

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

# Abstracts und Programmheft 2018

**56. Wissenschaftliche Jahrestagung**  
Deutsche Gesellschaft für  
Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e. V.



**18.-20. Oktober 2018**

Technik-Museum Speyer



# 56. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGLRM e. V.



**SAVE THE DATE!**

**Jahrestagung 2018**

Deutsche Gesellschaft für  
Luft- und Raumfahrtmedizin e. V.

**18.-21. Oktober 2018 in Speyer**



[www.dglrm.de](http://www.dglrm.de) und [www.facebook.de/@flugmed](https://www.facebook.de/@flugmed)

## Sponsoren



## Inhaltsverzeichnis

<b>Sponsoren</b> .....	<b>4</b>
<b>Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V.</b> .....	<b>7</b>
<b>Grußwort des Kongresspräsidenten „Speyer 2018“</b> .....	<b>8</b>
<b>Grußwort des Oberbürgermeisters von Speyer</b> .....	<b>9</b>
<b>Grußwort des ehemaligen Raumfahrers und ESA Koordinators Internationale Agenturen und Berater des Generaldirektors der ESA</b> .....	<b>10</b>
<b>Grußwort des Generalarztes der Luftwaffe</b> .....	<b>11</b>
<b>Grußwort des Leiters des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR)</b> .....	<b>12</b>
<b>Grußwort des Geschäftsführers der Deutschen Akademie für Flug- und Reisemedizin (DAF)</b> ....	<b>13</b>
<b>Allgemeine Hinweise</b> .....	<b>14</b>
<b>Wichtige Termine Jahrestagung</b> .....	<b>15</b>
<b>Veranstaltungsort Speyer</b> .....	<b>16</b>
<b>Tagungsort</b> .....	<b>17</b>
<b>Daten und Fakten zu den Vortragsräumen</b> .....	<b>19</b>
Mercedes Salon im Tagungszentrum.....	19
Eventhalle Hangar 10.....	19
Raumfahrthalle .....	20
Anreise zum Technikmuseum Speyer .....	21
<b>Kongresshotel „Hotel Speyer am Technikmuseum“</b> .....	<b>22</b>
<b>Festvortrag im Rahmen des Festabends</b> .....	<b>23</b>
<b>Prof. Dr. Michael Buback: „RAF-Terror 1977 - Erfahrungen eines Opferangehörigen.“</b> .....	<b>23</b>
<b>Rahmenprogramm</b> .....	<b>24</b>
1. „Welcome“ im Ratskeller Speyer.....	24
2. Gesellschaftsabend unter der Raumfähre Buran .....	25
3. Stadtführung Speyer in historischer Gewandung .....	26
4. Führung Dom zu Speyer inkl. Krypta mit Turmaufstieg.....	27
<b>Tagungsprogramm (Übersicht)</b> .....	<b>28</b>
<b>Kongressprogramm</b> .....	<b>32</b>
Donnerstag, den 18.10.2018 .....	32
Freitag, den 19.10.2018 .....	32
Samstag, den 20.10.2018 .....	35
<b>Abstracts</b> .....	<b>37</b>

W1-Vorträge.....	37
W2-Vorträge .....	41
W3-Vorträge .....	45
W4-Vorträge .....	49
W5-Vorträge .....	53
W6-Vorträge .....	56
F-Vorträge.....	60
Poster.....	62
<b>Autoren, Referenten und Institute .....</b>	<b>70</b>

## Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V.

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,  
sehr geehrte Damen und Herren,

als Präsident der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. begrüße ich Sie recht herzlich zu unserer 56. wissenschaftlichen Jahrestagung 2018 im Technikmuseum in Speyer. Ich glaube, dass dieser einzigartige Veranstaltungsort einen ganz hervorragenden Rahmen für unsere diesjährige Jahrestagung darstellt. Als Vorstand haben wir uns ganz bewusst für das Technikmuseum in Speyer entschieden: Neben einer einzigartigen Ausstellung haben auch die Stadt und der Flugplatz Speyer einen historischen und langjährigen Bezug zur Luft- und Raumfahrt.

Der Flugplatz in Speyer geht auf die Gründung der Pfalz-Flugzeugwerke (PFW) im Jahr 1913 zurück. Die Pfalz-Flugzeugwerke GmbH war ein deutscher Flugzeughersteller während des Ersten Weltkriegs auf dem Areal des heutigen Technik-Museums Speyer. Nach deren Schließung siedelten sich im Jahr 1937 die Flugwerke Pfalz-Saar an. Nach dem Zweiten Weltkrieg siedelte sich die Firma Heinkel an. Die Fabrik wurde 1964 von den Vereinigten Flugtechnischen Werke (VFW) aufgekauft und wurde 1983 Teil von Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB), die ab 1991 in der Deutsche Airbus aufging. Die Namensfindung änderte sich in den Folgejahren in Deutsche Aerospace Airbus GmbH und 1995 in Daimler-Benz Aerospace Airbus GmbH. Heute arbeitet das Unternehmen als PFW Aerospace weiter im Flugzeugbau und baut Komponenten für große Verkehrsflugzeuge, wie z. B. die gesamte Airbuspalette von A318 bis A380 und die Boeing 787; in Militärflugzeuge A310MRTT, Eurofighter Typhoon, Panavia Tornado, EC 135, Westland EH 101 Merlin, Airbus A400M, Nimrod; in Regional- und Geschäftsflugzeuge wie Bombardier CL300, Bombardier Global Express, Bombardier CRJ700 u. CRJ 900, Embraer 170 und 190 sowie Gulfstream 5. Außerdem ist das Unternehmen im Komponentenbau für Triebwerke, z. B. Trent 700 und 800, V2500, BR 710, Tay 611, RB 199, Adour und das EJ 200 aktiv (Quelle: wikipedia.de).

Selbst habe ich auch einen langjährigen persönlichen Bezug zum Verkehrslandeplatz in Speyer. Hier - in meiner südpfälzer Heimat - habe ich im Jahr 1990 bei der nach wie vor ansässigen Motorfluggemeinschaft (MFG Speyer e.V.) auf einer Piper PA28-140 meine Privatpiloten-Lizenz erworben und damit den ersten Grundstein zur Luft- und Raumfahrtmedizin geschaffen. Hierzu werde ich Ihnen dann im Rahmen des Festabends noch einige weitere Details vorstellen.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, ich wünsche Ihnen allen eine sehr interessante und für alle Beteiligte informative 56. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V.

Mit freundlichen Grüßen,

Ihr



Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein,  
D.E.S.A., E.D.I.C., F.As.M.A.  
Präsident der DGLRM e. V.



## Grußwort des Kongresspräsidenten „Speyer 2018“

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen, Tagungsteilnehmerinnen und Tagungsteilnehmer!

Der Vorstand der DGLRM e.V. hat mich beauftragt, die Funktion des Tagungspräsidenten der 56. Wissenschaftlichen Jahrestagung unserer Fachgesellschaft zu übernehmen. Mein Team hat alles gegeben, um eine interessante und spannende Tagung vorzubereiten. Auch dieses Jahr haben wir, den guten Erfahrungen und den positiven Rückmeldungen der 55. Jahrestagung in Köln folgend, drei Präsentationsschwerpunkte gewählt: Wissenschaftliche Vorträge, Fortbildungsvorträge und Posterpräsentation. Auch dieses Jahr werden die drei besten Poster prämiert.

Ergänzt wird die Tagung durch den Eröffnungsvortrag von General Thomas Reiter und den Festvortrag während des Gesellschaftsabends am Freitag von Prof. Dr. Buback. Auch wird es am Samstagnachmittag Vorträge und 2 interessante Sitzungen für alle Tagungsteilnehmer geben.

Wir möchten allen Referentinnen und Referenten, Co-Referentinnen und Co-Referenten und allen Posterpräsentatorinnen und Posterpräsentatoren für ihre Bereitschaft danken, diese „unsere“ Tagung aktiv zu gestalten. Besonders würdigen möchte ich das Zusammentreffen von Fliegerärzten und Fachspezialisten mit Wissenschaftlern unserer Schwerpunktfelder Flugmedizin und Raumfahrtmedizin. Dies ist ein wichtiges und notwendiges fachliches Zusammentreffen, um unsere Fachgesellschaft, aber auch die Luft- und Raumfahrtmedizin weiterzuentwickeln.

Auch wenn auf dieser Tagung nicht alles präsentiert werden kann, suchen Sie den Kontakt, scheuen Sie sich nicht Fragen zu stellen, üben Sie Kritik und loben Sie, nur ein ehrlicher Austausch bringt uns wirklich voran.

Ich wünsche Ihnen eine interessante und lehrreiche Tagung,

Ihr



Dr. med. T. Pippig  
Tagungspräsident „Speyer 2018“





## Grußwort des Oberbürgermeisters von Speyer

Sehr geehrte Damen und Herren,

zur Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin heiÙe ich sie in Speyer sehr herzlich willkommen. Es freut mich sehr, Sie hier bei uns begrüÙen zu dürfen.

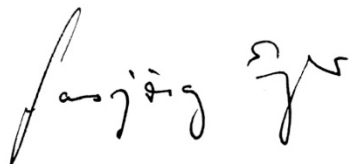
Nur allzu gerne verweise ich auf die lange Luftfahrttradition, auf die unsere Stadt mit Stolz blicken kann, um Ihnen zu verdeutlichen, welche gute Wahl Sie getroffen haben, diesen 56. Jahreskongress der DGLRM bei uns in der Pfalz zu veranstalten: Schon der erstmalige Überflug eines Zeppelins im Jahr 1908 entfachte einen Begeisterungssturm bei den Speyerer Bürgerinnen und Bürgern und im Jahr 1912 stellte der Stadtrat eine Fläche von 16 Hektar zur Einrichtung eines Flugfelds zur Verfügung – kostenlos, wohlgemerkt. Noch im Oktober 1912 landete mit einer „Rumpler Taube“ erstmals ein Flugzeug in Speyer. Ein Jahr später folgte die Gründung der Pfalz-Flugzeugwerke und Speyer wurde zu einer der Pionierstätten der Fliegerei und des Flugzeugbaus, als vom Speyerer Flugplatz Piloten zu Testflügen mit Prototypen, die Speyerer Konstrukteure entwickelt hatten, starteten.

Noch heute bilden die Pfalz-Flugzeugwerke, nun unter dem Namen PFW Aerospace einen Eckpfeiler des wirtschaftlichen Gefüges der Stadt und in unzähligen Flugzeugen, die sich täglich weltweit in die Lüfte erheben, befinden sich Komponenten aus der Fertigung des Weltmarktführers aus Speyer.

Es ist also beileibe kein Zufall, dass sich in dieser Stadt ein Technik-Museum befindet, das mit seiner umfangreichen Flugzeugsammlung sowie der größten Raumfahrt Ausstellung Europas Ihrer Jahrestagung den idealen Rahmen bietet. Letztlich ist Ihre Disziplin, die Luft- und Raumfahrtmedizin unmittelbar mit der Geschichte und den historischen, technischen Entwicklungen der Luftfahrt verbunden.

Und so wünsche ich Ihnen, eingebettet in so viel Historie, eine erfolgreiche und informative Tagung, einen guten kollegialen und freundschaftlichen Austausch sowie einen angenehmen Aufenthalt in Speyer.

Ihr



Hansjörg Eger  
Oberbürgermeister der Stadt Speyer



## Grußwort des ESA Koordinators Internationale Agenturen und Berater des Generaldirektors der ESA

Die "New Space Economy" hat eine enorme Dynamik entwickelt, die sich in mancherlei Hinsicht durchaus mit der rasanten Entwicklung der kommerziellen Luftfahrt im vergangenen Jahrhundert vergleichen lässt. So bereiten sich erste Anbieter von astronautischen Raumtransportsystemen wie Virgin Galactic, Blue Origin und SpaceX darauf vor, den Blick auf unseren Planeten und das Erlebnis der Schwerelosigkeit auch touristisch zu erschließen.

Die Rückkehr von Menschen auf den Mond, und selbst die Möglichkeit von touristischen Flügen über die Grenze der Atmosphäre und den niedrigen Erdorbit hinaus scheint (wieder) in greifbare Nähe zu rücken.

Im Rahmen des Betriebs der ehemaligen russischen Raumstation Mir und der internationalen Raumstation ISS nimmt die Zahl von Astronauten/innen, welche im Laufe mehrerer Missionen zu den Raumstationen Mir und ISS viele Monate und teilweise sogar Jahre im erdnahen Weltraum verbracht haben, stetig zu. Auf diese Weise war es möglich, die Langzeiteffekte von Schwerelosigkeit und kosmischer Strahlung auf den menschlichen Organismus sehr umfassend zu untersuchen. Die damit einhergehenden Auswirkungen auf den menschlichen Körper sind schon teilweise recht gut verstanden. Allerdings werden bei Besatzungsmitgliedern nach Langzeitaufenthalten auch neue, bisher unbekannte Phänomene entdeckt, die einer weiteren Untersuchung bedürfen.

Die Perspektiven, Menschen in den kommenden Jahrzehnten für Langzeitaufenthalte zum Mond- und vielleicht in zwei Jahrzehnten sogar auf eine Mission zu unserem Nachbarplaneten Mars zu schicken sowie der zu erwartende Weltraumtourismus erfordert die Fortführung medizinischer Forschung unter den Bedingungen des Weltraums mit unverminderter Intensität.



Thomas Reiter

ehemaliger Raumfahrer

ESA Koordianator Internationale Agenturen



## Grußwort des Generalarztes der Luftwaffe

Sehr geehrte Tagungsteilnehmerinnen und Tagungsteilnehmer,  
sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,  
sehr verehrte Damen und Herren,

als Generalarzt der Luftwaffe begrüße ich sie recht herzlich zur 56. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin in Speyer.

Es ist eine gute Tradition der Gesellschaft, ihre Tagungen an einem Standort mit fliegerischer Historie durchzuführen. Dies gilt auch für den diesjährigen Tagungsort. Der Flugplatz Speyer zählt zu den ältesten Fluggeländen in Deutschland, schon 1912 landete eine Rumper-Taube auf den Wiesen am Rhein. Bereits 1913 wurden auf dem Gelände die Pfalz-Flugwerke Speyer gegründet, womit Speyer zu den ältesten luftfahrttechnischen Standorten Deutschlands gehört. nach einer wechselvollen Geschichte, u.a. bis 1986 auch als Kaserne der französischen Streitkräfte, wurde zu Beginn der 1990er Jahre das Technikmuseum aufgebaut. Heute beinhaltet es die größte Raumfahrt Ausstellung Europas mit ca. 600 einzigartigen Exponaten, dabei sind zivile und militärische Flugzeuge ein Schwerpunkt des Museums. Somit wurde auch dieses Mal wieder ein würdiger Tagungsort gewählt.

Wie schon im vergangenen Jahr hat die Tagung zwei Schwerpunkte. Auf der einen Seite präsentieren erfahrene Wissenschaftler und ihre „Schüler“ interessante Vorträge und Projekte aus einer sich rasant entwickelnden Raumfahrt und Raumfahrtmedizin zu konkreten Fragestellungen, wie z.B. die Marsmission, das Monddorf oder die kommerziellen Raumflüge für Weltraumtouristen sowie zu wichtigen flugmedizinischen Themen der zivilen und militärischen Flugmedizin. Auf der anderen Seite werden in parallelen Fortbildungsvorträgen von erfahrenen Fliegerärzten und Kollegen aktuelle fachliche Themen und Entwicklungen der klinischen Flugmedizin vorgestellt.

Diese Mischung von Aus-, Fort und Weiterbildung und Wissenschaft auf den gebieten der Luft- und Raumfahrtmedizin macht die Gesellschaft von interessanter, kompetenter und auch leistungsfähiger. Als generalarzt der Luftwaffe und damit oberster fachlicher Represäsentant der militärischen Luft- und Raumfahrtmedizin möchte ich an die langjährige kameradschaftliche und fruchtbare zivil-militärische Kooperation auf dem Gebiet der Flugmedizin und nun auch zunehmend auf dem Gebiet der Raumfahrtmedizin erinnern. Nur gemeinsam können wir die vor uns stehenden Aufgaben und Fragestellungen meistern, immer unter dem Blickwinkel der Flugsicherheit, dem Schutz unserer Pilotinnen und Piloten sowie der Luftfahrtbesatzungen und der Passagiere.

Eine Fachtagung kann naturgemäß nicht alle Fragen beantworten, sie ist aber jeder geeignete Ort des Kennenlernens, des Erfahrungsaustausches, der Diskussion und Entwicklung von Ideen für uns Begeisterte aus dem Bereich der Luft- und Raumfahrtmedizin.

Ich wünsche Ihnen allen eine erlebnisreiche und spannende Tagung,

Ihr

Prof. Dr. Rafael Schick, Generalarzt



## Grußwort des Leiters des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR)

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,  
sehr geehrte Tagungsteilnehmer,

zur diesjährigen Tagung der DGLRM begrüße ich Sie alle sehr herzlich im Technik-Museum in Speyer. Die Wahl der Stadt Speyer für diesen Kongress ist äußerst passend ausgewählt. Nur wenige hundert Meter trennen das Gelände des Technik-Museums mit seinen einmaligen Exponaten aus der Welt der Luft- und Raumfahrt vom Dom zu Speyer. Altes und Neues, Tradition und Hochtechnologie liegen hier thematisch sowie räumlich eng beieinander und sind so untrennbar miteinander verbunden. Wo könnte man also besser neue Sichtweisen und Ansätze dafür entwickeln, die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen in der Luft- und Raumfahrt zu erhalten und zu verbessern?


Dies spiegelt sich auch in dem herausragenden wissenschaftlichen Tagungsprogramm wider, das mit seinen interdisziplinären Themen ein breites Spektrum der Luft- und Raumfahrtmedizin abbildet. Die Relevanz der Themen für die praktische Luft- und Raumfahrtmedizin ist offensichtlich. Darüber hinaus können die Erkenntnisse unseres Fachgebietes aber auch in der Medizin auf der Erde Anwendung finden. Die besondere klinische und wissenschaftliche Expertise der Luft- und Raumfahrtmedizin kann zum Beispiel für die Wirkung von Umweltfaktoren auf den Menschen im Rahmen des globalen Wandels zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Es freut mich besonders, dass auch in diesem Jahr wieder viele jüngere Kolleginnen und Kollegen die Gelegenheit haben, die Ergebnisse ihrer Arbeit zu präsentieren und intensiv zu diskutieren. Die zukünftige Luft- und Raumfahrtmedizin wird von dieser kommenden Generation geprägt werden und wir sollten alles tun, ihnen unser Wissen, unsere Erfahrungen und vor allem unsere Begeisterung für das faszinierende Fachgebiet zu vermitteln.

In diesem Sinne freue ich mich sehr auf diese Konferenz und auf die neuen Erkenntnisse und Inspirationen, die wir aus Speyer mitnehmen werden.

Mit den besten Wünschen für eine erfolgreiche Tagung,

Ihr



Prof. Dr. med. Jens Jordan  
Leiter des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin



## Grußwort des Geschäftsführers der Deutschen Akademie für Flug- und Reisemedizin (DAF)

Sehr geehrte Tagungsteilnehmerinnen und Tagungsteilnehmer, sehr geehrte Damen und Herren!

Ich darf Ihnen auch als Geschäftsführer der deutschen Akademie für Flugmedizin meine herzlichen Grüße übermitteln.

Wie Sie sicherlich wissen, hat die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin die Gesellschafteranteile der Lufthansa an der Deutschen Akademie für Flug- und Reisemedizin (DAF) im April 2016 übernommen und ist damit alleiniger Gesellschafter der DAF. Dies bedeutet, dass die DGLRM – und damit wir alle – der Garant für die Ausbildung und für die Fort- und Weiterbildung der flugmedizinischen Sachverständigen in Deutschland ist.

Die Kurse der DAF finden im Tagungshotel der Lufthansa in Seeheim statt. Jährlich werden ein Basis-Kurs für AME der Klasse 2 und ein Advanced-Kurs für AME der Klasse 1 durchgeführt. Die Teilnehmer kommen nicht nur aus Deutschland, sondern auch aus Europa und der ganzen Welt. Speziell für die erfahrenen Fliegerärzte führt die DAF jährlich einen Refresher-Kurs, ebenfalls in Seeheim, durch.

Ich wünsche uns allen einen erfolgreichen Tagungsverlauf, einen regen Austausch und neue Ideen und Impulse für die Weiterentwicklung unserer Gesellschaft.

PD Dr. med. Frank Weber  
Geschäftsführer der Deutschen Akademie  
für Flug- und Reisemedizin (DAF)



## Allgemeine Hinweise

### *Wissenschaftliche Leitung*

Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein  
Präsident der DGLRM e.V.

OTA Dr. med. Torsten Pippig  
Kongresspräsident Speyer 2018

### *Programmkomitee (alphabetisch)*

Dipl.-Phys. Eckard Glaser, M.A.  
Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein  
OFA PD Dr. med. Carla Ledderhos  
Dr. med. Christopher Neuhaus  
OTA Dr. med. Torsten Pippig  
Dr. med. Jörg Siedenburg  
Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich  
Dr. med. Dipl.-Ing. Heiko Welsch  
OFA Dr. med. Andreas Werner

### *Teilnahmegebühr*

#### **Anmeldung bis 31.08.2018**

Nicht-Mitglieder 180 Euro  
Mitglieder der DGLRM e.V. 160 Euro  
Studenten mit Ausweis 50 Euro

#### **Anmeldung ab 01.09.2018**

Nicht-Mitglieder 200 Euro  
Mitglieder der DGLRM e.V. 180 Euro  
Studenten mit Ausweis 50 Euro

### *Kongressorganisation*

Deutsche Gesellschaft für  
Luft- und Raumfahrtmedizin e.V.

### *Hinweise für Referenten und Sitzungsleiter*

Alle Vortragsräume sind mit Laptop und Beamer ausgestattet. Bitte beachten Sie, dass unsere Computer teilweise noch unter **Windows XP Prof. Ver. 2002 SP3** und unter **Microsoft-Office 2003** laufen. Die Vortragenden werden gebeten, ihre Präsentation (USB-Stick) spätestens in der Pause vor ihrer Sitzung abzugeben. Falls ein eigenes Notebook mitgebracht wird, sollten die Systeme rechtzeitig auf Kompatibilität geprüft werden.

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.

### *Poster*

Alle Poster sollten während des gesamten Kongresses aushängen. Sie können ab Freitag, den 19.10.2018, 8:00 Uhr an der ausgeschilderten Fläche aufgehängt werden.

Für die drei besten Poster wird ein Posterpreis ausgelobt. Jedem/r Autor/In wird die Gelegenheit zur Präsentation seines/ihres Posters eingeräumt. Dazu werden Sie gebeten, in den Pausen wesentliche Inhalte des Posters vorzustellen. Bitte erstellen sie ebenso eine Version des Posters im PDF-Format. Die Verleihung der Posterpreise findet während des Gesellschaftsabends am Freitag statt.

### *Zertifizierung*

Die Jahrestagung ist von der **Akademie für ärztliche Fortbildung** in **Rheinland-Pfalz (LÄK)** mit 18 Fortbildungspunkten anerkannt!

Die Jahrestagung ist beim **LBA Braunschweig** als flugmedizinischer Fortbildungslehrgang mit 12 Stunden anerkannt!

Die Jahrestagung ist beim **BAF Langen** als flugmedizinischer Fortbildungslehrgang mit 12 Stunden anerkannt!

### *Museumsbesuch Technikmuseum Speyer*

Öffnungszeiten Museum: Mo.-Fr 9:00 bis 18:00 Uhr / Sa., So. und an Feiertagen 9:00 bis 19:00 Uhr



### **Die DGLRM in sozialen Medien**

[www.facebook.de/flugmed](http://www.facebook.de/flugmed)  
[www.youtube.de](http://www.youtube.de)  
[www.instagram.com/dglrm](http://www.instagram.com/dglrm)  
[www.twitter.com/DGLRM\\_eV](http://www.twitter.com/DGLRM_eV)

## **Wichtige Termine**

### **Jahrestagung**

#### ***DGLRM Vorstandssitzung***

Donnerstag, den 18.10.2018 um 11 Uhr im Mercedes Salon

#### ***DGLRM Vorstandsratssitzung***

Donnerstag, den 18.10.2018 um 14 Uhr im Mercedes Salon

#### ***Registrierung***

Freitag, den 19.10.2018 ab 07:30 Uhr im Technikmuseum Speyer

#### ***Mitgliederversammlung***

Freitag, den 19.10.2018 um 17:30 Uhr in der Eventhalle Hangar 10.

#### ***Preisverleihungen***

Freitag, den 19.10.2018 ab 19:00 Uhr im Rahmen des Gesellschafts-abends unter der Buran-Raumfähre (Raumfahrthalle).

## Veranstaltungsort Speyer



*Dom zu Speyer*

Foto: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)



Foto: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)



# Tagungsort

Technik- Museum Speyer

Am Technik Museum 1, 67346 Speyer



Foto: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)



Foto: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)



Foto: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)



Foto: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

## Daten und Fakten zu den Vortragsräumen

### Mercedes Salon im Tagungszentrum



Foto: [www.speyer.technik-museum.de](http://www.speyer.technik-museum.de)

### Eventhalle Hangar 10

Ungeahnte Möglichkeiten bietet die topmoderne Eventhalle "Hangar 10". 1.200 qm Hallenfläche, geeignet für 500 bis 1000 Personen. Klimatisiert und mit Fußbodenheizung Tageslicht und Verdunklungsmöglichkeit.



Foto: [www.speyer.technik-museum.de](http://www.speyer.technik-museum.de)

## Raumfahrthalle

Die grösste Raumfahrtausstellung Europas!

Gemeinsam mit Space Consult zeigt das Technik Museum Speyer auf einer Fläche von über 5.000 qm ca. 600 einzigartige Exponate, welche die Geschichte der Raumfahrt von den Anfängen in den frühen 1960er Jahren bis zur aktuellen Internationalen Raumstation ISS dokumentieren. Neben der original Spaceshuttle BURAN ist das Trainingsmodul des Raumlaborers SPACELAB und ein 1:1 Modell des Forschungsmoduls Columbus zu bestaunen. Wertvolle Raumfahrtanzüge, Originaldokumente, Modelle und zahlreiche weitere Raumfahrtexponate wie z.B. die originale Landekapsel der Sojus Mission TM-19 und ein hochwertiges Replikat des Wostok 1 Raumschiffs runden diese einmalige Ausstellung ab. 2013 wurde die Raumfahrtausstellung um den Themenbereich "Der Mond" ergänzt und präsentiert nun neben Mockups der Apollo 11 Mondfähre "EAGLE" und dem Mondauto "Lunar Roving Vehicle" auch einen 3,4 Milliarden Jahre alten Mondstein von unschätzbarem Wert. – *Technikmuseum Speyer*



Foto: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

## Anreise zum Technikmuseum Speyer

### Mit dem PKW

Das Technik Museum Speyer ist über die Autobahn A61 (Koblenz-Speyer) leicht zu erreichen. Von den Autobahnausfahrten "Speyer" sowie "Speyer/Hockenheim" folgen Sie bitte der Beschilderung Richtung Speyer, bzw. "Museum" direkt auf den großen PKW- Parkplatz.

### Mit der Bahn

Als Zielstation für Ihre Anreise mit dem Zug können Sie den Hauptbahnhof Speyer wählen. Vom Hauptbahnhof können Sie Ihre Anreise gut mit dem öffentlichen Nahverkehr fortsetzen.

### Mit dem öffentlichen Nahverkehr

Vom Hauptbahnhof zur Haltestelle Technik Museum:

Buslinie 564 Richtung Speyer, Flugzeugwerke

oder

Buslinie 565 Richtung Speyer, Flugzeugwerke

### Flughafen

Der Flughafen Frankfurt-Main befindet sich ca. 90km nördlich von Speyer (Fahrzeit 1 Stunde), der Flughafen Stuttgart befindet sich ca. 120km in Richtung Süden. Direkt neben dem Technik Museum Speyer liegt der Regionalflugplatz Speyer (EDRY).

Webseite des Regionalflugplatzes Speyer:

<https://www.flugplatz-speyer.de>

## Kongresshotel „Hotel Speyer am Technikmuseum“



Foto: [www.hotel-speyer.de](http://www.hotel-speyer.de)

Das Hotel Speyer am Technik Museum liegt in ruhiger Umgebung direkt im Zentrum der Domstadt Speyer auf dem Gelände des Technikmuseum Speyer, nur fünf Autominuten von der A61 entfernt.



Foto: [www.hotel-speyer.de](http://www.hotel-speyer.de)

Das Parken auf dem ausreichend großen Parkplatz ist für Hotelgäste inklusive.

## Festvortrag im Rahmen des Festabends

### Prof. Dr. Michael Buback: „RAF-Terror 1977 - Erfahrungen eines Opferangehörigen.“

Für das Karlsruher Attentat, dem sein Vater und zwei Begleiter zum Opfer fielen, erläutert Michael Buback, dass die für das Verbrechen zu lebenslänglich Verurteilten gar nicht am Tatort waren. Er schildert die Schwierigkeiten und die Aussichtslosigkeit des RAF-Prozesses 2010 bis 2012, in dem eine geheime Informantin des Verfassungsschutzes als Mittäterin angeklagt war.

- geb. 16. Februar 1945 in Nobitz/Altenburg (Thüringen)
- 1963-1967 Chemiestudium Universität Karlsruhe
- 1972 Dr. rer.nat., Univ. Karlsruhe
- 1978 Habilitation in Physikalischer Chemie
- 1978-1981 Heisenberg-Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft
- 1981-1995 Professor (C<sub>3</sub>) für Angewandte Physikalische Chemie, Univ. Göttingen
- 1995-2012 C<sub>4</sub>-Professor für Technische und Makromolekulare Chemie, Univ. Göttingen
- seit 2000 Ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen
- 2012 – 2015 Präsident der IUPAC Polymer Division
- 2012 bis März 2017 (nach Pensionierung) Forschungsprofessor an der Univ. Göttingen



Foto: Michael Buback

#### Preise:

- 1989 Carl-Duisberg Gedächtnispreis der Gesellschaft Deutscher Chemiker
- 1990 DECHEMA-Preis der Max-Buchner-Forschungstiftung
- 2007 Bunsen-Denk Münze der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie
- 2007 Hermann-Mark-Medaille des Österreichischen Forschungsinstituts für Chemie und Technik
- 2016 Internationaler Preis der Japanischen Gesellschaft für Polymerwissenschaften

#### Mehr als 300 begutachtete wissenschaftliche Artikel zu den Arbeitsgebieten:

- Kinetik und Mechanismus radikalischer Polymerisationsprozesse, Pulslaser-induzierte Polymerisationen, Chemische Prozesse bei hohen Drücken und in überkritisch fluider Phase

## Rahmenprogramm

### 1. „Welcome“ im Ratskeller Speyer

#### **Treffpunkt:**

Donnerstag, 18.10.2018 um ca. 19:00 Uhr

Ratskeller Speyer

Maximilianstraße 12, 67346 Speyer

***Vorherige Anmeldung notwendig!***

Maximalanzahl: 30 Personen



Foto: [www.stadtmagazin.com](http://www.stadtmagazin.com)



## 2. Gesellschaftsabend unter der Raumfähre Buran

### **Beginn:**

Freitag, 19.10.2018 um 19:00 Uhr in der Raumfahrthalle

### ***Vorherige Anmeldung notwendig!***

Maximalanzahl: 100 Personen

Im Rahmen des Gesellschaftsabends werden Ehrungen vorgenommen und die Preise verliehen.

Für Speisen und Getränke ist gesorgt.

Die Getränke werden zu Selbstkosten ausgeschrieben.



*Foto: Technik-Museum Speyer*

### 3. Stadtführung Speyer in historischer Gewandung

#### **Treffpunkt:**

Samstag, 20.10.2018 um 19:30 Uhr

Dauer: 1,5 Std.

Treffpunkt: Dom, Hauptportal

#### ***Vorherige Anmeldung notwendig!***

Auf einer geführten Tour durch die Altstadt von Speyer erfahren Sie einige interessante Details über die Stadt. Begleiten Sie uns auf eine Zeitreise in die Geschichte. Folgende Epochen werden dargestellt:

- 1462 - Uffruhr in Speyer
- 1529 - Zwischen Heuchlern und Pharisäern
- 1600 - Hexen, Henker und Halunken
- 1689 - Speyer droht die Flammenhölle



Foto: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

## 4. Führung Dom zu Speyer inkl. Krypta mit Turmaufstieg

### **Treffpunkt:**

Sonntag, 21.10.2018 um 12:30 Uhr (Beginn der Führung!)

Treffpunkt: Vor dem Dom zu Speyer

***Vorherige Anmeldung notwendig!***

Maximalanzahl: 30 Personen



*Foto: Dom zu Speyer*

## Tagungsprogramm (Übersicht)

Donnerstag, 18.10.18				
19:00	„Welcome“ im Ratskeller Speyer			
Freitag, 19.10.2018				
08:15 bis 08:45	Eröffnung und Grußworte Ort: Eventhalle Hangar 10			
08:45 bis 09:30	Eröffnungsvortrag (General T. Reiter) Ort: Eventhalle Hangar 10			
09:30 bis 09:45	Kaffeepause			
	Eventhalle Hangar 10		Mercedes Salon	
09:45 bis 11:00	W-1 "Arbeitsmedizin"  Vorsitz: HEDTMANN/SCHWERER	1. T. Sye (BG) (15 min)	F-1 9:45-10:20	C. Stern Update: Augen- heilkunde
		2. S. Dreger (Bre- men) (15 min)		
		3. C. Caumanns (BG) (15 min)	F-2 10:25 - 11:00	I. Janicke Update: Kardiologie I
		4. S. Koslitz (Bo- chum) (15 min)		
		5. K. Kellner (Fürs- tenfeldnruck) (15 min)		
11:00 bis 11:15	Kaffeepause			
11:15 bis 12:30	W-2 "Militärische Flugmedi- zin", ZLRLw  Vorsitz: WEBER/BRESSEM	1. O. Daum (Man- ching) (15 min)	F-3 11:15-11:50	S. Jansen/ M. Meyer HNO: Tubenfunk- tion
		2. C. Ledderhos (Fürstenfeld- bruck) (15min)		
		3. A. Knöffler (Blankenheim) (15 min)	F-4 11:55-12:30	N. Güttler Update: Kardiolo- gie II
		4. H. J. Noble (Fürstenfeld- bruck) (15 min)		
		5. A. Werner (Kö- nigsbruck) (15 min)		

12:30 bis 13:30	<b>Mittagspause</b>			
13:30 bis 14:45	W-3 Aktuelle Luft- und Raum- fahrtmedizinische For- schung am DLR 1 (Köln)  Vorsitz: JORDAN/STERN	1. C. Stern (15 min)	F-5 13:30-14:05	Airbus Defence and Space, Fried- richshafen: „kiwi – Your Ticket to Microgravity“  C. Neuhaus CRM
2. F. Paulke (15 min)				
3. B. Fischer (15 min)		F-6 14:10 - 14:45		
4. D. Rooney (15 min)				
5. F. Hoffmann (15 min)				
14:50 bis 16:05	W-4 Aktuelle Luft- und Raum- fahrtmedizinische For- schung am DLR 2 (Köln)  Vorsitz: HEMMERSBACH/FI- SCHER	1. Schulze- Kis- sing (15 min)	F-7 14:50-15:25	F. Weber Update: Neurolo- gie
2. M. Lindlar (15 min)				
3. M. Meier (15 min)		F-8 15:30-16:05	B. Rieke Update: Reiseum- medizin	
4. F. Fuchs (15 min)				
5. R. Hemmers- bach (15 min)				
16:05 bis 16:20	<b>Kaffeepause</b>			
16:20 bis 17:30	<b>Bericht der Arbeitsgruppen durch die Arbeitsgruppenleiter und Bericht der DAF durch den Geschäftsführer Ort: Eventhalle Hangar 10</b>			
17:30 bis 18:30	<b>Mitgliederversammlung der DGLRM e.V. Ort: Eventhalle Hangar 10</b>			
ab 19:00	<b>Gesellschaftsabend</b> Verleihung der <b>Posterpreise</b> Verleihung des <b>Berblingerpreis</b> der DAF Verleihung der <b>Ehrennadel</b> der DGLRM e.V. <b>Festvortrag Prof. Dr. Buback</b> <b>Ort: Raumfahrthalle (Buran-Raumfähre)</b>			

<b>Samstag, 20.10.2018</b>				
	Eventhalle Hangar 10		Mercedes Salon	
09:00 bis 10:15	W-5 "Freie Themen"  Vorsitz: KNÖFFLER/GRELL	1. N. Wardenga (Hannover) (15 min)	F-9 9:00-9:35	V. Harsch Geschichte(n) aus der Flugmedizin
		2. M. Rausch (Fürstenfeld- bruck) (15 min)		
		3. F. Grell (Mün- chen) (15 min)	F-10 9:40-10:15	T. Pippig Update: Orthopä- die/ Unfallchirur- gie
		4. M. Venus (Schweiz) (30 min)		
10:15 bis 10:30	<b>Kaffeepause</b>			
10:30 bis 11:45	W-6 "Neues aus der Schweiz"  Vorsitz: BRON/ULLRICH	1. U. Kyoko- Nadja (Düben- dorf) (15 min)	F-11 10:30 - 11:05	K.-B. Hüttenbrink Update: HNO/ Tauchmedizin
		2. M. Aebi (Dü- bendorf) (15 min)		
		3. R. v. Watten- wyl (Dübendorf) (15 min)	F-12 11:10 - 11:45	J. Siedenburg (Update: Mental Health of Pilots)
		4. O. Ullrich (Zü- rich) (15. min)		
		5. C. Thiel (Zü- rich) (15 min)		
11:45 bis 13:00	<b>Mittagspause</b>			
13:00 bis 14:10	<b>„Würden Sie mit diesem Piloten fliegen?“ für alle Tagungsteilnehmer (Dr. med. R. Quast, AeMC Germany, Stuttgart; Frau B. Tourneur, LBA Braunschweig) Ort: Eventhalle Hangar 10</b>			
14:10 bis 14:25	<b>Kaffeepause</b>			
14:25 bis 15:00	<b>F-13 Vortrag: Prof. P. Bärtsch „Geschichte der alpinen Flugrettung“ (für alle Tagungsteilnehmer) Ort: Eventhalle Hangar 10</b>			
15:00 bis 15:35	<b>F-14 Vortrag: Dr. med. P. Frank „Update Impfen“ (für alle Tagungsteilnehmer) Ort: Eventhalle Hangar 10</b>			

15:40 bis 16:00	<b>Vortrag der/des Preisträgers „A.L. Berblingerpreis“ Ort: Eventhalle Hangar 10</b>
16:00 bis 16:15	<b>Kaffeepause</b>
16:15 bis 17:45	<b>ESAM/ Behördensitzung (je 20 min., für alle Tagungsteilnehmer)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A. Becker (BAF Langen) „Neues aus dem BAF“</li> <li>2. R. Kamp (BMVI) „Neues aus Berlin und Brüssel“</li> <li>3. J. Hinkelbein (Chairman ESAM Space Medicine Group)</li> <li>4. R. Simons (ESAM)</li> </ol> <b>Ort: Eventhalle Hangar 10</b>
17:45 bis 18:00	<b>Abschluss durch den Präsidenten und Tagungsende Ort: Eventhalle Hangar 10</b>
19:30	<b>Rahmenprogramm: „Nachtwächter“ Ort: Dom Hauptportal</b>
<b>Sonntag, 21.10.2018</b>	
<b>Rahmenprogramm „Dombesichtigung“ 12:30 Uhr</b>	

## Kongressprogramm

### Donnerstag, den 18.10.2018

- 11:00 Uhr Vorstandssitzung  
14:00 Uhr Vorstandsratssitzung  
19:00 Uhr „Welcome“ im Ratskeller Speyer

### Freitag, den 19.10.2018

#### Registrierung

ab 07:30 Uhr im Technikmuseum Speyer

08:15 Uhr – 08:45 Uhr

#### Kongresseröffnung und Grußworte

Ort: Eventhalle Hangar 10

- **Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein**  
Präsident der DGLRM
- **OTA Dr. med. Torsten Pippig**  
Kongresspräsident
- **Herr Hansjörg Eger**  
Oberbürgermeister der Stadt Speyer
- **Prof. Dr. Rafael Schick**  
Generalarzt der Luftwaffe  
(Vertreten durch OTA PD. Dr. med. Frank Weber)
- **Prof. Dr. med. Jens Jordan**  
Leiter des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin; DLR Köln
- **OTA PD. Dr. med. Frank Weber**  
Geschäftsführer der DAF

#### Eröffnungsvortrag

Ort: Eventhalle Hangar 10

- **General Thomas Reiter**  
ESA Koordinator Internationale Agenturen, ehemaliger Astronaut

09:45 Uhr – 11:00 Uhr

#### W-1 „Arbeitsmedizin“ (je 15 min.)

Ort: Eventhalle Hangar 10

Vorsitz: Hedtmann/Schwerer

**W-1.1.:** Gefahrstoffexposition auf deutschen Verkehrsflughäfen. Messungen im Zuständigkeitsbereich der Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation. [Sye T, Flemming B, Felten C, Hedtmann J]

**W-1.2:** Berufliche Strahlenexposition und Mortalität beim Fliegenden Personal in Deutschland: Ergebnisse einer großen Kohortenstudie unter Nutzung von Dosisregisterdaten, 1960-2014. [Zeeb H, Dreger S, Wollschläger D, Schafft T, Hammer G, Blettner M]

**W-1.3:** Flüchtige organische Verbindungen und Organophosphate im Blut bzw. Urin bei fliegendem Personal nach "Fume und Smell Events". [Caumanns C, Weiß T, Metzendorf U, Felten C, Hedtmann J]

**W-1.4:** Human-Biomonitoring von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC): Fehlerquellen in der präanalytischen Phase am Beispiel des n-Hexans. [Koslitz S, Brüning T, Weiß T]

**W-1.5:** Untersuchungen zur Reichweite kleiner Blutspritzspuren unter verminderter Umgebungsluftdichte. Studienkonzept, Umsetzung und erste Ergebnisse. [Kellner K, Schulz MM, Adamec J, Sinicina I, Werner A, Schwerer MJ]

#### F1 und F2 (je 35 min.)

Ort: Mercedes Salon

**F1:** Update: Augenheilkunde  
[Dr. med. Claudia Stern, DLR Köln]

**F2:** Update: Kardiologie I  
[Dr. med. Ilse Janicke, Uni Duisburg]



11:15 Uhr – 12:30 Uhr

**W-2 „Militärische Flugmedizin“ (je 15 min.)**

Ort: Eventhalle Hangar 10

Vorsitz: Weber/Bressemer

**W-2.1:** Anforderungen an die Mensch-Maschine-Interaktion in einem zukünftigen fliegenden Waffensystem der Luftwaffe (NGWS). [Daum O]

**W-2.2:** Erfassung der menschlichen Hämodynamik bei Parabelflügen mittels Photoplethysmographie. [Ledderhos C, Gens A, Rall G, Johannes B]

**W-2.3:** Abschlussergebnisse der Studie „Muskuläre Beanspruchung unter Beschleunigungskräften“. [Rausch M, Ledderhos C, Kühn S, Gens A, Zinner C, Weber F, Sperlich B]

**W-2.4:** Die Subarachnoidalblutung nach Aneurysmaruptur – eine mögliche der Sudden incapacitation. [Noble HJ]

**W-2.5:** Mobiles tele-physiologisches Messsystem – mobPhysioLab® zum online Monitoring von Vitalparametern und Biosignalen am Beispiel einer Übung der ABC-Abwehrtruppe. [Werner A, Drews T, Hagner K, Tandon R, Wittmann C, Fischer F]

**F3 und F4 (je 35 min.)**

Ort: Mercedes Salon

**F3:** HNO I ("Aktuelles zur Verbesserung der Tubenfunktion beim Fliegen")  
[Dr. med. Stephanie Jansen und Dr. med. Moritz Meyer, HNO Uniklinik Köln]

**F4:** Update: Kardiologie II  
[OTA Dr. med. Norbert Güttler, ZLRLw Fürstentfeldbruck]

12:30 Uhr – 13:30 Uhr

**Mittagspause**

13:30 Uhr – 14:45 Uhr

**W-3 „Aktuelle Luft- und Raumfahrtmedizinische Forschung am DLR 1“ (je 15 min.)**

Ort: Eventhalle Hangar 10

Vorsitz: Jordan/Stern

**W-3.1:** Spaceflight Associated Neuro-ocular Syndrome (SANS)-Augenveränderungen im All und im :envihab. [Stern C]

**W-3.2:** VaPER-Studie: Strikte Einhaltung der -6°-Kopftieflage in Bettruhe. Eine Verbesserung des Bettruhe-Modells? [Paulke F, Noppe A, von der Wiesche M, Mulder E]

**W-3.3:** Die Missionsbetreuung europäischer Astronauten am European Astronaut Center (EAC) in Köln. [Fischer B]

**W-3.4:** Beurteilung von Flugtauglichkeit bei adipösen Personen mit und ohne COPD: welche Untersuchungsverfahren sind geeignet? [Rooney D, Priegnitz C, Putzke M, Wittkowski M, Treml M, Wenzel J, Aeschbach D, Randerath R]

**W-3.5:** Zentraler Blutdruck und aortale Pulswellengeschwindigkeit vor und nach sechs Monaten Aufenthalt in Schwerelosigkeit. [Hoffmann F, Möstl S, Tank J]

**F5 und F6 (je 35 min.)**

Ort: Mercedes Salon

**F5:** "kiwi – Your Ticket to Microgravity" The Airbus Commercial Service for Microgravity Research and Applications. [Noémie Bernede, Dipl. Ing. (FH) Maria Birlem, Dipl. Ing. Christian Bruderrek, Dipl. Ing. (FH) Philipp Schulien, Airbus Defence and Space, Friedrichshafen]

**F6:** CRM [Dr. med. Christopher Neuhaus, Uni Heidelberg]

14:50 Uhr – 16:05 Uhr

**W-4 „Aktuelle Luft- und Raumfahrtmedizinische Forschung am DLR 2“ (je 15 min.)**

Ort: Eventhalle Hangar 10

Vorsitz: Hemmersbach/Fischer

**W-4.1:** Synchronizität in Operativen Teams: Eine Blickbewegungsstudie. [Schulze-Kissing D, Bruder C]

**W-4.2:** Medizinischer Bedarf für die Rettungshubschrauber 2030. [Lindlar M, Bartholomé E]

**W-4.3:** Das Strahlungsfeld auf Reise Flughöhen im solaren Minimum. [Meier MM, Schennetten K, Matthä D, Wirtz M]

**W-4.4:** Das Weltraumexperiment „BIOFILMS“ – Erforschung neuer antimikrobieller Oberflächen & Materialien. [Fuchs FM, Moeller R, Müller D, Hemmersbach R, Hellweg CE, Mücklich F]

**W-4.5:** Gravitationsbiologie – Translationale zellbiologische Forschung im Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin. [Hemmersbach H, Liemersdorf C, Brung S, Lichterfeld Y, Hauslage J]

**F7 und F8 (je 35 min.)**

Ort: Mercedes Salon

**F7:** Update: Neurologie [OTA PD Dr. med. Frank Weber, ZLRLw Fürstenfeldbruck]

**F8:** Update: Reisemedizin [Dr. med. Burkhardt Rieke, Düsseldorf]

16:05 Uhr – 16:20 Uhr

**Kaffeepause**

16:20 Uhr – 17:30 Uhr

**Sitzung des Fliegerärztlichen Ausschusses mit dem LBA und dem BMVI**

- nicht für Tagungsteilnehmer -  
(Leitung: R. Quast, B. Tourneur, R. Kamp)

Ort: wird noch bekannt gegeben

16:20 Uhr – 17:30 Uhr

**Bericht der Arbeitsgruppen durch den Arbeitsgruppenleiter und Bericht der DAF durch den Geschäftsführer**

Ort: wird noch bekannt gegeben

17:30 Uhr – 18:30 Uhr

**Mitgliederversammlung**

Ort: Eventhalle Hangar 10

Ab 19:00 Uhr

**Gesellschaftsabend inkl.**

- Verleihung der Posterpreise
- Verleihung des Berblingerpreis der DAF
- Verleihung der Ehrennadel der DGLRM e.V.
- Festvortrag Prof. Dr. Buback

Ort: Raumfahrrhalle – unter der Buran-Raumfahre

**Samstag, den 20.10.2018**

09:00 Uhr – 10:15 Uhr

**W-5 „Freie Themen“ (W 5.1 – W 5.3 je 15 min., W 5.4 30 min)**

Ort: Eventhalle Hangar 10

Vorsitz: Knöffler/Grell

**W-5.1:** Sprachverständlichkeit im Störschall bei normal- und schwerhörenden Personen. [Wardenga N, Maier H, Matschke R]

**W-5.2:** Flugmedizinisch relevante HNO-Erkrankungen. [Knöffler A]

**W-5.3:** Zum Toxic Air Syndrom. [Grell F]

**W-5.4:** Correlations of Flight Time Limitations, Fatigue, Employment Conditions and Airline Pilots' Mental Fitness. [Venus M]

**F9 und F10 (je 35 min.)**

Ort: Mercedes Salon

**F9:** Geschichte(n) der Flugmedizin [Dr. med. Victor Harsch, Neubrandenburg]

**F10:** Update Orthopädie/Unfallchirurgie [OTA Dr. med. Torsten Pippig, ZLRLw Fürstenfeldbruck]

10:15 Uhr – 10:30 Uhr

**Kaffeepause**

10:30 Uhr – 11:45 Uhr

**W-6 „Neues aus der Schweiz“ (je 15 min.)**

Ort: Eventhalle Hangar 10

Vorsitz: Bron/Ullrich

**W-6.1:** "Aerosound" – ein realitätsnaher Test für die Sprachverständigung der Piloten? [Kyoko-Nadja U, Briner HR, Trabold K, Kunz A, Bron D]

**W-6.2:** Heart rate variability in pilots trainees exposed to various acute normobaric and hypobaric normoxic and hypoxic conditions. [Aebi M, Bourdillon N, Millet GP, Bron D]

**W-6.3:** Wie relevant ist eine asymptotische erstgradige Mitralklappeninsuffizienz bei Militärpilotenanwärter. [Wattenwyl R, Trabold K, Kunz A, Bron D]

**W-6.4:** Innovation park with Airport: The UZH Space Hub. [Ullrich O]

**W-6.5:** Rapid Coupling Between gravitational force and the transcriptome in human myelomonocytic cells. [Thiel CS et al ]

**F11 und F12 (je 35 min.)**

Ort: Mercedes Salon

**F11:** HNO II und Tauchmedizin [Prof. Dr. med. Karl-Bernd Hüttenbrink, HNO Uniklinik Köln]

**F12:** Update Mental Health of Pilots [Dr. med. Jörg Siedenburger, Lufthansa, München]

11:45 Uhr – 13:00 Uhr

**Mittagspause**

13:00 Uhr – 14:10 Uhr

**„Würden Sie mit diesem Piloten fliegen?“**

Ort: Eventhalle Hangar 10

[Dr. med. Roland Quast, AeMC Germany, Stuttgart und Frau Beate Tourneur, LBA Stuttgart]

14:10 Uhr – 14:25 Uhr

**Kaffeepause**

14:25 Uhr – 15:00 Uhr

**F13- Vortrag für alle Tagungsteilnehmer**

*Ort: Eventhalle Hangar 10*

**Geschichte der alpinen Flugrettung** [Prof. Dr. Peter Bärtsch]

15:00 Uhr – 15:35 Uhr

**F14- Vortrag für alle Tagungsteilnehmer**

*Ort: Eventhalle Hangar 10*

**Update: Impfen** [Dr. med. Peter Frank, Gröbenzell]

15:40 Uhr – 16:00 Uhr

**Vortrag der/des Preisträgers „A. L. Berblingerpreis“**

*Ort: Eventhalle Hangar 10*

16:00 Uhr – 16:15 Uhr

**Kaffeepause**

16:15 Uhr – 17:45 Uhr

**ESAM/Behördensitzung (je 20 min.)**

*Ort: Eventhalle Hangar 10*

1. J. Hinkelbein [Chairman ESAM Space Medicine Group]
2. R. Simons [ESAM]
3. R. Kamp [BMVI] „Neues aus Berlin und Brüssel“
4. A. Becker [BAF] „Neues aus dem BAF“

17:45 Uhr – 18:00 Uhr

**Abschluss durch den Präsidenten der DGLRM e.V. und Tagungsende**

*Ort: Eventhalle Hangar 10*

## Abstracts

### W1-Vorträge

**W 1.1:** Sye T, Flemming B, Felten C, Hedtmann J

#### **Gefahrstoffexposition auf deutschen Verkehrsflughäfen - Messungen im Zuständigkeitsbereich der Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation**

**Einleitung:** Die Exposition gegenüber Gefahrstoffen bei Tätigkeiten auf Flughafenvorfeldern und angrenzenden Arbeitsbereichen kann vielfältig sein. Neben Abgasen von Verkehrsflugzeugen und Luftfahrtdengeräten sind hier mögliche Expositionen gegenüber Kerosin, Ozon, Abgaskomponenten wie NO oder NO<sub>x</sub> aber auch DME (Dieselmotoremissionen), Trikresylphosphaten (m, p, o), Aldehyden und Kohlenwasserstoffgemischen zu nennen.

**Fragestellung:** Seit Ende der 1990er Jahre wurden vom Messtechnischen Dienst der Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation auf zahlreichen Verkehrsflughäfen in Deutschland in unterschiedlichsten Arbeitsbereichen Arbeitsplätze messungen durchgeführt, um die Höhe einer möglichen Gefahrstoffbelastung der Mitarbeiter abzuschätzen und daraus ggf. Maßnahmen des Gesundheitsschutzes ableiten zu können.

**Methodik:** Die Untersuchungen wurden mittels anerkannter Standardmessverfahren im Rahmen des Berufsgenossenschaftlichen Messsystems Gefahrstoffe durchgeführt. Bei den Messungen wurden die an den jeweiligen Arbeitsplätzen vermuteten bzw. vorkommenden Gefahrstoffe mit ihren Arbeitsplatzgrenzwerten, soweit vorhanden, berücksichtigt. Die Messungen erfolgten entsprechend TRGS 402 sowohl ortsfest als auch personengetragen.

**Ergebnisse:** Die Ergebnisse bei Dieselmotoremissionen, Abgaskomponenten, Ozon, leichtflüchtigen organischen Stoffen (VOC), Trikresylphosphaten (m, p, o), Aldehyden und Kohlenwasserstoffgemischen waren sowohl im Hinblick auf die Dauer der Exposition als auch

im Hinblick auf die Höhe der gemessenen Konzentrationen bis auf wenige Ausnahmen unauffällig. Bei auffälligen Messergebnissen wurden technische Maßnahmen empfohlen und umgesetzt, die eine Minderung der Gefahrstoffexposition der betroffenen Mitarbeiter gewährleisten.

**Schlussfolgerungen:** Aufgrund der vorliegenden Messergebnisse finden sich derzeit keine Hinweise auf eine erhebliche Gefahrstoffbelastung der Mitarbeiter auf Vorfeldern und angrenzenden Arbeitsbereichen deutscher Verkehrsflughäfen.

**W 1.2:** Zeeb H, Dreger S, Wollschläger D, Schafft T, Hammer G, Blettner M  
**Berufliche Strahlenexposition und Mortalität beim Fliegenden Personal in Deutschland: Ergebnisse einer großen Kohortenstudie unter Nutzung von Dosisregisterdaten, 1960-2014.**

**Einleitung:** Das Flugpersonal, das seit 1990 formal als beruflich strahlenexponiert klassifiziert ist, weist mit die höchsten durchschnittlichen Jahresdosen aller beruflich strahlenexponierten Berufsgruppen auf. Zudem hat diese Berufsgruppe besondere beruflich bedingte Gesundheitsrisiken.

**Fragestellung:** Wie stellt sich die (strahlenbedingte) Mortalität beim Fliegenden Personal in Deutschland im Rahmen einer 3. Follow-up Studie und einer erweiterten Beobachtungszeit von 10 Jahren dar? Wie können neu verfügbare Dosisregisterdaten für die Expositionsabschätzung der gesamten Kohorte – und erstmals auch für das Kabinenpersonal - genutzt werden, um Dosis-Wirkungsbeziehungen abschätzen zu können?

**Methodik:** Die bestehende Kohorte wurde bis Ende 2014 weiterverfolgt. Erstmals erfolgte ein umfassender Abgleich mit dem Strahlenschutzregister, dies war möglich für den Zeitraum 2004-2014. Für die Zeit vor Registerstart (1960-2003) wurde für das Kabinenpersonal eine neue Methode zur retrospektiven Dosisabschätzung entwickelt. Analysen beinhalten die Berechnung

von standardisierten Mortalitätsratios (SMR, 95% CI) sowie Dosis-Wirkungsbeziehungen mittels Poisson-Regression.

**Ergebnisse:** Bei den 26.846 Kohortenmitgliedern wurden 1.592 Todesfälle (518 Krebsfälle) und 752.434 Personenjahre zwischen 1960 und 2014 registriert. Insgesamt liegen 503.021 Dosismeldungen für die gesamte Kohorte für die Zeit von 1960-2014 vor, davon basieren 257.305 (51,2%) dieser Dosiswerte auf der rückwirkenden Abschätzung für das Kabinenpersonal (1960-2003). Die mittlere jährliche effektive Dosis pro Person betrug 2014 1,99 mSv. Für das Cockpit- und Kabinenpersonal betrug die mittlere kumulative Dosis 43,9mSv (Q1:29,9 Q3: 54,0, Max: 99,7) bzw. 28,4mSv (Q1:11,2; Q3: 50,6; Max: 115,9). Die Gesamtmortalität war in allen Personenuntergruppen (Cockpit/Kabine, Geschlecht) signifikant reduziert (SMR zwischen 0,48 und 0,70). Die Mortalität für alle Krebserkrankungen sowie für strahlenassoziierte Krebsarten war ebenfalls reduziert, mit Ausnahme von Gehirntumoren (männliches Cockpit: n=23, SMR=2,01 95% CI 1,15-3,28; weibliches Kabinenpersonal: n=14, SMR=1,26 95% CI 0,60-2,36). Bei den Piloten war die Sterblichkeit für maligne Melanome nicht signifikant erhöht (n=10, SMR=1,88 95% CI 0,78-3,85). Die dosisbezogenen Analysen zeigen heterogene Sterblichkeitsquotienten pro 10mSv ohne konsistente Dosis-Wirkungsbeziehungen.

**Schlussfolgerungen:** Das nun vorliegende Follow-up erweitert die Gesamtbeobachtungszeit der deutschen Kohorte des fliegenden Personals auf insgesamt 55 Jahre und stellt damit eine weltweit einmalige Datenbasis bezüglich dieser Berufsgruppe dar. Die Ergebnisse der vorliegenden Auswertung deuten auf kein erhöhtes Mortalitätsrisiko für die meisten Krebsarten und andere Todesursachen. Die Nutzung von Dosisregisterdaten ermöglicht eine verbesserte Expositionsabschätzung für die gesamte Kohorte ab 2004 sowie die Einbindung retrospektiver Dosisabschätzungen für das Kabinenpersonal für die Jahre 1960-2003. Zukünftige Erweiterungen der Forschungsarbeiten, z.B. durch Verknüpfungen mit weiteren Datenquellen, könnten auf Krebsinzidenzdaten oder weitere – bisher fehlende – Confounder-Informationen (Vorerkrankungen;

Lebensstilfaktoren, wie Tabak- oder Alkoholkonsum) abzielen, die vorliegende Datenbasis ist hierfür aber nicht ausreichend.

**W 1.3: Caumanns C, Weiß T, Metzdorf U, Felten C, Hedtmann J**  
**Flüchtige organische Verbindungen und Organophosphate in Blut bzw. Urin bei fliegendem Personal nach "Fume und Smell Events"**

**Einleitung:** Bei sog. "Fume Events" handelt es sich um plötzlich auftretende Geruchsereignisse an Bord von Verkehrsflugzeugen. In der Folge kommt es bei Besatzungsmitgliedern mitunter zu akuten, in einigen Fällen auch zu chronischen Gesundheitsbeschwerden unklarer Genese. Das seit langem bekannte Phänomen hat in letzter Zeit erhebliche, nicht zuletzt mediale Aufmerksamkeit erlangt.

**Fragestellung:** Zur Klärung eines möglichen Zusammenhangs bietet die BG Verkehr in Zusammenarbeit mit dem Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) der Ruhr Universität Bochum seit April 2017 Besatzungsmitgliedern nach erlebtem Fume Event in flughafennahen D-Arztpraxen eine standardisierte, zum Ereignis zeitnahe Gewinnung von Blut und Urin zwecks Humanbiomonitoring an. Bestimmt werden einige als ursächlich verdächtige flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Organophosphate (OP), darunter auch Trikresylphosphate (TCP) sowie als Marker für eine OP-Exposition die erythrozytäre Acetylcholinesterase (AChE).

**Methodik:** Nach standardisierter und qualitätsgesicherter Probenahme und einheitlichem Versand werden VOC und OP im IPA mittels Headspace-GC-MS-Verfahren, die AChE photometrisch bestimmt.

**Ergebnisse:** Bei z.Zt. noch laufendem Verfahren sind erste Ergebnisse bis zum Kongress zu erwarten.

**Schlussfolgerungen:** Die Untersuchungen sollen zum Erkenntnisgewinn beitragen und insbesondere Hinweise für eine weitergehende Studie

liefern. Die Erfahrungen aus diesem Projekt zeigen, dass eine sorgfältige Vorbereitung mit transparenten Informationsprozessen erforderlich ist.

#### **W 1.4: Koslitz S, Brüning T und Weiß T Human-Biomonitoring von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC): Fehlerquellen in der präanalytischen Phase am Beispiel des n-Hexans**

**Einleitung:** Flüchtige organische Verbindungen (VOC) beschreiben Stoffe mit hohem Dampfdruck, die bei niedrigen Temperaturen gasförmig vorliegen. Die interne Exposition gegenüber VOCs kann im Blut oder Urin quantifiziert werden, ist aber anfällig für exogene Kontaminationen. Beispielsweise verwenden Vakuum-Blutentnahmesysteme Stopfen aus Butylkautschuk, der mit n-Hexan als Lösungsmittel hergestellt wird.

**Fragestellung:** Für Ereignisse mit verunreinigter Kabinenluft in Verkehrsflugzeugen sollten für die arbeitsmedizinische Untersuchung der betroffenen Flugzeugbesatzungen (in Zusammenarbeit mit der BG Verkehr) Probenabnahmesets entwickelt werden. Im Rahmen dieser Studie wurde untersucht, inwieweit n-Hexan aus Stopfen verschiedener kommerzieller Blutentnahmesysteme in die Probe wandert. Darüber hinaus haben wir die Stabilität von VOCs in diesen Systemen unter verschiedenen Bedingungen untersucht.

**Methodik:** Schafblut wurde mit VOCs versetzt und für bis zu 64 Tage in 3 gängigen Blutentnahmesystemen bei 37°C, Raumtemperatur, 4°C und -20°C gelagert. Zur Kontrolle dienten verschraubbare ausgeheizte Headspace-Gläser. Anschließend wurden die VOC mittels einer sensitiven und spezifischen Headspace-GC-MS-Methode quantifiziert.

**Ergebnisse:** In Systemen mit Butylkautschuk-Stopfen wurde je nach Lagertemperatur und -dauer eine bis zu vierfache Erhöhung der n-Hexankonzentration beobachtet. Die Lagerung in Monovettes® zeigte einen leichten, aber stetigen Rückgang der Konzentrationen über die

Zeit, selbst bei -20°C. Die Konzentration von n-Hexan in den gasdichten Headspace-Gläsern blieb bis zu 64 Tage konstant.

**Schlussfolgerungen:** Durch die Lagerung von Blutproben in Sammelröhrchen mit Butyl-Kautschuk-Stopfen kann n-Hexan aus den Stopfen in die Probe wandern, was zu falschen (zu hohen) Analysenergebnissen führt. Monovetten® waren nicht mit n-Hexan kontaminiert, aber schon die kurzfristige Lagerung führte zu einem signifikanten Verlust von n-Hexan. Die Lagerung der Blutproben bei Raumtemperatur in gasdichten Headspace-Glas für bis zu 14 Tage war jedoch nicht mit einer Abnahme der Analytkonzentration verbunden.

Zur validen quantitativen Analyse von VOC in Blut oder Urin ist das Probandenmaterial hinsichtlich der Zielanalyten sorgfältig auf Kontaminationsfreiheit zu prüfen. Zudem hat der Probentransfer unmittelbar nach Probengewinnung in Headspace-Gläser zu erfolgen.

#### **W 1.5: Kellner K, Schulz MM, Adamec J, Siničina I, Werner A, Schwerer MJ Untersuchungen zur Reichweite kleiner Blutspritzspuren unter verminderter Umgebungsluftdichte. – Studienkonzept, Umsetzung und erste Ergebnisse –**

**Einleitung:** Die Blutspritzspuren-Verteilungsanalyse unterstützt die Rekonstruktion von Geschehensabläufen mittels Erfassung und Interpretation charakteristischer Blutspritzspurenbilder. Ausgehend von den physikalischen Eigenschaften des Blutes besteht hierbei die Möglichkeit, eine räumliche Zuordnung zwischen der Blutungsquelle und Blutantragungen an belebten und unbelebten Spurenlägern abzuleiten. Kleinste Blutspritzspuren sind hierbei aufgrund ihrer begrenzten Reichweite valide informativ für eine zum Zeitpunkt der Blutverteilung geringe Distanz zwischen Ursprungsort und spurenbehafteter Oberfläche<sup>(1)</sup>. Die hierbei auf die Blutquanten wirksamen physikalischen Parameter umfassen neben der Schwerkraft den Luftwiderstand, definiert aus der Luftdichte am Ereignisort.

*Fragestellung: Sämtliche bislang hierzu vorliegenden Untersuchungen betrachteten ausschließlich die Spritzerreichweiten auf Ortshöhe der jeweiligen Laboratorien. In Deutschland erfolgten derartige Vorstudien beispielsweise im Institut für Rechtsmedizin München<sup>(2)</sup>. Entsprechende Vorberichte aus Untersuchungen etwa in gebirgigen Höhenlagen oder an Bord von Luftfahrzeugen liegen nach unserem Kenntnisstand nicht vor. Zu klären war somit, ob und in welchem Ausmaß eine verminderte Luftdichte die Reichweite kleinster Blutquanten beeinflusst.*

*Methodik: In der Höhenklimasimulationskammer der Fachgruppe I 1 des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin in Königsbrück wurden unter standardisierter Temperatur (20 Grad Celsius) und Luftfeuchtigkeit (30%) Fallturmexperimente auf definierten Druckhöhen zwischen Bodenniveau und 25 000 Fuß über Meereshöhe (MSL) durchgeführt. Vorgegebene Parameter des Fallturms im Sinne identischer Blutmengen und Auslöseenergie der Blutverteilung begrenzte die freie Variable der Einzelexperimente auf die Umgebungsluftdichte.*

*Ergebnisse: Die maximalen Reichweiten von kleinsten Blutspritzspuren zwischen 1-2 mm maximalem Durchmesser ebenso wie zwischen 0,5 und 1 mm maximalem Durchmesser nahm ebenso wie die maximale Entfernung des Medians der 25 weitesten Blutantragungen unter 1 mm Durchmesser zwischen Bodenhöhe und 25 000 Fuß über Meereshöhe in allen Experimenten, teilweise um mehr als 100% zu.*

*Schlussfolgerungen: Die Beurteilung der maximalen Reichweite kleinster Blutspritzspuren muss die Luftdichte am Ereignisort entsprechend dessen Ortshöhe oberhalb MSL zwingend mitberücksichtigen. Ausgehend hiervon müssen insbesondere für Vorfallsrekonstruktionen in Höhenlagen wie etwa im Gebirge und in Luftfahrzeugen über weitere Auswertungen Berechnungsgrundlagen bzw. Korrekturfaktoren für bisherige Reichweitentabellen erarbeitet werden. Künftige Studien sollten zudem den Einfluss weiterer Umgebungsparameter wie etwa Temperatur und Luftfeuchte einer Objektivierung zuführen.*



## W2-Vorträge

### W 2.1: Daum O

#### Anforderungen an die Mensch-Maschine-Interaktion in einem zukünftigen fliegenden Waffensystem der Luftwaffe (NGWS)

**Einleitung:** Die sichere und zuverlässige Mensch-Maschine-Interaktion bildet eine zentrale Säule der Flugsicherheit und ist ständigem Wandel unterworfen. Die im vergangenen Jahrhundert begonnene Automatisierung und Digitalisierung zur Reduktion der Komplexität in Luftfahrzeugen und die damit einhergehende Umgestaltung der Cockpits zielt auf die Vereinfachung der Bedienung des Fluggeräts ab, um die Arbeitsbelastung der Piloten zu reduzieren und die Flugsicherheit zu erhöhen. Gleichzeitig wird sich der Einsatz von Luftfahrzeugen in Zukunft wandeln. So beschreibt die Luftfahrtstrategie des BMVg die strategische Relevanz eines Future Air Combat Systems (FACS), welches als luftgestützter Wirkverbund, taktische Kampfflugzeuge der 3. und 4. Generation mit möglichen neuen Plattformen unterschiedlicher Auslegung (z.B. Next Generation Weapon System, unbemannte fliegende Systeme) zusammenfasst und im gesamten Fähigkeits- und Intensitätsspektrum der Dimension Luft als System zur Wirkung bringen soll (BMVg, 2015, S. 18f). Das NGWS soll so konzipiert werden, daß es in die Lage versetzt wird in der Funktion als Command Fighter Advanced (CFX) ein FCAS zu koordinieren, zu steuern und auch die unbemannten Komponenten zu führen, um die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems zu steigern, die Durchsetzungs- und Überlebensfähigkeit des FACS zu sichern sowie eine höhere Flexibilität und Reaktionsfähigkeit zu erzielen (Rauber, 2017, S. 101).

**Fragestellung:** Welche Auswirkungen werden neue technische Systeme (z.B. touch displays, Helm- und Anzeigesysteme, Symbologie der Lage, Fusion von Sensordaten) und Anforderungen (z.B. Stealth Eigenschaften, elektronischer Kampf, Steuerung unbemannter Systeme) auf die Arbeit des Piloten im Cockpit haben?

**Methodik:** Pilotstudie für ein Kooperationsprojekt mit Airbus D&S und der Universität Mainz. Daraus wurde in einem ersten Schritt das For-

schungsprojekt „Bedienbarkeit von touch Displays unter G-Last“ abgeleitet. Hier wird ein experimentelles Design (z.B. Displayposition [6] x Aufgaben [5] x G-Last [4]) zur Identifizierung praktikabler Aufgaben für Anwendungen in einem Jet umgesetzt. Gemessen werden räumliche Genauigkeit und Geschwindigkeit in der Bearbeitung (Reaktions- und Bearbeitungszeiten). Das Projekt wurde 2017 bei der Forschungskonferenz des Sanitätsdienstes der Bundeswehr eingereicht.

**Ergebnisse:** Erwartet werden Erkenntnisse zum Einsatz von touch displays in Luftfahrzeugen der nächsten Generation hinsichtlich geeigneter Flugphasen und Aufgabenparameter.

**Schlussfolgerungen:** Kenntnisse über die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes neuer Technologie in die Arbeitsumgebung des Piloten erlauben die Konstruktion entsprechender Cockpitlayouts sowie Grundlagen für eine Analyse der Anforderungen dieser Arbeitsplätze. Sie bilden damit auch eine Grundlage für zukünftige Auswahlentscheidungen, die bereits in der Entwicklungsphase eines neuen Waffensystems gelegt werden.

### W 2.2: Ledderhos C, Gens A, Rall G und Johannes B

#### Erfassung der menschlichen Hämodynamik bei Parabelflügen mittels Photoplethysmographie

**Einleitung:** Parabelflüge stellen gegenwärtig eine der wenigen Möglichkeiten dar, alternierende Schwerkraftverhältnisse einschließlich der Schwerelosigkeit unter labornahen Bedingungen zu simulieren. Die spezielle Flugbahn bei Parabeln führt zu einer etwa 22 s andauernden Schwerelosigkeit der jeweils Hyper-G-Phasen vor- bzw. nachgeschaltet sind. Parabelflüge eignen sich daher ausgezeichnet dafür, beim Menschen schnelle hämodynamische Veränderungen unter alternierenden G-Beschleunigungen zu untersuchen.

Frühere Studien unserer Gruppe konnten zeigen, dass die Pulsoximetrie und die ihr inhärente Methode der Photoplethysmographie (PPG) auch unter hohen  $G_z$ -Beschleunigungen, wie sie in der

Humanzentrifuge und bei Hochleistungsflugzeugen vorkommen, anwendbar ist. Als einfach zu handhabende, noch dazu preiswerte und für die Versuchsperson nicht belastende Methode lassen sich aus den aus der Pulswelle abgeleiteten Gleich- (=  $PPG_{DC}$ -Anteile) und Wechselanteilen (=  $PPG_{AC}$ -Anteile) wertvolle Informationen über Kreislaufparameter wie beispielsweise zur Füllung des Gefäßbettes und zur Kontraktilität des Herzens gewinnen, die unter diesen Bedingungen ansonsten nur sehr schwer zugänglich wären.

**Fragestellung:** Ziel der vorliegenden Studie war es daher, die Pulswelle bei Parabelflügen kontinuierlich zu erfassen und aus den daraus abgeleiteten DC- und AC-Anteilen Rückschlüsse auf Blutvolumenverschiebungen und Änderungen der Kontraktilität des Herzens ziehen zu können.

**Methodik:** Insgesamt haben 26 Personen unter verschiedenen Belastungsbedingungen (no load, physical load, mental load) jeweils eine Serie von 31 Parabeln mit Hyper-G- und Schwerelosigkeitsphasen absolviert. Für die kontinuierliche Aufzeichnung der Pulswelle wurde ein nach dem Reflexionsprinzip arbeitender Pulsoximetriesensor der Firma NONIN Medical, Inc. mit dem jeweiligen Reflexionshalter an der Stirn der Probanden befestigt und mit dem mobilen psychophysiologischen Messsystem HealthLab verbunden. Aus dem gefilterten Photoplethysmogramm wurden Gleich- und Wechselanteile gewonnen und nachfolgend mit einer Software für die Auswertung biologischer Signale weiterverarbeitet.

**Ergebnisse:** Erwartungsgemäß war im Vergleich zur Ausgangslage, die unmittelbar vor jeder Parabel bestimmt wurde, in der Hyper-G-Phase ein Anstieg der  $PPG_{DC}$ -Anteile zu verzeichnen, während die Phase der Schwerelosigkeit von einem Abfall begleitet war. Dies lässt sich als Versacken des Blutes in die abhängigen Körperpartien während der Hyper-G-Phase und als kopfwärts gerichtete Blutvolumenverschiebung in der Phase der Schwerelosigkeit interpretieren. Im Gegensatz dazu zeigten die  $PPG_{AC}$ -Anteile in der Hyper-G-Phase der Parabel eine Abnahme sowie einen deutlichen Anstieg bei Schwerelosigkeit, was für eine Zunahme der Kontraktilität des Herzens bei zunehmender Füllung in der Phase der Schwerelosigkeit spricht.

**Schlussfolgerungen:** Unsere Studie zeigt, dass man auch bei Flügen mit alternierenden Beschleunigungen mittels Photoplethysmographie relevante Informationen zur Kreislaufregulation erhalten kann. Auch stehen die Ergebnisse im Einklang mit früheren Studien, die eine fuß- bzw. kopfwärts gerichtete Verschiebung des Blutvolumens bei Hyper-G bzw. Zero-G-Phasen zeigen konnten.

### **W 2.3: Rausch M, Ledderhos C, Kühn S, Gens A, Zinner C, Weber F, Sperlich B Abschlussergebnisse der Studie „Muskuläre Beanspruchung unter Beschleunigungskräften“**

**Einleitung:** Zwischen April 2016 und Mai 2017 wurde am Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsbereich der Integrativen und Experimentellen Trainingswissenschaft der Julius-Maximilians-Universität Würzburg eine umfangreiche Interventionsstudie durchgeführt. Teile der Studie wurden schon in vorangegangenen Tagungen präsentiert. In diesem Vortrag sollen nun die abschließenden Ergebnisse vorgestellt werden.

**Fragestellung:** Die Studie hatte sich zwei wesentliche Ziele gesetzt. Zum einen sollten die physiologischen Kosten ausgewählter Muskeln der Hals-, Nacken- und Schultermuskulatur unter Beschleunigungskräften analysiert werden, zum anderen sollte untersucht werden, ob ein Hypertrophietraining - also ein Muskelaufbautraining - die physiologischen Kosten der Muskulatur unter positiver Beschleunigung beeinflussen kann. Vorrangig soll in diesem Vortrag der Einfluss der Trainingsintervention auf die erhobenen Validierungskriterien dargestellt werden.

**Methodik:** 18 Probanden nahmen an der Studie teil (12 in der Trainingsgruppe, 6 in der Kontrollgruppe). Die Studie war in ein Pre-Post-Test Design gegliedert, welches eine 12 – wöchige Trainingsphase beinhaltete. Um das Training zu überprüfen wurden folgende Validierungskriterien genutzt:

- Muskelvolumenbestimmungen der autochthonen Nackenmuskulatur sowie des *M. sternocleidomastoideus* und des

*M. trapezius pars descendens mittels MRT*

- Maximalkraftmessungen in allen Bewegungsrichtungen der HWS
- Oberflächenelektromyographiemessungen in der Humanzentrifuge
- Erhebung des subjektiven Belastungsempfinden unter Beschleunigungskräften

**Ergebnisse:** Die physiologischen Kosten der Muskulatur unter Beschleunigungskräften können durch ein Hypertrophietraining subjektiv als auch objektiv verringert werden. Nach der Intervention verringerte sich die muskuläre Aktivität ausgewählter Muskeln im Hals-, Nacken- und Schulterbereich bei standardisierten Bewegungen unter Beschleunigungskräften in der Trainingsgruppe signifikant. Die Kontrollgruppe wies keine Veränderungen zum Pretest auf. Auch vergrößerten sich das Volumen und die Kraft aller gemessenen Muskeln in der Trainingsgruppe signifikant.

Mit diesem Experiment konnte weiterhin nachgewiesen werden, dass ein funktionelles Ganzkörpertraining mit Fokussierung auf den Muskelaufbau im Bereich der Halswirbelsäule und des Schultergürtels die autochthone Nackenmuskulatur, die als wichtiger Stabilisator des Kopfes fungiert, hypertrophiert.

**Schlussfolgerungen:** Die vorliegende Studie zeigt deutlich das Potenzial auf, die Gesunderhaltung des fliegenden Personals durch ein funktionelles Ganzkörpertraining mit Fokussierung auf die Kräftigung der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur – speziell im Nackenbereich – zu unterstützen. Um den Einfluss und die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen sicherzustellen, sollten zukünftige Untersuchungen die Form und den Aufbau des Trainings detailliert beschreiben.

#### **W 2.4: Noblé HJ, Walther P**

In Deutschland gibt es jährlich ca. 16.000 spontane Subarachnoidalblutungen mit einem sehr hohen Prozentsatz an „Sudden Incapacitations“, meist mit sofortiger Bewusstlosigkeit und daraus resultierender Handlungsunfähigkeit. Da davon auszugehen ist, dass auch in Piloten-

kollektiven die Anzahl unerkannter Aneurysmaträger dem Normalkollektiv der Bevölkerung vergleichbar ist, ist es von hoher Relevanz Aneurysmen der Schädelbasisarterien insbesondere bei Erstbewerbern für den fliegerischen Dienst wie auch bei aktiven Piloten zu detektieren, einerseits aus Sicherheitsgründen zur Vermeidung desaströser Flugunfälle, andererseits aus prognostischen Gründen für die Gesunderhaltung der Aneurysmaträger.

Mit dem seit Mai 2016 in Fürstfeldbruck in der Radiologie zur Verfügung stehenden 3T MRT ist es möglich, nicht invasiv und sehr zuverlässig mit wenig Aufwand eine Übersichtsdarstellung der Schädelbasisarterien (Tof-MRA) in höchster Auflösung zu realisieren und somit auch präformierte Aneurysmata zu detektieren. Mit den neuen Sequenzprotokollen ist es gelungen neben anderen relevanten neuroradiologischen Befunden im Rahmen des Bewerberscreenings insgesamt drei Aneurysmaträger zu finden.

Dieses dürfte auch in erheblichem Maße die bemannte Raumfahrt betreffen, zumal eine erhöhte Vulnerabilität von Aneurysmen in Schwerelosigkeit nicht auszuschließen ist.

#### **W 2.5: Werner A, Drews T, Hagner K, Tandon R, Wittmann C, Fischer F**

##### **Mobiles tele-physiologisches Messsystem – mobPhysioLab® zum online Monitoring von Vitalparametern und Biosignalen am Beispiel einer Übung der ABC-Abwehrtruppe**

**Einleitung:** In vielen Berufsgruppen sind Menschen extremen Belastungssituationen (bspw. Hitze, Kälte, große Höhen, etc.) ausgesetzt, die die physische Leistungsfähigkeit und die psychische Verfassung stark beeinflussen. Gegebenenfalls kann dies zum Ausfall von Arbeitnehmern führen oder sogar Unfälle, Verletzungen bis hin zum Tod verursachen. Zu diesen Berufsgruppen zählen z.B. Rettungshelfer, Polizisten, Soldaten usw. Aufgrund der hohen Verantwortung in diesen Berufsfeldern stellt ein Ab- oder Ausfall der Einsatzfähigkeit ein hohes Risiko für die Personen selber und für andere Beteiligte dar. Neben den personenspezifischen Faktoren stellen die herrschenden Umweltbedingungen eine wichtige Komponente bei der Beurteilung von Belas-

tionssituationen dar, welche in den allermeisten Monitorings keine Berücksichtigung finden. Viele physiologische Studien fanden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen im Labor und im Feld gefundenen Daten, daher existiert eine erhebliche Lücke.

**Methodik:** Im Rahmen der multinationalen Übung *PRECISE RESPONSE 2016* (Suffield, CAN) wurde das mobile physiologische Labor mit dem damals aktuellen Stand eingesetzt. Das System besteht aus mehreren Komponenten, die zum einen teil-miniaturisiert sind, eingearbeitet wurden in smart textile und über eine Funkverbindung verfügen, welche die Daten über eine Distanz von 5-6km übertragen. Dieses wurde bei Personen während des realen Einsatzes angewendet. Das Monitoring wurde auf einem handelsüblichen Laptop mit Hilfe der HealthLab Software angezeigt. Der medizinisch versierte Observer konnte die Leistungsfähigkeit der Kräfte permanent monitoren und ggf. eingreifen um Schaden abzuwenden.

**Ergebnisse:** Sechs Übungsteilnehmer nahmen aufgeklärt und freiwillig an dem Versuch teil und wurden zum einen mit der Variante smart textile oder dem HealthLab System ausgerüstet. Alle Teilnehmer waren mit dem Grundkonzept sehr zufrieden und begrüßten die Möglichkeit des Monitorings, welches Ihnen eine Sicherheit beim Einsatz vermittelte. Die gewählten physiologischen Parameter wurden aufgezeichnet und auf das Monitoringsystem mit einer Verzögerung von 5sec übermittelt, so dass eine online-Beurteilung möglich gemacht wurde. Dennoch wurden einige noch zu verbessernde Details auch von Seiten der Teilnehmer genannt, die in die Fortentwicklung des Systems einfließen werden.

**Schlussfolgerungen:** Die kontinuierliche Anzeige, Interpretation und Auswertung im Kontext mit der Monitoringtechnik ermittelten physiologischen Daten in Echtzeit ermöglichten Rückschlüsse auf die tatsächlichen Tragezeiten basierend auf dem individuellen Erschöpfungsbzw. Leistungszustand. Die beschriebenen Untersuchungen sollen bei den ABC Abwehrtruppen dazu dienen auch die Tragezeiten impermeabler/isolierender ABC-Schutzbekleidung in Abhängigkeit von der tagesaktuellen Leistungs-

fähigkeit des jeweiligen Nutzers zu individualisieren. Denn bisher werden für alle die gleichen Zeiten angenommen. Die beim physiologischen Monitoring erfassten und dadurch objektivierten Daten leisten zusätzlich zu den jeweiligen subjektiven Eindrücken des Trägers einen wichtigen Beitrag zur Auftragserfüllung, Arbeitssicherheit und vor allem zur Fürsorge. Die Komplexität der Daten, ihre Speicherung und Bewertung, ihre Auswertbarkeit und Verwendung müssen jedoch zusätzlich betrachtet werden, um den Ansprüchen an die Datensicherheit/den Datenschutz gerecht zu werden.

### W3-Vorträge

#### W 3.1: Stern C

#### Spaceflight Associated Neuro-ocular Syndrome (SANS)-Augenveränderungen im All und im :envihab

**Einleitung:** Im Jahre 2011 veröffentlichten wir erstmals Fälle von Augenveränderungen bei Astronauten. Diese Veränderungen beinhalten z.B. Bulbusabflachung, Hyperopisierung, Aderhautfalten, Papillenödem, Cotton Wool Spots, Netzhautblutungen, Gesichtsfelddefekte und Veränderungen des Augeninnendrucks und wurden unter dem Begriff Visual Impairment and Intracranial Pressure Syndrome (VIIP) bekannt. NASA änderte kürzlich den Namen zu Spaceflight Associated Neuro-ocular Syndrome (SANS). Betroffen sind vor allem Langzeit-Astronauten.

Die Ursachen dieser Veränderungen sind bisher noch immer nicht bekannt. Eine der Vermutungen bestand in einem Delta von erhöhten Hirndruck und erniedrigtem Augeninnendruck. Levine konnte unter Mikrogravitationsbedingungen in Parabelflügen jedoch zeigen, dass der Hirndruck nicht erhöht ist (zumindest in der kurzen Zeit), sondern niedriger ist, als in der liegenden Position.

**Methode:** Im Auftrag der NASA führten wir im Jahre 2017 in unserer Forschungseinrichtung :envihab eine Studie durch, in der Testpersonen (5 Frauen und 6 Männer) 30 Tage in einer 6° Kopftieflage und erstmals überhaupt unter 0,5% Co<sup>2</sup> Bedingungen verbrachten. Die 6° Kopftieflage simuliert die Effekte der Schwerelosigkeit auf den Körper. Im Gegensatz zu früheren Studien durften sie kein Kissen zur Erhöhung des Kopfes verwenden und die strikte Lagerung wurde 24/7 mit Hilfe von Kameras überwacht.

**Ergebnisse:** Von den 11 Testpersonen zeigten 5 Personen ein Papillenödem Grad 1-2 an beiden Augen. Dies wurde bisher noch nie im Zusammenhang mit einer Bettruhestudie publiziert.

**Schlussfolgerungen:** Erstmals wurde eine Bettruhestudie von 30 Tagen unter den Bedingungen der strikten Kopftieflagerung ohne Kissen, aber unter 0,5% Co<sup>2</sup> Bedingungen durchgeführt. Das Ergebnis zeigt deutlich, dass dies eine geeignete

Methode ist, um die Effekte der Mikrogravitation auf den menschlichen Körper zu simulieren. Da zwei Parameter im Gegensatz zu den sonstigen Studien verändert wurden, ist leider nicht festzustellen, ob die strikte Kopftieflage oder die Erhöhung des Co<sup>2</sup>-Wertes zu diesen Papillenödem geführt haben. Aus diesem Grunde ist eine weitere Studie mit nur einer der Parameterveränderungen erforderlich.

#### W.3.2: Paulke F, Noppe A, von der Wiesche M, Mulder E

#### VaPER-Studie: Strikte Einhaltung der -6°-Kopftieflage in Bettruhe - Eine Verbesserung des Bettruhe-Modells?

**Einleitung:** Im Herbst 2017 wurde eine Bettruhestudie mit dem Titel "Medium-term Bed Rest Study - VIIP and Psychological :envihab Research Study (VaPER)" als gemeinsames Projekt der NASA und des DLR in Köln durchgeführt. Hauptziel dieser Studie war es unter Simulation von physiologischen Effekten der Schwerelosigkeit, in dem Fall 30-tägiger Bettruhe in -6°-Kopftieflage, Einflüsse auf Anatomie und Physiologie des Gehirns sowie des Auges zu untersuchen. Seit 2011 bekannt wurde, dass bei einzelnen Astronauten nach ihrer Rückkehr aus mehrmonatiger Mission auf der ISS Augenveränderungen festgestellt worden sind (1), das sogenannte SANS, das Spaceflight Associated Neuroocular Syndrome (früher VIIP-Syndrom), steht die Erforschung dieser Augenveränderung verstärkt im Fokus, so auch bei der VaPER-Studie.

Die Raumfahrt-Medizin bedient sich zur Erforschung der Auswirkungen von Schwerelosigkeit auf den menschlichen Körper auf der Erde seit Jahrzehnten eines Modells für Mikrogravitations-Simulation, der Bettruhe in -6° Kopftieflage (Head-Down-Tilt=HDT). Die strenge Einhaltung dieser Form der Bettruhe führt zu vergleichbaren physiologischen Auswirkungen im menschlichen Körper wie sie in realer Schwerelosigkeit beobachtet werden. Bei der VaPER-Studie wurde dieses Modell der Bettruhe nun mit erhöhtem CO<sub>2</sub>-Gehalt (0,5%) in der Raumluft kombiniert. Auf der ISS, der Internationalen Weltraumstation, herrschen generell hohe Kohlendioxid-Kon-

zentrationen vor, diese können bis zu 0,7% beitragen (zum Vergleich: die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Erdatmosphäre liegt bei 0,04%).

**Fragestellung:** Erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Hyperkapnie) in Mikrogravitation verstärken die zerebrale Durchblutung, die das intrakranielle Blutvolumen (2, 3) und den intrakraniellen Druck (4) erhöhen können. Wenn nun erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen, wie auf der ISS üblich, zusätzlichen Einfluss auf die durch Schwerelosigkeit bedingte kraniale Flüssigkeitsverschiebung haben, könnte dadurch der intrakranielle Druck und damit das Risiko der Entstehung des SANS ggf. weiter erhöht werden.

Im Gegensatz zu echter Schwerelosigkeit wirkt in HDT-Bettruhe nach wie vor der Gravitationsvektor, was zu abweichenden physiologischen Effekten führen kann. Bei Studien in Kopftiefelage konnten bisher keine zerebralen oder ophthalmologischen Befunde wie bei von SANS betroffenen Astronauten beobachtet werden. Möglicherweise reicht aber '-6° HDT' als Modell allein nicht aus, um diese Effekte auch am Boden zu erzeugen. Dies kann auch dadurch bedingt sein, dass Bettruhestudien-Probanden bisher generell Kissen verwendet haben, die eine Flüssigkeitsverschiebung in den Kopf möglicherweise abgeschwächt haben können. Steilere HDT-Neigungswinkel zur Erzeugung der Erhöhung des intrakraniellen Blutvolumens sind bei Langzeit-Bettruhestudien nicht umsetzbar. Folglich sollte in der VaPER-Studie herausgefunden werden, ob das Bettruhemodell für SANS-bezogene Forschung verbessert werden kann, indem die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre erhöht und gleichzeitig die Bettruhelage in -6° HDT streng eingehalten wird.

**Methodik:** Während der VaPER-Studie war den Probanden so erstmals keine Kissennutzung erlaubt, mit Ausnahme eines sehr dünnen Kissens beim Liegen auf der Seite. Die Probanden wurden während der gesamten Bettruhe durchgehend 24 Stunden kameraüberwacht und lückenlos auf strenge Einhaltung kontrolliert. Für die erfolgreiche Durchführung von Bettruhestudien ist die Adhärenz der Probanden äußerst wichtig. Voraussetzung hierfür ist u.a. ein sorgfältiges und umfassendes Screening der Studien-Bewerber vor Studieneinschluss, auch in Bezug auf psychologische Aspekte. Zum anderen ist neben der umfangreichen medizinischen Betreuung

und der hohen wissenschaftlichen Expertise der beteiligten Experimentatoren die Qualität der operationellen Umsetzung für die Durchführung von Langzeitbettruhestudien von großer Bedeutung. So ist in der hochmodern und vielseitig ausgestatteten Großforschungsanlage :envihab des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin des DLR auch eine gute soziale Atmosphäre während der stationären Phase der Bettruhestudien für deren Erfolg essentiell, was die sehr niedrige Abbruchrate der Studienteilnehmer seit Jahren beweist und die durch die DLR Mitarbeiter in besonderem Maße umgesetzt wird.

**Schlussfolgerungen:** Während der gesamten Studie zeigten alle Probanden eine sehr hohe Adhärenz und hielten die strikte -6° Kopftiefelage ohne Einschränkungen ein. Die strikte -6° Kopftiefelage verbunden mit der Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Raumluft auf 0,5% führte somit zu einer Verbesserung des Modells zur Erforschung der Effekte von Schwerelosigkeit. Zukünftige Studien müssen zeigen, ob allein strenge -6°-HDT-Bettruhe, Hyperkapnie oder beides in Kombination SANS-ähnliche Effekte hervorrufen, wie sie auch vereinzelt bei der VaPER-Studie beobachtet wurden.

### W 3.3: Fischer B Die Missionsbetreuung europäischer Astronauten am European Astronaut Center (EAC) in Köln

**Einleitung:** Seit 1999 wird im European Astronaut Center EAC der ESA in Köln in einem internationalen Team aus Mitarbeitern von ESA, DLR, CNES und ASI die ESA-Astronauten auf der Internationalen Raumstation ISS operationell begleitet und unterstützt. Das Team setzt sich aus Experten für Astronautentraining, medizinische Betreuung der Astronauten (Medizinern, Sportwissenschaftlern, Ernährungsspezialisten...), und operationelle Unterstützung der Astronauten und ihrer Familien, sowie PR- Fachleute für die Öffentlichkeitsarbeit zusammen.

**Hauptteil:** Das Training bereitet die europäischen Astronauten auf den Aufenthalt auf der ISS vor, schult in den Systemen des Europäischen Columbus Moduls und trainiert die Durchführung europäischer Experimente auf der ISS.

Die Astronauten werden medizinisch, sportlich und psychologisch auf die Mission vorbereitet und während der Mission begleitet. Neben regelmäßigen medizinischen und sportlichen Tests wird im Flug auch die Arbeitsbelastung der Astronauten kontrolliert und gesteuert. Jedem Astronauten, der auf eine Mission vorbereitet wird, steht ein persönlicher als Flugmediziner für die ISS zertifizierter Arzt zur Verfügung. Dieser Arzt wird von einem Team von Experten unterstützt. Auch die Familien der Astronauten werden während der Mission begleitet. Die ersten Wochen nach der Landung werden die Astronauten vor Ort in Köln in Zusammenarbeit mit dem DLR im :envi hab intensiv betreut. Das EAC beherbergt Trainingsanlagen, v.a. für das Columbus Modul (ESA Beistellung zur ISS), ein Tieftauchbecken, Simulationseinrichtungen und zwei Kontrollräume – einer für den medizinischen Support durch Astronautenärzte und die Kommunikation mit den Astronauten auf der ISS für das Columbus Modul, einen zur operationellen Unterstützung der sogen. Crew Operations Support Technologies.

Weiterhin werden sogen. Analoge im Training von Astronauten genutzt. Analoge Umgebungen versuchen möglichst realistisch Bedingungen nachzubilden, die Astronauten im Weltraum oder auf dem Mond vorfinden werden, um einen optimalen Trainingseffekt zu erzielen. Zu nennen seien hier: Höhlentraining CAVES, NEEMO (Unterwasserstation der NASA), PANGEA (geologisches Feld-Training) oder das Mond-Analog LUNA, das neben dem EAC errichtet wird.

**Ausblick:** Die Zukunft der bemannten Raumfahrt nach ISS wird derzeit international lebhaft diskutiert, die beteiligten Nationen formulieren hier unterschiedliche Ziele.

Die ISS wird schon als Plattform genutzt, um Technologien zu testen, die für einen Flug zum Mond, einen Aufenthalt auf dem Mond oder sogar einen Explorationsflug zum Mars notwendig erscheinen.

**W 3.4:** Rooney D, Priegnitz C, Putzke M, Wittkowski M, Tremml M, Wenzel J, Aeschbach D, Randerath W

**Beurteilung von Flugtauglichkeit bei adipösen Personen mit und ohne COPD:**

## welche Untersuchungsverfahren sind geeignet?

**Einleitung:** Die Umweltbedingungen in Flugzeugen sind körperlich belastend und vor dem Hintergrund zunehmender gesundheitlicher Probleme in der Bevölkerung von Industrienationen stehen Ärzte immer häufiger vor der Frage, ob ein Patient gefahrlos eine Flugreise antreten kann.

**Fragestellung:** Um den praktischen Nutzen unterschiedlicher Untersuchungen bei adipösen Personen mit und ohne COPD abzuschätzen haben wir die diagnostische Güte von zwei verbreiteten Belastungstests, dem 50-Meter-Gehtest (50mWT) und dem 6-Minuten-Gehtest (6MWT), mit der von Sauerstoffmangeltestung (HCT) verglichen. Weiterhin wurde explorativ untersucht in wie weit subjektiv wahrgenommene Atemnot, gemessen mit der Borg-Skala, einen Hinweis auf Flugtauglichkeit geben kann.

**Methodik:** Im Rahmen dieser prospektiven Studie wurden 21 Personen mit Adipositas (10 Frauen,  $51 \pm 15$  Jahre (MW  $\pm$  SD), BMI  $36 \pm 5$  kg/m<sup>2</sup>) untersucht, 11 dieser Teilnehmer hatten die Diagnose COPD. Der Referenzstandard für Flugtauglichkeit wurde in einer Underdruckkammer durch Simulation von Kabinenbedingungen ermittelt. Die diagnostische Güte der drei Index-Tests wurde über die Fläche unter der Receiver-Operating-Characteristic Kurve (AUC) geschätzt.

**Ergebnisse:** Entsprechend dem Referenzstandard war für 13 der 21 Teilnehmer keine Flugtauglichkeit gegeben. HCT war als einziger Test in der Lage diese Referenzgruppen mit einer AUC von 0.87 (95 % CI 0.62-0.96) signifikant zu trennen. Die Prognosen der beiden Gehstests waren nicht von Zufallsniveau zu unterscheiden, der 50mWT lieferte eine AUC von 0.63 (0.36-0.84) und der 6MWT eine AUC von 0.64 (0.35-0.86). Die Bewertung von subjektiver Atemnot im Anschluss an den 6MWT zeigte hingegen vielversprechende prognostische Eigenschaften mit einer AUC von 0.8 (0.55-0.93).

**Schlussfolgerungen:** Entgegen einer verbreiteten Meinung konnten wir nicht feststellen, dass einfache Gehstests Rückschlüsse auf Flugtaug-

lichkeit erlauben. Die Beurteilung von Symptomen wie Atemnot nach körperlicher Belastung könnte hierfür hingegen aussagekräftig sein.

### **W 3.5: Hoffmann F, Möstl S und Tank J Zentraler Blutdruck und aortale Puls- wellengeschwindigkeit vor und nach sechs Monaten Aufenthalt in Schwerelosigkeit**

**Einleitung:** Zentraler Blutdruck und Pulswellengeschwindigkeit zeigen eine höhere prognostische Güte hinsichtlich Endorganschäden und kardiovaskulären Risiko als der periphere Blutdruck. So geartete Messungen, welche zur Früherkennung von kardiovaskulären Schäden in der Routine genutzt werden, wurden bisher nicht nach Langzeit-Raumflug durchgeführt. Wir nutzen ein leicht durchführbares, nicht invasives Verfahren um diese Variablen in Kosmonauten zu bestimmen.

**Fragestellung:** Wie beeinflussen sechs Monate Aufenthalt in Schwerelosigkeit den zentralen Blutdruck und die aortale Pulswellengeschwindigkeit?

**Methodik:** Wir führten an acht Kosmonauten in liegender Körperhaltung mehrfache Ruhemessungen 90-65 Tage vor Raumflug (PRE) sowie vier (R+4) und acht (R+8) Tage nach Wiederkehr durch. Es erfolgte eine nicht invasive Bestimmung des zentralen Blutdrucks und Pulswellengeschwindigkeit mittels oszillometrischer Manschettenmessung am Oberarm (Mobil-O-Graph PWA; I.E.M, Stollberg, Deutschland). Die statistische Analyse erfolgte mittels T-Test. Die Ergebnisse sind als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung dargestellt.

**Ergebnisse:** Der Herzfrequenz betrug vor dem Flug  $58,4 \pm 6,5 \text{ min}^{-1}$ ,  $70,3 \pm 5,2$  an R+4 und  $66,2 \pm 9$  an R+8 (beide  $p < 0,05$  im Vergleich zu PRE). Im Vergleich zu PRE waren der periphere systolische und mittlere Blutdruck an R+4 signifikant erhöht, (systolischer Blutdruck =  $119,9 \pm 13,4 \text{ mmHg}$  vs.  $134 \pm 19,7 \text{ mmHg}$ ,  $p < 0,05$ ; mittlerer Blutdruck =  $97,7 \pm 10,8 \text{ mmHg}$  vs.  $107 \pm 12,1 \text{ mmHg}$   $p < 0,05$ ), jedoch unverändert an R+8. Der zentrale systolische und diastolische Blutdruck sowie der zentrale Pulsdruck waren nach dem

Flug nicht signifikant erhöht. Die aortale Pulswellengeschwindigkeit war nach dem Flug ebenfalls nicht signifikant erhöht (PRE =  $6,6 \pm 0,8 \text{ m/s}$ ; R+4 =  $7,2 \pm 0,8 \text{ m/s}$ ; R+8 =  $7,1 \pm 0,5 \text{ m/s}$ ).

**Schlussfolgerungen:** Im Gegensatz zu Herzfrequenz und peripherem Blutdruck konnte kein relevanter Unterschied für zentralen Blutdruck und Pulswellengeschwindigkeit untersucht werden. Dies deutet auf ein nicht wesentlich erhöhtes kardiovaskuläres Risiko nach Langzeit-Raumflug hin. Jedoch kann eine relevante kardiovaskuläre Schädigung insbesondere durch kosmische Hintergrundstrahlung nach längerer Exposition nicht ausgeschlossen werden.



## W4-Vorträge

### W 4.1: Schulze Kissing D, Bruder C Synchronizität in Operativen Teams: Eine Blickbewegungsstudie

*Einleitung: Operative Teams, ob in der Luftfahrt oder im Operationssaal, können als Systeme betrachtet werden, in denen kognitive Ähnlichkeiten zwischen den Individuen entstehen, die als Team-Kognition bezeichnet werden. Diese kognitiven Ähnlichkeiten materialisieren sich in wiederkehrenden, sich über die Zeit hinweg entfaltenden Interaktionen. Innerhalb dieser kognitiven Systeme sorgen koordinierende Mechanismen für deren Integrität. Bei Dissonanzen zwischen verschiedenen Teilen eines kognitiven Systems kann die Koordination beeinträchtigt oder gar zusammenbrechen.*

*Wiederkehrende Interaktionen könnten sich in sich wiederholenden Blickdatenmuster auf Teamebene widerspiegeln. In diesem Fall könnte eine integrative Metrik von Team-Augenbewegungen ein Maß zur systematischen Bewertung von Koordinationsprozessen liefern.*

*Fragestellung: Können in Echtzeit erhobene, multiple Blickdatenströme verwendet werden, um Interaktionen innerhalb kleiner Gruppen, und damit Team-Kognition, bzw. Koordinative Prozesse zu visualisieren?*

*Methodik: Die Analyse komplexer, mehrfacher Blickdatensätze stellt eine besondere Herausforderung dar. Die Rekurrenzquantifizierungsanalyse (RQA) ist eine etablierte Methode, um an komplexen Datensätzen zwischenmenschliche Kopplungen in Gruppen zu identifizieren. Mit dieser Methode wird überprüft, ob sich in Teams bei der gemeinsamen Bearbeitung einer Koordinierungsaufgabe in einer synthetischen Aufgabenumgebung überindividuelle Wiederholungsmuster in Blickdaten nachweisen lassen. Insbesondere werden in Wiederholungsdiagrammen auftretende diagonale Linienmuster, welche als Indikatoren für 'Scanpfade' gelten, auf der Teamebene (jeweils N=3) quantitativ analysiert. An der experimentellen Studie nahmen 63 Personen (21 Teams; 41 Ab-initio-Kandidaten für die DFS, 22 Studenten; Alter: M = 21,57, SD = 3,39; 47,6% weiblich, 52,4% männlich) teil. 14 Teams mit vollständigen Datensätzen wurden in diese Analyse einbezogen.*

*Hypothesen: Mit zunehmender „time-on-task“ lassen sich aufkommende Synchronizitätsmuster (wiederkehrende Scanpfade für die "Teameinheit") in höheren Determinismus-Werten nachweisen.*

*Teams mit längerer Einsatzzeit sollten einen stärkeren gemeinsamen Aufmerksamkeitsfokus entwickeln, was zu geringeren Wiederholungszeiten führen sollte.*

*Ergebnis: Mit längeren Time-on-Task-Teams ist eine Tendenz zur Ausbildung von Synchronizitätsmustern auf der Teamebene erkennbar. Die Wiederholungszeiten für die einzelnen Teammitglieder verringern sich signifikant.*

*Schlussfolgerungen: Die Verringerung der Wiederholungszeiten deutet darauf hin, dass die Teilnehmer aufgrund von Koordinationsaktivitäten innerhalb der Teams gelernt haben, sich auf relevante Areas-Of-Interest (AoI) zu fokussieren. Da wiederkehrende kollektive Suchpfade statistisch marginal waren, gibt es nur einen deskriptiven Hinweis, dass diese Koordinationsaktivitäten (Interaktionen) in Wiederholungsmustern sichtbar werden könnten, und dass somit die Analyse kollektiver Blickdaten objektive Indikatoren für die Koordinationsleistung in Teams und für die Ausprägung von Team-Kognition liefern kann.*

### W 4.2: Lindlar M und Bartholomé E Medizinischer Bedarf für die Rettungshubschrauber 2030

*Einleitung: Im Leitkonzept -4 des Vorstandsberichts Luftfahrt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt befassen sich verschiedene Institute im Rahmen einer interdisziplinären Kommunikation und unter der Einbindung externer Unternehmen mit der Konzeption der „Rettungshubschrauber 2030“. Das Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin befasst sich im LK-4 mit den Anforderungen des Helikopters seitens Ärzten und HEMS-TC. Im April 2018 fand ein Workshop mit den leitenden Ärzten und Rettungsassistenten des ADAC sowie Vertretern aus dem Technikbereich (Experten) statt, um zukünftige Anforderungen zu identifizieren und zu klassifizieren.*

*In einem nächsten Schritt werden die gesamten fliegenden Ärzte und Rettungsassistenten von ADAC und Deutscher Rettungsflugwacht zur Bewertung der Anforderungen eingeladen.*

**Fragestellung:** Was sind die medizinischen Anforderungen für den Rettungshubschrauber 2030 und wie werden sie seitens der Anwender bewertet.

**Methodik:** Zweistufiges DELPHI-Konsensusverfahren zur Technologiefolgenbewertung

**Ergebnisse:** Derzeit (April/Mai 2018) werden die Workshop-Ergebnisse aufbereitet und für die erste Befragungsrunde des online-DELPHI-Verfahrens vorbereitet. Die Studie soll im September 2018 beendet sein. Erste Ergebnisse werden im Vortrag vorgestellt.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse sollen einen nutzer- und nutzenbewerteten Input für das Konzept des Rettungshubschraubers 2030 liefern.

**W 4.3:** Meier MM, Schennetten K, Matthä D und Wirtz M

### Das Strahlungsfeld auf Reiseflughöhen im solaren Minimum

**Einleitung:** Die Strahlenexposition auf Reiseflughöhen wird durch die Höhenstrahlung hervorgerufen, die durch Wechselwirkungen der primären hochenergetischen galaktischen kosmischen Strahlung mit den Atomen der Erdatmosphäre entsteht. Die Intensität des entsprechenden Strahlungsfeldes, dem Passagiere und fliegendes Personal ausgesetzt sind, zeigt eine deutliche Abhängigkeit von der Flughöhe, der lokalen Abschirmwirkung des Erdmagnetfeldes und der solaren Aktivität und kann durch die Umgebungsäquivalent-dosisrate beschrieben werden.

Das solare Minimum ist bei der Betrachtung des Strahlungsfeldes auf Reiseflughöhen von besonderem Interesse, da die entsprechenden Dosisraten während dieser Zeitspanne ihr Maximum innerhalb des solaren Zyklus erreichen. Dieser Effekt ist auf die reduzierte Abschirmwirkung

des interplanetaren Magnetfelds zurückzuführen, welches durch den solaren Wind, d.h. die solare Aktivität, moduliert wird.

Das Modell PANDOCA (Professional AviatioN DOse CAlculator) wurde zur rechnerischen Erfassung des Strahlungsfeldes auf Reiseflughöhen in der Abteilung Strahlenbiologie am Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin des DLR entwickelt.

**Fragestellung:** Wie stark ist die Strahlenexposition auf Reiseflughöhen im solaren Minimum und wie gut kann sie durch das Modell PANDOCA abgeschätzt werden?

**Methodik:** Die Arbeitsgruppe Strahlenschutz in der Luftfahrt am Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin führte während des letzten solaren Minimums mehrere Messflüge, insbesondere in Zusammenarbeit mit einigen deutschen Fluggesellschaften durch, wobei das Strahlungsfeld auf Reiseflughöhen mit einem gewebeäquivalenten Proportionalzählrohr (TEPC), verschiedenen Halbleiterdetektoren und mehreren Blasen-detektoren (BDs) untersucht wurde.

**Ergebnisse:** Modellrechnungen mit PANDOCA ergeben für die Strahlenexposition auf Reiseflughöhen im solaren Minimum Umgebungsäquivalentdosisraten von bis zu 10  $\mu\text{Sv/h}$  und zeigen eine hervorragende Übereinstimmung mit den Messdaten.

**Schlussfolgerungen:** Die berufliche Strahlenexposition des fliegenden Personals durch die galaktische kosmische Strahlung erreicht ein Maximum während des solaren Minimums und kann mit dem beim DLR entwickelten Modell PANDOCA zuverlässig abgeschätzt werden.

### W 4.4: Fuchs FM, Moeller R, Müller D, Hemmersbach R, Hellweg CE, Mücklich F Das Weltraumexperiment „BIOFILMS“ – Erforschung neuer antimikrobieller Oberflächen & Materialien

**Einleitung:** Bakterielle Biofilme stellen nicht nur auf der Erde, sondern auch auf der Internationalen Raumstation (ISS) im Weltall eine Gefahr für den Menschen dar. Einerseits geht von Biofilmen eine direkte Gefahr für die Gesundheit der

Mannschaft aus und zum anderen können auch Werkstoffe wie Polymere oder Metalle durch Biofilme beschädigt werden. Dies ist hinsichtlich der lebenserhaltenden Systeme der Raumstation gefährlich für die Gesundheit der Mannschaft. Da eine Desinfektion mit Aerosolbildnern, wie z.B. Ethanol, aufgrund der Brandgefahr auf der Raumstation nicht möglich ist, könnten verschiedene antimikrobielle Oberflächen und Materialien zum Einsatz kommen – dieser Ansatz wird im Rahmen des Weltraumexperimentes „BIOFILMS“ (Testing antimicrobial metal surfaces under spaceflight conditions - An effective strategy to prevent microbial biofilm formation) auf der ISS (von 2019-2021) getestet.

**Fragestellung:** Zu diesem Zweck werden verschieden gestaltete kupferhaltige Oberflächen in der ISS auf deren antimikrobiellen Eigenschaften getestet. Ziel dieser Untersuchungen ist es, folgende Fragestellungen zu beantworten: Welche Materialien und Oberflächenstrukturen sind antimikrobiell unter definierten Welt-raumbedingungen? Wie schnell bzw. wie stark wird mikrobielle Biofilmbildung durch antimikrobielle Oberflächen verhindert? Welche Oberflächen eignen sich auch für klinische Anwendungen auf der Erde?

**Methodik:** Um die Wirkung von kupferhaltige Oberflächenstruktur/-beschichtung zu vergleichen und eine mögliche Gefährdung der Mannschaft der ISS einschätzen zu können, werden zwei human-relevante Testkeime (i: *Staphylococcus capitis* und ii: *Acinetobacter radioresistens*) im Hinblick auf klinisch relevante Eigenschaften wie die Fähigkeit zur Biofilmbildung, Antibiotikaresistenzen und Toleranz gegenüber physikochemischen Desinfektionsmethoden untersucht. Es ist geplant, Wachstum und Biofilmbildung beider Testkeime auf verschiedenen kupferhaltigen Oberflächenstrukturen in der Experimentalanlage KUBIK (Inkubator mit 1g Referenzzentrifuge) auf der ISS zu untersuchen.

**Ergebnisse:** Einen effektiven Ansatz zur Biofilmbekämpfung stellen aktiv antibakterielle Oberflächen dar. Ansätze hierbei sind, die Erstanlagerung von Bakterien durch direkte Abtötung zu verhindern und/oder das Ablösen eines ausgebildeten Bakterienfilms zu erleichtern. Massive, metallische, antimikrobielle Kupferwerkstoffe

zur Vermeidung von Biofilmen werden im Experiment BIOFILMS eingesetzt. Ein breites Spektrum von mikrobiologischen und materialwissenschaftlichen Methoden und Techniken wird für die Charakterisierung und finale Bewertung der eingesetzten Materialien verwendet.

**Schlussfolgerungen:** Aktuelle Forschungsergebnisse von der ISS zeigen, dass pathogene Erreger und Biofilme auf bemannten Raumstationen eine weitaus größere Bedrohung für die Gesundheit der Astronauten darstellen als bisher angenommen. Gesamtziel des Forschungsprojektes BIOFILMS ist es, die Biofilmbildung auf metallischen, antimikrobiell-funktionalisierten Werkstoffen und die einhergehende Materialschädigung unter Mikrogravitationsbedingungen zu untersuchen. Die Generierung von modellhaften Werkstoffen und modifizierten Oberflächen für medizinische/mikrobiologische Untersuchungen sowie die post-flight Materialcharakterisierung sollen zeigen, welche bisherigen Erkenntnisse zu antimikrobiellen Materialanwendungen im hygienisch-medizinischen Sektor auf die Bedingungen einer Raumstation übertragen werden können.

#### **W 4.5: Hemmersbach R, Liemersdorf C, Brungs S, Lichterfeld Y, Hauslage J Gravitationsbiologie – Translationale zellbiologische Forschung im Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin**

**Einleitung:** Veränderte Schwerkraftbedingungen (Schwereelosigkeit und Hypergravitation) lösen möglicherweise über Wirkungen auf zellulärer Ebene physiologische Veränderungen im menschlichen Körper aus.

An unseren derzeitigen Zellmodellen - Stammzellen, Herzmuskelzellen, Neuronen und Gliazellen, sowie künstlichen Membranen - untersuchen wir grundlegende zelluläre Signalwege, über die humane Zellen möglicherweise indirekt oder direkt Schwerkraftänderungen wahrnehmen.

**Methoden:** Im DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin haben wir ein breites Spektrum von Experimentalanlagen entwickelt, mit denen künstlich, definierte und reproduzierbare Gravitationsbedingungen erzeugt werden können:

*Klinostaten für simulierte Schwerelosigkeit und Zentrifugen für erhöhte Schwerkraftstimulation. Experimente in realer Schwerelosigkeit (Mikrogravitation) optimieren die Experimentbedingungen. Unter diesen Bedingungen werden Zellkulturen exponiert, kultiviert, fixiert, und mittels avancierter molekularer Methoden und zellulärer Bildgebung analysiert.*

**Ergebnisse:** *Auf verschiedenen zellulären Ebenen bewirken Schwerkraftänderungen erhebliche, spezifische physiologische Veränderungen. Unsere Ergebnisse zeigen, dass sich z. B. die Fluidität von Membranen (artifizielle Lipidbilayern) in simulierter Schwerelosigkeit ändert. Genexpressionsprogramme werden unter geänderten Schwerkraftbedingungen spezifisch gehemmt oder stimuliert. Sowohl das Zytoskelett als auch intrazelluläres Ca-Signalling zeigen rasche schwerkraftabhängige Veränderungen.*

**Schlussfolgerungen:** *Veränderte Gravitationsbedingungen triggern spezifische Signalwege auf zellulärer Ebene. Unsere Befunde sprechen dafür, dass mechanosensitive Ionenkanäle, das Cytoskelett und die Zellmembran dazu beitragen. Wir werden diese Mechanismen aufklären und daraus gezielte Interventionen und biotechnologische Anwendungen ableiten. Außerdem wollen wir mittels eines translationalen Ansatzes klären inwieweit Zellen im menschlichen Organismus Schwerkraft direkt wahrnehmen oder indirekt über geänderte mechanische Transduktion im Gewebe.*

## W5-Vorträge

### W 5.1: Wardenga N, Maier H, Matschke RG Sprachverständlichkeit im Störschall bei normal- und schwerhörenden Personen

**Einleitung:** Ziel dieser Studie war es, den Zusammenhang zwischen Hörverlust und 50%-Sprachverständnis im Störschall (SRT) im Oldenburger Satztest (OLSA) unter Verwendung verschiedener fester Störschallpegel zu bestimmen. In einer früheren Studie wurde gezeigt, dass bei einem Störschallpegel von 65 dB SPL die Ergebnisse bis zu einem mittleren Hörverlust von 45 dB HL (PTA) im Störschall gelten und darüber hinaus der Einfluss des Hörvermögens in Ruhe das Ergebnis dominiert. In dieser Zweizentren-Studie sollte der Einfluss anderer Störschallpegel auf das Sprachverständnis untersucht werden.

**Methode:** Die individuellen SRTs wurden im Standard-Störgeräusch (Olnoise), monaural, über Kopfhörer unter Verwendung der adaptiven Pegelsteuerung ermittelt. Insgesamt wurden 93 Datensätze bei Hörverlusten von 0 bis 90 dB HL erhoben. Im Hörzentrum Oldenburg wurden 41 Ohren mit dem OLSA in Ruhe und bei festen Störschallpegeln von 55, 65, 75, 80 und 85 dB SPL getestet. An der Medizinischen Hochschule Hannover wurde der OLSA bei Pegeln von 65, 85 und 95 dB SPL an 52 Ohren durchgeführt.

**Ergebnisse:** Für alle Störschallpegel konnten zwei Bereiche mit linearem Zusammenhang von SRT und PTA identifiziert werden. Die Steigungen für PTAs unterhalb der jeweiligen Störschallpegel abzüglich 20 dB lagen bei etwa 0,09 dB SNR/dB HL. Oberhalb dieser Grenze waren die Steigungen aufgrund der heterogenen Daten sehr verschieden, lagen aber im Bereich von SRT-Ergebnissen in Ruhe.

**Diskussion:** Der OLSA kann für ein breites Spektrum von Hörverlusten und Störschallpegel eingesetzt werden. Mit einem Störschallpegel von mindestens 20 dB lauter als der mittlere Hörverlust (PTA) kann das Sprachverständnis im Störschall auch bei ausgeprägten Hörverlusten und hohen Pegeln gemessen werden. Außerdem kann die Abnahme der Toleranz für hohe

Störlärmpegel z.B. in Cockpits mit dem Hörverlust vorhergesagt und audiologisch überprüft werden.

### W 5.2: Knöffler A Flugmedizinisch relevante HNO-Erkrankungen

**Einleitung:** Es sollen hier drei verschiedene HNO-Erkrankungen vorgestellt werden, die sowohl in diagnostischer als auch in therapeutischer Hinsicht eine besondere Bedeutung für den flugmedizinisch tätigen Hals-Nasen-Ohrenarzt darstellen.

**Fragestellung:** Wann und unter welchen Bedingungen kann ich als flugmedizinisch tätiger Hals-Nasen-Ohrenarzt bei einer Otosklerose, einem Akustikusneurinom bzw. einem Cochlear Implant eine Rückkehr in den, beziehungsweise die Aufnahmestellen des, fliegerischen Dienst befürworten.

**Methodik:** Während der Tätigkeit als Leiter der HNO Abteilung des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe habe ich den elf Jahren meiner Tätigkeit etwa 10 Probanden mit einem Akustikusneurinom, 8 Piloten bzw. Waffensystemoffiziere (WSO) und 3 sonstige Crew-Mitglieder mit einer Otosklerose und ein aktives australisches Hubschrauberbesatzungsmitglied mit einem Cochlear Implant betreut. Über diese Fälle soll hier berichtet werden.

#### Ergebnisse:

**Akkustikusneurinom (AN):**

1 Pilot ist mit Doppelsteuerauflage nach Operation eines AN wieder in das Cockpit zurückgekehrt.

**Otosklerose:**

Insgesamt wurden Acht Piloten bzw. WSO's und 3 Crewmitglieder mit dieser Erkrankung entdeckt.

Zwei Probanden, 1 Pilot und ein Crew-Mitglied erhielten eine erfolgreiche Operation (Stapedotomie, bzw. Maleolo-Vestibulo-Pexie). Die anderen neun Probanden flogen unter regelmäßiger

*Beobachtung im Rahmen der Wehrfliegerverwendungsfähigkeitsuntersuchung (WFV 2 bzw. WFV 3) zunächst weiter.*

*Cochlear Implant (CI) :*

*Derzeit gibt es noch in Deutschland noch keinen Piloten, der mit einem CI fliegt. In USA sind es mittlerweile über 20 Piloten verschiedener Klassen, die Ihre Lizenz wieder erhalten haben.*

### **Schlussfolgerungen:**

*Nutzung aller diagnostischen Möglichkeiten des Fachgebietes, um die erforderliche Sicherheit in der Diagnostik zu haben.*

*Nur wenn eine klare Diagnostik erfolgt ist, kann sich auch eine erfolgreiche Therapie anschließen. Man kommt auch heute nicht an der alten Hippocratischen Regel (Anamnese-Befund-Diagnostik-Therapie) vorbei. (Hippocrates 370 J. v. C.)*

### **W 5.3: Grell F**

#### **Zum Toxic Air Syndrom**

**Einleitung:** *Giftige Gase haben bereits vor dem 2. Weltkrieg zu Flugunfällen geführt. Deren Aufdeckung führte letztlich zur Einführung der systematischen Flugunfalluntersuchung, incl. Anwendung und Einführung toxikologischer Untersuchungsverfahren. In den 70er Jahren wurde in der Luftwaffe die Asservierung von Kabinenluft sowie die Entnahme von Blut und Urin zur toxikologischen Untersuchung Standardverfahren bei allen Flugzwischenfällen. Zahlreiche Fälle von positiven Ergebnissen führten zur Ursachenaufklärung und auch zur Aufdeckung von technischen Fehlerquellen/Defekten.*

**Fragestellung:** *Wird heute sowohl in der militärischen wie in der zivilen Luftfahrt hinreichend sauber und eingehend bei der Zwischenfalluntersuchung, besonders bei „Smoke- und Fumes-Events“?*

*Wird neben der Akuttoxizität auch möglichen chronischen Expositionen, besonders unterhalb der Wahrnehmungsschwelle, genügend Aufmerksamkeit geschenkt?*

*Sind die besonders langzeitgefährlichen Derivate/Verbindungen hinreichend belegt/identifiziert? Gibt es dafür aussagefähige Untersuchungsverfahren? Werden diese angewandt?*

*Sind technische Präventionsmöglichkeiten (z.B. die Anwendung von Filter) hinreichend berücksichtigt? Sollten grundsätzliche andere technische Lösungen (z.B. keine Zapfluft aus den Triebwerken) beschränkt werden? Wie ist die Betriebssicherheit vermeintlicher einfacher Alternativen? Haben diese wiederum eigene Gefahrenquellen?*

**Methodik:** *Es werden mil. und ziv. Beispiele betrachtet und Fälle besprochen, bei denen Optimierungsmöglichkeiten bestanden hätten. Insbesondere die neuen Verfahren der BG Verkehr, die Ergebnisse einiger deutscher UniKliniken sowie die neuen (2015) EASA- Vorgaben werden beschrieben.*

**Ergebnisse:** *Akute toxische Ereignisse werden mittels Blut- und Urinuntersuchungen („Bio-Indikator“) militärisch schon lange erfolgreich erforscht. Zivil ist die BG mittels Verweis an D-Ärzte im Verdachtsfall auf dem richtigen Wege, jedoch könnte der nötige Kenntnisstand angesichts der relativ seltenen Ereignisse möglicherweise nicht überall hinreichend vorhanden sein. Wischproben vom LFZ-Inneren können Hinweise auf unterschwellige Expositionen geben. Deren quantitative Aussagekraft ist jedoch gering. Expositionsversuche mit in Wischproben gefundenen toxischer Agentien werfen ethische Fragen auf. Trecesylphosphat ist zwar sehr gefürchtet, spielt jedoch möglicherweise nicht die erwartete Rolle. Weitere Kernsubstanzen bedürfen der Identifizierung, insbesondere 1° und 2° Metabolite müssen mehr in den Fokus rücken. Die Nachweismöglichkeit geringster Spuren wirft Fragen nach der Relevanz auf. Stammen sie aus dem LFZ? Oder aus dem Bus bei der Fahrt zum Flughafen?*

**Schlussfolgerungen:** *Akutereignisse treten oft im Fluge bzw. bei Landungen auf auswärtigen Airports auf. Die dort angewandten Verfahren entsprechen oft nicht den Vorgaben. Die EASA versucht eine wirkungsvollere Standardisierung. Nationale (Persönlichkeits-) Schutzrechte beeinträchtigen z.T. die Nachforschungen. Die Rolle der IATA scheint ausbaufähig.*

**W 5.4: Venus M**  
**Correlations of Flight Time Limitations, Fatigue, Employment Conditions and Airline Pilots' Mental Fitness**

*precarious working conditions will also be discussed.*

**Einleitung:** Only after the Germanwings crash in 2015, EASA and aviation industry became aware that mental disorders and emotional stress in pilots can have disastrous consequences. Before that, fatal crashes like LAM 470 (2013), EgyptAir 990 (1999), Silk Air 185 (1997) appeared to have had similar reasons: severe emotional stress or acute psychological crisis or disease. Accident investigators also proved that pilot fatigue can have fatal or severe consequences, like Colgan Air 3407 (2009), AF 447 (2009), Korean Air 801 (1997), American Airlines 1420 (1999) and China Airlines 006 (1985).

**Fragestellung:** Extensive research in the field of pilot fatigue yielded in depth knowledge about contributing factors and detrimental consequences of fatigue on pilot performance and aviation safety. However little is known about correlations of flight time limitations (FTL), fatigue, employment conditions and airline pilots' mental fitness. Recent research shows that present commercial pilots' working conditions like legal FTL, actual duty times and fatigue may pose a serious threat to airline pilots' mental fitness and aviation safety, while physical exercise can have a slightly positive effect.

**Methodik:** This cross-sectional study analyses demographic data, working conditions (duty times, days off, type of contract) of Europe-based commercial airline pilots during summer flight schedule, fatigue, acute and life stress, coping strategies, physical exercise and their associations with common mental disorders, depression and anxiety. Potential correlates of precarious contracts like "Pay to Fly", fake self-employment, temporary contracts despite high debts due to self-funded pilot training will also be highlighted.

**Schlussfolgerungen:** The results show, how different working conditions of major EASA airline carriers or low cost carriers in EASA member states correlate with mental fitness. High workload with maximum duty and minimum rest times is expected to correlate negatively with airline pilots' mental health. Potential effects of

## W6-Vorträge

**W 6.1:** Kyoko-Nadja U, Briner HR, Trabold K, Kunz A, Bron D

### "Aerosound" – ein realitätsnaher Test für die Sprachverständigung der Piloten?

**Einleitung:** Die Kommunikation über Funk ist in der Luftfahrtbranche äusserst wichtig. Deshalb gehört die Überprüfung der Hörfähigkeit zur regulären medizinischen Tauglichkeitsuntersuchung. Bisher werden diese Tests nur in Form von Audiometrien in ruhiger Umgebung durchgeführt, was nicht der Realität im Cockpit entspricht. Deshalb wurde vor einiger Zeit das realitätsnahe Test-Programm Aerosound entwickelt.

**Fragestellung:** Ist das Audiometrie Test-Programm Aerosound valide und einfach durchführbar?

**Methodik:** Die Probandengruppe (n=20) bestand aus 18 Militärpiloten und 2 Mitarbeitern der Luftwaffe mit einer zivilen Piloten Lizenz (PPL). Die Militärpiloten wurden zudem in zwei Gruppen unterteilt: "vollständig ausgebildet" (n=11) und "in Ausbildung" (n=7).

Zu Beginn der Studie wurde mit allen Probanden eine konventionelle Reintonaudiometrie durchgeführt. Anschliessend wurde der Aerosound-Test durchgeführt und die Resultate aus der Reintonaudiometrie mit denjenigen des Aerosound-Tests verglichen.

Beim Aerosound-Test wurde den Piloten über Kopfhörer 30 Original Funksprüche von Fluglotsen zugespielt, welche sie korrekt beantworten mussten. Zeitgleich wurden im Hintergrund Cockpitgeräusche eines Airbus A 320 abgespielt. Falls der Pilot den Funkspruch nicht verstanden hatte, war es ihm erlaubt die Mitteilung noch einmal zu hören (was auch in der Realität möglich ist).

**Ergebnisse:** Insgesamt konnten mit dem «Aerosound»-Test 30 Punkte erreicht werden, wovon die zu Ende ausgebildeten Militärpiloten im Durchschnitt  $29.3 \pm 0.9$  Punkte, die Piloten in Ausbildung  $28.1 \pm 1.4$  Punkte und die PPL Piloten  $19.0 \pm 1.0$  Punkte erzielten. Die bereits ausgebildeten Militärpiloten waren im Durchschnitt

älter als die anderen beiden Gruppen und benötigten die geringste Anzahl an Wiederholungen ( $2.8 \pm 3.2$ ) des Funkspruches. Der Punkte-Unterschied zwischen den ausgebildeten Militärpiloten und denjenigen in Ausbildung war nicht signifikant. Jedoch erreichten die Piloten, die nur über eine zivile Lizenz (PPL) verfügten und auch weniger Erfahrung in der Radiokommunikation hatten, signifikant weniger Punkte und benötigten signifikant mehr Wiederholungen als beide Militärpilotengruppen.

**Schlussfolgerungen:** Mit dem "Aerosound"-Test konnte eine Korrelation zwischen den im Test korrekt beantworteten Funksprüchen, der Anzahl benötigter Wiederholungen und der Flug-, resp. Funkerfahrung aufgezeigt werden. Die Berufspiloten haben alle ein gutes Resultat im "Aerosound"-Test erreicht, womit aufgezeigt werden konnte, dass eine Korrelation zwischen der Audiometrie und dem "Aerosound"-Test besteht.

Weitere Studien sind jedoch erforderlich, bevor "Aerosound" als offizielle Testmethode in der flugmedizinischen Untersuchung für Piloten verwendet werden kann.

**W 6.2:** Aebi M, Bourdillon N, Milletz GP und Bron D

### Heart rate variability in pilots trainees exposed to various acute normobaric and hypobaric normoxic and hypoxic conditions

**Einleitung:** Military pilots are often exposed to hypoxic environment. Hypoxia and altitude exposure affect cardiovascular system (Hackett et al., 2001). Heart rate variability (HVR) is commonly used to monitor fatigue and overtraining in athletes (Meeusen et al., 2013). HRV is an easy non-invasive tool, because it reflects cardiac autonomic control that can be affected either by fatigue state of overtraining (Buchheit, M., 2014). Some authors prefer the time domain regarding HVR parameter (Plews et al., 2012): the root mean square of the successive differences (RMSSD), when others (Schmitt et al., 2016) are more interested in time and frequency HVR parameters (Mean heart rate, RMSSD,



Power regarding low frequency (LF), high frequency (HF) and total power (LF + HF). In this study, we were mostly interested in RMSSD and total power parameters. Altitude can be simulated either by lowering inspired oxygen fraction (%FIO<sub>2</sub>; normobaric hypoxia, NH) or in a hypobaric chamber (HH). HH and NH have been shown to induce different physiological responses (Millet et al., 2012) but to our knowledge their respective influence on HVR during acute exposure. Therefore, in the present study, we investigated the effect of acute HH, NH and hypobaric normoxia (HN; at the same barometric pressure than HH but with a hyperoxic breathing to obtain a PIO<sub>2</sub> equivalent to sea-level) on HVR. For safety reasons, it of interest to investigate how cardiac autonomous control may be affected in different acute hypoxic exposures.

**Fragestellung:** Three hypotheses were tested: 1. RMSSD and total power (LF + HF) may be decreased with increase of altitude level in hypobaric hypoxia compared to normoxia. 2. RMSSD and total may also be decreased in hypoxic conditions (NH and HH) at 5500m compared to normoxia. 3. Finally, we hypothesized that HN would not affect cardiac autonomous control when compared to normobaric normoxia (control condition).

**Methodik:** Fifteen healthy pilot trainees (26 ± 4 years, 177 ± 7 cm, 71 ± 9 kg) came for a familiarization and a test visit in the hypobaric chamber at the Aeromedical Center in Dübendorf, Switzerland. HVR was measured with heart rate monitor (Polar RS800CX, FI-90440 Kempele, Finland) in normobaric normoxia (NN, pre-test and post-test), at altitude 3000m and 5500m in HH, 5500m NH (FIO<sub>2</sub> 11%) and 5500m HN (FIO<sub>2</sub> 40%) conditions in a randomized order. HRV analysis was assessed in each condition during a 4 minutes period when subjects remained at rest seated. HVR data were analysed using specific software (Kubios HVR Standard, V 3.0).

**Ergebnisse:** As hypothesized, RMSSD was decreased in 5500m HH (25.5 ± 16.1) compared to 3000m HH (37.5 ± 20.1, P<0.05) and NN (46.1 ± 15.6, P<0.001). RMSSD was decreased similarly in hypoxic conditions (NH: 29.0 ± 21.1 and HH) when compared to normoxic conditions (NN and HN: 47.1 ± 27.9, P<0.001). This result suggests a

hypoxic effect and no hypobaric effect on RMSSD for same PIO<sub>2</sub> conditions (NN vs. HN and NH vs. HH). Total power (LF + HF) was decreased at 3000m and 5500m in HH (1703 ± 1125 and 997 ± 602) respectively compared to NN (3197 ± 1627, P<0.001). Total power was also decreased in NH (1433 ± 1466, P<0.001) compared to NN and in HH compared to normoxic conditions (NN and HN: 2895 ± 2719, P<0.001).

**Schlussfolgerungen:** Hypoxic environment are usually physiologically stressful. For military pilots or any professional exposed to hypoxia, it is important to better understand how different altitude levels and hypoxic conditions may affect cardiac autonomous control at rest. Our results suggest a vagal control withdrawal under hypoxia (HH and NH) during acute exposure related to a sympathetic activation.

**W 6.3:** von Wattenwyl R, Trabold K, Kunz A, Bron D

### Wie relevant ist eine asymptomatische erstgradige Mitralklappeninsuffizienz bei Militärpilotenanwärter

**Einleitung:** Die leichte Mitralklappeninsuffizienz (MI) spielt im klinischen Alltag kaum eine Rolle und Bedarf in aller Regel keinerlei therapeutischer Massnahmen. Die kardiologische Einschätzung beruht aber auf einem Patientenkollektiv, welches im Alltag regulären physiologischen Belastungen ausgesetzt ist. Betrifft die Mitralklappeninsuffizienz jedoch Personen, welche erhöhten kardiologischen Belastungen ausgesetzt sind, wird die Einschätzung des unmittelbaren physiologischen Einflusses und der mittel- bis langfristigen Progression der Insuffizienz schwieriger. Dies trifft im speziellen für junge Militärpilotenanwärter/innen zu, bei welchen im Rahmen der medizinischen Abklärung eine leichte MI als Zufallsbefund diagnostiziert wird.

**Fragestellung:** Ist eine leichte MI ein relevanter kardiologischer Befund bei Militärpilotenanwärter/innen?

**Methodik:** In ca 0.5 - 1% der Fälle wird bei uns am Fliegerärztlichen Institut im Rahmen der kar-

diologischen Abklärungen eine Mitralklappeninsuffizienz als Zufallsbefund diagnostiziert. Da Militärpiloten/innen, insbesondere Jetpiloten/innen bei ihren fliegerischen Einsätzen deutlich erhöhten kardiologischen Belastungen ausgesetzt sind stellt diese Diagnose trotz fehlender Klinik einen relevanten Punkt in unserem medizinischen Selektionsverfahren dar. Wir stellen die letzten Fälle vor und erörtern die kardiologische Aufarbeitung und Entscheidungsstrategie dieser doch eher seltenen aber anspruchsvollen Fälle.

**Schlussfolgerungen:** Eine leichte MI hat in aller Regel für die betroffene Person im Alltag keine Relevanz. Bei Berufsgruppen welche erhöhten kardiologischen Belastungen ausgesetzt sind kann aber bereits ein leichter Befund an der Mitralklappe für den Berufsalltag bedeutend sein. Im speziellen sind Militärpiloten, insbesondere Jetpiloten, deutlich erhöhten kardiologischen Belastungen ausgesetzt bei welchen auch triviale Befunde sich akzentuieren können. Eine sorgfältige kardiologische Standortaufnahme und Beurteilung eines jeden einzelnen Falles ist hier zwingend. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die gegenwärtige Datenlage sich an einem eher älteren Patientenkollektiv orientiert, welches nur alltäglichen Belastungen ausgesetzt ist, was eine sichere prognostische Einschätzung des Langzeitverlaufs in einem Selektionsverfahren zur Herausforderung macht.

#### **W 6.4: Ullrich O INNOVATION PARK WITH AIRPORT: THE UZH SPACE HUB**

*The aerospace sector is among the most important driving forces in research, technology, and innovation. The Space Hub is an initiative led by the University of Zurich to establish collaborative space activities at the Switzerland Innovation Park Zurich located at the Dübendorf Airport. The Space Hub will bundle together a critical mass of already existing active research in aerospace, as well as forming new partnerships with stakeholders in science and industry.*

*A solid foundation of knowledge and experience will form the basis for successful research and*

*development cooperation, and businesses, start-ups, and spin-offs will be encouraged to move into attractive premises at the airfield. The Space Hub is currently promoting activities in three main domains: Astrophysics, Space Life Sciences, and Earth Observation.*

*The University of Zurich has already been using the military airport for research and recently organized a research campaign with the Zeppelin NT. In 2015, 2016 and 2018, the Space Hub ran parabolic flight campaign with the Novespace A310 ZERO-G, enabling various institutions and companies to carry out on-board physical, chemical, biological, and medical experiments. R&D in remote sensing technologies will be tested by helicopters, the Zeppelin NT, and specialized airplanes operating from Dübendorf. The unique combination of an airfield with laboratories will also be advantageous for research.*

*Dübendorf has therefore already passed the test phase for research flight activities and is set to become a very well positioned venue in Europe for carrying out challenging and complex research projects. The Dübendorf region is a real hotspot for aerospace activities. The Dübendorf area has leading research institutions such as EMPA, ETHZ and UZH, and professionals skilled in flight safety, operations, and maintenance. At the same time, the airfield, the hangar, and in the future the Innovation Park will provide the ideal infrastructure set-up, unique in Europe.*

#### **W 6.5: Thiel CS, Tauber S, Christoffel S, Hüge A, Lauber BA, Polzer J, Paulsen K, Lier H, Engelmann F, Schmitz B, Schütte A, Raig C, Layer LE, Ullrich O**

#### **Rapid coupling between gravitational force and the transcriptome in human myelomonocytic cells**

**Einleitung:** *The gravitational force has been constant throughout Earth's evolutionary history. Since the cell nucleus is subjected to permanent forces induced by Earth's gravity, we addressed the question, if gene expression homeostasis is constantly shaped by the gravitational force on Earth.*

**Fragestellung:** We therefore investigated the transcriptome in force-free conditions of microgravity, determined the time frame of initial gravitational force-transduction to the transcriptome and assessed the role of cation channels.

**Methodik:** We combined a parabolic flight experiment campaign with a suborbital ballistic rocket experiment employing the human myelomonocytic cell line U937 and analyzed the whole gene transcription by microarray, using rigorous controls for exclusion of effects not related to gravitational force and cross-validation through two fully independent research campaigns. Experiments with the wide range ion channel inhibitor SKF-96365 in combination with whole transcriptome analysis were conducted to study the functional role of ion channels in the transduction of gravitational forces at an integrative level.

**Ergebnisse:** We detected profound alterations in the transcriptome already after 20 s of microgravity or hypergravity. In microgravity, 99.43% of all initially altered transcripts adapted after 5 min. In hypergravity, 98.93% of all initially altered transcripts adapted after 75 s. Only 2.4% of all microgravity-regulated transcripts were sensitive to the cation channel inhibitor SKF-96365. Inter-platform comparison of differentially regulated transcripts revealed 57 annotated gravity-sensitive transcripts.

**Schlussfolgerungen:** We assume that gravitational forces are rapidly and constantly transduced into the nucleus as omnipresent condition for nuclear and chromatin structure as well as homeostasis of gene expression.

## F-Vorträge

**F 5:** Bernede N, Birlem M, Bruderrek C, Schulien P

### "kiwi – Your Ticket to Microgravity" - The Airbus Commercial Service for Microgravity Research and Applications

*Given that ISS resources, in particular crew time, are limited, there is a need to provide researchers with experiment platforms that maximize automation and real-time ground control to improve chances for mission manifesting and success to facilitate scientific discovery in a microgravity environment.*

*Thanks to its concept of commercial utilization of existing technologies, Airbus provides the full range of microgravity research platform end-to-end services. It also increases experiment throughput and streamlines accessibility to make research in space as attainable and attractive as terrestrial-based research, be it on the International Space Station, on capsules, sounding rockets or suborbital and parabolic flights. The new commercial program "kiwi" offers a variety of possibilities to perform experiments in space: either with the space-proven products "ScienceBox" and "ScienceShells" or the innovative "ScienceTaxi" arriving in 2019.*

*Presently the partnerships with STaARS (Space Technology and Advanced research systems Inc.) and SpaceTango Inc. open the access to artificial gravity centrifuges and micro-gravity environmental controlled rack facilities on the International Space Station (ISS), to all users worldwide by using their Space Act Agreement with NASA.*

*With the product "ScienceTaxi" a flight proven incubator and centrifuge platform is coming in 2019, leveraging all of these research capabilities also to other vehicles, capsules, suborbital and parabolic flights as a sortie payload platform without any crew interactivity required.*

*The uniqueness is that all offered facilities and platforms make use of the advantage of the large portfolio of existing experiment hardware of Airbus and Kayser Italia S.r.l. following the Airbus Type 1 Experiment Container form factor, promoted as ScienceShell. This standard is in continuous evolution and serves since more*

*than 25 years all modern biological scientific research needs in the field of fundamental biomedical processes, cells and organisms.*

*The presentation shall show the utilization approach and the portfolio of technologies and hardware currently available within the program. Further, it shall provide information about ongoing developments, possible customized solutions for all the researchers experiment needs as well as examples of successfully performed missions.*

### **F 12:** Siedenburg J Mental Health of Pilots

*Die Luftfahrt gilt als ultrasicheres System. Flugunfälle, insbesondere solche mit medizinischer Ursache sind extrem selten. Fehler, Zwischenfälle und Unfälle können jedoch katastrophale Konsequenzen haben. Wegen der Häufigkeit psychischer Veränderungen in der Allgemeinbevölkerung und deren Zunahme sowie einiger Ereignisse in den letzten Jahren ist das Thema psychische Gesundheit von Piloten zunehmend wichtiger geworden. Der wichtige Einfluss auf die Flugsicherheit wurde von verschiedenen Arbeitsgruppen herausgestellt.*

*Während fliegerärztliche Untersuchungen generell auf organische Veränderungen ausgerichtet sind, deren Anteil an Incapacitations in den letzten Jahren eher abgenommen hat, wird empfohlen, psychische Veränderungen, deren Anteil dabei höher ist, mehr in den Blickpunkt zu nehmen. Erschwerend ist die Tatsache, dass die meisten Veränderungen im Intervall zwischen zwei turnusmäßigen Untersuchungen zu erwarten sind. Psychische Veränderungen sind für die Betroffenen stark stigmatisierend. Zudem befürchten diese bei entsprechenden Diagnosen die Gefährdung von Fliegertauglichkeit und damit des Lebensunterhalts. Außerdem liegen im Bereich der Psychologie und Psychiatrie kaum einfache Tests vor, die psychische Veränderungen in der Zukunft ausschließen können.*

*Zum einen ist es erforderlich, präventiv tätig zu werden und die Resilienz von Flugzeugführern gegenüber beruflichem, sozialem und familiä-*

rem Stress zu fördern, um die Entwicklung psychischer Veränderungen zu vermeiden. Zum anderen gilt es, solche Störungen frühzeitig zu erfassen, um rechtzeitig intervenieren und therapieren zu können, bevor es zu ernsthaften Störungen gekommen ist. Verschiedene Arbeitsgruppen haben in diesem Zusammenhang vorgeschlagen, die Kenntnisse auf dem Gebiet psychische Gesundheit bei Fliegerärzten, Piloten und deren Umfeld zu optimieren. Hierbei sollte der Fokus weniger auf den seltenen, aber dafür spektakulären Erkrankungen liegen, sondern eher auf den viel häufigeren, einfacher zu diagnostizierenden und zu therapierenden Störungen, wie etwa Depressionen und Angst- und Stress-bedingten Störungen.

Um im Zusammenhang mit non-punitiven und „just culture“-Prinzipien niedrigschwellige Reporting-Systeme zu schaffen, wurde außerdem vorgeschlagen, Peer Support-Programme zu schaffen, die es Betroffenen, Familienangehörigen und Kollegen ermöglichen, bei psychischen Auffälligkeiten Ansprechpartner zu haben. Hierbei macht man sich zunutze, dass Flugzeugführer sich gegenüber anderen Flugzeugführern nicht nur bei stigmatisierenden psychischen Veränderungen leichter öffnen als gegenüber anderen Berufsgruppen wie Ärzten oder Psychologen. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang gegenseitiges Vertrauen.

Poster

**P1:** Warnecke T, Schmitz J, Kerkhoff S, Komorowski M, Neuhaus C, Hinkelbein J

**Airway management in microgravity – a systematic review**

**Introduction:** In the near future, space programs will shift their focus towards long-duration interplanetary missions, in particular to the Moon and Mars. These exploration missions will unavoidably be associated with an increased risk of acute medical problems, which will need to be handled by an autonomous crew operating in extreme isolation. An important skill in emergency medicine is represented by airway management, which is a key component in the management of numerous medical conditions as well as for general anesthesia. Many airway devices are available and it is unclear which one would be the most suitable in the context of a space mission. The aim of this systematic review is to analyze the existing literature on airway management in the special situation of weightlessness during space missions.

**Material and methods:** We performed a standardized review of published literature on airway management in spaceflight and analogue environments using the database PubMed.

**Results:** We identified a total of 3,111 publications of which 3,039 were initially excluded after evaluation. The literature screening identified three randomized comparative manikin studies, two of them in parabolic flights, one in a submerged setup. Under free-floating conditions, the insertion success rate of supraglottic airway devices (SGA) was excellent (91%-97%). The administration of artificial ventilation could be successfully achieved in weightlessness with supraglottic devices, without the need to restrain patient or operator. The success rate of conventional laryngoscopy under free-floating conditions fluctuated between 15-86%. No study has evaluated modern video laryngoscopes or intubation under partial gravity conditions.

**Conclusion:** It appears possible to safely manage the airway in weightlessness, provided that certain conditions are ensured, such as restraining the patient and operator for conventional orotracheal intubation. If airway protection is required in microgravity with endotracheal intubation, both the operator and the patient should be restrained.

**P2:** Kerkhoff S, Braunecker S, Cirillo F, De Robertis E, Glaser E, Hodkinson P, Iovino IZ, Jansen S, Komorowski M, Neuhaus C, Rehnberg L, Romano G, Russomano T, Schmitz J, Spelten O, Ullrich O, Velho R, Warnecke T, Hinkelbein J

**Saving lives in spaceflight - a guideline for cardiopulmonary resuscitation in microgravity**

**Background:** As mankind strives to explore space beyond the moon by planning space exploration missions to Mars and as space tourism becomes closer to operational viability, medical planning for those missions must consider the possibility of life threatening medical emergencies.

On Earth, well-established and proven guidelines concerning cardiopulmonary resuscitation (CPR) are published. Nevertheless, such a guideline does not exist for the special environment of microgravity, despite mankind exploring space since 1961. Nonetheless, several studies have been conducted to investigate the feasibility and best technique of CPR in microgravity. The aim of this guideline is to critically appraise all the literature of CPR in weightlessness and create the most up to date evidence-based guidance for its application under the special circumstances of spaceflight.

**Methods:** A task force was created by the German Society of Aerospace Medicine (DGLRM) to develop a guideline for CPR in weightlessness, based on the member's clinical and scientific background. Then standardized questions using the PICO-model were created, to guide the systematic literature review, which was mainly performed using "PubMed". The retrieved 4,356 abstracts were then screened using the browser-based tool "abstrackr" in double-reviewer technique, and the selected papers were subsequently reviewed utilizing the GRADE-method. The guideline was then divided into 15 sections and the recommendations for each section were finalized by 2 experts. All proposed recommendations were then presented to the whole task force and subject to a structured consensus finding process using the RAND-DELPHI method.

**Results:** Similar to Earth-based guidelines, a differentiated approach to CPR with a division into

*basic life support (BLS) and advanced life support (ALS) is necessary for the special environment of microgravity. In immediate BLS, the chest compression method of choice is the Evetts-Russomano method (ER), whereas in an ALS scenario, with the patient being restrained on the Crew Medical Restraint System, the handstand method (HS) should be applied. Airway management should only be performed if at least two rescuers are present and the patient has been restrained. A supraglottic airway device should be used for airway management where crew members untrained in endotracheal intubation (ETI) are involved.*

**Conclusion:** *CPR in microgravity is feasible and should be applied according to the Earth-based guidelines of the AHA/ERC in relation to fundamental statements, like urgent recognition and action, focus on high-quality chest compressions, compression depth and compression-ventilation ratio. However, the special circumstances presented by microgravity and spaceflight must be considered concerning central points such as rescuer position and methods for the performance of chest compressions, airway management and defibrillation.*

**P3:** Frett T, Arz M, Gruber M, Kümmel J, Kramer A, Niehoff A, Jordan J

### **Verträglichkeit von reaktiven Sprüngen auf einer Kurzarmzentrifuge**

**Einleitung:** *Längere Aufenthalte in Schwerelosigkeit bewirken führen u.a. zu deutliche körperliche Beeinträchtigungen des Herz-Kreislauf-Systems sowie der Muskeln und Knochen besonders in den unteren Extremitäten. Das derzeitige Training auf der Internationalen Raumstation ISS umfasst daher sowohl Ausdauer- als auch Krafttraining. Trotz angepasster Trainingssysteme und -methoden sowie eines hohen Trainingsumfangs von ~1.5 Stunden täglich an 6-7 Tagen pro Woche wird die körperliche Leistungsfähigkeit nicht sicher erhalten.*

**Fragestellung:** *Das DLR Institut für Luft- und Raumfahrt (ME) erforscht mit der Kurzarm-Humanzentrifuge (SAHC-1) neue Trainingsmethoden, um Astronauten auch bei Langzeitmissionen leistungsfähig zu halten. Deshalb haben wir*

*untersucht, welche Auswirkungen simulierte Gravitation (Artificial Gravity) erzeugt durch Zentrifugation auf die Verträglichkeit von körperlichem Training hat.*

**Methodik:** *Im Rahmen der JUMP Studie absolvierten 15 gesunde männliche Probanden 15x15 reaktive Sprünge unter verschiedenen +Gz-Bedingungen im Cross-Over Design. Dabei verglichen wir Sprünge bei +0.5..+1.5Gz am Körpermasseschwerpunkt auf der Kurzarmzentrifuge, Erdschwerkraft in der Vertikalen und auf einem Sprungschlitten-System in der Horizontalen. Die Symptome der Bewegungskrankheit wurden mittels verschiedener validierter Fragebögen (Motion Sickness Assessment Questionnaire, Positive and Negative Schedule, Epworth Sleepiness Scale) erfasst.*

**Ergebnisse:** *Alle Probanden absolvierten das Zentrifugentraining ohne signifikante Einschränkungen durch Bewegungskrankheit. Die Symptome der Bewegungskrankheit waren im direkten Vergleich vorher und nachher bei keinem der Zentrifugen-Protokolle signifikant erhöht. Im Vergleich mit Sprungtraining in der Horizontalen und Vertikalen bei Erdschwerkraft wurden ebenfalls keine Unterschiede festgestellt.*

**Schlussfolgerungen:** *Komplexe Bewegungsabläufe können auch unter Hypergravitation durchgeführt werden, ohne dass es zu einer Beeinträchtigung durch Bewegungskrankheit kommt. In weiteren Studien werden unterschiedliche Übungen zum Erhalt der körperlichen Leistungsfähigkeit unter Hypergravitation untersucht.*

**P4:** Frett T, Arz M, Petrat G

### **Entwicklung von Virtual Reality Anwendungen für den Einsatz unter alternierenden Schwerkraftumgebungen – Entwicklungsstand, Herausforderungen, Möglichkeiten**

**Einleitung:** *Virtual Reality (VR) Systeme werden derzeit u.a. zur Simulation von Mondhabitaten oder zur Optimierung von Astronauten-Training genutzt. Auf der Internationalen Raumstation*

ISS werden kommerzielle Mixed-Reality Systeme wie die Microsoft® HoloLens getestet, um Astronauten besser bei komplexen Aufgaben zu unterstützen. VR-Systeme werden von Astronauten akzeptiert und besitzen auch bei der Optimierung von Trainingsmöglichkeiten im All großes Potential, z. B. durch die Verwendung einer virtuellen Aufzeichnung durch den ESA-Astronauten Timothy Peake beim Lauf des London Marathon 2015 auf der ISS gezeigt.

**Fragestellung:** Das DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin (ME) entwickelt eine neuartige VR-Anwendung, die als Forschungsplattform auf der Kurzarm-Humanzentrifuge des DLR (SAHC-1) eingesetzt werden kann. Mit diesem System sollen sowohl grundlegende Fragestellungen zur menschlichen Anpassungsfähigkeit an alternierende Schwerkräftumgebungen untersucht werden als auch die Langzeit-Motivation eines Hyper-G Trainings verbessert werden.

**Methodik:** Zur Entwicklung eines VR-Systems für den Einsatz auf einer Kurzarm-Humanzentrifuge wurden mehrere kommerzielle VR-Systeme getestet. Hierbei wurde sowohl die Kompatibilität der Systeme an die vorhandene Infrastruktur der SAHC als auch die Performance der VR-Komponenten untersucht.

**Ergebnisse:** Höhere +Gz-Belastungen sowie Coriolis-Kräfte beeinträchtigen die Detektion von Kopfbewegungen. Bewegliche Teile der Trackingsysteme (bspw. für Laserscanner) werden hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt und sind daher nicht für den Einsatz unter Hyper-G tauglich. Eine Adaptation eines Motion Capturing System (Vicon®) ergab ein deutlich robusteres Tracking. Probanden-Tests zeigten eine verstärkte Immersion durch geeignete VR-Umgebungen sowie geringe Beeinträchtigungen durch Motion Sickness.

**Schlussfolgerungen:** Erste Ergebnisse zeigen, dass VR-Systeme unter Hyper-G eingesetzt werden können. Eine robuste Bewegungserkennung kann durch die Verwendung eines optischen Motion Capturing -Verfahrens ermöglicht werden. Zukünftige Studien dienen der Untersuchung des Einflusses von visuellen Inputs unter alternierenden Schwerkräftumgebungen.

**P5: Röske R, Gunga HC, Werner A**  
**Untersuchung der zerebralen Sauerstoffsättigung mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) im Vergleich zum Monitoring mittels Pulsoxymetrie im Rahmen der Sauerstoffmangeldemonstration bei Kammerfahrten am Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe in Königsbrück**

**Einleitung:** Hypoxie ist Sauerstoffmangel auf zellulärer Ebene. Dies führt in der Zelle zu Störung des Funktions- und Strukturstoffwechsels und schließlich zur Apoptose. Das fliegende Personal ist v.a. durch höhenbedingten Sauerstoffmangel gefährdet. Ziel wäre daher ein kontinuierliches, nicht-invasives Monitoring im Flugbetrieb und eine erhöhte Sicherheit in der Ausbildung. Das Monitoring der Pulsoxymetrie (SpO<sub>2</sub>) ist bei Sauerstoffmangeldemonstrationen während Kammerfahrten in der flugphysiologischen Ausbildung Standard. In der zerebralen Oxy-metrie wird nicht allein der pulsatile, arterielle Anteil gemessen, sondern oxygeniertes und desoxygeniertes Hämoglobin im gesamten Gewebe gemessen. Der Wert stellt eine venös-gewichtete Messung dar. Die zerebrale Oxygenierung (rSO<sub>2</sub>) ist ein Maß für die Balance von O<sub>2</sub>-Angebot und -bedarf.

**Fragestellung:** Ziel der Studie ist es, den Zusammenhang zwischen zentraler und peripherer Sauerstoffsättigung festzustellen. Haupthypothese: Die Veränderung der zerebralen Sauerstoffsättigung korreliert unzureichend mit Veränderungen der peripheren Sauerstoffsättigung. Die gemessenen Kompartimente unterscheiden sich, peripher wird arteriell gemessen, zentral im gesamten durchleuchteten Gewebe, somit venös-gewichtet. Daher wird eine unzureichende Korrelation unterstellt, gleichwohl ist mit signifikanten Abfällen der rSO<sub>2</sub> zu rechnen, womit sich eine ergänzende Information zur Ausprägung der Hypoxie ergeben sollte. Nebenhypothese: Sauerstoffmangelsymptome korrelieren mit einem Abfall der zerebralen Sauerstoffsättigung.

**Methodik:** Die Studie wurde durchgeführt bei 100 Lehrgangsteilnehmern, die an Kammerfahrten in der HKS im Rahmen ihrer flugphysiologischen Ausbildung teilnahmen. Das Profil sah die Testung des akuten Sauerstoffmangels auf



25.000 ft und des milden Sauerstoffmangels auf 15.000 ft vor. Das Pulsoxymeter ist das Modul Masimo™ MS5. Es misst SpO<sub>2</sub> und peripheren Puls. Der Normwert liegt bei 97- 99%. Das Oxymeter ist das INVOS™ 5100C zerebraler/somatischer Oxymeter. Ein selbstklebender Sensor wird an der Stirn angebracht. Das Oxymeter misst im frontalen Hirngewebe die regionale Sättigung (rSO<sub>2</sub>). Der Normwert liegt bei 71 ±6%. Der Methodenvergleich erfolgte mit Regressionsanalyse und Darstellung nach Bland-Altman und Konkordanz Korrelation Koeffizient (CCC) nach Lin.

**Ergebnisse:** Die Ausgangswerte für rSO<sub>2</sub> und SpO<sub>2</sub> sind signifikant unterschiedlich und nicht signifikant korreliert. Die niedrigsten Werte für rSO<sub>2</sub> und SpO<sub>2</sub> sind signifikant unterschiedlich und schwach korreliert. Der prozentuale Sättigungsabfall rSO<sub>2</sub> und SpO<sub>2</sub> sind signifikant unterschiedlich und schwach korreliert. Die Dauer des Sättigungsabfalls für rSO<sub>2</sub> und SpO<sub>2</sub> sind nicht signifikant unterschiedlich und mittelstark korreliert. Die Dauer der Aufsättigung für rSO<sub>2</sub> und SpO<sub>2</sub> sind signifikant unterschiedlich und nicht signifikant korreliert. Die Werte für rSO<sub>2</sub>-re und rSO<sub>2</sub>-li sind nicht signifikant unterschiedlich und stark korreliert.

**Schlussfolgerungen:** Die zerebrale Oxymetrie ist eine valide Messung der zerebralen Sauerstoffsättigung, sie detektiert zuverlässig die regionale Hypoxie. Sie ist daher während der Sauerstoffmangeldemonstrationen eine wertvolle Ergänzung zur Messung der Pulsoxymetrie.

**P6: Schmitz J, Kerkhoff S, Warnecke T, Komorowski M, Grau S, Hinkelbein J**  
**Microgravity-induced alterations in the central nervous system – variations in anatomical structures by alterations of intracranial pressure**

**Background:** There is limited evidence that the space environment and especially microgravity may induce anatomical structure alterations in the central nervous system by influencing intracranial pressure homeostasis. Investigation of underlying causes will be an important subject of future medical aerospace research – especially in the light of long-term missions.

**Objective:** The aim of the present study was to gather evidence on alterations in the central nervous system of astronauts who stayed in space.

**Material and methods:** Retrospective analysis. Recent data was gathered by using the MEDLINE® database and the following search strategy: "(brain OR cerebral OR structure) AND (spaceflight OR microgravity OR astronaut) AND (pathology OR changes OR disease OR problem)". A total of 987 studies were identified by the applied search strategy in PubMed. Papers were screened by two space medicine experienced colleagues independently. Altogether, data of 14 relevant papers were identified and included in the analysis.

**Results:** In the 14 studies analyzed, a total of 105 subjects were investigated. There were 42 participants with long duration missions. Significant changes identified, were increase in venous cross-sectional area during spaceflight (venous blood pooling in the cephalic, splanchnic, and pelvic regions) and narrowing of the central sulcus, upward shift of the brain, and narrowing of cerebro-spinal fluid (CSF) spaces at the vertex. Some participants (43%) showed posterior globe flattening and a 70% increase in CSF production rate post flight compared to baseline. Astronauts also showed distribution of body fluids and the degree of distension of cranial blood vessels. Only 3 astronauts with missions of short duration (0,5 months) presented with narrowing of central sulcus (19%), upward shift of the brain in none, narrowing of CSF spaces at the vertex in one of six. There is also one study of 13 days of spaceflight with 9-week-old female mice and spaceflight-induced reductions in myogenic vasoconstriction and increased diameter of cerebral arteries. Twelve healthy subjects with acute loading of the arterial and cardiopulmonary baroreceptors by increases in CBV during microgravity, results in acute and marked systemic vasodilation during parabolic flight.

**Conclusions:** In recent studies, the most likely mechanisms of spaceflight-induced increased ICP include a cephalic shift of body fluids, venous outflow obstruction, blood-brain barrier breakdown and reductions in myogenic vasoconstriction that leads to disruption in CSF flow

and these changes in turn may provoke structural remodeling and altered cerebral autoregulation. Further investigation, including repeated post-flight imaging is required to determine the clinical significance of these changes.

**P7: Ortlepp HG, Brodersen O, Steinke A, Fischer F, Wittmann C, Juhran C, Werner A**  
**An innovative inner-ear-sensor to measure oxygen saturation during military flights increasing safety**

**Einleitung:** Every time full tissue oxygenation is a requirement to avoid cognitive and perceptual deficits. In high-performance jets oxygen (O<sub>2</sub>) increasingly is given to ~100% and pressurized over a mask. Nevertheless, hypoxic-like symptoms are reported in high-altitude aviation until today. In other aircrafts, O<sub>2</sub> is usually not applied, but deoxygenation could be similarly an issue. Due to well-educated personal deathtrap situations averted to date. However, it is of great interest finding a safe and straightforward technological solution to monitor continuously and in real time O<sub>2</sub>-saturation inflight.

**Methodik:** Investigations in a non-invasive, photo-plethysmography (PPG) O<sub>2</sub>-sensor applicable in the extern acoustic meatus (inner-ear-sensor - IES) were done. An individually adjusted ear tip was assembled with this new developed LED-emitter/photo-detector silicon chip. Its advantage is the fast detection of oxygenation which could be averaged below 10sec. Two subjects were asked to test this design during education in a high-altitude-chamber (HAC).

**Ergebnisse:** The ear tip was reported as comfortable and did not annoy under the helmet. Sensors' conduction was always excellent, and the plotted data gave a quick response of O<sub>2</sub>-saturation in real-time. The velocity of tracing deoxygenation was faster compared to finger-clip. As a side product, pulse-wave and heart frequency were recorded. The hearing wasn't disturbed; liminal audiometry evidenced an auditive absorption of less than 5dB (>3kHz).

**Schlussfolgerungen:** The IES fulfilled the requirements by using it during HAC exercise.

Compared to other devices (exhaled breath components, hypoxia biomarkers), this chip technology seems to be less fragile. Further tests are necessary as the comparison with other sensors (e.g., NONIN, NIRS) and the utilization during the real flight. The chip is supposed to generate additional physiological parameters (calculated blood pressure). Embedded in a physiological system with radio capability this innovation could help to increase flight safety by giving an immediate warning of threatening unconsciousness.

**P8: Nehring M**  
**Cardiac Arrest during Hypobaric Chamber TRAINING**

**PROBLEM STATEMENT:** This case report describes an aircrew member who developed cardiac arrest in a hypobaric chamber. He experienced symptoms of hypoxia at an altitude of 25,000 ft and lost consciousness during the following descent to ground level. Medical monitoring showed a flat-line ECG lasting 30 seconds. A cardiac asystole under normoxic conditions is very unusual.

**BACKGROUND/LITERATURE REVIEW:** The objective of high-altitude training for aircrews is to make individual crew members aware of their individual symptoms of hypoxia. Syncope during high-altitude training, even if the subject is provided with oxygen, may have a number of causes. In some cases, subjects may lose consciousness after breathing in 100% oxygen (oxygen paradox) due to vasodilatation. Valsalva maneuvers to equalize the pressure in the middle ear could lead to unconsciousness. Expanding gas in the gastrointestinal tract may result in collapse. A cardiac arrest (asystole for 30 seconds) under these conditions is unusual.

**CASE PRESENTATION:** A 52-year old aircrew member underwent his refresher hypoxia training in a hypobaric chamber. He experienced symptoms of hypoxia at an altitude of 25,000 ft and reconnected to the 100% oxygen supply. At a descent altitude of 3,000 ft he complained about dizziness. Shortly afterwards he lost

consciousness. The ECG showed bradycardia followed by asystole.

The inside observer started resuscitation and after 30 seconds a normal sinus rhythm was restored. The patient regained consciousness and was transferred to the local hospital. He reported four syncope episodes in his lifetime, one of which suffered in flight. Further examinations resulted in the diagnosis of neurocardiogenic syncope. He finally ended his aviation career at his own request.

#### **OPERATIONAL/CLINICAL RELEVANCE:**

Neurocardiogenic syncope is a common phenomenon and triggered by a variety of circumstances. The triggering mechanisms are imperfectly understood. The aviation environment carries the risk of provocative factors. Certification of aircrews with neurocardiogenic syncope is problematic due to the risk of sudden incapacitation. In this case, the syncope happened twice in a hypobaric environment. Normally subjects with hypoxic syncope and cardiac asystole fully recover in Trendelenburg's position when supplied with supplemental oxygen. In this case, the oxygen saturation was 95% and the asystole lasted 30 seconds.

Chamber personnel should be aware of the risk of asystole in aircrew members undergoing hypobaric chamber training. Medical monitoring (ECG, pulse oximetry) has proven to be very helpful. The inside observer must be able to perform cardiopulmonary resuscitation.

#### **Pg: Wahl V, Jakobs FM und Gebhard M Intra- und interindividuelle Präzision der objektiven Refraktometrie in der flugmedizinischen Eignungsbegutachtung**

**Einleitung:** Refraktionsfehler zählen zu den häufigsten Untauglichkeitsursachen in der Flugmedizin. Die Erfahrung zeigt, dass viele Erstbewerber an refraktometrischen Grenzwerten scheitern, die oftmals nur um eine Vierteldioptrie in Plus- (Hyperopien) oder Minus-Richtung (Myopien, Astigmatismen) überschritten werden. Die gutachterliche Tauglichkeitsentscheidung geht folglich von der Annahme einer Gerätesensitivität von  $<0,25$  dpt aus. Da  $0,25$  dpt in der

gängigen Routine gleichzeitig die kleinste messbare Einheit repräsentieren, würde dies eine Messpräzision von  $\pm 0$  dpt bei Mehrfachmessung voraussetzen.

**Fragestellung:** Die Frage ist, ob diese Präzision aus statistischer Sicht gewährleistet werden kann. Die vorliegende Studie untersuchte die intra- und interindividuelle Retest-Reliabilität der Autorefraktion unter Grenzbedingungen.

**Methodik:** Die Datenakquisition erfolgte prospektiv in zwei klinischen Settings (1) Die intraindividuelle Reliabilität wurde anhand einer repetitiven Dreifach-Messung von 199 zufällig ausgewählten Piloten, Erstbewerbern und Crew-Mitgliedern überprüft. Zur Analyse der Varianzen zwischen den refraktometrischen Haupt- (sphärische, cylindrische Refraktion) und Subgruppen (Miosis, Mydriasis, Zykloplegie) wurde eine Repeated Measures ANOVA durchgeführt. (2) Die interindividuelle Reliabilität wurde mithilfe von drei Untersuchergruppen überprüft, bestehend aus Experten ( $n=7$ ), angehenden Fliegerärzten ( $n=14$ ) und Auszubildenden ( $n=9$ ), die sich gegenseitig im Rotationsprinzip refraktionierten. Die statistische Analyse erfolgte mithilfe einer modifizierten Kappa-Statistik.

**Ergebnisse:** (1) Auf intraindividuelle Ebene wurden, unabhängig von der analysierten Gruppe, keine signifikanten Varianzunterschiede gefunden ( $p>0,35$ ). Die Subgruppenanalyse ergab signifikante Unterschiede in Bezug auf die pupillenerweiternde Medikation in den sphärischen ( $p<0,05$ ), nicht aber in den zylindrischen ( $p>0,05$ ) Messergebnissen. (2) Auf interindividueller Ebene konnte mithilfe der Kappa-Statistik keine substanzielle Übereinstimmung zwischen den Untersuchern einer der drei Gruppen gefunden werden ( $\kappa$ -Range:  $-0,001$  bis  $+0,142$ ), wenn als Testkriterium Nullabweichung aus drei gemittelten Messungen gefordert wurde.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse zeigen, dass refraktometrische Messungen unter der Prämisse einer Nullabweichung nicht reliabel durch die handelsüblichen Autorefraktometer abgebildet werden können. Hieraus folgt, dass Tauglichkeitsentscheidungen unterhalb einer Grenze von  $\pm 0,25$  dpt auf statistischem Zufall

beruhen und einer hohen Irrtumswahrscheinlichkeit unterliegen. Da die Präzision der Messung auch durch eine Steigerung der Messwiederholungen nicht verbessert werden kann, kann dieser Fehler nur durch eine Anhebung der Gerätesensitivität oder durch Implementation einer Messtoleranz kontrolliert werden.

**P10: Jakobs FM, Wahl V und Gebhard M**  
**Beeinflussung der Tauglichkeitsraten von Erstbewerbern für den fliegerischen Dienst in der Bundeswehr durch Implementation einer refraktometrischen Messtoleranz in die flugmedizinische Eignungsbegutachtung**

**Einleitung:** Die Autoren haben gezeigt, dass refraktometrische Messungen unter der Prämisse einer Nullabweichung nicht reliabel durch die handelsüblichen Autorefraktometer abgebildet werden können. Die hieraus resultierende Irrtumswahrscheinlichkeit bei der flugmedizinischen Eignungsbegutachtung ist umso höher, je höher die refraktometrischen Anforderungen werden, und betrifft somit in erster Linie den fliegerischen Hochleistungsbereich (Jet). Als stochastischer Lösungsansatz könnte die Implementation einer Messtoleranz in Erwägung zu ziehen sein.

**Fragestellung:** Inwieweit ein solcher Ansatz zu einer realen Beeinflussung der Tauglichkeitsraten führen würde, ist schwer abschätzbar. Die vorliegende Modellrechnung untersuchte den hypothetischen Einfluss einer refraktometrischen Messtoleranz von  $\pm 0,25$  dpt auf die retrospektiven Tauglichkeitsraten einer 10-Jahres-Kohorte von Erstbewerbern des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe.

**Methodik:** Die refraktometrischen Daten aller fliegerischen Erstbewerber der Jahre 2005 bis 2015 wurden extrahiert und retrospektiv auf ihre empirische Sensitivität in Bezug auf die Einrechnung einer Messtoleranz analysiert. Die Berechnung erfolgte für sphärische und zylindrische Refraktion sowie das sphärische Äquivalent getrennt. Unilaterale Grenzwert-Überschreitung auf einem Auge wurde den Realbedingungen entsprechend als Untauglichkeitskriterium gewertet. Als Vergleichsgruppen dienten Bewerber

für den nicht-fliegerischen Dienst. Datenakquisition und -analyse erfolgten in anonymisierter Form.

**Ergebnisse:** Nach Ausschluss der nicht verwertbaren Datensätze verblieben zur Auswertung  $n=4.451$  Erstbewerber für den fliegerischen Dienst,  $n=951$  Erstbewerber für den ständigen oder fallweisen Mitflug sowie 2.307 Bewerber für den nicht-fliegerischen Dienst. Einrechnung einer Toleranz von  $\pm 0,25$  dpt führte zu einer hypothetischen Abnahme der dokumentierten Untauglichkeiten von 24,7% auf 14,8% im Jet-Bereich, während alle anderen Gruppen nur marginal profitiert hätten (Hubschrauber/Fläche: 5,4% vs. 4,8%, Bordpersonal: 2,8% vs. 2,2%, Bodenpersonal: 1,0% vs. 0,9%). Als kritischer Wert wurde die zylindrische Refraktion identifiziert, die für 19,8% der Untauglichkeiten im Jet-Bereich verantwortlich war und sich bei Einrechnung einer Toleranz auf 9,6% reduzierte. Dies entsprach einer Verdoppelung der astigmatismusabhängigen Tauglichkeitsrate.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Implementation einer Messtoleranz im minimaldioptrischen Bereich unter Realbedingungen zu einem erheblichen Anstieg der ophthalmologischen Tauglichkeitsraten für Jet-Bewerber führen könnte. In dem hier untersuchten Kollektiv wären dies 437 Anwärter mehr gewesen, die aus Sicht der Augenheilkunde für den fliegerischen Dienst im Einsatzbereich Eurofighter, Phantom oder Tornado als verwendungsfähig hätten beurteilt werden können.

**P11: Gens A, Johannes B, Rall G, Ledderhos C**  
**Nutzen der Photoplethysmographie für Inflight-messungen**

**Einleitung:** Vor dem Hintergrund des stetigen Aufwärtstrends unerklärbarer physiologischer Events bei Hochleistungsflugzeugen der neuesten Generation wird ein medizinisches Monitoring der Piloten unter den schwierigen Bedingungen des realen Fluges immer dringender und erstrebenswerter. Allerdings sind die dafür infrage kommenden, im klinischen Gebrauch befindlichen Techniken häufig unter diesen extremen Verhältnissen nur schwierig einsetzbar. Daher wäre eine leicht zu handhabende, tragbare

Messtechnologie, die insbesondere auch für die Bedingungen hoher Beschleunigungen ausgelegt ist, sehr wünschenswert.

**Fragestellung:** Ziel einer Reihe von Studien unserer Gruppe war es daher, der Frage nachzugehen, ob photoplethysmographisch gewinnbare Parameter der Kreislauffunktion unter simulierten operationellen Flugbedingungen robust registriert, mit hoher Wiedergabetreue dargestellt und für belastbare Aussagen zum Befinden des Piloten herangezogen werden können.

**Methodik:** Dazu wurde die Pulswelle bei Piloten (N=59), die sog. „gradual“ und „rapid onset runs“ in der Humanzentrifuge des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe in Königsbrück absolviert haben und bei freiwilligen Teilnehmern von Parabelflügen (N=26) kontinuierlich aufgezeichnet. Als Sensor wurde ein nach dem Reflexionsprinzip arbeitender Pulsoximetriesensor der Firma NONIN Medical, Inc., der an der Stirn der Probanden befestigt wurde, verwendet. Aus dem gefilterten Photoplethysmogramm wurden die sog. Gleich- ( $PPG_{DC}$ -Anteile) und Wechselanteile (=  $PPG_{AC}$ -Anteile) gewonnen und nachfolgend mit einer Software für die Auswertung biologischer Signale weiterverarbeitet. Während die DC-Anteile ein Maß für die Füllung des Gefäßbettes darstellen, gelten die AC-Anteile als Indikator für den peripheren Volumenpuls und die Kontraktilität des Herzens. Die während der Belastungsphasen gewonnenen Daten wurden jeweils mit den Mittelwerten in den zugehörigen Ausgangslagen verglichen. Zusätzlich wurden je nach Erfordernis der jeweiligen Studie auch andere physiologische Daten wie EKG, Blutdruck, Atemparameter etc. aufgezeichnet.

**Ergebnisse:** In der Humanzentrifuge konnte mit Ausnahme eines Falles, bei dem sich der Sensor von der Stirn gelöst hatte, die Pulswelle unter allen Bedingungen mit guter Signalqualität registriert werden. Auch bei den Parabelflügen war die Signalqualität im Allgemeinen gut. Kleinere Störungen waren in der Regel durch Bewegungsartefakte bedingt. In den Hyper-G-Phasen des Parabelfluges aber auch bei  $+G_z$ -Belastungen in der Zentrifuge kam es zu einem Anstieg der Gleichanteile, was als Verschiebung des Blutes in die untere Körperregion interpretiert wer-

den muss. Während der Schwerelosigkeit dagegen zeigten die Gleichanteile durch ihren Abfall eine kopfwärts gerichtete Verschiebung des Blutvolumens an. Die AC-Anteile zeigten bei Zunahme der Beschleunigung in der Humanzentrifuge einen initialen Anstieg, fielen jedoch danach mit weiter zunehmender  $G_z$ -Belastung wieder ab. Unter Schwerelosigkeit dagegen wurde in der Regel ein deutlicher Anstieg der Wechselanteile beobachtet.

**Schlussfolgerungen:** Die Aufzeichnung der Pulswelle war sowohl unter den Bedingungen simulierter hochagiler Flüge in der Humanzentrifuge als auch unter denen von Parabelflügen ohne jegliche technische Schwierigkeiten und hat sich als machbar und technisch robust erwiesen. Aufgrund der Einfachheit der Applikation der Messtechnik und der Messprozedur selbst, aber auch durch den niedrigen Kostenansatz solcher Untersuchungen können sie für den Einsatz für inflight-Messungen in Betracht gezogen werden.

## Autoren, Referenten und Institute

### A

**Aebi M**, Aeromedical Center, Dübendorf, Switzerland, Institute of Sport Sciences, University of Lausanne, Switzerland

**Aeschbach D**, Abteilung Schlaf und Humanfaktoren, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln, Germany; Division of Sleep and Circadian Disorders, Brigham and Women's Hospital, Boston, MA, USA; Division of Sleep Medicine, Harvard Medical School, Boston, MA, USA

**Adamec J**, Institut für Rechtsmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität, München

**Arz M**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin

### B

**Bartholomé E**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Abteilung Schlaf- und Humanfaktoren, Arbeitsgruppe Digital Health

**Bärtsch P**, Heidelberg

**Bernede N**, Airbus Defence and Space, Friedrichshafen

**Birlem M**, Airbus Defence and Space, Friedrichshafen

**Blettner M**, Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik, Universitätsmedizin Mainz

**Bourdillon N**, Institute of Sport Sciences, University of Lausanne, Switzerland

**Braunecker S**, Department of Critical Care, King's College London | KCL, London, United Kingdom

**Briner HR**, ORL-Zentrum Hirslanden Klinik, Zürich

**Bruder C**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Abt. Luft- und Raumfahrtpsychologie

**Bruderrek C**, Airbus Defence and Space, Friedrichshafen

**Brungs S**, DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abt. Gravitationsbiologie

**Brüning T**, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bochum

**Brodersen O**, Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH (CiS), Fachbereich optische Sensorik, Erfurt

**Bron D**, Fliegerärztliches Institut FAI, Dübendorf

### C

**Caumanns C**, Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation

**Christoffel S**, University of Zurich, Switzerland; Otto-von-Guericke-University Magdeburg, Germany; Space Life Sciences Lab, KSC, USA

**Cirillo F**, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, University of Naples "Federico II"

### D

**Daum O**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe Dez I 3 a - Ergonomie,

Erprobung, anwendungsorientierte flugmedizinische Forschung

**De Robertis E**, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, University of Naples "Federico II"

**Dreger S**, Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS

**Drews T**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin Lw, Flugphysiologisches Trainingszentrum, Königsbrück

## E

**Engelmann F**, KEK GmbH, Bad Schmiedeberg, Germany; Ernst-Abbe-Hochschule Jena, Germany

## F

**Felten C**, Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation

**Fischer B**, DLR, Abt. Astronautentraining im Raumflugbetrieb, Joint Team European Astronaut Center

**Fischer F**, Spacebit GmbH, Eberswalde; Koralewski Industrie-Elektronik oHG, Hambühren

**Flemming B**, Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation

**Frank P**, Gröbenzell

**Frett T**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin

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

## G

**Gens A**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

**Gebhard M**, Ernst-Abbe-Hochschule Jena, Fachbereich Optik und Optometrie

**Glaser E**, Gerbrunn, Germany; German Society of Aviation and Space Medicine (DGLRM), Munich, Germany

**Güttler N**, ZLRLw Fürstenfeldbruck

**Gunga HC**, Charité, Campus Charité Mitte – CCO Institut für Physiologie, Zentrum für Weltraummedizin und extreme Umwelten Berlin, Berlin

**Grau S**, Department of Neurosurgery, University Hospital of Cologne, Cologne, Germany

**Grell F**, TU München Luft- und Raumfahrt-Technik

**Gruber M**, Universität Konstanz, Training und Bewegungswissenschaften

## H

**Hagner K**, Wehrwissenschaftliches Institut für Schutztechnologien (WIS) GF 410 – ABC-Schutz, Munster

**Hammer G**, Registre Morphologique des Tumeurs, Laboratoire National de Santé E.P., Luxembourg

**Harsch V**, Neubrandenburg

**Hedtmann J**, Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation

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

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

**Hinkelbein J**, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital of Cologne, Cologne, Germany; German Society of Aerospace Medicine (DGLRM), Munich, Germany, Space Medicine Group, European Society of Aerospace Medicine (ESAM), Cologne, Germany

**Hodkinson P**, Division of Anaesthesia, University of Cambridge; RAF Centre of Aviation Medicine, RAF Henlow

**Hoffmann F**, DLR – Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln

**Hüttenbrink KB**, HNO Uniklinik Köln

**Huge A**, University of Münster, Germany

## I

**Iovino IZ**, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, University of Naples "Federico II"

## J

**Jakobs FM**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe Köln/Fürstfeldbruck

**Janicke I**, Uni Duisburg

**Jansen S**, Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, University of Cologne

**Johannes B**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums, Köln

**Jordan J**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin

**Juhran C**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Fachdezernat Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Fürstfeldbruck

## K

**Kellner K**, Fachgruppe I 4, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Fürstfeldbruck

**Kerkhoff S**, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital of Cologne, Cologne, Germany; German Society of Aerospace Medicine (DGLRM), Munich, Germany; Space Medicine Group, European Society of Aerospace Medicine (ESAM), Cologne, Germany

**Knöffler A**, Blankenheim

**Komorowski M**, Department of Surgery and Cancer, Imperial College London, London, UK; Space Medicine Group, European Society of Aerospace Medicine (ESAM), Cologne, Germany; Space Medicine Team, ISS Operations and Astronauts Group, European Astronaut Centre, European Space Agency

**Koslitz S**, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bochum

**Kühn S**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe

**Kramer A**, Universität Konstanz, Training und Bewegungswissenschaften

**Kümmel J**, Universität Konstanz, Training und Bewegungswissenschaften

**Kunz A**, Fliegerärztliches Institut FAI, Dübendorf

**Kyoko-Nadja U**, Universitätsspital Bern



## L

**Lauber BA**, University of Zurich, Switzerland;  
Space Life Sciences Lab, KSC, USA

**Layer LE**, University of Zurich, Switzerland;  
Space Life Sciences Lab, KSC, USA

**Ledderhos C**, Zentrum für Luft- und Raum-  
fahrtmedizin der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

**Lichterfeld Y**, DLR, Institut für Luft- und  
Raumfahrtmedizin, Abt. Gravitationsbiologie

**Liemersdorf C**, DLR, Institut für Luft- und  
Raumfahrtmedizin, Abt. Gravitationsbiologie

**Lier H**, KEK GmbH, Bad Schmiedeberg, Ger-  
many

**Lindlar M**, Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt, Abteilung Schlaf- und Humanfak-  
toren, Arbeitsgruppe Digital Health)

## M

**Maier H**, HNO-Klinik der Medizinischen  
Hochschule Hannover, Deutschland

**Matschke RG**, HNO-Klinik der Medizinischen  
Hochschule Hannover, Deutschland

**Matthiä D**, DLR, Institut für Luft- und Raum-  
fahrtmedizin, Strahlenbiologie, AG Strahlen-  
schutz in der Luftfahrt

**Meier MM**, DLR, Institut für Luft- und Raum-  
fahrtmedizin, Strahlenbiologie, AG Strahlen-  
schutz in der Luftfahrt

**Metzdorf U**, Berufsgenossenschaft Verkehrs-  
wirtschaft Post-Logistik Telekommunikation

**Meyer M**, HNO, Uniklinik Köln

**Millet GP**, Institute of Sport Sciences, Univer-  
sity of Lausanne, Switzerland

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

**Möstl S**, DLR – Institut für Luft- und Raum-  
fahrtmedizin, Köln

**Müller D**, Universität des Saarlandes, Lehr-  
stuhl für Funktionswerkstoffe, Saarbrücken

**Mücklich F**, Universität des Saarlandes, Lehr-  
stuhl für Funktionswerkstoffe, Saarbrücken

**Mulder E**, Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt

## N

**Neuhaus C**, Department of Anesthesiology,  
University Hospital of Heidelberg, Heidelberg,  
Germany; German Society of Aerospace Med-  
icine (DGLRM), Munich, Germany

**Niehoff A**, Deutsche Sporthochschule Köln,  
Institut für Biomechanik und Orthopädie

**Noblé HJ**, Zentrum für Luft- und Raumfahrt-  
medizin der Luftwaffe, Dezernat II 3g Bildge-  
bende Diagnostik

**Noppe A**, Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt

## O

**Ortlepp HG**, Forschungsinstitut für Mikrosen-  
sorik GmbH (CiS), Fachbereich optische Sen-  
sorik, Erfurt

## P

**Paulke F**, Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt

**Paulsen K**, University of Zurich, Switzerland;  
Space Life Sciences Lab, KSC, USA

**Petrat G**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abteilung Gravitationsbiologie

**Polzer J**, University of Zurich, Switzerland; Space Life Sciences Lab, KSC, USA

**Priegnitz C**, Klinik für Pneumologie und Allergologie, Bethanien Krankenhaus, Solingen, Deutschland

**Putzke M**, Abteilung Schlaf und Humanfaktoren, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln, Germany

## Q

## R

**Raig C**, University of Zurich, Switzerland

**Rausch M**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe

**Rall G**, Fraunhofer Patentstelle für die Deutsche Forschung, München

**Randerath W**, Institut für Pneumologie, Universität Witten/Herdecke, Witten, Deutschland; Klinik für Pneumologie und Allergologie, Bethanien Krankenhaus, Solingen, Deutschland

**Rehnberg L**, Centre of Human and Applied Physiological Sciences, Kings College London, London, United Kingdom; University Hospital Southampton NHS Foundation Trust, Wessex Neurological Centre, Neuro Intensive Care Unit

**Rieke B**, Düsseldorf

**Röske R**, Nordwest-Krankenhaus Sanderbusch, Zentrum für Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin, Sande

**Romano G**, Department of Neurosciences, Reproductive and Odontostomatological Sciences, University of Naples "Federico II"

**Rooney D**, Abteilung Schlaf und Humanfaktoren, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln, Germany

**Russomano T**, Centre of Human and Applied Physiological Sciences, Kings College London, London, United Kingdom

## S

**Schennetten K**, DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Strahlenbiologie, AG Strahlenschutz in der Luftfahrt

**Schmitz B**, Airbus DS, Bremen, Germany

**Schmitz J**, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital of Cologne, Cologne, Germany; German Society of Aerospace Medicine (DGLRM), Munich, Germany; Space Medicine Group, European Society of Aerospace Medicine (ESAM), Cologne, Germany

**Schütte A**, Airbus DS, Bremen, Germany

**Schulien P**, Airbus Defence and Space, Friedrichshafen

**Schulz MM**, Institut für Rechtsmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität, München

**Schulze Kissing D**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Abt. Luft- und Raumfahrtpsychologie

**Schafft T**, Department of Epidemiology & International Public Health, Universität Bielefeld

**Schwerer MJ**, Fachgruppe I 4, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

**Sinicina I**, Institut für Rechtsmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität, München

**Siedenburg J**, Lufthansa München

**Spelten O**, Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital of Cologne, Germany

**Sperlich B**, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Arbeitsbereich Integrative und Experimentelle Trainingswissenschaft

**Steinke A**, Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH (CiS), Fachbereich optische Sensorik, Erfurt

**Stern C**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

**Sye T**, Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation

## T

**Tauber S**, University of Zurich, Switzerland; Otto-von-Guericke-University Magdeburg, Germany; Space Life Sciences Lab, KSC, USA

**Tandon R**, Wehrwissenschaftliches Institut für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB) GF 330 – Smart Textiles, Erding

**Tank J**, DLR – Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln

**Thiel CS**, University of Zurich, Switzerland; Otto-von-Guericke-University Magdeburg, Germany; Space Life Sciences Lab, KSC, USA

**Trabold K**, Fliegerärztliches Institut FAI, Dübendorf

**Tremel M**, Klinik für Pneumologie und Allergologie, Bethanien Krankenhaus, Solingen, Deutschland

## U

**Ullrich O**, University of Zurich, Switzerland; Swiss SkyLab Foundation, Switzerland; UZH Space Hub, Innovation Park Switzerland

## V

**Venus M**, Venus Aviation Research & Training

**Velho R**, Academic Department of Anaesthesia, Critical Care, Pain and Resuscitation, Heart of England NHS Foundation Trust, Birmingham, UK

**von der Wiesche M**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

von Wattenwyl R, Fliegerärztliches Institut FAI, Dübendorf

## W

**Wahl V**, Ernst-Abbe-Hochschule Jena, Fachbereich Optik und Optometrie

**Walther P**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Dezernat II 3g Bildgebende Diagnostik

**Wardenga N**, HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover, Deutschland

**Warnecke T**, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Evangelisches Klinikum Niederrhein, Duisburg, Germany

**Weber F**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe

**Weiß T**, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bochum

**Wenzel J**, Abteilung Schlaf und Humanfaktoren, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin,

**Werner A**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe Fachgruppe I 1 Flugphysiologisches Trainingszentrum, Königsbrück; Charité, Campus Charité Mitte – CCO Institut für Physiologie, Zentrum für Weltraummedizin und extreme Umwelten Berlin, Berlin

**Wirtz M**, DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Strahlenbiologie, AG Strahlenschutz in der Luftfahrt

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln, Germany

**Wittkowski M**, Abteilung Schlaf und Humanfaktoren, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln, Germany

**Wittmann C**, Koralewski Industrie-Elektronik oHG, Hambühren

**Wollschläger D**, Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik, Universitätsmedizin Mainz

## X

## Z

**Zeeb H**, Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS, Health Sciences Bremen, Universität Bremen

**Zinner C**, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Arbeitsbereich Integrative und Experimentelle Trainingswissenschaft