitive und körperliche Leistungsfähigkeit beeinflussen können, wurden ebenfalls berücksichtigt.

Ergebnisse: Sowohl Simulationsdaten als auch Literatur zeigen, dass konventionelle CPR-Techniken in Mikrogravitation aufgrund fehlender Gegendrücke und fehlender Stabilisierungsmöglichkeiten ineffektiv sind. Modifizierte Techniken ermöglichen eingeschränkte Thoraxkompressionen, führen jedoch rasch zu Ermüdung und unzureichender Kompressionstiefe. Die begrenzten Kabinenräume schränken zusätzlich die Positionierungsmöglichkeiten ein. Mechanische Reanimationshilfen könnten einige Limitierungen kompensieren, sind jedoch durch Masse, Volumen und Handhabung in der Schwerelosigkeit begrenzt.

Schlussfolgerung: Während CPR im suborbitalen Flug aufgrund der kurzen Phasen der Schwerelosigkeit kaum relevant ist, besteht bei orbitalen Missionen mit privaten Passagieren dringender Handlungsbedarf. Modifizierte manuelle Techniken, gezielte Crew-Ausbildung und kompakte mechanische Systeme sollten priorisiert werden. Umweltfaktoren wie erhöhte CO₂-Konzentrationen sind in künftige Protokolle zu integrieren. Eine umfassende medizinische Prä-Screening, spezifisches Crew-Training sowie die

Weiterentwicklung kompakter
mechanischer CPR-Systeme sind
essenziell, um die notfallmedizinische
Versorgung im expandierenden
kommerziellen Raumflug sicherzustellen.

W2.5

Microbial Profiling of a Biofilm-Based Urine Filter for Nutrient Recovery and Plant Cultivation in Closed-Loop Space Life Support Systems

Kurka S¹, Bornemann G¹

¹Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR e.V.) Köln-Porz

Sustainable life beyond Earth requires regenerative systems that minimize dependence on resupply missions and enable efficient recycling of vital resources. To achieve this, research increasingly focuses on designing closed-loop support systems (CLSS) that allow in situ recovery of water, nutrients and oxygen. The Combined Regenerative Organic Food Production (C.R.O.P.[®]) system is a fixed-bed biofiltration system developed to convert human wastes, such as urine, into a plant-available fertilizer, supporting nutrient recycling within a bioregenerative loop. Utilizing microbial communities, primarily nitrifying bacteria enclosed in a biofilm, the filter converts urea from urine into a nitrate-rich solution.

This study investigates the microbiomes within multiple C.R.O.P.[®] filter units to determine how microbial composition and diversity may vary based on filter composition and environmental factors. Over a ten-month period, biofilm samples were collected from filter media within the system and processed for microbial DNA extraction using mechanical and enzymatic lysis protocols. The extracted DNA was quantified and subjected to 16S rRNA gene amplicon sequencing for microbiome profiling.

Bioinformatic analysis using QIIME2 and DADA2 allowed for taxonomic assignment, alpha and beta diversity analysis, and identification of microbial biomarkers associated with filter performance. Cultivation-based methods complemented

the molecular analysis by aiming to isolate key functional organisms, including nitrifying bacteria. Where applicable, isolated strains were characterized further using MALDI-TOF MS to assess community diversity and presence of pathogens.

The resulting microbial profiles provided a foundational knowledge of the C.R.O.P.[®] filter microbiome under long-term operational conditions. This work contributed to optimizing bioregenerative systems and managing resources in context of crewed, long-duration space missions, as well as terrestrial sustainability.

W3: Gravitationsänderung und die Zelle

W3.1

Reduktion von reaktiver Astroglie in vitro durch veränderte Schwerkraft

*Yannick Lichterfeld¹, Sarah Schunk¹,
Theresa Schmakeit¹, Zoe Meerholz¹, Laura
Kalinski¹, Sebastian Feles¹, Maximilian
Sturm¹, Timo Frett² und Christian
Liemersdorf¹*

*¹Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt, Institut für Luft- und
Raumfahrtmedizin, Abteilung Angewandte
Luft- und Raumfahrtbiologie, Köln*

*²Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt, Institut für Luft- und
Raumfahrtmedizin, Abteilung Muskel- und
Knochenstoffwechsel, Köln*

Astrozyten sind die vorherrschende Art von Gliazellen im Gehirn und im gesamten zentralen Nervensystem (ZNS) und reagieren auf Schwerkraftveränderungen. Im Falle einer Verletzung oder Erkrankung des ZNS werden Astrozyten im umliegenden Gewebe reaktiv. Dieser Mechanismus der astrozytischen Reaktivität ist durch verschiedene komplexe phänotypische Veränderungen gekennzeichnet, die mit der Migration der Astrozyten an den Ort der Verletzung verbunden sind. Die Infiltration von Astrozyten führt zu einer reaktiven Astroglie und schließlich zu einer Vernarbung, der sogenannten Gliose. Bei diesen Prozess bilden reaktive Astrozyten eine Gewebebarriere um die Läsion, um das Eindringen von Krankheitserregern zu verhindern. Abgesehen von diesen

essentiellen Funktionen zur Eingrenzung der Verletzung beeinträchtigt die Glianarbe das Nachwachsen neuronaler Verbindungen im verletzten Gewebe, was zu einer Wachstumshemmung führt. Schwerkraftvermittelte Veränderungen der astrozytischen Reaktivität könnten sich auf die Gesundheit des Astronautengehirns auswirken.

Hier stellen wir Ergebnisse vor, wie die veränderte mechanische Belastung durch Hypergravitation in Zentrifugen oder simulierte Mikrogravitation auf Klinostaten als nicht-invasive Methoden zur Veränderung des Astrozytenverhaltens und der Reaktivität verwendet wurden. Maus-Astrozyten wurden verschiedenen Schwerkraftbedingungen, simulierter Mikrogravitation und Hypergravitation ausgesetzt. Die Schlüsselparameter der astrozytären Reaktivität wurden durch biochemische Untersuchungen, sowie Mikroskopieanalysen untersucht.

Wir benutzten speziell angefertigte Klinostaten und Inkubator-Zentrifugen für die Kultivierung in simulierter Mikrogravitation (s- μ g) oder Hypergravitation. Außerdem haben wir während der Exposition bei 2g Hypergravitation Live-Zellaufnahmen gemacht. Die erhöhte mechanische Belastung durch 2g Hypergravitation schwächte verschiedene reaktive Reaktivitätsmerkmale in primären Astrozyten der Maus ab. Im Gegensatz dazu führte die Klinorotation zu Veränderungen in mit Reaktivität verwandter Genexpression. Unter 2g Hypergravitation zeigten Astrozyten eine Reduktion der Zellgröße und

Migrationsgeschwindigkeit. Die Auswirkungen von $s\text{-}\mu\text{g}$ waren ebenfalls eine geringere Zellgröße, jedoch erhöhte Migrationsgeschwindigkeit.

Proteomanalysen von Astrozyten, die $s\text{-}\mu\text{g}$ ausgesetzt waren, wiesen auf einen veränderten Stoffwechsel und zytoskelettale Umstrukturierungen in diesen Zellen hin.

Veränderte Schwerkraft ist eine vielversprechende Methode, um zelluläres Verhalten *in vitro* zu verändern, was zu neuen Therapiemöglichkeiten für Patienten führen könnte.

Diese Ergebnisse eröffnen neue Möglichkeiten und Forschungsfragen in der Zellbiologie und der angewandten Neurobiologie, die in der realen Mikrogravitation auf der ISS weiter untersucht werden sollten.

W3.2

Molecular and Morphological Profiling of Human iPSC-Derived Motor Neurons under Altered Gravity During Spaceflight

Schunk S^{1,3}, Holbeck I², Buskamp V³, Liemersdorf C¹

¹ Institute of Aerospace Medicine, Applied Aerospace Biology, German Aerospace Center (DLR), Linder Hoehe, D-51147 Cologne, Germany

² Institute of Aerospace Medicine, Aeromedical FabLab, German Aerospace Center (DLR), Linder Hoehe, D-51147 Cologne, Germany

³ University Eye Hospital, Department of Ophthalmology, University of Bonn Medical Center, Ernst-Abbe-Str. 2, D-53127 Bonn, Germany

Introduction: Astronauts are challenged with a variety of health risks during spaceflight, mostly attributed to the absence of gravitational, i.e. mechanical, forces and exposure to space radiation. Most severely affected by microgravity are the musculoskeletal and the sensory-motor systems, the latter consisting of both sensory and motor neurons and their corresponding targets. It is of importance to examine the response of these systems affected by altered gravity to gain a deeper understanding of the effects of spaceflight conditions and investigate if reduced neuromuscular transmission under microgravity causes the muscle weakness observed in astronauts, and further identify possible countermeasures.

Methods: The Laminar Inflight Fixation Technology (LIFT) module is a frequent-

flyer payload designed by DLR to enable a fast and reliable chemical fixation of biological samples during different phases of a sounding rocket flight. Biological samples can be cultured on glass or polymer slides to be inserted into the LIFT payload and are chemically fixated at variable, here two acceleration stages of a rocket flight: directly after the hypergravity phase (launch) and following the microgravity phase to provide prolonged durations of approx. 6 minutes with respect to potential cellular adaptive processes. Corresponding controls at normal gravity (1g) were fixed during a test-countdown procedure as well as in standard lab conditions. The obtained samples are currently subjected to extensive analyses for proteomic, transcriptomic, and microscopic profiling to investigate changes in cell morphology, gene expression, and protein content.

The sounding rocket platform MAPHEUS was employed so far for the LIFT module, fixating two models of human- induced pluripotent stem cell (hiPSC)-derived motor neurons, as well as primary murine astrocytes. Analysing the effects of microgravity on these cell types compared to matching 1g ground controls will further our understanding of altered gravity exposure on the brain and central nervous system of astronauts on a cellular level.

Results: Neuronal cells subjected to real microgravity on the rocket flights MAPHEUS-13 (05/2023) and -14 (02/2024) have been subjected to preliminary analysis. During post-flight phase-contrast microscopy, no morphological differences could be detected on the flight samples

compared to ground controls. We thus were able to verify sample integrity and successful fixation in the LIFT module. The samples were either lysed and are now analysed further in regards of protein content and gene expression, or were stored for ongoing immunofluorescence analyses to investigate overall cell morphology and ultrastructural changes on a synaptic level.

W4: Young DGLRM

W4.1

Neues aus der Young DGLRM

Jan Schmitz

W4.2

Quantifizierung der Echogenität im Muskelultraschall – Neuer Ansatz und Relevanz für Patient:innen und Astronaut:innen

Rosahl, C. S.¹, Rauschendorfer, P.¹, Arndt, L.¹, Voigtmann, T.^{2,3}, Mittag, U.¹, Rittweger, J.^{1,4}

¹Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln

²Institut für Materialphysik im Weltraum, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln

³Institut für Theoretische Physik, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf

⁴Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Köln, Köln

Die Muskulatur erfüllt weit über ihre mechanische Funktion hinaus zentrale metabolische Aufgaben. Ihre strukturelle Organisation aus Muskelfasern und Bindegewebe bestimmt maßgeblich ihre Leistungsfähigkeit. In gefiederten Muskeln verlaufen die Faszikel schräg zur äußeren Faszien-schicht, was eine höhere Kraftentwicklung bei gleichem physiologischem Querschnitt ermöglicht. Veränderungen der Muskelstruktur, etwa infolge von Alterung oder Immobilisierung

gehen häufig mit einer erhöhten Echointensität im Ultraschallbild einher. Diese bildet die reflektierte Schallenergie ab und kann als nicht-invasive, effiziente Methode zur Bewertung der Muskelqualität dienen. Ihre Aussagekraft wird jedoch durch technische und anatomische Einflüsse wie die Sonden-neigung, den Fiederungswinkel und die subkutane Fettgewebsdicke limitiert.

Insbesondere in der Raumfahrt besteht ein hohes Interesse an standardisierten, mobilen Verfahren zur Beurteilung muskuloskelettaler Strukturen. Die zuverlässige Erfassung struktureller Veränderungen mittels Ultraschall stellt dabei eine Herausforderung, aber auch vielversprechende Möglichkeit, dar.

Ziel dieser Studie war es, den Einfluss des Schallwinkels systematisch zu quantifizieren und daraus muskel-übergreifend einsetzbare Parameter abzuleiten. Wir stellten folgende Hypothesen auf: (1) Die maximale Echointensität tritt bei einer zu den Faszikeln parallelen Sonden-neigung (Fascicle Probe Angle, FPA = 0°) auf. (2) Der Zusammenhang zwischen FPA und mittlerem Grauwert (MGV) ist mathematisch rekonstruierbar und (3) folgt einer trigonometrischen Funktion.

Es wurden 51 Rindermuskeln aus zehn anatomischen Lokalisationen post mortem in je fünf Sonden-neigungswinkeln unter ansonsten konstanten Bedingungen untersucht. Es zeigte sich ein sinusförmiger Zusammenhang zwischen FPA und MGV. Für kleinere Winkel erwies sich eine lineare Annäherung als hinreichend genau. Daraus wurden zwei Parameter abgeleitet: der

MGV bei 0° Sondenneigung (MGV_00) und die Steigung der linearen Regression von FPA und MGV (Tilt Echo Gain, TEG). Beide zeigten muskelspezifische Unterschiede und korrelierten nicht miteinander, was die Abbildung unterschiedlicher struktureller Eigenschaften vermuten lässt. Einschränkungen bestehen durch mögliche Einflüsse der intrinsischen Bildverarbeitung durch das Ultraschallgerät, sowie den weiterhin ungenau erforschten Zusammenhang zwischen Echogenität und Bindegewebsstruktur in Hinblick auf den Trainingszustands. Diese neu etablierte Methode der „Spatial Gain Sonography“ ermöglicht jedoch eine objektivere Erfassung der Echointensität. MGV_00 und TEG stellen über Geräte und Muskeln hinweg vergleichbare Parameter zur Charakterisierung der Muskelstruktur dar – sowohl für klinische Diagnostik als auch für die muskuläre Verlaufsanalyse im Kontext der Raumfahrtmedizin.

W4.3

**„Every journey begins with a single step.“
Zwischen Realität und Simulation – auf
dem Weg zur (Analog-) Astronautin**

Marla Welsch

Die Faszination für den Weltraum ist so alt wie die Menschheit selbst – und doch scheint der Weg dorthin für viele weit entfernt. Dabei entstehen zunehmend neue Möglichkeiten, die Raumfahrt schon heute aktiv mitzugestalten. Analoge Missionen – also wissenschaftlich konzipierte Simulationen realer Weltraumaufenthalte auf der Erde – bieten dabei ein einzigartiges Umfeld, um technische, medizinische und psychologische Aspekte zukünftiger bemannter Missionen zu erforschen. Ein Beispiel dafür ist Asclepios, eine internationale, gemeinnützige Organisation mit Sitz in Lausanne, die vom EPFL Space Center unterstützt wird. Sie organisiert seit 2021 vollständig von Studierenden geplante und durchgeführte analoge Missionen, die das Leben und Arbeiten am lunaren Südpol simulieren. Ziel ist es, ein Testfeld für wissenschaftliche Experimente zu schaffen, junge Forschende für die Raumfahrt zu begeistern und zukünftige Generationen auf das Leben im All vorzubereiten. Der Vortrag beleuchtet den persönlichen Weg der Referentin zur Analog-Astronautin der kommenden Mission Asclepios VI (2026) und zeigt, welche Fähigkeiten, Trainings und interdisziplinären Kompetenzen in der Vorbereitung auf eine solche Mission vermittelt werden. Neben einem Einblick in das Auswahlverfahren und die wissenschaftlichen Ziele der Mission wird gezeigt, welche Bedeutung analoge

Missionen heute für Forschung, Medizin und Ausbildung haben. Abschließend soll der Vortrag einen Perspektivwechsel anregen: Zwischen Realität und Simulation entstehen Räume, in denen Wissenschaft, Vision und menschliche Neugier aufeinandertreffen – und in denen der Traum vom All bereits auf der Erde beginnt.

W5: Herausforderung Luftfahrt

W5.1

Effekte von Schlafträgheit, Müdigkeit und Langeweile auf die Crewleistung bei reduzierten Besatzungen – eine Flugsimulatorstudie

Steven D¹, Buch J-P², Vox JP³, da Silva Souto CF³, Radke F³, Winneke A³, Wolf KI³ & Niedermeier D²

¹Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln, DE

²Institut für Flugsystemtechnik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Braunschweig, DE

³Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT, Institutsteil Hör-, Sprach- und Audiotechnologie HSA, Oldenburg, DE

Einleitung: In Anbetracht der jüngsten technologischen Entwicklungen in der kommerziellen Luftfahrt erscheinen Flüge mit reduzierten Crews möglich. Bei sogenannten extended Minimum Crew Operations (eMCOs) hat ein Pilot die Kontrolle über das Flugzeug ('Pilot Flying'), während der andere Pilot sich ausruhen und schlafen darf ('Pilot Resting'). Schlafträgheit - ein Zustand kognitiver Beeinträchtigung unmittelbar nach dem Aufwachen - ist ein potenzielles Sicherheitsrisiko, falls der ruhende Pilot nach dem Aufwachen handeln muss. Zudem können Müdigkeit und Langeweile beim allein fliegenden Piloten zunehmen.

Fragestellung: Wie wirken sich eMCO-Segmente in einem high-fidelity Flugsimulator-Szenario auf Schlaf,

Schlafträgheit, Müdigkeit, Langeweile und Crewleistung von Berufspiloten aus?

Methodik: Fünf Crews (n = 10 Piloten) nahmen an der Studie im AVES Flugsimulatorzentrum des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt teil und absolvierten eine von zwei Bedingungen: abgebrochenes vs. nicht-abgebrochenes eMCO-Segment. In beiden Bedingungen flogen die Crews 30 Minuten lang gemeinsam, gefolgt von einem eMCO-Segment in der neuen Rollenverteilung Pilot Flying (PF) und Pilot Resting (PR). In der abgebrochenen Bedingung endete das eMCO-Segment unerwartet nach einer 60-minütigen Schlafgelegenheit für den PR, wobei es unmittelbar nach dem Aufwachen zu einem Triebwerksbrand kam. In der nicht abgebrochenen Bedingung endete das eMCO-Segment wie geplant nach 2,5 Stunden ohne Unterbrechung, wobei der Triebwerksbrand 30 Minuten nach dem Ende des eMCO-Segments auftrat. Schlaf wurde objektiv mittels eines flexiblen, kabellosen Elektrodengrids erfasst. Selbsteinschätzungen zu Müdigkeit, Arbeitsbelastung und Langeweile wurden alle 30 Minuten erhoben. Die Crewleistung war operationalisiert als Schnelligkeit und Zuverlässigkeit bei der Bearbeitung des Triebwerksbrandes.

Ergebnisse: In der nicht-abgebrochenen Bedingung schliefen die Piloten im Durchschnitt 99 Minuten von insgesamt möglichen 130 Minuten. Müdigkeit und Langeweile waren während des eMCO-Segments höher als vor oder nach dem Segment. Die Arbeitsbelastung während des Triebwerksbrandes wurde in der abgebrochenen Bedingung als etwas höher

bewertet als in der nicht-abgebrochenen Bedingung. Die Schnelligkeit bei der Bearbeitung des Triebwerksbrandes unterschied sich nicht zwischen den Bedingungen. Ein PR hielt sich nach dem Aufwachen nicht für handlungsfähig, woraufhin der PF den Brand erfolgreich allein bearbeitete.

Schlussfolgerungen: In diesem speziellen Szenario und basierend auf einer begrenzten Stichprobengröße hatten Schlafträgheit, Müdigkeit und Langeweile keinen Einfluss auf die Crewleistung bei Auftreten eines Triebwerksbrandes. Die Untersuchung weiterer sicherheitsrelevanter eMCO Szenarien, z.B. bei Nachtflügen, ist angezeigt.

W5.2

**Wirkung von nächtlichen
Überschallknallen zukünftiger ziviler
Überschallflugzeuge auf die
Aufwachwahrscheinlichkeit**

*Sarah Weidenfeld¹, Benjamin Aretz²,
Susanne Bartels¹, Eva-Maria Elmenhorst¹,
Stephan Töpken³, Dirk Schreckenber⁴,
Julia Kuhlmann⁴, Daniel Aeschbach¹*

*¹Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin,
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt, Köln*

*²Institut für Medizinische Biometrie,
Informatik und Epidemiologie (IMBIE),
Medizinische Fakultät, Universität Bonn*

*³Department für Medizinische Physik und
Akustik, Carl von Ossietzky Universität,
Oldenburg*

*⁴Zentrum für angewandte Psychologie,
Umwelt- und Sozialforschung, Hagen*

Derzeit gibt es Bestrebungen zivile Überschallflugzeuge wieder einzuführen und Überflüge mit Überschallgeschwindigkeit über bewohntem Gebiet zu ermöglichen. Dafür werden neue Überschall-Verkehrsflugzeuge (Low-Boom-Design) und Flugverfahren (Mach-Cut-off) entwickelt, die unterhalb der Flugroute am Boden einen weniger impulshaften und leiseren Knall erzeugen sollen als konventionelle Überschallflugzeuge. Aus diesem Grund besteht Forschungsbedarf, um die Auswirkungen dieser neuartigen Überschallknalle auf den Menschen, insbesondere auf den Schlaf, zu untersuchen und somit Regularien und Schutzkonzepte festlegen zu können. Um

den Einfluss dieser neuartigen Überschallknalle auf den Schlaf zu untersuchen, wurde eine Doppelblind-Laborstudie mit 37 gesunden Versuchspersonen (Alter $M = 35 \pm 12$ Jahre SD) durchgeführt. Dafür wurden Simulationen von Überschallknallen, wie sie von zukünftigen zivilen Low-Boom-Flugzeugen und unter Anwendung des Mach-Cut-off-Flugverfahrens erwartet werden, genutzt. In drei aufeinanderfolgenden Nächten, bestehend aus einer ruhigen Kontrollnacht ohne Einspielung von Überschallknallen und zwei Nächten mit Einspielung von Überschallknallen, wurde der Schlaf polysomnografisch überwacht. In jeder der beiden Nächte wurden entweder 40 Low-Boom-Überschallknalle (Low-Boom-Bedingung) oder 40 Mach-Cut-off-Überschallknalle (Mach-Cut-off-Bedingung) akustisch eingespielt. Die Reihenfolge dieser beiden Nächte wurde ausbalanciert und den Versuchspersonen randomisiert zugewiesen. Die ereignisbezogenen Analysen auf Basis von generalisierten linearen gemischten Modellen mit logistischer Linkfunktion und Random Intercept zeigten, dass die Versuchspersonen unmittelbar nach Low-Boom- und Mach-Cut-off-Ereignissen signifikant häufiger erwachten als spontan in der ruhigen Kontrollbedingung. Die Häufigkeit, mit der die Versuchspersonen erwachten, war geringer in Zeiten des Tief- oder REM-Schlafes als im leichteren Schlafstadium S2. Zudem stieg die Aufwachhäufigkeit zusammen mit der verstrichenen Schlafzeit. Nach Abzug der spontanen Aufwachhäufigkeit der Kontrollbedingung ergab sich für die Low-

Boom-Bedingung eine prozentuale lärminduzierte Aufwachhäufigkeit von 6,4 % und für die Mach-Cut-off-Bedingung 1,7 %. Die gefundenen lärminduzierten Aufwachhäufigkeiten ähneln den Aufwachhäufigkeiten wie sie in vorangegangenen Studien für konventionelle Fluglärmereignisse bei Maximalschalldruckpegeln von ca. 50 bis 60 dB beobachtet wurden. Die vorliegende Studie liefert einen ersten wichtigen Beitrag zur Abschätzung potenzieller Schlafstörungen durch nächtliche Überschallknalle zukünftiger ziviler Überschallflugzeuge.

W5.3

Nutzbarkeit von Vitalwertmonitoren mit Assistenzsystemen durch medizinisch unerfahrenes Personal

Post J¹, Dietlein L¹, Kaduk S³, Kneffel R¹,
Cyrol D^{1,4}, Weber T^{3,5}, Sammito S^{1,2}

¹ Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin
der Luftwaffe, Köln.

² Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische
Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg, Magdeburg.

³ Space Medicine Team, European Space
Agency (ESA HRE-OM), Europäisches
Astronautenzentrum, Köln.

⁴ WTD 61, Manching.

⁵ KBR GmbH, Köln.

Einleitung/ Fragestellung: An Bord von Flugzeugen kommt es regelmäßig zu Zwischenfällen, die einer weiterführenden medizinischen Diagnostik bedürfen. Die fliegerischen Besatzungsmitglieder verfügen zumeist nur über erweiterte medizinische (Basis-)Kenntnisse. Hier kann die Nutzung moderner Vitalwertmonitore mit integrierten Assistenzsystemen, die eine Schritt-für-Schritt-Anleitung im Rahmen der Vitalwertbestimmung beinhalten, von Vorteil sein. Daher wurde in der vorliegenden Studie untersucht, inwieweit eine sichere Vitalwertbestimmung durch medizinisch unerfahrenes Personal bei der Nutzung solcher Geräte ermöglicht wird.

Methodik: Medizinisch unerfahrene Probanden mit maximal Erste-Hilfe-Ausbildung (n = 25) sowie erfahrenes Personal mit rettungsmedizinischer

Expertise (n = 25) wurden gebeten, mittels des Vitalwertmonitors TEMPUS ALS PRO und dem verbauten Assistenzsystem an einem Versuchspatienten Vitalwerte (Ruhe-EKG, nicht-invasive Ruheblutdruckmessung, periphere Sauerstoffsättigung, Hauttemperatur) in randomisierter Reihenfolge zu bestimmen. Nach einer 20-minütigen Pause wurde der Versuch wiederholt. Eine dritte Gruppe (n = 39), die ebenfalls lediglich über Erste-Hilfe-Ausbildungsniveau verfügte, führte an einem Versuchspatienten mit simulierten Abdominaltrauma eine FAST (Focused assessment with sonography in trauma)-Ultraschalluntersuchung mit dem gleichen Gerät durch.

Ergebnisse: Die durchschnittliche Zeit um stabile Signale der aufgezeichneten Vitalwerte zu erhalten, war bei beiden Gruppen beim zweiten Versuch signifikant kürzer ($p < 0,05$). Medizinisch erfahrenes Personal konnte die Vitalwerte signifikant schneller bestimmen ($p < 0,001$), der Unterschied war klinisch jedoch nicht relevant. Die Anzahl der Fehler unterschied sich zwischen beiden Gruppen nicht (alle Werte $p > 0,05$). Im Gegensatz hierzu konnte keiner der 39 Probanden diagnostisch verwertbare FAST-Ultraschallbilder generieren.

Schlussfolgerungen: Die Studie konnte zeigen, dass medizinisch unerfahrene Personen, was auch für fliegerische Besatzungsmitglieder zutrifft, sicher einfache Vitalwertbestimmungen mit Hilfe der Nutzung von Vitalwertmonitoren mit integrierten Anleitungen bestimmen können. Für komplexere Diagnostiken reicht eine assistierte Anleitung nicht aus, hier bedarf es einer speziellen Ausbildung

und regelmäßigen Training. Die hier gewonnen Erkenntnisse sind nicht nur für notfallmedizinische Situationen in der kommerziellen Luftfahrt, sondern auch im Bereich der Expeditions- und Militärmedizin sowie in der Weltraummedizin für kommende „deep space missions“ von Relevanz. Geräte mit integrierten Assistenzsystemen können in diesen Situationen eine wertvolle Unterstützung bieten. Aktuelle Ansätze, diese durch KI-gestützter Diagnostik zu erweitern, könnten darüber hinaus die Versorgungsqualität deutlich erhöhen.

W5.4

Entwicklung und Validierung eines drohnengestützten Radarsystems zur kontaktlosen Messung von Herz- und Atemfrequenz unter realistischen Bedingungen

Liebetruth M^{1,2}, Stockel P³, Elmakhzangy B⁴, Cyrol D¹, Maufroy C⁴, Schneider U⁴, Kehe K⁵, Steinritz D⁶, Sammito S^{1,2}

¹Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Fachgruppe Forschung & Erprobung, Köln

²Institut für Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg

³Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (FHR), Fraunhoferstraße 20, Wachtberg

⁴Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Nobelstraße 12, Stuttgart

⁵Sanitätsakademie der Bundeswehr, München

⁶Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Bundeswehr, München

Einleitung/Fragestellung: Die kontaktlose Erfassung von Vitalparametern gewinnt in der Flugmedizin zunehmend an Bedeutung, vor allem in Notfall- und Extremsituationen, in denen klassische, kontaktbasierte Verfahren limitiert sind. Forschungsansätze zur kontaktlosen Messung der Herzschlag- (HF) und Atemfrequenz (AF) mit statischen Radarsystemen sind vielversprechend. Die Kombination von Radartechnologie mit Drohnen eröffnet neue Möglichkeiten, insbesondere in schwer zugänglichen oder

gefährlichen Umgebungen. Das Promotionsprojekt analysierte systematisch den Stand der Forschung zur Genauigkeit radarbasierter Systeme zur Messung von HF und AF und validierte ein neu entwickeltes, drohnenbasiertes Radarsystem unter realitätsnahen, militärischen Bedingungen.

Methodik: Elf gesunde Probanden wurden in verschiedenen Körperpositionen, mit und ohne militärische Schutzweste sowie nach körperlicher Aktivität statisch gemessen. Die Messung erfolgte mit einem in Kooperation zwischen dem Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe und den Fraunhofer-Instituten FHR und IPA entwickelten MIMO-FMCW Radarsystem sowie einem kontaktbasierten Referenzsystem (3-Kanal-EKG, Atemgurt). Die Auswertung erfolgte mittels Korrelationsanalyse und linearer Regression. Anschließend wurde die technische Integration des Radarsystems auf eine Schwerlastdrohne demonstriert.

Ergebnisse: Für die HF zeigte sich über alle Bedingungen hinweg eine schwache bis moderate, signifikante Korrelation zwischen Radar- und Referenzsystem ($r = 0,245$; $p < 0,001$). Für die AF ergab sich eine schwache, nicht signifikante Korrelation ($r = 0,169$; $p = 0,063$). Das Tragen einer Schutzweste beeinträchtigte die Messgenauigkeit der AF deutlich, jedoch nicht für die HF. Die Integration des Radarsystems auf eine Drohne wurde erfolgreich realisiert.

Schlussfolgerungen: Das entwickelte Radarsystem konnte in statischen Versuchen die HF unter realitätsnahen Bedingungen zuverlässig und mit

ausreichender Genauigkeit erfassen. Die Messgenauigkeit der AF ist aktuell noch limitiert. Nach durchgeführter weiterer Optimierung belegt die erfolgreiche Drohnenintegration das Potenzial für zukünftige Anwendungen im notfall- und wehrmedizinischen Kontext. Weitere Entwicklungen und Validierungen sind, vor allem unter dynamischen Bedingungen, erforderlich.

W6: Luft- und Raumfahrtmedizin in der Schweiz

W6.1

Interleukin-17 als Biomarker in der flugmedizinischen Beurteilung von Rückenbeschwerden: Ein Diskriminationsfaktor für die Tauglichkeitsbeurteilung

Bron D¹, Grad S², Frings N³, Kunz A⁴

¹Fliegerärztliches Institut Schweizer Luftwaffe, Schweiz

²AO Research Institute Davos, Schweiz

³Krankenhaus der Augustinerinnen, Köln, Deutschland

⁴Fliegerärztliches Institut Schweizer Luftwaffe, Schweiz

Hintergrund: Rückenbeschwerden gehören zu den häufigsten medizinischen Problemen im Luftfahrtbereich und können die Flugtauglichkeit erheblich beeinträchtigen. Die objektive Beurteilung inflammatorischer Prozesse bei degenerativen Bandscheibenerkrankungen stellt eine besondere Herausforderung in der flugmedizinischen Praxis dar.

Interleukin-17 (IL-17) wird von Th17-Zellen, $\gamma\delta$ T-Zellen und NK-Zellen produziert und induziert die Freisetzung proinflammatorischer Zytokine wie IL-6, IL-1 und GM-CSF. Als potenter inflammatorischer Mediator könnte IL-17 als Diskriminationsfaktor in der Beurteilung von Rückenbeschwerden dienen.

Zielsetzung: Diese Studie untersucht die Rolle von IL-17 als Biomarker zur

Differenzierung zwischen akuter und chronisch-degenerativer Rückenbeschwerden im flugmedizinischen Kontext und evaluiert dessen Potential als objektives Kriterium für Tauglichkeitsentscheidungen.

Methodik: Analyse von 54 Schweizer Kampfpiloten mit Rücken- und Nackenschmerzen (durchschnittlich 150 Flugstunden/Jahr). Mittels Luminex-Assays wurden 54 Biomarker im Serum analysiert, darunter IL-17A/F sowie weitere Inflammationsmarker wie TNF- α , IL-6, IL-1 β und CRP. Die Daten wurden mit standardisierten Fragebögen zu Schmerzsymptomatik und funktionellen Einschränkungen korreliert. Bei einem Teil der Probanden erfolgte zusätzlich eine MRT-Bildgebung zur Erfassung degenerativer Wirbelsäulenveränderungen.

Ergebnisse: Die vorliegenden Daten zeigen einige deutliche Unterschiede in ihrer Verteilung und Streuung. Betrachtet man zunächst die zentralen Lageparameter, so liegt der Median von Piloten bei 1,67, während der Median der Kontrollgruppe mit rund 2,15 etwas höher ausfällt. Auch der Mittelwert der Kontrollgruppe von 2,22 liegt über dem der Piloten (1,87), was darauf hindeutet, dass die Werte der Kontrollgruppe tendenziell größer sind. Die Streuung der Werte unterscheidet sich zwischen den beiden Spalten jedoch deutlicher. Die Werte der Piloten zeigt eine deutlich größere Varianz, mehrere Ausreißer fallen auf. Ein statistischer Test auf signifikante Unterschiede zwischen den beiden Spalten konnte nicht zuverlässig durchgeführt werden.

Schlussfolgerung: Kampfpiloten sind aufgrund extremer G-Kräfte (bis zu 9G), prolongierter Sitzhaltung und vibrationsbedingter Belastungen einem erhöhten Risiko für Wirbelsäulenbeschwerden ausgesetzt. Bei einer durchschnittlichen jährlichen Flugbelastung von 150 Stunden können IL-17-basierte Assessments zur objektiven Risikostratifizierung und präventiven Intervention beitragen. Erhöhte IL-17-Werte könnten auf eine aktive Entzündung hinweisen, die unter den besonderen Belastungen des Kampfflugbetriebs progredient verlaufen könnte. Dies ermöglicht eine gezielte flugmedizinische Betreuung und frühzeitige therapeutische Maßnahmen zur Erhaltung der Einsatzfähigkeit.

W6.2

Effekte eines 12-wöchigen Krafttrainings auf die körperliche Belastbarkeit von Jetpiloten der Schweizer Luftwaffe bei 9G-Beschleunigungskräften

Rochelt J¹, Amor L¹, Rochelt S¹, Bron D¹

¹Fliegerärztliches Institut Dübendorf, Schweiz

Hintergrund: Die Einführung des F-35-Kampfflugzeugs in der Schweizer Luftwaffe bringt neue physiologische Herausforderungen für das fliegende Personal mit sich. Piloten sind künftig Beschleunigungskräften von bis zu +9 Gz ausgesetzt, was das Risiko für Bewusstseinsverlust und muskuloskelettale Schädigungen deutlich erhöht. Es gilt daher die körperliche Belastbarkeit gezielt zu steigern. Trainingsprogramme, die insbesondere auf die Kräftigung der großen Muskelgruppen abzielen aber auch die Stabilität und Beweglichkeit verbessern, gelten als vielversprechende Maßnahmen, um der hohen muskulären Beanspruchung unter G-Kräften entgegenzuwirken und die G-Toleranz zu erhöhen.

Methodik: In einer kontrollierten, zweiarmigen Interventionsstudie am Fliegerärztlichen Institut Dübendorf absolvieren Jetpiloten ein 12-wöchiges Krafttraining zur Stärkung der Hauptmuskelgruppen sowie zur Verbesserung von Beweglichkeit und Rumpfstabilität. Die Teilnehmenden werden persönlich in die Trainingsinhalte eingewiesen. Das Trainingsprogramm wird anschließend videobasiert, mit minimalem Material und unter regelmäßiger Betreuung

durchgeführt. Vor und nach der Intervention erfolgen standardisierte Messungen der Rumpfkraft, Nackenkraft, Beinexplosivkraft (Counter Movement Jump), Körperzusammensetzung und Blutdruck. Die Zuteilung zur Interventions- oder Kontrollgruppe erfolgt anhand der zeitlichen Nähe zum verpflichtenden 9G-Test in der Langarmzentrifuge.

Ergebnisse: Die Studie befindet sich derzeit in der Durchführung. Erste Rückmeldungen deuten auf eine gute Akzeptanz und Umsetzbarkeit des Trainingsprogramms hin. Es wird erwartet, dass das 12-wöchige Krafttraining zu einer signifikanten Verbesserung der Muskelkraft und einer Reduktion der körperlichen Belastung unter 9G-Bedingungen führt.

Schlussfolgerungen: Die Ergebnisse dieser Studie sollen zur Entwicklung evidenzbasierter Trainingsstrategien beitragen, um Jetpiloten optimal auf extreme Beschleunigungskräfte vorzubereiten und deren Sicherheit sowie Leistungsfähigkeit im Einsatz zu erhöhen.

W6.3

Röntgenkriterien in der fliegerärztlichen Evaluation von Militärpiloten: Schweizer Standards und präventive Aspekte

Wetzel K¹, Bron D¹, Kunz A¹

¹Fliegerärztliches Institut, Dübendorf, Schweiz

Hintergrund und Zielsetzung: Die fliegerärztliche Beurteilung von Militärpiloten erfordert präzise diagnostische Kriterien zur Gewährleistung der Flugtauglichkeit und langfristigen Gesunderhaltung. Röntgenuntersuchungen spielen dabei eine zentrale Rolle in der Evaluation des Bewegungsapparates, insbesondere der Wirbelsäule, die durch die extremen G-Kräfte und ergonomischen Belastungen im militärischen Flugbetrieb besonderen Risiken ausgesetzt ist.

Methodik: Es werden die aktuell gültigen Röntgenkriterien der Schweizer Luftwaffe für die fliegerärztliche Untersuchung von Militärpiloten präsentiert und deren Vorteile gegenüber konventionellen Beurteilungsstandards aufgezeigt. Eine systematische Literaturanalyse relevanter internationaler Studien und Leitlinien bildet die wissenschaftliche Grundlage der Darstellung.

Ergebnisse: Die Schweizer Röntgenkriterien zeichnen sich durch folgende Vorteile aus:

- Standardisierte Bewertungsschemata
- Berücksichtigung flugspezifischer Belastungsmuster
- Integration präventiver Aspekte in die Beurteilung

Die vorgestellten Kriterien ermöglichen eine objektive Risikostratifizierung und unterstützen evidenzbasierte Entscheidungen bezüglich Flugtauglichkeit und erforderlicher Präventionsmaßnahmen.

Diskussion: Die Anwendung spezifischer Röntgenkriterien in der Militärfliegerei trägt wesentlich zur Früherkennung von Risikofaktoren u.a. für Rückenbeschwerden bei. Durch die systematische Evaluation können präventive Maßnahmen wie ergonomische Anpassungen, spezifische Trainingsprogramme und regelmäßige Verlaufskontrollen rechtzeitig eingeleitet werden. Dies führt zu einer signifikanten Reduktion flugbedingter Beschwerden und trägt zur Verlängerung der fliegerischen Laufbahn bei.

Schlussfolgerung: Die Implementierung standardisierter Röntgenkriterien in der fliegerärztlichen Beurteilung von Militärpiloten stellt einen wesentlichen Fortschritt in der Präventivmedizin dar. Die Schweizer Standards bieten ein bewährtes Modell für die internationale Harmonisierung entsprechender Beurteilungskriterien und tragen zur nachhaltigen Gesunderhaltung des fliegenden Personals bei.

W6.4

**ADAMS SIMULATION AND TRAINING
GMBH**

Firmenvorstellung und Projekt: VEST

¹ Tom Grüninger

¹ Adams Simulation and Training GmbH

Projektvorstellung VEST:

Das Manövrieren eines Kampfflugzeugs und das Bewältigen von Luftkampfsituationen im Simulator sind derzeit nicht so realistisch, wie sie sein müssten. Durch ausgeweiteten Einsatz von Simulation wird der für ein korrektes anti-g straining maneuver (AGSM) notwendige Reflex langsam, aber stetig geschwächt und es kommt dann im realen Flugbetrieb zu einem möglichen G-LOC und damit dem Totalverlust der Kontrolle des Luftfahrzeuges. Das Projekt Virtual Reality und Elektromyografie-basierter G-Belastungstrainer (VEST) setzt genau hier an und dient der Erhöhung des Realismus beim Simulatortraining von Kampfpiloten. Damit wird die Verbesserung der Flugsicherheit im realen Flugbetrieb durch den Einsatz von Mixed- und Virtual-Reality (MR/VR) Anteilen in Kombination mit Elektromyografie (EMG) basierten Systemen und Techniken erreicht. VEST macht Simulatortraining realistischer, bereitet besser auf hohe G-Kräfte vor und trägt zur Flugsicherheit jetzt und in Zukunft bei.

W6.5

**Greater Zurich Area- Bereit für die New
Space Economy**

Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich



F-Abstracts

F1

Notfälle an Bord von Passagierflugzeugen ist ein Arzt an Bord?

*Prof. Dr. Christopher Neuhaus,
M.Sc.,MHBA,FESAIC*

Die Zahl der Flugreisenden steigt von Jahr zu Jahr und damit auch das Risiko von medizinischen Notfällen bei älteren Menschen, Menschen mit Vorerkrankungen oder auch bei Gesunden.

Tritt ein medizinischer Zwischenfall an Bord eines Flugzeuges auf, wird in der Regel nach einem anwesenden Arzt gefragt. Nach deutschem Recht ist ein Arzt verpflichtet, medizinische Hilfe zu leisten. Doch was bedeutet dies in einem Flugzeug?

Zahlreiche Fragen kommen auf: Wie sieht das medizinische Equipment an Bord aus? Ist eine außerplanmäßige Zwischenlandung nötig? Welches Haftungsrecht gilt an Bord?

Damit Ärztinnen und Ärzte in dieser außergewöhnlichen Belastungssituation souverän agieren, adäquate Entscheidungen treffen und angemessene Behandlungsformen anwenden können, werden in diesem Vortrag Handlungsgrundsätze und Orientierungshilfen vermittelt.

F2

Neurologie/Psychiatrie

OFArzt Marcus Wischlitzki

F3

Fliegen nach Herzoperation und nach thorakaler Gefäßchirurgie

Maj Dr Thomas Syburra FRCS

*Hôpital de La Tour, Genf, Schweiz
Stab Luftwaffe, Dübendorf, Schweiz*

Mit zunehmendem Alter nehmen koronare, valvuläre und aortale Erkrankungen zu, mit dem inhärenten Potential für plötzlicher fliegerischer Inkapazität. Im militärischen und zivilen Flugbetrieb sind Herz- und Gefäßerkrankungen der Hauptgrund für Lizenzverlust. Die EACTS Aviation Task Force und NATO STO HFM-386 durchleuchten Möglichkeiten, um nach herzchirurgischen und thorakalen Gefäßoperationen eine sichere Rückkehr zum Flugbetrieb zu ermöglichen.

Methoden: Analyse aktueller Leitlinien (ESC/EACTS 2024/2025, STS, EASA, NATO) sowie Literatur zu koronaren, valvulären und aortalen Eingriffen mit besonderer Berücksichtigung flugmedizinischer Grenzwerte (G-Toleranz, zerebrale und koronare Perfusion, 1%-Regel), ergänzt durch Fallbeispiele aus militärischer und zivil-aviatischer Praxis. Ergebnisse: Optimale flugmedizinische Voraussetzungen ergeben sich bei vollständiger Revaskularisation, idealerweise total-arteriell, und früher Operation vor dem Einsetzen von Symptomen. High-Flow Prothesen der zweiten Generation, die Ross-Operation und rekonstruktive Klappenchirurgie gewährleisten nachhaltig günstige hämodynamische Profile. Neue EACTS/STS-Leitlinien definieren frühere aortale Risikoschwellen ($\varnothing > 52$ mm /

Länge > 11 cm). Die Wiedererlangung der Flugtauglichkeit ist frühestens sechs Monate postoperativ möglich, unter Begutachtung durch einen flugmedizinischen Experten; zertifizierungstypische Einschränkungen (OML, TML, SIC, SSL, G-Limite, militärisch vs. zivil) sind dabei zu erwarten.

Schlussfolgerung: Herz- und thorakale Gefäßchirurgie schließen eine spätere Flugtauglichkeit von Aircrew nicht aus. Frühzeitige Operation nach Indikationsstellung, enge interdisziplinäre Koordination zwischen Chirurg, AME und Pilot sowie harmonisierte Protokolle sind entscheidend, um eine sichere Rückkehr ins Cockpit zu ermöglichen.

F4

Pilots and ATCOs Cardiovascular Evaluation -Was heißt das für AME und AeMC?

Janicke, I.

*Herzzentrum Duisburg, Ev. Klinikum
Niederrhein*

Die Änderungen der EU-VO 1178/2011, die im Februar 25 in Kraft getreten ist, betrifft besonders auch das kardiovaskuläre Risikoassessment. Für anscheinend gesunde HEMS-Piloten, KI I/II-Piloten muss ab dem 40.LJ. das CV-Risiko ermittelt werden, vorzugsweise mit dem Score2 oder Procam-Score. Ist dieser >10% in 10 Jahren, das bedeutet, ein kardiovaskuläres Ereignis in dieser Zeit zu erleiden, muss ein erweiterter Herz-Kreislaufcheck erfolgen. Wie soll dieser aussehen?

Nach anfänglicher Vorstellung von Zahlen und Ursachen der sudden incapacitation in der kommerziellen/ allgemeinen Luftfahrt (1 bzw. 2%) wird auf die Bedeutung und Konsequenzen der Scores eingegangen. Das Alter ist dabei der entscheidende Score-erhöhende Faktor.

Welche kardiologischen Zusatzuntersuchungen bei erhöhtem Score in Abhängigkeit von der Tauglichkeitsklasse erfolgen sollten und welche Bedeutung die einzelnen kardiologischen Untersuchungen haben, wird orientierend dargestellt.

Daran schließen sich die Konsequenzen eines erhöhten Risikoscores bei anscheinend Gesunden an, die in erster Linie in der Primärprävention von CV-

Ereignissen bestehen, bevor bereits ein Koronareignis oder Schlaganfall aufgetreten ist. Wie diese Primärprävention aussehen soll und welche Zielwerte bei wem anzustreben sind, wird ebenfalls beleuchtet.

(Quellen: EASA Age limitations-CAT Pilots und CaVD-Pace und ESC-Leitlinien)

F5

dem laufenden europäischen Förderprogramm vertieft.

Zirkadiane Rhythmen und Fatigue in der Luftfahrt

Steven, D¹

*¹Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin,
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt, Köln, DE*

Die innere Uhr des Menschen beeinflusst viele Prozesse in Physiologie, Kognition und Verhalten. Dazu gehören tageszeitliche Schwankungen in Körpertemperatur, Hormonausschüttung und kognitivem Leistungsvermögen sowie die Regulation des Schlaf-Wach-Verhaltens. Die von der inneren Uhr erzeugte Tagesrhythmik hat eine Periodenlänge, die etwas länger ist als der astronomische 24-Stunden-Tag und daher als ‚zirkadian‘ bezeichnet wird. Die Synchronisation zwischen innerer und äußerer Tageslänge wird über Umweltinformationen vermittelt. Hierbei ist Licht der wichtigste Zeitgeber für die innere Uhr. Moderne Errungenschaften, wie Elektrifizierung und Flugreisen, können die Lichtexposition maßgeblich verändern und so zu einer Störung des Synchronisationsprozesses mit Risiken für Gesundheit und (Arbeits-) Sicherheit führen. In der Luftfahrt stellen lange Flugdienste, Nachtflüge sowie Langstreckenflüge die innere Uhr vor Herausforderungen. Im Vortrag werden Grundlagen der zirkadianen Rhythmik vermittelt und deren Bedeutung speziell für die Ursachen, Risiken und Behandlung von Jetlag und kognitiver Ermüdung thematisiert. Die Grundlagen werden anhand von aktuellen EASA-Projekten aus

F6

Impf-Update

Frank, P

*Allgemeinarztpraxis, Fliegerärztliche
Untersuchungsstelle, Gröbenzell*

Die Reiselust der Menschen hat nach der Pandemie wieder deutlich zugenommen mit unterschiedlichem Reiseprofil bis in die letzte Ecke der Erde...

Je nach Region auf der Erdkugel und auch durch die Veränderung der klimatischen Umweltbedingungen breiten sich aber auch die Verursacher tropischer Krankheiten - meist Stechmücken - in unseren Gefilden aus und werden gegebenenfalls hier heimisch.

Die moderne Medizin hat in der Zwischenzeit zahlreiche neue Impfstoffe entwickelt um Prävention und Schutz auf Reisen anzubieten.

Aber auch für die mehr daheim gebliebenen und älteren Menschen hat sich das Impfportfolio erweitert. Hierauf wird im Update eingegangen und auf zahlreiche Quellen für schnelle Informationssuche hingewiesen.

F7

Die Rolle der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in der Luft- und Raumfahrtmedizin: Gegenwärtige Entwicklungen und zukünftige Perspektiven

Dr. Philipp H. Zimmermann

F8

Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren und ihr Einfluss auf die Eignung - Warum fliegerärztliche Betreuung und Vorsorge Hand in Hand gehen müssen

Hedtmann J

International Social Security Association, Section on Prevention in Transportation, Hamburg, Germany

Der Gesetzgeber verlangt in Deutschland eine klare Grenzziehung zwischen Vorsorge und Eignungsfeststellung. Das ist formal korrekt und soll helfen, die Arbeitnehmerrechte und den Datenschutz sicherzustellen, sowie den jeweiligen Fokus auf die Fragestellung zu richten. Andererseits erschwert es die ganzheitliche Betreuung von Personengruppen, die auf beide Aspekte medizinischer Unterstützung angewiesen sind. So bedarf es bei der Vorsorge stets eines Blickes auf die Konsequenzen, die die berufstypischen Einwirkungen auf die Eignung haben können. Umgekehrt erwarten Luftfahrzeugbesatzungen auch bei der Tauglichkeitsuntersuchung eine angemessene Beratung, insbesondere, wenn die Eignung aktuell oder auf Dauer gefährdet erscheint. So sind Kenntnisse über die berufstypischen Einwirkungen wie Lärm, Klima, Infektionsgefahren oder psychische Belastungen im Hinblick auf den Erhalt der Eignung für die betriebsärztliche, wie für die fliegerärztliche Betreuung von Bedeutung.

F9

Neues aus der Ophthalmologie

Stern, C.

Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, DLR, Köln

Das Thema wer mit welcher Farbschwäche ein Luftfahrzeug führen darf beschäftigt die Flugmedizin seit Jahrzehnten. In früheren Zeiten mussten Klasse 1 Pilotinnen und Piloten normale Trichromaten sein. Für die Privatfliegerei bestand die Möglichkeit bei einer Farbfehlsichtigkeit die Möglichkeit zur Durchführung eines Signallaternentests am Flugplatz.

In der Folge des FedEx – Flugunfalls im Jahre 2002, bei dem ein farbschwacher Pilot die Precision Approach Path Indicator Farben falsch interpretierte, wurden die Regularien in Europa und den USA geändert, zuletzt Anfang 2025 in den USA. In Europa wird jetzt eine von der EASA initiierte Farbstudie durchgeführt, die sowohl die Anforderungen an Cockpitpersonal, als auch des Flugverkehrspersonals bezüglich Farberkennung untersucht und Empfehlungen zur Testung beinhalten soll, worüber berichtet wird.

Der Vortrag wird sich zusätzlich mit der wichtigen Thematik der Untersuchung von Kontrastsehen bei Cockpit-Personal befassen. Dabei wird besonders auf die Anforderungen und Standards eingegangen, die von der EASA im Februar 2025 neu festgelegt wurden mit speziellem

Fokus auf die Untersuchungen ab dem 60. Lebensjahr.

Des Weiteren werden interessante Neuigkeiten aus der ophthalmologischen Forschung präsentiert, die möglicherweise Auswirkungen auf die Luftfahrtmedizin haben.

Bei der Verwendung von GLP-1-Rezeptoragonisten werden zum Beispiel immer neue potentielle Nebenwirkungen beschrieben. Neben dem erhöhten Risiko einer nicht arteritischen ischämischen Optikusatrophie wurden auch diverse Netzhauterkrankungen identifiziert, die bei Verwendung dieser Medikation gehäuft auftreten. Dazu gehören neben Makulaveränderungen auch Papillenödeme und Netzhautablösungen.

In einer anderen Studie konnte gezeigt werden, Raucher und Raucherinnen bis zu 12-mal häufiger ein altersbedingtes Makulaödem entwickeln, als Nichtraucher.

F10

Aktuelles aus dem BAF (Klasse 3)

Berger, M., Mancini, V

Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung

Im ersten Teil des Vortrags werden aktuelle Änderungen an Formalien zur Kommunikation mit der Behörde (Merkblätter, Formulare, etc.) angebracht und aktuelle Zahlen und Statistiken bzgl. Verweisungen, Stichproben und Untauglichkeiten mitgeteilt. Im zweiten Teil werden aktuelle Erkenntnisse und laufende Studien in Bezug auf die flugmedizinische Untersuchung Klasse 3 vorgetragen, darunter: Schlaf-Apnoe, Colour Vision und GLP 1.

Poster-Abstracts

P1

Sicherheit und Gesundheit in der kommerziellen Raumfahrt

Hedtmann J¹, Stern C²

¹ ISSA Sektion Transportwesen, BG Verkehr, Hamburg

² DLR, Köln

Einleitung: Die kommerzielle Raumfahrt wird zu einem normalen Bestandteil des Lebens und Arbeitens im Weltraum. Die notwendige Risikobewertung findet dabei außerhalb der Verantwortung der Raumfahrtagenturen statt. Dies gilt für die Ausstattung der Raumfahrzeuge, aber auch für die Auswahl der Raumfahrenden. Eignungsbeurteilung Qualifikation und Training unterscheiden sich erheblich von denen der Agentur-Astronauten und Astronautinnen.

Methode: Es soll ermittelt werden, welche Prioritäten für Sicherheit und Gesundheit in der kommerziellen Raumfahrt gesetzt werden müssen, welche Regeln und Empfehlungen erforderlich sind und welche rechtlichen Folgen ein Arbeitsunfall während eines kommerziellen Raumfluges je nach den Rechtsvorschriften des Entsendestaates haben könnte. Gesundheitsfolgen wie SANS sind zwar eindeutig eine Folge der Arbeit im Weltraum, werden aber bisher in keiner Berufs-Krankheitenliste weltweit aufgeführt. Dazu werden Interviews geführt und öffentlich zugängliche wissenschaftliche Quellen genutzt, um einen Überblick über mögliche Unfälle und Erkrankungen zu erhalten, sowie

Präventionsempfehlungen für die kommerzielle Raumfahrt abzuleiten. Wir planen, die Ergebnisse mit internationalen wissenschaftlichen Arbeitsgruppen zu diskutieren.

Ausblick: Die kommerzielle Raumfahrt tritt aus dem Versuchsstadium heraus. Es ist an der Zeit, den Weltraum als einen normalen Arbeitsplatz zu betrachten und die dafür vorgesehenen Regeln anzuwenden.

P2

Historische Flugmedizin: Doppelfunktion Pilot und Arzt bei der Berliner Luftbrücke 1948-1949

Ginz H¹, Ginz P²

¹ *Kliniken Landkreis Lörrach, HSG 64 Laupheim*

² *Ruhr-Universität Bochum*

Ziel: Aufarbeitung der Doppelfunktion Pilot und Arzt bei der Berliner Luftbrücke bei britischen Luftfahrzeugbesatzungen.

Methode: Literaturrecherche: Originalarbeiten, Archivmaterial (Cambridge- / Pacific University Press), Google Books und PubMed.

Ergebnisse: Sechs Publikationen konnten ausgewertet werden. Die Berliner Luftbrücke (Juni 1948 bis September 1949) bedeutete extreme psychische und physische Belastungen für die fliegenden Besatzungen. Zur medizinischen Beurteilung wurden neben Fragebögen auch Ärzte als Piloten eingesetzt (Doppelfunktion: Wing Commander und Medical Officer) [1-3]. Ihre während des Krieges gemachten flugmedizinischen Erfahrungen bzgl. Kälteschutz (Überleben See), Hypoxie, Kalorimetrie, der Ernährung auf Langstreckenflügen, Cockpitbeleuchtung / Blendung, sowie der Fatigue waren dabei sehr hilfreich [3-6]. Die Crews flogen Tag und Nacht und hatten bis zu 80 Wochenstunden (87.606 militärische Flüge). Ein Turnus (36 Flüge) dauerte 14 Tage. Die Besatzungen litten unter schwerster Fatigue: Piloten zu 89%, Navigatoren 91%, Funker und Flugingenieure je 90%, was teilweise bis

zur kompletten Erschöpfung, Einnicken im Cockpit und zu Unfällen führte, Stanbridge 1951 [3,4]. Durch den Fluglärm und die Ladevorgänge war in den Ruhepausen kaum Schlaf möglich (3-4 Stunden in „dormitories“, d.h. Schlafsälen). Proteinarme Mahlzeiten resultierten in Gewichtsverlust [3]. Medical Officer erreichten, dass die Royal Air Force pro Crew täglich nur noch 2 Flüge erlaubte; Flugpläne durften nicht in letzter Minute geändert werden, Crews blieben zusammen; es gab rund um die Uhr warme, frisch zubereitete Mahlzeiten, auch direkt auf dem Flugfeld [3,4]. Ruhebereiche wurden neu ausgewiesen um Lärm und „overcrowding“ zu reduzieren. Zwei Nächte und 1 „day off“ mussten zwischen den Einsätzen liegen [3-6]. Diese Maßnahmen erhöhten die Flugsicherheit und hatten auch Einfluss auf die zivile Flugmedizin.

Schlussfolgerung: Die Doppelrolle Arzt und Pilot war wichtig für die Entwicklung der modernen Flugmedizin. Die ca. 100.000 Flüge der Luftbrücke lieferten erste große Datenmengen zur Fatigue.

Literatur: 1. J. Hope Pool. Br Med J. 1957 Jun 15;1(5032):1404\n2. Norman MacMillan. The Aeronautical Journal, Volume 61, Issue 561, September 1957, pp.646. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0368393100133097>\n3. Doctors in the Air by Wing Commander Robert Maycock. 1957, London George Allen & Unwin Ltd. London, Ruskin House Museum Street\n4. R.H. Stanbridge. Fatigue in aircrew. Observations in the Berlin Airlift. Lancet. 1951 Jul 7;2(6671):1-3. DOI: <https://doi.org/10.1016/s0140->

6736(51)93448-4\n5. The Royal Air Force
Medical Services, Band 2, Transport
Command, Google Books\n6. To Save a
City: The Berlin Airlift 1948-1949. Roger G.
Miller, University Press of the Pacific,
2002\n

Notizen