

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

# Abstracts und Programmheft 2019

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



**24.-26. Oktober 2019**

Berlin - Schönefeld

---





## 57. wissenschaftliche Jahrestagung der DGLRM e.V.



24. - 26. 10. 2019  
Berlin - **Schönhausen**



@DGLRM\_eV



DGLRM e.V.



@DGLRM



www.facebook.de/flugmed

Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin e.V.



## Sponsor



# University of Zurich<sup>UZH</sup>

Innovationscluster Luft- und Raumfahrt der Universität Zürich

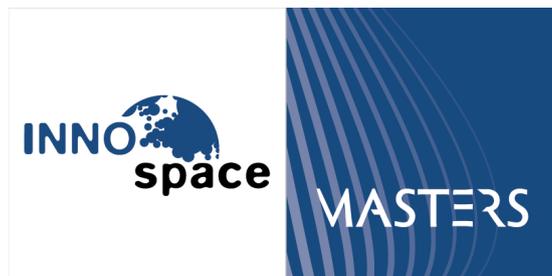
[www.spacehub.uzh.ch](http://www.spacehub.uzh.ch)



Deutsches Zentrum  
DLR für Luft- und Raumfahrt

Raumfahrtmanagement

**INNO**   
**space**



## Inhaltsverzeichnis

<b>Sponsor</b> .....	<b>4</b>
<b>Grußwort des Präsidenten der DGLRM e.V.</b> .....	<b>7</b>
<b>Grußwort des Kongresspräsidenten Berlin Schönhagen 2019</b> .....	<b>8</b>
<b>Grußwort vom Kosmonaut Dr. Sigmund Jähn</b> .....	<b>9</b>
<b>Grußwort des Geschäftsführers der Flugplatzgesellschaft Schönhagen</b> .....	<b>10</b>
<b>Grußwort der Landrätin des Landkreis Teltow-Fläming</b> .....	<b>11</b>
<b>Grußwort des Generalarztes der Luftwaffe</b> .....	<b>12</b>
<b>Grußwort des Direktors des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR)</b> .....	<b>13</b>
<b>Grußwort des Geschäftsführers der Deutschen Akademie für Flug- und Reisemedizin (DAF)</b> ....	<b>14</b>
<b>Allgemeine Hinweise</b> .....	<b>15</b>
<b>Wichtige Termine Jahrestagung</b> .....	<b>16</b>
<b>Veranstaltungsort Berlin</b> .....	<b>17</b>
Elly-Beinhorn-Saal.....	23
Anreise zum Flugplatz Schönhagen.....	24
Shuttle-Bus-Betrieb zwischen dem Hotel Van der Falk und dem Flugplatz Schönhagen .....	25
<b>Kongresshotel Van der Valk Hotel Berlin Brandenburg - Congress &amp; Event Center</b> .....	<b>26</b>
<b>Rahmenprogramm</b> .....	<b>28</b>
1. „Get-Together“ im Flugplatzrestaurant „Cockpit“ .....	28
2. Gesellschaftsabend im Elly-Beinhorn-Saal des Flugplatzes Schönhagen.....	29
3. Historische Führung „Mythos Tempelhof“ (Flughafen Berlin-Tempelhof) .....	30
4. Historische Führung „Überwachungsstation Teufelsberg “ .....	31
<b>Festvortrag: Flugkapitän Heinz-Dieter Kallbach</b> .....	<b>32</b>
<b>Tagungsprogramm (Übersicht)</b> .....	<b>33</b>
<b>Kongressprogramm</b> .....	<b>39</b>
Donnerstag, den 24.10.2019 .....	39
Freitag, den 25.10.2019 .....	39
Samstag, den 26.10.2019 .....	41
<b>Abstracts</b> .....	<b>44</b>
W1-Vorträge.....	44
W2-Vorträge .....	48
W3-Vorträge .....	52
W5-Vorträge .....	56

W6-Vorträge .....	60
F-Vorträge.....	64
Poster.....	69
<b>Berichte der Arbeitsgruppen .....</b>	<b>77</b>
AG Raumfahrtmedizin / Space Life Sciences.....	77
Bericht der AG Arbeitsmedizin .....	78
AG Orthopädie in der Flugmedizin .....	79
Bericht der AG Militärische Flugmedizin und extreme Umwelten .....	79
AG Notfallmedizin und Luftrettung .....	80
AG Leitlinien, Empfehlungen und Standards .....	81
<b>Autoren, Referenten und Institute .....</b>	<b>83</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 57. wissenschaftlichen Jahrestagung 2019 am Flughafen Schönhagen vor den Toren Berlins. Schönhagen liegt im westlichen Teil des Gebiets der Stadt Trebbin. Die Geschichte der Stadt geht nachweislich zurück bis ins 12. Jahrhundert.

Der Flugplatz Schönhagen (EDAZ) verfügt über eine sehr lange Historie und ist für unsere Jahrestagung ein einzigartiger Veranstaltungsort. Am Standort sind mehrere Instandhaltungsunternehmen, Flugzeugwerften und Flugschulen sowie ein Segelflugverein ansässig. Seit den 1920er Jahren wird der Flugplatz ununterbrochen genutzt, zwischenzeitlich auch militärisch durch die Wehrmacht und die NVA. Heute ist der Flugplatz in öffentlicher Hand und verfügt sogar über ein eigenes Instrumenten-anflugsystem, was ihn nahezu allwettertauglich macht.

Neben dem tollen Veranstaltungsort, werden etliche bekannte nationale und internationale Gäste unsere Tagung bereichern. Die Programmkommission um Herrn Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich hat hier ganze Arbeit geleistet. Höhepunkte werden Vorträge über die Suche nach MH370 sein sowie ein Bericht über die Landung einer IL-62 auf der Graspiste von Stölln, wo sie heute noch steht und besichtigt werden kann.

Wissenschaftlicher Nachwuchs ist für die DGLRM essentiell. Daher werden dieses Jahr zum ersten Mal Travel-Awards vergeben. Dies ist eine finanzielle Unterstützung an junge und zielstrebige Kollegen, die einen Vortrag oder ein Poster auf der Jahrestagung präsentieren. Vielleicht können wir so nachhaltig in unseren Nachwuchs und damit in unsere eigene Zukunft investieren.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, ich wünsche Ihnen allen eine sehr interessante und für alle Beteiligten eine informative 57. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. Nutzen Sie die Möglichkeit zur Teilnahme am Rahmenprogramm und vielleicht auch für einen Ausflug nach Berlin vor oder nach dem Kongress!

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 Berlin Schönhagen 2019

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

Der Vorstand der DGLRM e.V. hat mich beauftragt, die Funktion des Tagungspräsidenten der 57. Wissenschaftlichen Jahrestagung unserer Fachgesellschaft zu übernehmen. Die Organisation einer Wissenschaftlichen Tagung ist eine besondere Freude und Aufgabe, denn nichts kann den persönlichen, kollegialen Austausch ersetzen, den Blick hinaus, gerade in Zeiten immer weiter zunehmender Spezialisierung. Ich danke den Kolleginnen und Kollegen aus Vorstand, Vorstandsrat und Geschäftsstelle, sowie allen Referentinnen und Referenten für die grossartige Zusammenarbeit beim Aufbau eines attraktiven und spannenden Tagungsprogramms.

Wie auf den vergangenen Tagungen gibt es ein Miteinander von Fortbildungsvorträgen, Wissenschaftlichen Vorträgen und Posterpräsentation, die diesmal erstmalig in Form einer 2-minütigen Kurzpräsentation vor allen Tagungsteilnehmern stattfindet. Ebenfalls neu ist diesmal eine Wissenschaftliche Sitzung zum Thema Fluglotsen, die Herr Kollege Prof. Landgraf organisiert hat.

Unsere Jahrestagung wird durch ganz besondere Gäste bereichert werden. Wir konnten als internationale Gäste Jean-Luc Marchand and Jean-Marc Garot gewinnen, einen Spezialvortrag über mögliche Trajektorien des verschollenen Fluges MH370 zu halten. Abends wird Flugkapitän Heinz-Dieter Kallbach, unterstützt von Renate Geißler, auf seine weit mehr als 50-jährige fliegerische Erfahrung zurückblicken. Genau 30 Jahre vor der Jahrestagung landete Kapitän Kallbach eine IL-62 auf der nur 850 Meter langen Graspiste des Landeplatzes Stölln.

Ich heisse Sie herzlich willkommen auf dem Flugplatz Schönhagen, einer der grössten Verkehrslandeplätze Deutschlands. Der Flugplatz Schönhagen ist auch ein Luftfahrt-Technologiepark und beheimatet Unternehmen, Vereine und Verbände, ein lebendiger Standort von Innovation und Unternehmertum in der Luftfahrt.

Dieses Jahr wurde weltweit das 50-jährige Jubiläum der Mondlandung gefeiert. Die Luft- und Raumfahrt war und ist ein Magnet für Visionäre, Neugierige und Mutige. Sie ist Ausdruck der Mobilität und des Entdeckergeistes des Menschen. Daher ist es eine ganz besondere Freude und Ehre, dass zu unserer Jahrestagung der ersten Deutschen im All, Herr Dr. Sigmund Jähn, ein Grußwort gesendet hat.

Ich wünsche Ihnen eine interessante und inspirierende Tagung

Herzlichst  
Ihr



Prof. Dr. Dr. Oliver Ullrich  
Mitglied des Vorstandes der DGLRM e.V.  
University of Zurich, Full Professor and Chair of Anatomy,  
Director UZH Space Hub  
Professor of Space Medicine, EAH Jena  
Hon.-Professor of Space Biotechnology, Otto-von-Guericke University of Magdeburg  
Adjunct Professor, Beijing Institute of Technology (BIT), China



## Grußwort vom Kosmonaut Dr. Sigmund Jähn

Sehr geehrte Damen und Herren,

Seit nun fast 60 Jahren fliegt der Mensch in den Kosmos. Die Raumfahrt hat seither enorme Fortschritte gemacht, und der Horizont des Menschen reicht weiter als je zuvor. Dieses verdanken wir auch der Luft- und Raumfahrtmedizin.

Forschung und Wissenschaft lebt durch Menschen, durch Zusammenarbeit, durch Austausch, über Fachgrenzen und Ländergrenzen hinweg, von Mensch zu Mensch. So kann sie ihre ganze schöpferische Kraft entfalten.

Ich wünsche der 57. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin viel Erfolg, allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern eine interessante Tagung, die zum Neuen anregt, und einen guten und geselligen Austausch.

Mit herzlichen Grüßen

Ihr



Dr. Sigmund Jähn

Kosmonaut Sojus 31-Salut 6 im Interkosmos-Programm



*Die Kosmonauten Sigmund Jähn und Waleri Fjodorowitsch Bykowski in der Fliegerschule des Flugplatzes Schönhagen am 1. Juli 1988 (c) ddr-bildarchiv.de/Robert Grahn*

**Anmerkung des Kongresspräsidenten:** Kurz nachdem wir sein Grusswort erhalten hatten, erreichte uns die traurige Nachricht, dass Herr Dr. Sigmund Jähn, Flieger, Raumfahrer und erster Deutscher im Weltraum, am 21. September 2019 verstorben ist. Für viele Menschen ist und war Dr. Sigmund Jähn ein Held, obwohl er nie einer sein wollte. Ich verneige mich in grösstem Respekt vor einem grossartigen Menschen, einem unvergesslichen Pionier der Raumfahrt, der friedlichen Nutzung des Welt-raums und der internationalen Zusammenarbeit. In Trauer und gleichzeitig grosser Dankbarkeit für ein Leben, dass Dr. Jähn der Raumfahrt widmete, und mit tiefen Respekt. Oliver Ullrich

## Grußwort des Geschäftsführers der Flugplatzgesellschaft Schönhagen

Sehr geehrte Damen und Herren,

Schönhagen, der ehemalige Ausbildungsflugplatz der Gesellschaft für Sport und Technik (GST) hat sich seit der Jahrtausendwende vom Graslandeplatz zu einem der modernsten und größten Verkehrslandeplätze Deutschlands entwickelt. Hier wird die gesamte Palette des Verkehrs abgewickelt, der außerhalb des planmäßigen Linien- und Charterverkehrs stattfindet - Luftverkehr, der viel Flexibilität benötigt und auf den großen Internationalen Verkehrsflughäfen stören würde.

34 Unternehmen und fünf Vereine haben sich direkt auf dem Flugplatzgelände angesiedelt. 45 weitere Unternehmen aus der Hauptstadtregion haben ihre Luftfahrzeuge in Schönhagen stationiert und wickeln von hier ihren europaweiten Werksverkehr ab. 180 Flugzeuge vom Segelflugzeug bis zum Businessjet sind in den Hallen Schönhagens untergebracht, mit weiter steigender Tendenz. Arbeitsluftfahrt mit ihren verschiedenen Aufgaben in Transport, Überwachung, Vermessung, Luftbild und Waldbrandbekämpfung ist eine weitere Säule des Flugbetriebs. Auch die Ausbildung ist nach der Wende wieder zu einem wichtigen Standbein geworden. Privat-, Berufs- und Verkehrspilotenberechtigungen für Luftfahrzeuge jeder Art und Größenordnung können in sieben Ausbildungsbetrieben erworben werden. Entwicklungs- und Produktionsbetriebe runden die Unternehmenspalette ab. Seit Herbst 2018 werden die rund 46.000 Flugbewegungen p.a. durch einen satellitengestützten Instrumentenflugbetrieb erleichtert.

Luftfahrtforschung- und Entwicklung haben in der Hauptstadtregion eine 125 Jahre währende Tradition. Zahlreiche Hochschulen, Forschungseinrichtungen, etablierte Unternehmen und Startups arbeiten an den Themen der Zukunft. So hat sich auch Schönhagen in den letzten Jahren zunehmend zu einem Forschungsflugplatz entwickelt, an dem diese Einrichtungen mit Außenstellen, Forschungsflugzeugen und interessanten Projekten vertreten sind. U.a. gehört der Flugplatz Schönhagen zu den Initiatoren des Netzwerks KIFER (Konsortium für Innovative Flugplatzstrategien für einen emissionsarmen Regionalluftverkehr). Dieses vom Land Brandenburg unterstützte Netzwerk beschäftigt sich mit der Frage, wie sich unsere Flugplatzinfrastrukturen wandeln und entwickeln müssen, um den Anforderungen künftiger Mobilitäts-, Verkehrs- und Antriebskonzepte gerecht zu werden.

Luft- und Raumfahrtmedizin gehört zu den wichtigen Themen, die u.a. auch den Mobilitätswandel der nächsten Jahrzehnte begleiten werden. Deshalb ist der Flugplatz Schönhagen ein guter Standort für die Jahrestagung der DGLRM 2019. Diese Wahl unterstützt die engagierte Arbeit aller, die sich für den Standort Schönhagen engagieren. Daher ist es mir eine besondere Freude und Ehre, Sie hier begrüßen zu dürfen.

Dr.-Ing. Klaus-Jürgen Schwahn

Geschäftsführer der Flugplatzgesellschaft Schönhagen mbH



## Grußwort der Landrätin des Landkreis Teltow-Fläming

Sehr geehrte Damen und Herren,

herzlich willkommen zur Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin auf dem Flugplatz und im Luftfahrt-Technologiepark Schönhagen. Der Landkreis Teltow Fläming ist Hauptgesellschafter des Flugplatzes. Damit ist diese traditionsreiche Tagung nicht nur für den Flugplatz, sondern auch für den Landkreis Teltow Fläming ein Höhepunkt nach einem ereignisreichen Jahr.

Luft- und Raumfahrt stehen für Innovationen auf hohem technischem Niveau. Der Mensch muss mit diesen Entwicklungen Schritt halten. Deshalb sind Medizin und Technik in der Luft- und Raumfahrt untrennbar miteinander verbunden.

Flugplätze waren und sind dabei häufig die Plattform, auf der Innovationen entstehen und zum ersten Mal ihre Alltagstauglichkeit beweisen müssen. Ende der 1990-er Jahre hatten der Landkreis Teltow-Fläming und die Stadt Trebbin beschlossen, das ehemalige Gelände der Gesellschaft für Sport und Technik zu modernisieren, auszubauen und der Wirtschaft genau diese Plattform zu geben.

Seit der Jahrtausendwende ist aus einem Graslandeplatz mit drei maroden Gebäuden ein Verkehrslandeplatz entstanden, der zu den größten und modernsten Plätzen in Deutschland gehört. Rund 40 Unternehmen haben sich angesiedelt. 180 Luftfahrzeuge vom Sportflugzeug bis zum Businessjet haben in Schönhagen ihre Heimat gefunden. Doch die Entwicklung geht weiter. Immer neue Arten von Luftfahrzeugen erschließen den Luftraum: Von der Drohne über autonom fliegende Luftfahrzeuge bis hin zu neuen, umweltfreundlichen Antriebskonzepten versuchen die unterschiedlichsten Projekte, den Himmel zu erobern. Geforscht und gearbeitet wird an vielen Ideen. Vielleicht können wir uns eines Tages weitgehend umweltneutral, leise und sauber durch die Luft bewegen.

Der Flugplatz Schönhagen war stets aktiv dabei, wenn es darum ging, innovative Lösungen erstmals umzusetzen. Die Zusammenarbeit mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen wurde kontinuierlich ausgebaut. 2008 war der Flugplatz Gründungsmitglied des easc, der seitdem als gemeinnütziger Forschungsverein mit Partnern aus dem In- und Ausland aktiv ist. Die TH Wildau betreibt eine Außenstelle mit eigenem Forschungsflugzeug. Die Freie Universität Berlin ist mit einem Forschungsflugzeug in der Klimaforschung aktiv. Mit der TU Berlin, dem DLR und der BTU Cottbus gibt es eine regelmäßige Zusammenarbeit.

Das neueste Projekt ist das Innovationsbündnis für emissionsarme Flugantriebe (IBefa), das u. a. die Errichtung eines Technologiezentrums für emissionsarme Flugantriebe in Schönhagen plant.

Die Luft- und Raumfahrtmedizin fehlte bisher in dieser Palette. Deshalb ist es uns eine besondere Ehre, heute Ihre Gastgeber zu sein. Ich danke, dass Sie gekommen sind und wünsche Ihnen eine erfolgreiche Tagung.

Ihre



Kornelia Wehlan



## Grußwort des Generalarztes der Luftwaffe

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

zur diesjährigen 57. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. in Berlin-Schönhagen begrüße ich Sie recht herzlich. Es ist eine gute Tradition, die Tagungen der DGLRM an einem Standort mit fliegerischem Bezug durchzuführen. Der Flugplatz Schönhagen, in den 1920er Jahren gegründet, wurde in den letzten Jahrzehnten stetig ausgebaut und beherbergt derzeit Flugschulen, Flugzeugwerften sowie einen Segelflugverein und ist somit eine inspirierende Location für unsere Jahrestagung! Zwei bedeutsame Jubiläen geben uns in diesem Jahr Anlass zu fachlich fokussiertem Rück- und Ausblick.

Vor 50 Jahren, am 21. Juli 1969 betraten im Rahmen der Mission *Apollo 11* mit Neil A. Armstrong und Edwin „Buzz“ Aldrin zum ersten Mal Menschen den Mond. Weltweit fieberten rund 600 Millionen Fernsehzuschauer bei diesem "großen Sprung für die Menschheit" mit. Die Rückkehr zum Mond ist heute bereits wieder in Planung.

Vor 60 Jahren wurde das Flugmedizinische Institut der Luftwaffe in Fürstenfeldbruck aufgestellt – das war der Beginn der institutionalisierten Flugmedizin in der Bundeswehr. In seinem Akademischen Vortrag zu diesem Anlass spannte Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich am 25. Juni 2019 im Hörsaal der Offizierschule der Luftwaffe in Fürstenfeldbruck den wissenschaftlichen Bogen zukunftsorientiert von der Flugmedizin zur Weltraummedizin.

Auch auf der diesjährigen Tagung der DGLRM werden die beiden Schwerpunktthemen der Fachgesellschaft, die Flugmedizin und die Raumfahrtmedizin im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Vorträge, Poster und Diskussionen stehen. Neben der Präsentation neuer wissenschaftlicher Befunde stehen erneut zahlreiche aktuelle Fachthemen und Entwicklungen der klinischen Flugmedizin auf der Agenda. In Zeiten begrenzter personeller und materieller Ressourcen können wir die vor uns liegenden Aufgaben nur gemeinsam meistern, weswegen ich der langjährig bewährten und erfolgreichen zivil-militärische Kooperation auf dem Gebiet der Flugmedizin hohe Bedeutung beimesse. Diese sollte in den kommenden Jahren zielgerichtet weiterentwickelt werden, ebenso die Zusammenarbeit mit unseren internationalen Partnern: „*Aerospace Medicine – Together into the Future*“.

So wünsche ich Ihnen einen guten kollegialen Austausch und interessante Diskussionen während der 57. Wissenschaftlichen Tagung unserer Fachgesellschaft, damit aus der bewährten multidisziplinären Zusammenarbeit aller an der Luft- und Raumfahrtmedizin interessierten Kolleginnen und Kollegen die richtigen Impulse für Fortschritt und neue Projekte in der Luft- und Raumfahrtmedizin entstehen können.

Freuen wir uns auf eine erlebnisreiche und spannende Tagung!

Ich wünsche Ihnen allen eine erlebnisreiche und spannende Tagung,

Ihr

Prof. Dr. Rafael Schick, Generalarzt



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

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

sehr geehrte Tagungsteilnehmer,

ich freue mich, Sie zur 57. Jahrestagung der DGLRM begrüßen zu dürfen. Der Flugplatz Schönhagen als Austragungsort dieser Tagung ist äußerst passend, da hier seit fast 100 Jahren aktiv Luftfahrt betrieben wird. In diesem Umfeld fällt es leicht, unser gemeinsames Ziel im Fokus zu behalten: Die Erhaltung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen in der Luft- und Raumfahrt.

Im Jahr 2019 ist mit dem 50. Jahrestag der ersten Mondlandung das Thema bemannte Raumfahrt verstärkt in das öffentliche Bewusstsein gerückt. Die nächsten großen Herausforderungen rücken näher. In wenigen Jahren sollen erneut Menschen auf den Mond zurückkehren. Im kommenden Jahr werden unsere beiden DLR-Phantome zur Strahlenmessung in der Orion-Kapsel um den Mond fliegen. Dies wird aber nur ein erster Schritt für die weitere astronautische Exploration des Weltraums sein, die Medizin und Psychologie vor große Aufgaben stellen wird.

Auch die Luftfahrt entwickelt sich nicht nur hinsichtlich des Verkehrsaufkommens, sondern auch technologisch rasant voran. Werden wir künftig in fensterlosen Kabinen reisen und werden die technischen Unterstützungssysteme nur noch einen Piloten und später gar keinen Piloten mehr in Verkehrsmaschinen erfordern? Welche Anforderungen stellen sich bei der Nutzung von Systemen ohne Besatzung? Die technologische Transformation muss durch die Luft- und Raumfahrtmedizin begleitet und immer wieder kritisch hinterfragt werden. So könnte unser faszinierendes Fachgebiet an der Schnittstelle von Hochtechnologie und dem Menschen auch zu einem Innovationsmotor für die terrestrische Medizin werden.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen für diese Konferenz, dass Sie für Ihre Tätigkeit in der Wissenschaft oder klinischen Praxis wertvolle neue Erkenntnisse und Inspirationen gewinnen werden.

Mit den besten Wünschen für eine erfolgreiche Tagung,

Ihr



Prof. Dr. med. Jens Jordan  
Direktor 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 als Geschäftsführer der dt. Akademie für Flugmedizin meine herzlichen Grüße übermitteln.

Die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin ist seit 2016 alleiniger Gesellschafter der DAF. Dies bedeutet, dass wir alle der Garant für die Ausbildung und für die Fort- und Weiterbildung der flugmedizinischen Sachverständigen in Deutschland sind. 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. Im nächsten Jahr wird die DAF zusätzlich den sog. „Diploma-Kurs“ veranstalten. Der Diploma-Kurs vermittelt diejenigen Kenntnisse, die noch zusätzlich für die Zusatzbezeichnung „Flugmedizin“ notwendig sind.

Wir wissen alle: Flugmedizin ist ein querschnittliches Fach, sie umfasst die gesamte Medizin von der DNA-Analytik über die klinischen Fachgebiete bis zur Psychiatrie und zur Psychologie. Diese Vielfalt zeichnet die Flugmedizin aus und spiegelt sich in unserer Tagung wider.

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.

Prof. Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich  
Kongresspräsident Schönhagen 2019

### *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 31.08.2019**

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

#### **Anmeldung ab 01.09.2019**

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. 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 25.10.2019, 8:00 Uhr an der ausgeschilderten Fläche (Flur und Foyer 2) 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 **Landesärztekammer in Brandenburg** (LÄK) mit 12 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!

Die Jahrestagung ist vom **Luftfahrtamt der Bundeswehr** (LufABw) als flugmedizinischer Fortbildungslehrgang mit 12 Stunden anerkannt!

### *Öffnungszeiten Flugplatz*

Seit 1. Mai 2019 ganzjährig von 08:30 bis 20:00 Uhr (local).



## Wichtige Termine Jahrestagung

### ***DGLRM Vorstandssitzung***

Donnerstag, den 24.10.2019 um  
10:30 Uhr im Raum 104

### ***DGLRM Vorstandsratssitzung***

Donnerstag, den 24.10.2019 um  
14 Uhr im Raum 104

### ***Registrierung***

Freitag, den 25.10.2019 ab  
08:00 Uhr am Flugplatz Berlin-  
Schönhagen

### ***Mitgliederversammlung***

Freitag, den 25.10.2019 um  
17:00 Uhr im Elly-Beinhorn-Saal

### ***Preisverleihungen***

Freitag, den 25.10.2019 ab 19:30  
Uhr im Rahmen des Gesell-  
schaftsabends im Elly-Bein-  
horn-Saal

### ***AG-Sitzungen***

Möglich in Raum 104 am:

- 24.10.2019, 10:30 – 16:00
- 25.10.2019, 10:45 – 16:00
- 26.10.2019, 09:15 – 16:00

*Raumreservierungen für die AG-  
Sitzungen: Bitte kontaktieren  
Sie die Geschäftsstelle*

### ***AG-Sitzungen:***

- Fortbildung (Pong-  
ratz): 25.10.2019, 12:00 –  
13:00 (Raum 104)
- CPR (Hinkelbein/Kerk-  
hoff): 26.10.2019, 12:45 –  
13:45 (Raum 104)
- Arbeitsmedizin (Hedt-  
mann): 26.10.2019, 12:45  
– 13:45 (Raum 104)
- Raumfahrtmedizin (Ull-  
rich): 24.10.2019, 18:30 –  
19:00 (Restaurant Cock-  
pit)

## Veranstaltungsort Berlin



Bundestag und Fernsehturm im Hintergrund



Bundestag Berlin

## Herzlich willkommen auf dem Flugplatz Schönhagen - Fliegen vor den Toren der Hauptstadt - im Herzen Europas

Adresse: Flugplatz, 14959 Trebbin

IATA-Kennung: EDAZ

Höhe: 41 m



### Flugplatz Schönhagen

*Foto: Flugplatzgesellschaft Schönhagen mbH*

Der Flugplatz Schönhagen gehört zu den größten Verkehrslandeplätzen Deutschlands. 180 Flugzeuge und Hubschrauber sind hier fest stationiert. Die zentrale Lage, südlich zwischen Berlin, Potsdam und dem Schönefelder Kreuz machen ihn zum idealen Standort für die gesamte Palette der Allgemeinen Luftfahrt in der Hauptstadtregion. Geschäftsreiseverkehr, Arbeitsluftfahrt, Polizei- und Luftrettung, Ausbildung, privater Individualverkehr und Luftsport gehören zu den Schwerpunkten des Flugbetriebs. Die 1.550 m lange Piste ist dank eines GPS-gestützten Instrumentenflugbetriebes für Luftfahrzeuge bis 14 Tonnen MTOM seit 11. Oktober 2018 wetterunabhängig erreichbar.

bar. Schönhagen ist der wichtigste Entlastungsflugplatz der Verkehrsflughäfen Tegel und Schönefeld und für den künftigen Hauptstadt-Airport Berlin- Brandenburg (BER).



#### Flugplatz Schönhagen

Foto: Flugplatzgesellschaft Schönhagen mbH

Die attraktive Lage inmitten der wachstumsstarken Wirtschaftsregion zwischen dem südlichen Berlin, Potsdam und dem Schönefelder Kreuz verleiht dem Standort Schönhagen zusätzliche Impulse. So verzeichnete der Landkreis Teltow-Fläming, Hauptgesellschafter der Flugplatzgesellschaft, in den letzten Jahren mehrfach das höchste Wirtschaftswachstum der neuen Bundesländer. Und die Perspektiven bleiben durch den Großflughafen BER auch in Zukunft glänzend. Schönhagen ist aber nicht nur ein Flugplatz, sondern auch ein kompetenter Partner für Ansiedlungen, Tagungen, Events und innovative Technologien. Und dies alles mit Rücksicht auf den Naturpark Nuthe-Nieplitz, der den Flugplatz umgibt.



### Flugplatz Schönhagen

Foto: Flugplatzgesellschaft Schönhagen mbH

Mit Europa wächst auch die Business Aviation. Unternehmer und Führungskräfte lassen sich zunehmend individuelle Flugpläne erstellen, die genau zu ihren persönlichen Bedürfnissen passen. Dadurch reisen sie besonders flexibel und sparen wertvolle Zeit – ohne langwierige Abfertigung und aufwändige Umsteigeverbindungen. Der Flugplatz Schönhagen bietet Geschäftsreisenden optimale Bedingungen für Business-Charter, die Stationierung von Flugzeugen oder Helikoptern. Zudem erhöhen gute Verkehrsanbindungen, kurzfristig buchbare Konferenzräume, Gastronomie und ein Gästehaus den Komfort. Last but not least sorgt der persönliche Service am Boden für reibungslose „private Flugverbindungen“.

Jeder Flug ist eine ganz besondere Erfahrung. Deshalb bietet der Flugplatz Schönhagen Privat- und Sportfliegern einen attraktiven Stützpunkt und vielfältige Angebote. Rundflugpassagiere genießen die atemberaubende Sicht auf die seenreiche Region Berlin-Brandenburg, entweder mit liebevoll gepflegten „Oldtimern“ oder absoluten „Markt-Neuheiten“. Ein Flug über Berlin, Potsdam oder die unmittelbare Umgebung macht den Kopf frei für das Wesentliche! Eingebettet in den Naturpark Nuthe-Nieplitz und in unmittelbarer Nähe zum Süd-

westen Berlins, zum Wannsee, dem Grunewald und zur Schlösserstadt Potsdam ist der Flugplatz Schönhagen der optimale Ausgangspunkt für Ausflüge in Natur und Kultur.

Veranstaltungen auf dem Flugplatz Schönhagen sind ein ganz besonderes Erlebnis, von dem sich Gäste gerne inspirieren lassen. Ob Medienereignis, Meeting, Mitarbeiterschulung, Seminar oder Kundenveranstaltung – für Events und Tagungen ist der Flugplatz eine außergewöhnliche Location. In Konferenzräumen, Hallen und auf Freiflächen findet sich viel Platz für kleine und große Veranstaltungen, die einen bleibenden Eindruck hinterlassen. Präsentieren, feiern oder tagen in multifunktionalen Räumlichkeiten des Flugplatzes, in Konferenz- und Seminarräumen in neu gebauten oder frisch sanierten Gebäuden und Hangars.

Wichtiger Bestandteil des Flugplatzes ist der stetig wachsende Luftfahrt-Technologiepark. Auf derzeit 30.000 m<sup>2</sup> Gewerbefläche (114 ha Gesamtfläche) sind 40 Unternehmen, Vereine und Verbände zu Hause. Diese Unternehmen beschäftigen rund 300 Arbeitskräfte. Entwicklungs- und Instandhaltungsbetriebe für Flugzeuge, Hubschrauber und Avionik, Flugzeughersteller und 6 Flugschulen nutzen erfolgreich die sich bietenden Synergien. Auf dem Flugplatz Schönhagen wird vom Segelflugschein bis hin zur Verkehrspilotenlizenz ausgebildet. Eine unserer Flugschulen bietet z. B. eine EASA-zugelassene Musterberechtigung für Airbus A 319/A 320/A 321 und Boeing B737 300-800 an.



**Flugplatz Schönhagen**

*Foto: Flugplatzgesellschaft Schönhagen mbH*

Die TH-Wildau ist seit 2006 fester Kooperationspartner und unterhält am Flugplatz eine Außenstelle mit Büro und Forschungsflugzeug. Die Freie Universität Berlin betreibt in Schönhagen seit den 90er Jahren ein Forschungsflugzeug zur Klimaforschung, das DLR und die Technische Universität Berlin nutzen den Flugplatz Schönhagen immer wieder für Messkampagnen. Mit dem easc e.V. ist seit 2008 ein gemeinnütziger Forschungsverein auf dem Flugplatz angesiedelt, der regelmäßig Forschungsvorhaben mit dem Flugplatz und Projektpartnern aus ganz Europa durchführt. Ferner ist die Flugplatzgesellschaft Schönhagen Gründungsmitglied in den Netzwerken IBEFA (Innovationsbündnis Emissionsarme Flugantriebe) sowie KIFER (Konsortium Innovative Flugplatzstrategien für Emissionsarme Regionalluftfahrt). Die TH-Wildau und die FU-Berlin nutzen mit einer Erlaubnis der Gemeinsamen Oberen Luftfahrtbehörde Berlin Brandenburg eine Luftraumbox rund um die weniger frequentierte Querbahn für Forschungsflüge mit Drohnen. Der Flugplatz Schönhagen wird immer wieder für Rettungsflüge und für Flüge zur Waldbrandbekämpfung genutzt. Ein bereits bestehendes Flugüberwachungssystem erlaubt u.a. auch die Entwicklung von Testszenarien, bei denen Drohnen mit anderen Luftfahrzeugen, wie z.B. mit den häufig eingesetzten Löschhubschraubern koordiniert werden müssen.

## Elly-Beinhorn-Saal

Der Elly-Beinhorn-Saal ist ein historischer, neu sanierter Piloten-Saal, der mit einer Größe von ca. 270 qm für Veranstaltungen mit bis zu 300 Personen geeignet ist. Für Events mit Programmgestaltung steht eine 33 qm große Bühne mit angeschlossener Künstlergarderobe zur Verfügung. Der Saal ist mit Parkett und einer 5,90 m hohen Decke ausgestattet und schließt direkt an das Restaurant und das Hotel an, dessen Foyer sich ideal für Empfänge anbietet. Des Weiteren verfügt der Saal über eine hochwertige Beschallungsanlage und alle nötigen Anschlüsse für jegliche Art von Veranstaltungstechnik.

Elly Beinhorn (\* 30. Mai 1907 in Hannover; † 28. November 2007 in Ottobrunn) wuchs im bürgerlichen Umfeld Hannovers auf. Im Alter von 21 Jahren begann sie mit einer Fliegerausbildung in Berlin und erwarb 1929 einen Pilotenschein. Anschließend war sie als Kunstfliegerin tätig, bis sie 1931 durch einen Alleinflug nach Afrika von sich reden machte. Im Jahr darauf erlangte sie durch eine Weltumrundung deutschlandweite Bekanntheit und wurde mit dem Hindenburg-Pokal ausgezeichnet. Mitte der 1930er Jahre stellte Beinhorn mehrere Rekorde auf, wie das Überfliegen von drei Kontinenten an einem Tag. 1991 wurde sie mit dem Bundesverdienstkreuz 1. Klasse ausgezeichnet. Sie starb im Alter von 100 Jahren in einem Seniorenheim bei München. (Quelle: Flugplatz Schönhagen)



### Flugplatz Schönhagen

Foto: Flugplatzgesellschaft Schönhagen mbH

## Anreise zum Flugplatz Schönhagen

### Mit dem PKW

Dank eines gut ausgebauten und immer dichter werden Verkehrsnetzes kommen Sie vom Stadtrand Berlins fast ohne Ampeln und Stau in wenigen Minuten nach Schönhagen. Vom Messegelände am Berliner Funkturm brauchen Sie 35 Minuten, von Berlin Mitte 45 Minuten und aus Potsdam sogar nur 25 Minuten.

Aus dem Südwesten Berlins fahren Sie am besten über die A 115 bis zur Ausfahrt Potsdam-Babelsberg. Von dort geht es über die neu ausgebauten, autobahnähnliche L 40 bis zur B 101. Der B 101 folgen Sie dann bis Trebbin. Dort geht am Rathaus rechts nach Schönhagen.

Von Potsdam kommen Sie über die Nuthe-Schnellstrasse direkt auf die L 40.

Aus der Mitte Berlins gelangen Sie am schnellsten über die B 101 nach Schönhagen. Auch diese Bundesstrasse ist ab dem Stadtrand Berlins autobahnähnlich ausgebaut.

### Mit der Bahn

Hervorragende Anbindung bietet auch der öffentliche Personennahverkehr. Mit dem Regionalexpress (RE 5) erreichen Sie in ca. 25 Minuten vom Potsdamer Platz oder vom Berliner Hauptbahnhof den nächstgelegenen Bahnhof Trebbin.

## Shuttle-Bus-Betrieb zwischen dem Hotel Van der Falk und dem Flugplatz Schönhagen

Am Freitag, 25.10.2019 und Samstag, 26.10.2019, gibt es einen Shuttle-Bus-Betrieb zwischen dem Hotel Van der Falk und dem Flugplatz Schönhagen.

An jeweils beiden Tagen fahren zwei Busse (49 und 59 Plätze) um 8.00 Uhr vom Hotel Van der Falk zum Flugplatz Schönhagen.

Anschliessend fährt ein Bus (49 Plätze) im regelmässigen Shuttle-Betrieb zwischen Hotel und Flugplatz. Der Fahrplan wird auf der Tagung und im Hotel ausgehändigt.

Der letzte Bus fährt am 25.10.2019 um 23 Uhr und am 26.10.2019 um 18.30 ab Flugplatz Schönhagen.

Bitte beachten Sie, dass die Teilnahme am Bus-Shuttle eine Voranmeldung (mit der Registrierung) erfordert.

Wenn Sie nicht an die Einschränkungen des Shuttle-Betriebes gebunden sein möchten, stehen auf dem Flugplatz eine ausreichend grosse Zahl an Parkplätzen zur Verfügung.

Der Flugplatz bietet ausserdem einen Shuttle-Service zum Bahnhof Trebbin. Diesen erreichen Sie unter: +49 33731 305-32. Preis: 12 Euro / Weg.

Taxi: +49 33731 152 77

## Kongresshotel Van der Valk Hotel Berlin Brandenburg - Congress & Event Center



### Hoteleingang

Foto: [www.berlin.vandervalk.de](http://www.berlin.vandervalk.de)



### Zimmerimpression

Foto: [www.berlin.vandervalk.de](http://www.berlin.vandervalk.de)



**Wellnessbereich**

*Foto: [www.berlin.vandervalk.de](http://www.berlin.vandervalk.de)*



**Hotelrestaurant**

*Foto: [www.berlin.vandervalk.de](http://www.berlin.vandervalk.de)*

## Rahmenprogramm

### 1. „Get-Together“ im Flugplatzrestaurant „Cockpit“

Donnerstag, 24.10.2019 um ca. 19:00 Uhr

Flugplatzrestaurant „Cockpit“

Zum Flugpl. 1, 14959 Trebbin

***Anmeldung geschlossen.***

25€/Person – Buffet

bitte Zahlen so vor Ort in bar.



**Flugplatzrestaurant „Cockpit“**

*Foto:reiseland-brandenburg.de*

## 2. Gesellschaftsabend im Elly-Beinhorn-Saal des Flugplatzes Schönhagen

### **Beginn:**

Freitag, 25.10.2019 um 19:00 Uhr im Elly-Beinhorn-Saal (Flugplatz Schönhagen) inkl. Abend-Buffer und Getränke (nicht-alkoholische und alkoholische)

***Vorherige Anmeldung notwendig!***

Maximalanzahl: 100 Personen

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



**Elly-Beinhorn-Saal**

*Foto: Flugplatz Schönhagen*

### 3. Historische Führung „Mythos Tempelhof“ (Flughafen Berlin-Tempelhof)

#### **Treffpunkt:**

Samstag, 27.10.2019 um 15:00 Uhr

Dauer: 2 Std.

Treffpunkt: Flughafen Berlin-Tempelhof

#### ***Anmeldung geschlossen.***

Das Flughafengebäude ist das größte Baudenkmal Europas. Erleben Sie die monumentale Architektur und erfahren Sie mehr über die ideologisch-politischen Hintergründe des Flughafenbaus, der 1936 von Ernst Sagebiel geplant wurde. Der Flughafen Tempelhof ist durch die Luftbrücke von 1948/49 zu einem Symbol der Freiheit geworden. In der Geschichte Berlins spielt er eine ganz besondere Rolle. Wir zeigen Ihnen in unseren Führungen hautnah den Mythos Tempelhof.



Flughafen Berlin-Tempelhof

## 4. Historische Führung „Überwachungsstation Teufelsberg“

### **Treffpunkt:**

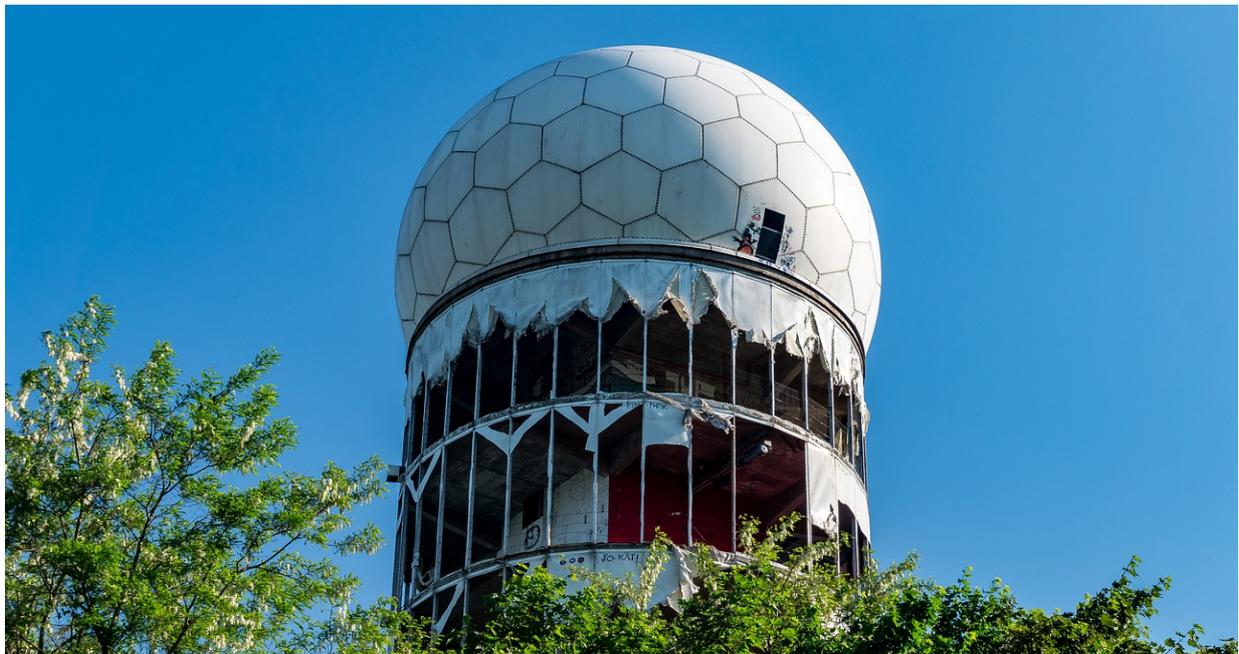
Samstag, 27.10.2018 um 14:00 Uhr

Treffpunkt: Haupttor der Field-Station in der Teufelsseechaussee 10, 14193 Berlin.

In dieser Führung begleiten Sie Experten und Zeitzeugen über das Gelände und Sie erfahren alles Wissenswerte über die bewegende Geschichte des Teufelsberges von seiner Entstehung über das einzige Ski World Cup Rennen Berlins bis hin zu Geschichte der Britischen und Amerikanischen Besetzer und Spionagearbeiten Berlin. Sie erfahren alles von der Kaiserzeit bis heute.

### ***Anmeldung geschlossen.***

Maximalanzahl: 30 Personen



Teufelsberg Berlin

## Festvortrag: Flugkapitän Heinz-Dieter Kallbach

Heinz-Dieter Kallbach ist der dienstälteste Linienspilot Deutschland. Im Land Brandenburg aufgewachsen, begann er seine fliegerische Laufbahn 1957 als Armeetransportflieger bei der NVA. Seit 1961 flog er für die Interflug und seit 1990 für die Germania.

Kapitän Kallbach hat über 60 Jahre fliegerische Erfahrung, mehr als 33000 Flugstunden und flog 296 Flughäfen in 90 Ländern der Welt an. Es war Kapitän auf den Flugzeugtypen AN-2, IL-14, AN-24, IL-18, IL-62, A310, Boeing 737-300 und -700, Dacota DC-3, Seaplane C 206, Beach Bonanza, TB-10, TB-20, C-172, Piper-Cheyenne 31, 42 und 400 LS.

In seiner fliegerischen Laufbahn erlebte er zehn Triebwerksausfälle, zwei Triebwerksbrände, einen Triebwerksverlust durch Vogelschlag, einen Cockpitüberfall von einem Selbstmordattentäter, eine Flugzeugbeschlagnahme in Madagaskar und eine Arrestierung im Senegal.

Am 23. Oktober 1989 – 30 Jahre vor der diesjährigen Jahrestagung der DGLRM - landete Kapitän Kallbach einen Langstreckenjet des Typs Iljuschin Il-62 auf der nur 850 Meter langen Grasbahn des Landeplatzes Stölln. Das Flugzeug war ein Geschenk der Interflug an die Stadt Stölln im brandenburgischen Havelland, Ort des tödlichen Absturzes von Otto Lilienthal.

Herr Kapitän Kallbach hat sich bereiterklärt, beim Gesellschaftsabend der 57. Wissenschaftlichen Jahrestagung der DGLRM auf dem Flugplatz Schönhagen – unterstützt von Frau Renate Geißler – den Festvortrag unter Rückblick auf seine Erfahrungen aus mehr 60 Jahren aktiver Fliegerei zu halten.

*Prof. Dr. Oliver Ullrich*

## Tagungsprogramm (Übersicht)

Donnerstag, 24.10.19	
10:30 bis 12:00	<b>Vorstandssitzung</b> <i>Ort: Raum 104</i>
12:00 bis 14:00	Mittagspause ( <i>Möglichkeit zum Lunch im Restaurant Cockpit</i> )
14:00 bis 16:30	<b>Vorstandsratssitzung</b> <i>Ort: Raum 104</i>
19:00	<b>„Get-Together“</b> <i>Ort: Restaurant Cockpit</i>

Freitag, 25.10.19		
	Elly-Beinhorn-Saal	Raum 101/102
09:00 – 09:45	Eröffnung und Grußworte	
09:45 – 10:15	Kaffeepause	
10:15 – 11:45	<p><b>Fortbildungsvorträge</b></p> <p><b>F1:</b> Stern: Update Augenheilkunde</p> <p><b>F2:</b> Janicke: Kardiologie I - Fallschirm zur Rezidivprophylaxe bei kryptogenem Schlaganfall. Neue Studien zum PFO-Verschluss belegen jetzt Evidenz</p> <p><i>Vortrag inkl. Diskussion je 45 min</i></p>	<p><b>W1: Militärische Flugmedizin</b></p> <p><i>Vorsitz: Bresse/Weber</i></p> <p><b>W.1.1:</b> Bresse: Symptome eines Verkehrspiloten und Verlauf nach einem Fume Event</p> <p><b>W.1.2:</b> Ledderhos: Screeninguntersuchungen zur Einordnung neuro-radiologischer und neurologisch-funktioneller Parameter im Rahmen von gehäuften Höhenexpositionen bei Innenbegleitpersonal von Höhensimulationskammern – eine multinationale Studie</p> <p><b>W.1.3:</b> Schober: Analyse von Biomarkern bei Normotensiven und Prähypertensiven unter Normoxie und Hypoxie</p> <p><b>W.1.4:</b> Güttler: Untersuchung von Probanden mit systolischer Blutdruckerhöhung mit Hilfe der Pulswellenanalyse</p>

		<b>W.1.5:</b> Jakobs: Laseranwendungen in der Flugophthalmologie
11:45 – 13:15	Lunch / Poster	
13:15 – 14:30	<p style="text-align: center;"><b>W2: DLR I</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Vorsitz: Elmenhorst/Stern</i></p> <p><b>W.2.1:</b> Elmenhorst: Vergleich der Wirkung von zwei Dienstplanmodellen auf Müdigkeit und Schlaf von Piloten der ADAC- und DRF-Luftrettung</p> <p><b>W.2.2:</b> Fischer: Anwendung eines biomathematischen Modells zur Vorhersage von Schlaf und Fatigue in der Luftfahrt</p> <p><b>W.2.3:</b> Schennetten: UV-Strahlung im Cockpit von Passagierflugzeugen</p> <p><b>W.2.4:</b> Lindlar: Medizinische Anforderungen an den Rettungshubschrauber 2030: Endergebnisse der HEMS-MED-Delphi-Studie</p> <p><b>W2.5:</b> Piechowski: Virtual Reality und Eyetracking beim Docking Training</p> <p style="text-align: center;"><i>Vortrag inkl. Diskussion je 15 min</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>Fortbildungsvorträge</b></p> <p><b>F3:</b> Güttler: Kardiologie II – Flugmedizinische Risikostratifizierung kardiovaskulärer Erkrankungen</p> <p><b>F4:</b> Juhran: HNO - Update HNO 2019 für Fliegerärzte</p> <p style="text-align: center;"><i>Vortrag inkl. Diskussion je 45 min</i></p>

<p>14:30 – 15:30</p>	<p style="text-align: center;"><b>W<sub>3</sub>: DLR II</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Vorsitz: Hemmersbach/Thiel</i></p> <p><b>W.3.1:</b> Hemmersbach: Lässt sich Schwerkraft ausschalten?</p> <p><b>W.3.2:</b> Muratov: Das menschliche Hautmikrobiom während einer Langzeit-Bettruhe-Studie unter terrestrisch simulierter Schwerelosigkeit</p> <p><b>W.3.3:</b> Siems: Wie können nanostrukturierte und bio-inspirierte Oberflächen zur Bekämpfung von gefährlichen Keimen beitragen?</p> <p><b>W.3.4:</b> Lichterfeld: Gestörte Ausbildung von neuronalem Narbengewebe durch Hypergravitation</p> <p style="text-align: center;"><i>Vortrag inkl. Diskussion je 15 min</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>Fortbildungsvorträge</b></p> <p><b>F5:</b> Küpper: Aktuelles aus der Reisemedizinischen Forschung</p> <p style="text-align: center;"><i>Vortrag inkl. Diskussion je 45 min</i></p>
<p>15:30 – 15:45</p>	<p style="text-align: center;"><b>Two-Minutes-Poster-Presentation</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Vorsitz: Pongratz</i></p>	
<p>15:45 – 16:30</p>	<p style="text-align: center;"><b>Special Lecture</b> Jean-Luc Marchand and Jean-Marc Garot Malaysia Airlines MH370 Disappearance – a plausible trajectory</p>	
<p>16:30 – 17:00</p>	<p style="text-align: center;">Kaffeepause / Poster</p>	
<p>17:00 – 18:30</p>	<p style="text-align: center;"><b>Mitgliederversammlung</b> inkl. Bericht DAF</p>	
<p>19:30 – 23:00</p>	<p style="text-align: center;"><b>Gesellschaftsabend</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Verleihung der Ehrennadel der DGLRM, Laudatio Verleihung der Posterpreise der DGLRM Verleihung der Travel Awards der DGLRM Verleihung von Fortbildungszertifikaten der DGLRM Verleihung des Albrecht-Ludwig-Berblinger-Preises Festvortrag Flugkapitän Hans-Dieter Kallbach / Renate Geißler</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Ort: Elly-Beinhorn-Saal</i></p>	

<b>Samstag, 26.10.19</b>		
	<b>Elly-Beinhorn-Saal</b>	<b>Raum 101/102</b>
09:00 – 10:30	<p style="text-align: center;"><b>Fluglotsen – ATCO</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Vorsitz: Landgraf/Pump</i></p> <p>Wichtiges und Neues aus dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung</p> <p style="text-align: center;">Teil 1: Pump, BAF (15 min) Teil 2: Becker, BAF (15 min)</p> <p>Augenuntersuchung bei Fluglotsen, Stern (25 min)</p> <p style="text-align: center;">Vorgestellt: AFISO, Gumz (15 min)</p> <p>Fallvorstellung und Problemdiskussion: Ihre Meinung? Pump / Landgraf (20 min)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Fortbildungsvorträge</b></p> <p><b>F6:</b> Weber: Update Neurologie in der Flugmedizin</p> <p><b>F7:</b> Harsch: Geschichte der Flugmedizin des 20. Jahrhunderts am Beispiel der Biographie Heinz von Diringshofen (1900-1967) - Gründungspräsident der DGLRM e.V. 1961</p> <p style="text-align: center;"><i>Vortrag inkl. Diskussion je 45 min</i></p>
10:30 – 10:45	Kaffeepause / Poster	

<p>10:45 – 12:00</p>	<p><b>W5: Freie Themen</b></p> <p><i>Vorsitz: Pippig/Glaser</i></p> <p>W.5.1: Rössler: Externe Reanimationshilfen an Bord von Rettungshubschraubern der DRF; Zukünftig auch in der zivilen Luftfahrt denkbar?</p> <p>W.5.2: Kerkhoff: Entwicklung einer Leitlinie für die Kardio-Pulmonale Reanimation in Mikrogravitation</p> <p>W.5.3: entfällt</p> <p>W.5.4: entfällt</p> <p>W.5.5: Nerlich: Einfluss einer hypobaren Hypoxie auf die Proteinexpression männlicher Probanden</p> <p>W.5.6: Beeth: Curriculare Ausbildung für Luft- und Raumfahrtmedizin im klinischen Setting</p> <p><i>Vortrag inkl. Diskussion je 15 min</i></p>	<p><b>Fortbildungsvorträge</b></p> <p><b>F8:</b> Neuhaus: CRM - Crew Resource Management</p> <p><b>F9:</b> Lüling: Update Mentale Gesundheit von Piloten</p> <p><i>Vortrag inkl. Diskussion je 45 min</i></p>
<p>12:15 – 13:15</p>	<p>Lunch / Poster</p>	
<p>13:15 – 15:30</p>	<p><b>W6: Schweiz</b></p> <p><i>Vorsitz: Bron / Ullrich</i></p> <p>W.6.1: Wattenwyl: Kongenitale Herzvitien in der Militäraviatik</p> <p>W.6.2: Aebi: EEG beta power increase and cognitive function impairment in pilot trainees exposed to acute hypobaric hypoxia</p>	<p><b>Fortbildungsvorträge</b></p> <p><b>F10:</b> Pippig: Update Orthopädie, Traumatologie, Rheumatologie, Osteologie für Fliegerärzte 2019</p>

	<p>W.6.3: Trabold: Erfolgreiche Pseudo-Coriolis-Desensibilisierung eines Flugschülers: ein Fallbeispiel</p> <p>W.6.4: Bron: Visueller Halo-Effekt bei Mouche-Volant und Desorientierung: ein Fallbericht</p> <p>W.6.5: Thiel: Real-Time 3D High-Resolution Microscopy of Human Primary Macrophages in Microgravity</p> <p><i>Vortrag inkl. Diskussion je 15 min</i></p>	<p><b>F11:</b> Siedenburg: Update Reise-medizinische Prophylaxe für Flugbesatzungen 2019</p> <p><b>F12:</b> Frank: Impfupdate</p> <p><i>Vortrag inkl. Diskussion je 45 min</i></p>
15:30 – 16:00	Kaffeepause / Poster	
16:00 – 16:20	<b>Berblinger-Preis-Vortrag</b> <i>Ort: Elly-Beinhorn-Saal</i>	
16:20 – 16:50	<b>„Würden Sie mit diesem Piloten fliegen?“                  Entscheidungen des fliegerärztlichen Ausschusses                  aus verschiedenen Fachgebieten (Quast)</b> <i>Ort: Elly-Beinhorn-Saal</i>	
16:50 – 17:20	<b>ESAM / Behörden (Becker, Hinkelbein)</b> <i>Ort: Elly-Beinhorn-Saal</i>	
17:20 – 17:50	<b>Abschluss</b>	

<b>Sonntag, 27.10.19</b>	
14:00 – 15:30	<b>Historische Führung „Überwachungsstation Teufelsberg“</b> <i>Treffpunkt: Haupttor der Field-Station in der Teufelsseechaussee 10, 14193                  Berlin</i>
15:00 – 16:30	<b>Historische Führung „Mythos Tempelhof“</b> <i>Treffpunkt: Ehemaliger GAT-Bereich, Tempelhofer Damm 9 (Einfahrt gegen-                  über der Tankstelle), 12101 Berlin</i>

## Kongressprogramm

### Donnerstag, den 24.10.2019

- 10:30 Uhr Vorstandssitzung  
14:00 Uhr Vorstandsratssitzung
- 19:00 Uhr „Get-Together“ im Restaurant „Cockpit“ am Flugplatz

### Freitag, den 25.10.2019

#### Registrierung

ab 08:00 Uhr in den Konferenzhallen am Flugplatz Schönhagen

09:00 Uhr – 09:45 Uhr

#### Kongresseröffnung und Grußworte

Ort: Elly-Beinhorn-Saal

- **Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein**  
Präsident der DGLRM
- **Prof. Prof. mult. Dr. Dr. Oliver Ullrich**  
Kongresspräsident
- **Frau Kornelia Wehlan**  
Landrätin des Landkreises Teltow-Fläming
- **Prof. Dr. Rafael Schick**  
Generalarzt der Luftwaffe
- **Prof. Dr. med. Jens Jordan**  
Leiter des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin, DLR Köln
- **OTA PD. Dr. med. Frank Weber**  
Geschäftsführer der DAF

10:15 Uhr – 11:45 Uhr

#### W1: Militärische Flugmedizin, Vorsitz: Bressemer/Weber

Ort: Raum 101/102

**W.1.1.** Bressemer: Symptome eines Verkehrspiloten und Verlauf nach einem Fume Event

**W1.2.** Ledderhos: Screeninguntersuchungen zur Einordnung neuroradiologischer und neurologisch-funktioneller Parameter im Rahmen von gehäuften Höhenexpositionen bei Innenbegleitpersonal von Höhensimulationskammern – eine multinationale Studie

**W1.3.** Schober: Analyse von Biomarkern bei Normotensiven und Prähypertensiven unter Normoxie und Hypoxie

**W1.4.** Güttler: Untersuchung von Probanden mit systolischer Blutdruckerhöhung mit Hilfe der Pulswellenanalyse

**W1.5.** Jakobs: Laseranwendungen in der Flugophthalmologie

#### F<sub>1</sub> und F<sub>2</sub> (je 45 min.)

Ort: Elly-Beinhorn-Saal

**F1:** C. Stern: Update Augenheilkunde

**F2:** I. Janicke: Kardiologie I - Fallschirm zur Rezidivprophylaxe bei kryptogenem Schlaganfall  
Neue Studien zum PFO-Verschluss belegen jetzt Evidenz

11:45 Uhr – 13:15 Uhr

#### Mittagspause

13:15 Uhr – 14:30 Uhr

#### W-2 „DLR I“ (je 15 min.), Vorsitz: Elmenhorst/Stern

Ort: Elly-Beinhorn-Saal

**W-2.1:** Elmenhorst: Vergleich der Wirkung von zwei Dienstplanmodellen auf Müdigkeit und Schlaf von Piloten der ADAC- und DRF-Luftrettung

---

**W-2.2:** Fischer: Anwendung eines bioma-  
thematischen Modells zur Vorhersage von  
Schlaf und Fatigue in der Luftfahrt

**W-2.3:** Schennetten: UV-Strahlung im  
Cockpit von Passagierflugzeugen

**W-2.4:** Lindlar: Medizinische Anforderun-  
gen an den Rettungshubschrauber 2030:  
Endergebnisse der HEMS-MED-Delphi-  
Studie

**W-2.5:** Piechowski: Virtual Reality und  
Eyetracking beim Docking Training

### **F<sub>3</sub> und F<sub>4</sub> (je 45 min.)**

*Ort: Raum 101/102*

**F<sub>3</sub>:** Güttler: Kardiologie II – Flugmedizini-  
sche Risikostratifizierung kardiovaskulärer  
Erkrankungen

**F<sub>4</sub>:** Juhran: HNO - Update HNO 2019 für  
Fliegerärzte

*14:30 Uhr – 15:30 Uhr*

### **W-3 „DLR II“ (je 15 min.), Vorsitz: Hem- mersbach/Thiel**

*Ort: Elly-Beinhorn-Saal*

**W-3.1:** Hemmersbach: Lässt sich Schwer-  
kraft ausschalten?

**W-3.2:** Muratov: Das menschliche Haut-  
mikrobiom während einer Langzeit-Bett-  
ruhe-Studie unter terrestrisch simulierter  
Schwereelosigkeit

**W-3.3:** Siems: Wie können nanostrukturierte und bio-inspirierte Oberflächen zur Bekämpfung von gefährlichen Keimen beitragen?

**W-3.4:** Lichtenfeld: Gestörte Ausbildung  
von neuronalem Narbengewebe durch  
Hypergravitation

### **F<sub>5</sub> (45 min.)**

*Ort: Raum 101/102*

**F<sub>5</sub>:** Küpper: Neues aus der  
reisemedizinischen Forschung

*15:30 Uhr – 15:45 Uhr*

### **Two-Minutes-Poster-Präsentation, Vor- sitz: tbd**

*15:45 Uhr – 16:30 Uhr*

### **Special Lecture**

Jean-Luc Marchand and Jean-Marc Garot:  
Malaysia Airlines MH370 Disappearance –  
a plausible trajectory

*17:00 Uhr – 18:30 Uhr*

### **Mitgliederversammlung der DGLRM e.V.**

*Ort: Elly-Beinhorn-Saal*

*Ab 19:30 Uhr*

### **Gesellschaftsabend inkl.**

- Verleihung der Posterpreise
- Verleihung des Berblingerpreis der DAF
- Verleihung der Ehrennadel der DGLRM e.V.
- Festvortrag Flugkapitän Hans-Dieter Kallbach/Renate Geißler
- Verleihung der Travel Awards der DGLRM e.V.

## Samstag, den 26.10.2019

09:00 Uhr – 10:30 Uhr

### Fluglotsen – ATCO, Vorsitz: Landgraf/Pump

Ort: Elly-Beinhorn-Saal

Wichtiges und Neues aus dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung

- Teil 1: Pump, BAF (15 min)
- Teil 2: Becker, BAF (15 min)
  
- Augenuntersuchung bei Fluglotsen, Stern (25 min)
  
- Vorgestellt: AFISO, Gumz
- (15 min)
  
- Fallvorstellung und Problemdiskussion: Ihre Meinung? Pump / Landgraf (20 min)

### F<sub>6</sub> und F<sub>7</sub> (je 45 min.)

Ort: Raum 101/102

**F<sub>6</sub>:** Weber: Update Neurologie in der Flugmedizin

**F<sub>7</sub>:** Harsch: Geschichte der Flugmedizin des 20. Jahrhunderts am Beispiel der Biographie Heinz von Diringshofen (1900-1967) - Gründungspräsident der DGLRM e.V. 1961

10:30 Uhr – 10:45 Uhr

**Kaffeepause/Poster**

10:45 Uhr – 120:00 Uhr

**W-5 „Freie Themen“ (je 15 min.), Vorsitz: Pippig/Glaser**

Ort: Elly-Beinhorn-Saal

**W-5.1:** Rössler: Externe Reanimationshilfen an Bord von Rettungshubschraubern der DRF; Zukünftig auch in der zivilen Luftfahrt denkbar?

**W-5.2:** Kerkhoff: Entwicklung einer Leitlinie für die Kardio-Pulmonale Reanimation in Mikrogravitation

**W-5.3:** entfällt

**W-5.4:** entfällt

**W-5.5:** Nerlich: Einfluss einer hypobaren Hypoxie auf die Proteinexpression männlicher Probanden

**W-5.6:** Beeth: Curriculare Ausbildung für Luft- und Raumfahrtmedizin im klinischen Setting

**W-6 „Schweiz“ (je 15 min.), Vorsitz: Bron/Ullrich**

Ort: Elly-Beinhorn-Saal

**W-6.1:** Wattenwyl: Kongenitale Herzvitien in der Militäraviatik

**W-6.2:** Aebi: EEG beta power increase and cognitive function impairment in pilot trainees exposed to acute hypobaric hypoxia

**W-6.3:** Trabold: Erfolgreiche Pseudo-Coriolis-Desensibilisierung eines Flugschülers: ein Fallbeispiel

**W-6.4:** Bron: Visueller Halo-Effekt bei Mouche-Volant und Desorientierung: ein Fallbericht

**W-6.5:** Thiel: Real-Time 3D High-Resolution Microscopy of Human Primary Macrophages in Microgravity

**F<sub>8</sub> und F<sub>9</sub> (je 45 min.)**

Ort: Raum 101/102

**F<sub>8</sub>:** Neuhaus: CRM

**F<sub>9</sub>:** Lüling: Update Mentale Gesundheit von Piloten

12:15 Uhr – 13:15 Uhr

**Mittagspause**

13:15 Uhr – 15:30 Uhr

**F<sub>10</sub> F<sub>11</sub> und F<sub>12</sub> (je 45 min.)**

Ort: Elly-Beinhorn-Saal

**F<sub>10</sub>:** Pippig: Update Orthopädie, Traumatologie, Rheumatologie, Osteologie für Fliegerärzte 2019

**F<sub>11</sub>:** Siedenburg: Update Reisemedizinische Prophylaxe für Flugbesatzungen 2019

**F<sub>12</sub>:** Frank: Impfupdate

15:30 Uhr – 16:00 Uhr

**Kaffeepause**

16:00 Uhr – 16:20 Uhr

**Berblinger-Preis-Vortrag**

*Ort: Elly-Beinhorn-Saal*

*16:20 Uhr – 16:50 Uhr*

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

Quast: Entscheidungen des fliegerärztlichen Ausschusses aus verschiedenen Fachgebieten

*Ort: Elly-Beinhorn-Saal*

*16:50 Uhr – 17:20 Uhr*

**Becker/Hinkelbein:  
ESAM/Behördensitzung**

*Ort: Elly-Beinhorn-Saal*

*17:20 Uhr – 17:50 Uhr*

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

*Ort: Elly-Beinhorn-Saal*

## Abstracts

### W1-Vorträge

#### W 1.1: BRESSEM L

##### **Symptome eines Verkehrspiloten und Verlauf nach einem Fume Event**

*Einleitung:* Diese Fallbeschreibung behandelt ein „Fume Event“ in einem Verkehrsflugzeug während des Landeanfluges und die danach resultierenden Beschwerden beim Piloten mit dem weiteren Verlauf.

*Fragestellung:* Welche Hinweise sind vorhanden für die Verursachung von Fume Events und Symptomen bei den Besatzungsmitgliedern?

*Methodik:* Toxikologische Untersuchung von Blut- und Urinproben, u.a. mit Massenspektroskopie. Klinische Untersuchungsbefunde im Rahmen der Nachuntersuchung.

*Ergebnisse:* Militärische und zivile Berufspiloten berichten wiederholt über auftretende Symptome während des Fluges, zum Teil assoziiert mit sogenannten Fume Events. Sehr häufig zeigen die toxikologischen Untersuchungen keine begründenden Resultate. In dem hier vorgestellten Fall wurden kurz nach der Landung zeitlich versetzt Blut- und Urinproben in der Flughafenklinik abgenommen, die eindeutige Resultate brachten mit Hinweis auf Öl- oder Kraftstoffexposition. Die genauen Messergebnisse werden in dem Vortrag vorgestellt.

Die Luftversorgung von modernen Luftfahrzeugen erfolgt zumeist über den Bleed Air Port in den Verdichterstufen der Triebwerke. Diese Luft wird für die Klimaanlage und die Sauerstoffanlage (OBOGS) genutzt. In bestimmten Fluglagen können Ölgerüche provoziert werden. Die Konzentration des Sauerstoffs aus OBOGS ist von der Triebwerksleistung und der Flughöhe abhängig. Ausgeprägte Druckschwankungen in den Triebwerken erhöhen das Risiko der Luftkontamination. Diese Druckschwankungen können auftreten bei schnellem Reduzieren der Triebwerksleistung und Flug durch turbulente Luft wie beim Landeanflug durch schlechtes Wetter.

*Schlussfolgerungen:* Bei Auftreten eines Fume Events ist im Cockpit die Nutzung der Sauerstoffmasken erforderlich. Zur Klärung der toxikologischen Fragestellungen ist die zweifache Blut- und Urinabnahme möglichst früh nach dem Ereignis anzuraten. Zur Klärung der Verhaltensweise von OBOGS bei wechselnden Triebwerksbelastungen und Flughöhen sind weitergehende Forschungsprojekte erforderlich mit Nutzung von Höhensimulations- und Klimakammern.

#### W 1.2: LEDDERHOS C, WEBER F, GENS A

##### **Screeninguntersuchungen zur einordnung neuroradiologischer, und neurologisch-funktioneller Parameter im Rahmen von gehäuften Höhenexpositionen bei Innenbegleitpersonal von Höhensimulationskammern - eine multinationale Studie**

*Einleitung:* Eine Reihe neuerer sowohl humaner als auch tierexperimenteller Studien haben über subkortikal lokalisierte Hyperintensitäten der weißen Substanz des Gehirns, – sog. White Matter Lesions (WML) – berichtet, die in einen ursächlichen Zusammenhang mit repetitiven hypobaren Expositionen gebracht wurden, wie sie beispielsweise bei U-2-Piloten, Innenbegleitern von Unterdruckkammern und Astronauten in ihrem beruflichen Umfeld aber auch bei Bergsteigern vorkommen. Die funktionellen Konsequenzen dieser Befunde sind bisher unklar. Man muss davon ausgehen, dass das Auftreten dieser Abnormitäten besonders bei jungen Menschen, wie Piloten, Astronauten und Innenbegleitern von Unterdruckkammern, deren Gesundheit besonders überwacht wird und bei denen weitere Risikofaktoren so gut wie ausgeschlossen sind, ein potentielles Risiko für neurologische Spätschäden in sich bergen könnte. Deshalb wurde eine NATO-Arbeitsgruppe gegründet, die sich mit dem „Impact of hypobaric exposure on aviators and high-altitude special operations personnel“ beschäftigt und in der auch Deutschland vertreten ist. Diese Arbeitsgruppe hat die Aufgabe, die unterschiedlichen Bemühungen einzelner Nationen auf diesem Gebiet zu bündeln und zu kanalisieren.

*Fragestellung und Methodik:* Im Rahmen dieser Arbeitsgruppe führen die deutschen Vertreter vom Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin

der Luftwaffe gegenwärtig eine Studie durch, deren Ziel es ist, mögliche funktionelle Konsequenzen repetitiver hypobarer Expositionen auf neuroradiologische und neurologisch-funktionelle Parameter aufzudecken. Dazu sollen wichtige, aus der bisher veröffentlichten Literatur ableitbare Screening-Untersuchungen bei entsprechend exponiertem Personal (Innenbegleitpersonal von Unterdruckkammern) im Vergleich zu einer nichtexponierten Vergleichsgruppe ohne hypobare Belastungen in der Anamnese (vorzugsweise aus den Reihen des Flugsicherungspersonals) durchgeführt werden. Um eine entsprechend repräsentative Teilnehmerzahl zu erreichen, konnten neben deutschen Innenbegleitern auch solche aus Frankreich, Finnland, den Niederlanden, Norwegen, Belgien, Schweden und Großbritannien als Volontäre zur Teilnahme an der Studie geworben werden. Neben einer ausführlichen Anamnese werden dabei die nachfolgend genannten Untersuchungen durchgeführt: Schädel und Rückenmarks-MRT, Untersuchung der Gleichgewichtsregulation (Posturographie), Ableitung von akustisch und visuell evozierten Potenzialen (AEP/VEP), Untersuchung des Augenfundus (S-OCT), psychometrische Tests (Wiener Testsystem, WinSCAT). Alle Befunde werden im Zusammenhang mit den morphologischen Ergebnissen der 3T-MRT-Untersuchung von Gehirn und Rückenmark bewertet.

*Ergebnisse:* Die Untersuchungen in der Kontrollgruppe konnten inzwischen abschlossen werden. Die Studiengruppe besteht im Moment aus 20 Personen, ca. 10 - 12 weitere Teilnehmer werden noch erwartet. Zum Jahresende wird der Abschluss des experimentellen Teils der Studie erwartet.

*Schlussfolgerungen:* Da die bisher beschriebenen Veränderungen in den MRT-Bildern vor allem die weiße Substanz des Gehirns betreffen, könnte man als funktionelle Konsequenzen vor allem Störungen der sensomotorischen Leitungsbahnen und gewisse Einschränkungen in der Gleichgewichtsregulation und Koordination erwarten. Deshalb zielt die Ratio für diese Studie auf die nicht-invasive Erfassung genau dieser Leitungsfunktionen ab. Auf der diesjährigen Jahrestagung der DGLRM soll zunächst die Studie als solche vorgestellt werden, während im

nächsten Jahr dann die Ergebnisse präsentiert werden sollen.

**W 1.3: SCHOBER K, LEDDERHOS C, GENS A, ABEND M, GROVE, A**  
**Analyse von Biomarkern bei Normotensiven und Prähypertensiven unter Normoxie und Hypoxie**

*Einleitung:*

Während der Ausführung eines militärischen Einsatzauftrages können Soldatinnen und Soldaten in bestimmten Situationen einem Sauerstoffmangel ausgesetzt sein (z.B. Piloten nach einem Druckabfall im Cockpit, Soldaten im Hochgebirge oder Soldaten, die in großer Höhe als Fallschirmspringer abgesetzt werden). Unter Sauerstoffmangel ist nicht nur die individuelle Handlungsfähigkeit, sondern auch die Wahrnehmung der Umwelt eingeschränkt. Diese Umstände erfordern einerseits die Entwicklung von Methoden zur Früherkennung von Sauerstoffmangel, andererseits die Entwicklung von Nachweismethoden eines zurückliegenden Sauerstoffmangels. Es gibt Hinweise darauf, dass Menschen mit einer familiären Prädisposition für Hypertonie andere physiologische Reaktionsmuster auf einen Sauerstoffmangel zeigen, als Menschen ohne diese Prädisposition. Derzeit existiert noch kein Testverfahren, um eine akute Hypoxie nach einem Höhengaufenthalt nachzuweisen. Darüber hinaus sollten Biomarker bei Normotensiven und Prähypertensiven unter Normoxie analysiert werden. Für die Analyse wurden unter anderem microRNA's ausgewählt, die sehr stabil und im Blut nachweisbar sind.

*Material und Methoden:*

Die prähypertensiven Probanden waren Männer, bei denen mindestens ein Elternteil an einer essentiellen Hypertension litt. Der Blutdruck dieser Probanden lag im oberen normalen Bereich (median systolischer Blutdruck: 132 mmHg).

Bei den normotensiven Probanden (Kontrollgruppe) hatten die Eltern hingegen keine Hypertension. Normotensive zeigten systolische Blutdruckwerte unterhalb von 120 mmHg (median: 116 mmHg).

Alle Probanden verbrachten drei Stunden bei einer simulierten Höhe von 4200 m in der Höhensimulationskammer (in Königsbrück). Von den

Probanden wurden vor und nach dem Höhenaufenthalt Blut- und Urinproben abgenommen (Bestimmung von microRNA, cAMP, NO Metaboliten, Leukozyten, Erythrozyten, Thrombozyten, pH-Wert, Sauerstoffsättigung, Lactat, Hämoglobin und Hämatokrit).

**Ergebnisse:**

Unsere Resultate zeigen eine unterschiedliche miRNA Signatur zwischen Normo- und Prähypertensiven unter Normoxie. Einige der miRNAs könnten interessante Targets für die Therapie der Hypertension sein.

Unter Hypoxie wurde die miRNA Regulation bei den Normo- und Prähypertensiven beeinflusst. Bei den Normotensiven war der bekannte Hypoxie-Marker miRNA-210 erhöht. Bei den Prähypertensiven könnten Marker wie cAMP, der pH-Wert und die Leukozyten-Konzentration als Hypoxie-Marker eingesetzt werden.

**Schlussfolgerungen:**

Unsere Studie zeigt, dass es wichtig ist, zwischen Normo- und Prähypertensiven zu unterscheiden.

#### **W.1.4: Güttler N**

#### **UNTERSUCHUNG VON PROBANDEN MIT SYSTOLISCHER BLUTDRUCKERHÖHUNG MIT HILFE DER PULSWELLENANALYSE**

**Einleitung:** Der arterielle Blutdruck wird nach der Methode von Riva-Rocci und Korotkoff gemessen. Nach den Vorschriften der Europäischen Union und der EASA sind Probanden mit einem systolischen Blutdruck über 160 mmHg oder einem diastolischen Blutdruck über 95 mmHg bei wiederholten Messungen nicht flugtauglich. Die isolierte systolische Hypertonie ist bei älteren Patienten seit langem bekannt. In der wissenschaftlichen Literatur mehrten sich jedoch Hinweise, dass sich die Prognose und die adäquate Therapie bei der isolierten systolischen Hypertonie zwischen verschiedenen Altersgruppen deutlich unterscheidet. Die Blutdruckmessung mit Pulswellenanalyse kann helfen, den Grund für die systolische Hypertonie festzustellen und ihre prognostische Relevanz einzuschätzen.

**Fragestellung:** Im Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe in Fürstfeldbruck wurde mit einer Studie begonnen, die den Mechanismus der systolischen Blutdruckerhöhung bei jungen Bewerbern für den fliegerischen Dienst, die Häufigkeit ihres Auftretens und die prognostische Relevanz im Hinblick auf Hypertonie-bedingte Organschäden untersuchen soll.

**Methodik:** Die nicht invasive Pulswellenanalyse kann für die Messung des Ruhe-Blutdrucks oder des 24-Stunden-Langzeit-Blutdrucks verwendet werden. Neben dem peripheren Blutdruck der Arteria brachialis können der zentrale aortale Blutdruck, der zentrale Pulsdruck, die Pulswellengeschwindigkeit, der Augmentationsindex und weitere Parameter bestimmt werden. In die begonnene Studie werden männliche Erstbewerber für den fliegerischen Dienst mit einem Ruhe-Blutdruck von über 140 mmHg eingeschlossen. Das Blutdruckverhalten wird mittels Langzeit-Blutdruckmessung, Ergometrie und Pulswellenanalyse charakterisiert. Die anderen im Rahmen der Erstuntersuchung auf Wehrfliegerverwendungsfähigkeit erhaltenen Untersuchungsergebnisse werden ausgewertet, um eventuelle Hinweise auf Hypertonie-bedingte Organschäden festzustellen. Es wird ein Register über die Probanden mit systolischer Blutdruckerhöhung angelegt. Soweit die Bewerber von der Bundeswehr übernommen werden, werden regelmäßige Kontrolluntersuchungen durchgeführt.

**Ergebnisse:** Erste Ergebnisse dieser Studie werden in naher Zukunft erwartet. Es ist bereits bekannt, dass die systolische Hypertonie des älteren Menschen durch Reflektion und Augmentation der Pulswelle durch die erhöhte arterielle Gefäßsteifigkeit bedingt ist. Dies kann dazu führen, dass der zentrale aortale Blutdruck höher als der periphere Blutdruck ist. Bei jungen Leuten kann die isolierte systolische Hypertonie jedoch durch eine besonders hohe Amplifikation der Pulswelle, bedingt durch eine hohe Elastizität der Arterien hervorgerufen werden. In der Literatur wird dies als "(isolierte) juvenile systolische Hypertonie" bezeichnet. Dieses Phänomen tritt insbesondere bei jungen, großen, männlichen und sportlichen Probanden auf. Der zentrale aortale Blutdruck ist dabei in der Regel niedriger als der periphere und häufig im Normbe-

reich. Nach Meinung einiger Autoren ist die juvenile systolische Hypertonie nicht mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko verbunden und muss möglicherweise nicht medikamentös therapiert werden. Nach den aktuellen Leitlinien wird jedoch eine engmaschige Kontrolle empfohlen. Die im Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe initiierte Studie wird erklärt.

*Schlussfolgerungen: Die Pulswellenanalyse ist eine nützliche Methode, um die systolische Hypertonie in verschiedenen Altersgruppen zu untersuchen und zu differenzieren. Bei einigen jungen Bewerbern ist die juvenile systolische Hypertonie wahrscheinlich gutartig, ohne erhöhtes kardiovaskuläres Risiko und ohne medikamentöse Therapienotwendigkeit. Damit unterscheidet sie sich grundlegend von der isolierten systolischen Hypertonie beim älteren Menschen. In Abhängigkeit von weiteren Studienergebnissen sollten diese Unterschiede bei der Beurteilung der Flugtauglichkeit berücksichtigt werden.*

**Frank M. Jakobs**

### ***Laseranwendungen in der Flugophthalmologie***

*Seit der Entwicklung der ersten Laser in den 60er Jahren hat ihre Verbreitung und Weiterentwicklung in fast allen Lebensbereichen exponentiell zugenommen. Mittlerweile ist die Technologie in Vermessungswesen, Materialbearbeitung, Optoelektronik, Musik und Medizin nahezu ubiquitär verbreitet. Die Augenheilkunde war an dieser Entwicklung von jeher massgeblich und in deutlich stärkerem Umfang beteiligt, als dies für andere medizinische Fachbereiche der Fall ist. Dies betrifft sowohl therapeutische Anwendungsbereiche wie die Photodynamische Therapie, die Tumorthherapie, die retinale Photokoagulation oder Glaukom- und Katarakt-Operationen, wie auch die refraktive Chirurgie zur Eliminierung korrekturbedürftiger Refraktionsfehler. Diese Anwendungsbereiche werden zunehmend auch für flugophthalmologische Fragestellungen relevant, wenn beispielsweise Piloten und mitfliegendes Personal behandelt werden sollen*

*beziehungsweise müssen. Wie die neuesten Entwicklungen im militärischen Umfeld dokumentieren, spielen mittlerweile auch Life Style-Fragestellungen sowie Überlegungen zum Human Performance Enhancement eine zunehmende Rolle. Mit dem Missbrauch von Laserpointern, der Entwicklung von Blendlasern und der anstehenden Realisierung hochenergetischer Laserwaffen kommt nunmehr ein neuer Aspekt in die Diskussion, der auch militärpolitische Dimensionen aufweist. Ziel dieser Übersicht ist eine Zusammenfassung der derzeitigen, flugmedizinisch relevanten Laser-Applikationen sowie der Versuch einer Prognose der weiteren militärmedizinischen Entwicklung aus augenärztlicher Sicht.*

## W2-Vorträge

**W 2.1:** Aeschbach D, Mühl C, Lindlar T, Lindlar, M

### **Vergleich der Wirkung von zwei Dienstplanmodellen auf Müdigkeit und Schlaf von Piloten der ADAC- und DRF-Luftrettung**

*Einleitung:* Vor dem Hintergrund einer angekündigten Neuregelung der Dienst- und Ruhezeiten für Piloten im Luftrettungsbereich durch die European Aviation Safety Agency (EASA), wurde das DLR durch die Luftrettung des ADAC und der DRF beauftragt, in einer Studie die Wirkung von zwei unterschiedlichen Dienstplanmodellen auf Müdigkeit und Schlaf von Luftrettungspiloten zu vergleichen.

*Fragestellung:* Es sollte untersucht werden, ob im Vergleich zum derzeitigen Dienstplanmodell (Regulärer Dienst) ein alternatives Dienstplanmodell (Schichtdienst) die Müdigkeit und den Schlaf von Luftrettungspiloten verbessert. Im Regulären Dienst leistet ein Pilot an jeweils vier aufeinander folgenden Tagen von 6:30 Uhr bis 22:00 Uhr Dienst. Gemäß Schichtdienst sollten zwei Piloten an sieben aufeinanderfolgenden Tagen die tägliche Dienstzeit in einen Frühdienst (6:30 – 14:30 Uhr) und einen Spätdienst (14:00 – 22:00 Uhr) aufteilen.

*Methodik:* 24 Luftrettungspiloten (Alter 39-60 Jahre, männlich) an 6 Stationen (Aachen, Wittlich, Ludwigshafen, Karlsruhe, Dresden, Nordhausen) nahmen an der Studie teil. Jeder Pilot durchlief je einmal den Regulären Dienst und einmal den Schichtdienst, wobei die Hälfte der Piloten für Frühdienst und die andere Hälfte für Spätdienst eingeteilt wurden (randomisiert). An insgesamt 23 Tagen, einschließlich je 3 freien Tagen vor und nach jeder Dienstreihe wurde von jedem Piloten mehrmals täglich mittels eines Handheldcomputer die Müdigkeit (Karolinska Sleepiness Scale, KSS; Fatigue-Skala nach Samn-Perelli) und die Arbeitsbelastung (NASA Task Load Index) erfasst. Die tägliche Schlafdauer wurde mittels Handgelenksaktigraphie quantifiziert.

*Ergebnisse:* Die mittlere Schlafdauer/Tag war im Spätdienst mit 7,11 Stunden signifikant länger als im Regulären Dienst (5,98 Stunden) und im Frühdienst (6,10 Stunden). Im Spätdienst war die mittlere Müdigkeit leicht geringer (KSS,  $p < 0,03$ ; Fatigue,  $p = 0,07$ ) als im gleichen Zeitabschnitt des Regulären Diensts, wohingegen der Frühdienst im Vergleich zum Regulärem Dienst keine Verbesserung brachte. Der Anteil Dienste, in denen erhöhte Müdigkeit (KSS-Score  $> 6$ ; Fatigue-Score  $> 12$ ) auftrat, war ähnlich tief für Spätdienst (KSS: 2,4%; Fatigue: 4,9%), Frühdienst (KSS: 3,6%; Fatigue: 4,9%) und den Regulären Dienst (KSS: 4,2%; Fatigue: 7,3%). Die im Dienst erfahrene Arbeitsbelastung unterschied sich nicht zwischen den Dienstarten. Insgesamt stuften die Piloten aber den Schichtdienst als belastender, problembehafteter und weniger akzeptabel ein als den Regulären Dienst.

*Schlussfolgerungen:* Trotz eines subchronischen Schlafdefizits der Piloten im Regulären Dienst trat erhöhte Müdigkeit wenig häufig auf und verbesserte sich – beschränkt auf den Spätdienst – nur marginal mit dem alternativen Dienstplanmodell. In Bezug auf die Schlafdauer könnte die Einführung eines Schichtdienstes Vorteile bringen. Allerdings wären in so einem Fall Anpassungen des hier untersuchten Dienstplanmodells nötig, z.B. eine Unterbrechung der 7-tägigen Dienstreihe. Weitere Verbesserungen wären notwendig um die Akzeptanz durch die Piloten zu erhöhen. Zusammenfassend brachte die vorliegende Studie wichtige Erfahrungen für die zukünftige Dienstplangestaltung für Piloten der Luftrettung.

### **W 2.2:** FISCHER D, AESCHBACH D **Anwendung eines bio-mathematischen Modells zur Vorhersage von Schlaf und Fatigue in der Luftfahrt**

*Einleitung:* Fatigue am Arbeitsplatz ist speziell in der Luftfahrt von besonderem Interesse für die Sicherheit von Personal und Passagieren. Sehr frühe und späte Dienstzeiten sowie Nacharbeit gehen mit erhöhter Fatigue einher, nicht zuletzt durch einen damit verbundenen Schlafmangel. Adenosin ist eine neurochemische Substanz im

*Gehirn, die sich während des Wachseins ansammelt und während des Schlafes wieder abgebaut wird. Erhöhte Adenosinkonzentrationen können sich negativ auf das Leistungsvermögen und somit die Sicherheit im Luftverkehr auswirken. Ein validiertes bio-mathematisches Modell baut auf diesem Adenosin-System auf, um akkurate Vorhersagen zu Fatigue und Leistungsvermögen in verschiedenen Arbeitsmodellen (z.B. Anzahl und Verteilung von Früh-/Nachtdiensten sowie freier Tage) zu treffen.*

*Fragestellung: Vergleich der Auswirkung verschiedener (Schicht-)Arbeitspläne der kommerziellen Luftfahrt auf Schlaf und Fatigue unter Anwendung eines bio-mathematischen Adenosin-Modells.*

*Methodik: Ein validiertes mathematisches Modell des Adenosin-Systems im menschlichen Gehirn wird angewandt zur Vorhersage von Schlaf (Dauer, Zeitpunkt) und Fatigue. Fatigue wird hierbei quantifiziert als das Ausbleiben einer Reaktion im sog. Psychomotorischen Vigilanztest (PVT), einem validierten Instrument zur Erfassung von Fatigue und Schläfrigkeit. Reale Dienstpläne von Piloten und Kabinenpersonal werden als Modellinput herangezogen und deren Auswirkungen auf Schlaf und Fatigue verglichen.*

*Ergebnisse: Dienstpläne von Piloten und Kabinenpersonal werden derzeit über Auskünfte von Airlines sowie in der Literatur veröffentlichte Daten gesammelt und anschließend in das vorhandene Modell eingespeist.*

*Schlussfolgerungen: Ein validiertes Modell zur Vorhersage der Fatigue von Piloten und Kabinenpersonal kann eingesetzt werden, um Dienstpläne hinsichtlich Schlaf und Aufmerksamkeit zu optimieren und mit Fatigue verbundene Sicherheitsrisiken zu minimieren.*

**W 2.3: SCHENNETTEN K, MEIER M, SCHEIBINGER M**

### **UV-Strahlung im Cockpit von Passagierflugzeugen**

*Einleitung: UV-Strahlung ist aufgrund der dünneren Atmosphäre auf Reiseflughöhen intensi-*

*ver als auf Meereshöhe. Der UV-C Anteil wird bereits in der oberen Atmosphäre vollständig absorbiert und hat damit auf Reiseflughöhen keine Bedeutung mehr. Studien der letzten Jahre haben gezeigt, dass Cockpitscheiben keine Transmission für den UV-B Bereich aufweisen, jedoch wurde in einigen Studien über die Durchlässigkeit von UV-A Anteilen berichtet.*

*Fragestellung: Kann hinter den Cockpitscheiben verschiedener Flugzeuge auf Reiseflughöhen UV-Strahlung gemessen werden bzw. wie hoch sind die entsprechenden Bestrahlungsstärken an verschiedenen Positionen z.B. am Fenster und am Sitz der Piloten. Wie ist die Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke im Cockpit von der Flughöhe?*

*Methodik: Für den Einsatz im Cockpit wurde ein UV-Spektralradiometer mit einem Tablet Computer zur Datenakquisition in einen Messkoffer integriert. An der Oberfläche verschiedener Cockpitscheiben wurden auf mehreren Flügen bei unterschiedlichen Sonnenständen spektrale Messungen durchgeführt. Unter Blendbedingungen mit direkter Sonneneinstrahlung wurden zusätzlich Messungen an der Position des Copiloten durchgeführt. Zudem wurde die Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke von der Flughöhe mit hoher räumlicher Auflösung ermittelt.*

*Ergebnisse: Scheiben verschiedener Hersteller unterscheiden sich in der Transmission im UV-A Bereich, wobei der Großteil der Messungen an einem Scheibentyp mit deutlicher Transmission im UV-A Bereich durchgeführt wurde. Ein anderer Scheibentyp besaß eine wesentlich bessere UV-A Absorption. Es wurde festgestellt, dass Empfehlungen der International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) für Ultraviolette Strahlung bei manchen Szenarien überschritten werden können, wenn keine Schutzmaßnahmen getroffen werden. Zusätzlich konnte die Höhenabhängigkeit der UV-A Strahlung vermessen werden.*

*Schlussfolgerungen: Wir empfehlen Piloten, komplett UV-A undurchlässige Sonnenbrillen zu tragen und den im Cockpit installieren Sichtschutz zu verwenden. Die Nutzung von speziellen Folien bei den betroffenen Scheiben könnte ebenfalls eine Möglichkeit zur UV-A Reduktion*

sein. Bei zukünftigen Spezifikationen für Cockpitscheiben könnten Anforderungen an die spektrale Transmission berücksichtigt werden.

#### **W 2.4: LINDLARM, HOHMM, BARTHOLOMÉ E MEDIZINISCHE ANFORDERUNGEN AN DEN RETTUNGSHUBSCHRAUBER 2030: ENDERGEBNISSE DER HEMS-MED-DEL- PHI-STUDIE**

**Einleitung:** Das Leitkonzept Nr. 4 des DLR, „Der Rettungshubschrauber (RTH) 2030“, thematisiert im Rahmen einer interdisziplinären Kooperation die Anforderungen an ein zukünftiges Rettungshubschrauber-Design. Berücksichtigt werden sowohl logistisch, technisch als auch medizinisch relevante Aspekte. Auf dem Gebiet der Medizin hat das DLR mit der HEMS-MED-DELPHI-Studie, einer Konsensusfindungsstudie, Anforderungen der fliegenden Notärztinnen und Notärzte sowie der HEMS-TC (Helicopter Emergency Medical Services - Crew Member) identifiziert. Auf der DGLRM-Jahrestagung 2018 wurden Vorabergebnisse aus der ersten von zwei Befragungsrunden der Studie vorgestellt. 2019 sollen die Ergebnisse nach Abschluss der Studie vorgestellt werden.

**Fragestellung:** Die erste Befragungsrunde der Studie stellte den teilnehmenden Experten 119 Anforderungen an den RTH-2030 vor, die in einem Brainstorming-Workshop durch leitende Notärzte und HEMS-TC der ADAC-Luftrettung entwickelt wurden. Diese Anforderungen konnten auf einer Skala von 1-5 bewertet werden. Im Ergebnis dieser Bewertung werteten die Befragten (Rücklauf 70 Fragebögen) 45% der Anforderungen als ziemlich (4 Punkte) bis sehr wichtig (5 Punkte). 14% erhielten ein Score von 1 oder 2 (gar nicht und kaum wichtig). Für eine übersichtlichere Auswertung wurden die Anforderungen 6 Kategorien zugeordnet. Die Frage war nun: Welche dieser Anforderungen erhalten in der zweiten Befragung eine hohe Bewertung von einer Mindestanzahl (75%) der Experten und können daher als konsentrierte Anforderung gelten?

**Methodik:** In der zweiten Befragungsrunde wurden den Experten die Anforderungen erneut zur Bewertung vorgelegt, dieses Mal mit dem Mittelwert je Anforderung neben dem eigenen Score aus der ersten Runde. Die Experten hatten

nun die Möglichkeit, bei Bedarf ihre Bewertung anzupassen. Die Befragung endete nach der zweiten Runde. Die Auswertungskriterien sahen vor, dass konsentrierte Anforderungen von mindestens 75% der Experten Zustimmung in den Stufen ziemlich (4 Punkte) bis sehr wichtig (5 Punkte) erhalten mussten.

**Ergebnisse:** In dieser zweiten Befragungsrunde haben 59 Experten für 63 von 119 Anforderungen einen Konsensus gefunden. Die pro Kategorie wichtigsten Anforderungen sind nachfolgend aufgelistet:

Patientenversorgung: kritische Werte in Augmented Reality Brillen hervorheben (4,40/5 Punkten)

Telematik: Vorhandensein einer ausreichenden Kommunikationsverbindung (4,52/5 Punkten)

Disposition: lückenlose Kommunikation bei Gebietsüberschreitungen (4,55/5 Punkten)

Med. Ausstattung & Gesundheitsschutz: kabelloses Monitoring (4,92/5 Punkten)

Hubschraubertechnik: ausreichend Platz für Reanimation (4,58/5 Punkten)

Flugbetrieb: ergonomische Nachtsichtgeräte (4,54/5 Punkten)

**Schlussfolgerungen:** Die konsentrierten Anforderungen sind zu einem großen Teil geeignet, Einfluss auf das Design des RTH-2030 zu nehmen. Aber auch zum derzeitigen Stand können diese zum Beispiel bei der ADAC-Luftrettung oder der ebenfalls teilnehmenden Northern Helicopters Anlass dazu geben, Modifikationen an Ausstattung und Prozessen in der Luftrettung vorzunehmen

#### **W 2.5: PIECHOWSKI S, PUSTOWALOW W, ARZ M, RITTEWEGER J, MULDER E, JO- HANNES B VIRTUAL REALITY UND EYETRACKING BEIM DOCKING TRAINING**

**Einleitung:** Zur Unterstützung des Erlernens der manuellen Steuerung von sechs Freiheitsgraden - wie beim Dockingmanöver eines Raumschiffs - werden verschiedene moderne Technologien getestet. Im Zuge der AGBRESA-Betruhestudie bot sich die Möglichkeit, die übliche 2D-Präsen-

tation des Docking-Simulators mit einer stereoskopischen 3D-Präsentation zu vergleichen. Seit Beginn der Simulation des Dockingmanövers Ende des letzten Jahrhunderts war es außerdem von Interesse, die Blickbewegungen des Operators zu analysieren. Für die Weltraumanwendung waren einige Systeme in Vorbereitung, wurden jedoch nie „flugreif“. Mit fortschreitender Kommerzialisierung und Nutzung von Eye-tracking-Systemen für die Computerspielindustrie kamen Plug-and-Play Systeme auf den Markt, die eine einfache und robuste Anwendbarkeit suggerierten.

*Fragestellung:* Es wurde untersucht, ob sich bei stereoskopischer Darstellung schneller ein Lernerfolg einstellt als unter der bisherigen 2D-Darstellung. Durch die Verfolgung der Blickbewegungen sollte ermittelt werden, ob sich ein Zusammenhang von Dockingqualität und dem Umfang sowie Zeitpunkt des Erfassens der visuellen Informationen über Abstand und Geschwindigkeit ergibt.

*Methodik:* Bisher nahmen 12 Probanden an der Studie teil. Eine auf UNITY basierende stereoskopische Visualisierung des Docking-Simulators wurde sechs von ihnen angeboten, während die anderen sechs die Normalversion des Docking-Lernprogramms „6df“ nutzten. Es wurde gemessen, mit wie vielen Aufgaben eine Zielaufgabe im mittleren Lernbereich erreicht wurde. In der „2D-Gruppe“ wurde ein Eyetracking-Gerät (Tobii C4) zur Erfassung der Blickbewegungen sowie der Dilatation der Pupille eingesetzt. Es war lediglich eine zusätzliche Kalibrierungsphase von 6-8 Sekunden erforderlich.

*Ergebnisse:* Es gab keinen signifikant schnelleren Lernerfolg unter Nutzung der 3D-Technologie. Das Eyetracking erbrachte Hinweise, dass die Pupillengröße mit zunehmender Annäherung an den Dockingpunkt abnahm. Verschiedene Aufgabentypen produzierten verschiedene Blickmuster. Probanden unterschieden sich in der Häufigkeit der Transitions-Bewegungen ihrer Augen. Es bestand zudem ein signifikanter positiver Zusammenhang des visuellen Kontrollierens von Geschwindigkeit und Distanz zum Dockingpunkt mit der Qualität des Dockingmanövers.

*Schlussfolgerungen:* Die vorläufigen Ergebnisse legen nahe, dass der Lernprozess von einer stereoskopischen Präsentation während der frühen Trainingsphasen nicht überdurchschnittlich profitiert. Da auch das reale Dockingmanöver in 2D

absolviert werden muss, darf das bisherige zweidimensionale Training dem (noch) technisch aufwändigeren 3D-System vorgezogen werden. Die Analyse von Blickbewegungen während des Dockingtrainings erwies sich als machbar und praktikabel. Es ergaben sich erste Hinweise darauf, dass die Methode nützlich werden kann, um dem Lernenden wichtige Rückmeldung über die erforderliche Informationseinholung geben zu können. Weitergehende Schlussfolgerungen sind nach Ende der zweiten AGBRESA-Kampagne zu erwarten.

### W3-Vorträge

#### **W 3.1: Hemmersbach R, Hauslage J, Jordan J Lässt sich die Schwerkraft ausschalten?**

##### *Einleitung:*

*Die Schwerkraft auszuschalten, davon träumen Wissenschaftler seit der Antike und der Sage des Ikarus. Methoden zu entwickeln, die dies ermöglichen sind im Zeitalter der Raumfahrtforschung von hohem Interesse, zumal Experimente im Weltraum kostspielig, logistisch enorm aufwendig und im Regelfall nicht so einfach wiederholbar sind. Folglich sind grundlegende Experimente wichtig, um etwas über die Schwerkraftsensitivität und Reaktionszeiten des Untersuchungsobjektes zu erfahren, damit das Weltraumexperiment optimal vorbereitet werden kann.*

*Fragestellung: Lassen sich Versuchsanlagen und -bedingungen auf der Erde herstellen, die vergleichbar sind zu der Situation in Schwerelosigkeit? Ziele sind, dem exponierten biologischen System das Gefühl für „oben und „unten“ zu nehmen und schwerkraftbedingte Phänomene wie die Sedimentation aufzuheben.*

*Methodik: Für kleine biologische Systeme lässt sich Mikrogravitation auf der Erde mittels sogenannter Klinostaten simulieren. Hierbei wird eine Probe mit möglichst geringem Durchmesser um eine horizontale Drehachse, welche rechtwinklig zum Schwerkraftvektor steht, so schnell gedreht, dass ihre Sedimentation aufgehoben wird. Damit wirkt der an sich gerichtete Gravitationsreiz von allen Seiten auf das Biosystem ein und wird, so die Annahme, von diesem nicht mehr wahrgenommen. Am DLR in Köln werden Klinostaten zur Kultivierung von Zellen, kleinen Pflanzen und Tieren mit Möglichkeiten zur Beobachtung, chemischen Fixierung oder online Messung von Kinetiken entwickelt. Für große Objekte, wie einen Menschen, gestaltet sich die Situation komplexer. 6° Kopf-Tiefelage, Trockenimmersion und Tauchen sind derzeitige gewählte Ansätze, um zumindest einzelne Funktionen vergleichbar wie in Schwerelosigkeit zu verändern.*

*Ergebnisse: Durch Experimente an etablierten Modellsystemen in simulierter und realer Mikrogravitation gelang es uns, Betriebsmodi*

*und Konfigurationen der Bodenanlagen zu definieren und somit optimale Bedingungen zur Simulation von Schwerelosigkeit zu entwickeln. Beispiele sind die Aufhebung des schwerkraftgerichteten Orientierungsverhaltens von Zellen (Gravitaxis) und der Wachstumsrichtung von Pflanzen (Gravitropismus) und damit verbundene Positionsänderung von Statolithen und Neutralisation von Dichteunterschiede von Zellkompartimenten. Für den Menschen geben die Simulationsansätze zwar gute Annäherungen für z. B. Muskel- und Knochenphysiologie, andere Funktionen wie das Vestibularsystem werden aber weiterhin von dem Gravitationsvektor stimuliert.*

*Schlussfolgerungen: Die Schwerkrafteinwirkung lässt sich zumindest für einige physiologische Parameter auf der Erde mittels geeigneter Simulation minimieren. So kann systematisch geprüft werden ob ein Untersuchungsparameter Schwerkraftrelevanz hat. Um Fehlinterpretationen der Ergebnisse zu verhindern, bedarf es der Verifizierung der Daten in realer Mikrogravitation.*

#### **W.3.2: Muratov E, Erler T, Schröder A, Becher L, Koch SM, Hellweg CE, Moeller R Das menschliche Hautmikrobiom während einer Langzeit-Bettruhe-Studie unter terrestrisch simulierter Schwerelosigkeit**

##### *Einleitung:*

*Ob es die Rückkehr zum Mond oder der erste Schritt auf dem Mars ist, den Menschen wird es in Zukunft immer wieder und immer weiter ins Weltall führen. Um die Auswirkungen der im Weltraum herrschenden Umweltbedingungen, wie etwa Schwerelosigkeit, zu simulieren, werden aufwändige terrestrische Studien durchgeführt. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt wurde mit der Durchführung der 3-monatigen Langzeit-Bettruhe-Studie AG-BRESA der European Space Agency beauftragt. Im Rahmen dieser Studie werden mögliche Veränderungen in der Diversität des Hautmikrobioms untersucht.*

Das Wachstumsverhalten von Mikroorganismen ist mitunter von den Umgebungsparametern abhängig. Durch Änderungen dieser Parameter kann eine stabile Gemeinschaft, wie die gesunde, menschliche Haut Flora, gestört werden. Für die terrestrische Simulation physiologischer Effekte von Mikrogravitation auf den menschlichen Körper werden Bettruhe-Studien in Kopftiefelage durchgeführt. Hier konnte bisher ähnlich wie bei Astronauten auf der ISS eine Flüssigkeitsverschiebung aus den Extremitäten in den Oberkörper beobachtet werden, sodass dabei aufgedunsene Gesichter eine der Folgen ist.

*Fragestellung:*

Die bereits erwähnte Flüssigkeitsverschiebung innerhalb des Körpers könnte die Umgebungsparameter für Mikroorganismen auf der Haut der oberen Körperhälfte verändern. Bisher ist die Veränderung des menschlichen Hautmikrobioms während Langzeit-Raumfahrten bei Astronauten unbekannt. Die 89-tägige AGBRESA-Studie bietet daher für die Untersuchung der mikrobiellen Diversität der Haut während einer künstlich-erzeugten Schwerelosigkeit eine optimale Plattform, um Stichproben von verschiedenen Hautpartien zu nehmen und diese auf ihre prokaryotische Komposition zu analysieren. Darüber hinaus soll überprüft werden, ob sich über die Dauer der AGBRESA Studie Hautparameter, wie Wasser-, sowie Fettgehalt und der pH-Wert verändern. Die erhobenen Daten sollen mit diesen Messwerten verglichen werden und anschließend Rückschlüsse zum Wachstumsverhalten bestimmter Mikroorganismen gezogen werden.

*Methodik:*

Für die Bestimmung der bakteriellen Zusammensetzung auf der Haut werden die Mikroorganismen zunächst mittels Filtern aufkonzentriert und anschließend mit Probidium Monoazid (PMA) behandelt. PMA ist eine Verbindung, welche zur Unterscheidung zwischen lebenden und nicht-vitalen Organismen dient. Um die DNA zu isolieren, werden die Zellen zunächst mechanisch und chemisch aufgeschlossen und die genomische DNA extrahiert. Letztlich wird das 16S Gen durch die Polymerase Kettenreaktion (PCR) vervielfältigt, sodass diese Gensequenz durch Illumina-Sequenzierung entschlüsselt und die bakterielle Zusammensetzung analysiert werden kann.

Des Weiteren sollen die physiologischen Eigenschaften ausgewählter Isolate auf Kultivierungsbasis untersucht werden. Hierfür werden die Mikroorganismen zunächst auf Komplexmedien (R2A und LB) kultiviert und anschließend zur Isolierung und Analyse des mikrobiellen Phänotyps auf weiteren Selektiv- und Differentialmedien angezogen.

*Ergebnisse:*

Es ist bekannt, dass die gesunde, menschliche Haut ein nährstoffarmes und saures Milieu darstellt. Die hier vorhandenen Bedingungen sind unter anderem von der Anzahl der Talgdrüsen abhängig, sodass die Stirn als sebumreiches Mikroumfeld gilt. Durch die Mikrogravitation- verursachten physiologischen Anpassungen des menschlichen Körpers, ist zu erwarten, dass die Sebumproduktion bei Astronauten zunimmt und es in der Stirnpartie zur Seborrhoeae kommt. Daher liegt die Vermutung nahe, dass insbesondere lipophile Mikroorganismen, wie Vertreter der Gattungen *Malassezia*, *Propionibacterium* und *Corynebacterium* angereichert werden. Folglich steht diesen Mikroorganismen mehr Substrat zur Verfügung, sodass lipolytische *Propionibakterien* eine Vielzahl freier Fettsäuren produzieren, welche wiederum auf die Begleitflora bakterizid wirken können und einen sauren pH-Wert verursacht.

Des Weiteren ist der Feuchtigkeitsgehalt der Haut maßgeblich für die Gesamtkeimzahl. Bei einem erhöhten Wassergehalt ist demzufolge zu erwarten, dass der Keimgehalt steigt. Astronauten der Internationalen Raumstation sind bedingt durch die Lüftungsanlagen einer permanenten Ventilation ausgesetzt, wodurch dies zu einem reduzierten Feuchtigkeitsgehalt und somit zu einer trockeneren Haut führt. Dementsprechend ist zu erwarten, dass die Gesamtkeimdichte verringert wird und zusätzlich xerotolerantere (trocken-tolerante) Mikroorganismen, wie Koagulase-negative Staphylokokken vermehrt vorliegen könnten.

*Schlussfolgerungen:*

Durch die Ermittlung und Identifizierung der bakteriellen Zusammensetzung und insbesondere deren Veränderungen während eines Langzeitaufenthaltes im Weltraum können geeignete Gegenmaßnahmen entwickelt werden. Diesbezüglich können je nach Art der Veränderungen Maßnahmen im Hinblick der gegenteiligen

*Hautparameter in Form von Hautcremes oder auf probiotischer Ebene konzipiert werden.*

**W 3.3:** Siems K, Koch SM, Müller D, Mücklich F, Grohmann E, Mancinelli RL, Krause J, Demets R, Caplin N, Koehler A, Tortora A, Hemmersbach R, Hellweg CE, Moeller R

**Wie können nanostrukturierte und bio-inspirierte Oberflächen zur Bekämpfung von gefährlichen Keimen beitragen?**

*Einleitung*

*Während langen Raumfahrtmissionen sind Astronauten sehr speziellen Umweltbedingungen ausgesetzt. Diese umfassen unter anderem Faktoren wie Schwerelosigkeit, Strahlung, Stress, aber auch Kontaminationen durch Mikroorganismen. Da Mikroorganismen fester Bestandteil des menschlichen Körpers sind z.B. auf der Haut und im Darm, ist die Schaffung einer sterilen Umgebung in der bemannten Raumfahrt unmöglich. Einige dieser Mikroorganismen sind opportunistisch pathogen und können Biofilme bilden, wodurch das Risiko für Infektionen erhöht wird. Dies kann insbesondere ein gesundheitliches Risiko für die Astronauten werden, da die Funktion des Immunsystems unter Weltraumbedingungen reduziert ist. Eine Methode zur Eindämmung der Ausbreitung solcher pathogenen Mikroorganismen in einer Raumstation könnte der Einsatz von antimikrobiellen Oberflächen sein.*

*Methodik*

*In dem geplanten ESA Weltraumexperiment BIOFILMS, geht es um die Evaluierung solcher antimikrobiellen Oberflächen. Die zu testenden Oberflächen beinhalten Kupfer, welches antimikrobielle Eigenschaften hat. Mittels des „Direct Laser Interference Patterning“-Verfahren können Nanostrukturen auf den kupferhaltigen Oberflächen generiert werden. Solche Nanostrukturen kommen auch in der Natur vor und verhindern mikrobielle Anheftung und Wachstum aufgrund ihrer besonderen Oberflächeneigenschaften. In den Vorversuchen zum BIOFILMS-Weltraumexperiment konnte nachgewiesen werden, dass kupferhaltige, nanostrukturierte Oberflächen das Wachstum und die Biofilmbildung von *Staphylococcus capitis* subsp. *capitis* hemmen.*

*Bedeutung & Ausblick*

*Über die schon nachgewiesenen antimikrobiellen Eigenschaften hinaus erweitert sich, in logischer Konsequenz, die wissenschaftliche Fragestellung auf eukaryotische Organismen in Form von Pilzen. In Vorversuchen werden demnach auch antifungale Eigenschaften ausgesuchter Materialien anhand des Modellorganismus *Aspergillus niger*, dem allgegenwärtigen Schwarzsimmel, evaluiert.*

**W 3.4:** Lichterfeld Y, Frett T, Hemmersbach R, Liemersdorf C

**Gestörte Ausbildung von neuronalem Narbengewebe durch Hypergravitation**

*Einleitung: Nach einer Verletzung des Zentralen Nervensystems (ZNS) wird das Auswachsen neuronaler Ausläufer und damit die neuronale Regeneration durch verschiedene Faktoren gehemmt. Ein wichtiger Mechanismus, durch den das Wachstum von Axonen verhindert wird, ist die Bildung von Narbengewebe im ZNS. Verantwortlich für die Ausbildung dieses Narbengewebes sind Astrozyten (Gliazellen) aus dem umliegenden Nervengewebe. Diese Gliazellen wechseln bei einer Verletzung zu einem reaktiven Phänotyp und wandern in das verletzte Nervengewebe ein. Dort sind sie für die Sekretion von extrazellulären Matrixproteinen und Cytokinen verantwortlich, welche eine inhibierende Wirkung auf das Axonwachstum haben und teilweise sogar aktiv die Degeneration von Axonen verursachen. Eine Verletzung der Nervenbahnen kann daher zu irreparablen Schäden der mentalen und physischen Leistungsfähigkeit von Patienten führen.*

*Fragestellung: Lassen sich primäre murine Astrozyten durch Kultivieren in Hypergravitation so beeinflussen, dass die Bildung von neuronalem Nervengewebe verringert werden kann? Welche biologischen Prozesse werden durch erhöhte Schwerkraft in Zellen beeinflusst und wie wirken sich diese auf die Morphologie und das Verhalten dieser Zellen aus?*

*Methodik: Wir verwenden primäre Astrozyten, die aus dem Cortex von 18 Tage alten C57Bl6/J Mausembryonen isoliert und in Kultur genommen werden. Diese Zellen sind ein etabliertes physiologisches und funktionales Modell für die*

*Funktion von humanen Gliazellen. Die Zellen werden in der DLR Inkubatorzentrifuge (MuSIC) konstanten 2g Hypergravitation ausgesetzt und so für mehrere Tage kultiviert. Zeitgleich werden Kontrollproben unter 1g Erdanziehungskraft kultiviert. Morphologische Charakteristika werden über Fluoreszenzmikroskopie und die Migrationsgeschwindigkeit der Zellen per Wundheilungs- (Scratch-) Assay ausgewertet. Außerdem werden biochemische Analysen zur quantitativen Bestimmung verschiedener Proteinexpressionsprofile angewendet. Für Zeitrafferaufnahmen und zur dynamischen Analyse der Astrozyten werden Live-Cell Imaging Aufnahmen bei 1g und auf der DLR Kurzarmzentrifuge in Hypergravitation aufgenommen.*

*Ergebnisse: Nach ein oder zwei Tagen Wachstum bei Hypergravitation (2g) zeigten die exponierten Astrozyten einen klaren Phänotyp. Das Zell-Spreading (Ausbreiten auf dem Substrat) war in Hypergravitation gehemmt, sodass man zu beiden Zeitpunkten eine Verringerung der Zellfläche um ca. 20% im Vergleich zur 1g Kontrolle messen konnte. Im Wundheilungs-Assay zeigte sich eine Abnahme der Zellmigration um ca. 10% nach drei Tagen Hypergravitation. Durch Live-Cell Imaging konnte gezeigt werden, dass Hypergravitation in den ersten 24h eine noch stärkere Wirkung (-33%) auf die Migrationsgeschwindigkeit von Astrozyten hat, und dass nach ca. 4h eine Adaptation der Zellen an die veränderten Schwerkraftbedingungen stattfindet.*

*Schlussfolgerungen: Hypergravitation ist ein Stimulus, mit dem sich Astrozyten morphologisch sowie funktional beeinflussen lassen. Die Verringerung der Zellmigration könnte sich in vivo ausnutzen lassen, um der Bildung von Narbengewebe entgegenzuwirken und so die neuronale Regeneration zu fördern.*

## W5-Vorträge

**W 5.1:** Schedler O, Rößler J

### **Externe Reanimationshilfen an Bord von Rettungshubschraubern der DRF; Zukünftig auch in der zivilen Luftfahrt denkbar?**

Die DRF Luftrettung steht für eine schnelle Notfallrettung aus der Luft. An 31 Stationen in Deutschland und Österreich sind 570 Notärzte, 120 Notfallsanitäter, 170 Piloten und 130 Techniker tätig. Jährlich rücken die 50 Hubschrauber zu ca. 40.000 Notfällen aus. Bei vielen dieser Notfälle werden Reanimationsmaßnahmen im Rahmen eines Herzkreislaufstillstandes notwendig. Um die lebensrettenden Kardiokompressionsmaßnahmen auch während eines Transportes des Patienten in der Luft zu ermöglichen, werden seit neustem externe Reanimationshilfen unterschiedlicher Formen angewendet. Diese ermöglichen eine hochwertige externe Kompression des Herzen unter engsten räumlichen Gegebenheiten und schonen gleichzeitig des Ressourcen und Kräfte des Rettungspersonals. Bereits kurz nach Implementierung der Geräte, konnten diese mehrfach angewendet werden und führten in einigen Fällen zu einem folgenfreien Überleben des Patienten. Die Einweisung in die Anwendung der Geräte ist auch im Laien-Bereich möglich und denkbar.

Seit Jahren steigt die Zahl der Passagiere an Bord von Linienflugzeugen. Bedingt durch den demographischen Wandel, steigt auch die Zahl von chronisch kranken Passagieren. Kommt es in der Luft zu einem Herzkreislaufstillstand, sind Wiederbelebungsmaßnahmen durch externe Störfaktoren deutlich erschwert.

Denkbar wäre unter diesen Bedingungen, eine Anwendung dieser externen Reanimationshilfen auch in der zivilen Luftfahrt. Diese könnten eine Überbrückungsmaßnahme bis zum Eintreffen professioneller Hilfe am Boden darstellen. Auch eine sichere Fixierung des Patienten und aller Helfer während des Landevorganges wäre möglich. Natürlich bedarf es bei diesem visionären Verfahren eine ausgiebige Prüfung und vor allem eine regelmäßige Schulung aller beteiligten Personen. Jedoch könnten, bei richtiger Anwendung, Leben gerettet werden und die Zeit bis zum Eintreffen professioneller Hilfe effektiv genutzt werden.

**W 5.2:** Kerkhoff S et al.

### **Entwicklung einer Leitlinie für die Kardio-Pulmonale Reanimation in Mikrogravitation**

Einleitung:

In Anbetracht zukünftiger Langzeitraumfahrtmissionen, mit geplanten Reisen zu Mond und Mars, und dem aufkommenden Weltraumtourismus muss auch die notfallmedizinische Versorgung der Astronauten mehr in den wissenschaftlichen Fokus rücken. Den ultimativen Notfall stellt mit Sicherheit ein Herz-Kreislauf-Stillstand dar. Obwohl in der Geschichte der bemannten Raumfahrt bisher noch kein solcher Notfall eingetreten ist bedarf es evidenzbasierter Handlungsvorgaben für eine derartige Situation in der einzigartigen Umgebung der Mikrogravitation. Solche Vorgaben existieren für die Erd-basierte Reanimation z.B. in Form der Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC), nicht jedoch für die besonderen Bedingungen in der Raumfahrt. Hierzu zählt sowohl die (fast vollständige) Abwesenheit von Schwerkraft, die physiologischen Veränderungen des menschlichen Körpers und die personellen und materiellen Limitationen einer Raumfahrtmission.

Methodik:

Nach Bildung einer Expertengruppe u.a. aus den Feldern Luft- und Raumfahrtmedizin, Notfallmedizin, Kardiologie und Anästhesiologie, wurde eine PICO-Fragen geleitete systematische Literaturrecherche durchgeführt. Es wurden 4356 Abstracts identifiziert und einem Screening- und Rating-Verfahren mittels GRADE-Methode unterzogen. In der Folge verblieben 85 kontrollierte Studien, die zur Erstellung der Leitlinie als Evidenz herangezogen werden konnten. Daraufhin erstellten immer mindestens 2 Experten Empfehlungen als Vorschläge für je einen der 15 Teilbereiche der Leitlinie. Diese Vorschläge wurden dann anschließend dem Plenum unterbreitet und einem strukturierten Konsensfindungsverfahren mittels Delphi-Methode unterzogen.

Ergebnisse:

Ähnlich dem erdbasierten Ansatz empfehlen wir eine Aufteilung der Reanimationsphasen in Basic-Life-Support (BLS) am Ort des Notfalls und Advanced-Life-Support (ALS) nach Eintreffen

zusätzlicher Helfer und der Verbringung des Patienten an einen geeigneten Behandlungsort. Für die Durchführung von Herzdruckmassagen im BLS sollte die Evetts-Russomano-Methode verwendet werden, wohingegen die Handstand-Methode im ALS anzuwenden ist. Eine erweiterte Atemwegssicherung sollte nur erfolgen sofern mindestens 2 Helfer anwesend sind und der Patient auf einem Tragesystem fixiert wurde. Die Atemwegssicherung sollte primär mit einer supraglottischen Atemwegshilfe erfolgen, sofern der Helfer unerfahren in der endotrachealen Intubation ist.

Schlussfolgerung:

Die besonderen Umstände der Mikrogravitation im Rahmen von Raumfahrtmissionen erfordern Anpassungen in der Durchführung der Kardio-Pulmonalen-Reanimation. Obwohl zentrale Punkte der Erd-basierten Leitlinien, wie z.B. der Fokus auch qualitativ hochwertige Thoraxkompressionen und, wenn indiziert, die frühzeitige Defibrillation, unverändert bleiben, so müssen Besonderheiten z.B. bei der Position zur Durchführung von Thoraxkompressionen, bei der Atemwegssicherung und der Defibrillation berücksichtigt werden.

### **W 5.3: Venus M**

#### **Heading for the Breaking Point: How Stress, Flight-Hours and Fatigue can Threaten Airline Pilots' Health**

Einleitung:

This research looks at Correlates of Flight Time Limitations, Fatigue, Employment Conditions in Airline Pilots' Mental Health and Wellbeing.

Fragestellung:

Growing economic pressure induced by low cost carriers led to fierce competition and precarious working-conditions for commercial pilots. Lots of research was conducted in the area of pilot fatigue, which turned out to be a major threat for aviation safety. This research looks at correlates of sleep-problems, fatigue and workload in international professional pilots.

Methodik:

A cross-sectional online-survey was completed by 406 commercial air transport pilots in EASA member states (n=192), Australia (n=180) and other countries. All pilots were asked for duty-

flight-hours, flown sectors, standby-, rest-, vacation days, number of early starts, night flights and hours of physical exercise in the last two months (roster). Age, percent of employment as pilot, monthly income, flight-hours on present type of aircraft, perceived financial stability of their operator, subjective job-security, psychosocial stress, fatigue (FSS) and sleeping problems (JSS) were used as independent variables. The dependent variables were wellbeing (WHO-5), common mental disorders (SRQ-20) depression (PHQ-8), general anxiety (GAD-7).

Ergebnisse:

Psychosocial stress, Operator-Stability, job-security, fatigue, sleeping problems, duty-hours, sports hours, income, number of sectors flown, flight-hours on present type of aircraft were significant predictors for the mental health dimensions.

Schlussfolgerungen:

Former research focused on flight schedules, duty- and flight-times and fatigue and its correlates in human performance and aviation safety. This research focuses on the correlates of duty-, flight-times, other workload related variables, stress and fatigue in commercial pilots' mental health and wellbeing.

The flight time limitations in force are dysfunctional and can neither prevent fatigue nor help pilots to maintain their mental health and wellbeing. Precarious working-conditions, like low salaries, job-insecurity and psychosocial stress make the pilot occupation more difficult, significantly impair commercial pilots' health and threaten aviation safety and sustainability.

### **W 5.4: Behrendt L, Stock L, Nerlich L, Meyer M, Jansen S, Schmitz J, Kerkhoff S, Klußmann J, Vingerhoets A, Hinkelbein J**

#### **Hypobaric Hypoxia does not have an impact on the mood state**

Introduction: Increasing altitude results in Hypobaric Hypoxia characterized by a decreased oxygenation of the human body. Previous studies demonstrated decreasing cognitive functions and coordination, memory loss, and finally loss of consciousness (1). Whereas the physiological

*impact was carefully examined in previous studies, it remains unclear if and how both mood and emotions are also altered by hypoxia. The present study aimed to test healthy volunteers for emotional symptoms of hypoxia.*

*Methods: In this study, 5 groups of each n=20 participants (in total, N=100) were subjected to different air pressures (Hypobaric Hypoxia) at either oft (control; n=20), 10,000ft (total pressure, 696 hPa; n=40) or 15,000ft (572 hPa; n=40) for either 30 or 60 minutes in a pressure chamber (HAUX, Cuxhaven, Germany). The participants in each condition had to complete three mood state (PANAS; (Watson et al., 1988)) measures as well as the regular and an emotional Stroop task (Williams et al., 1996). This project was reviewed and approved by the ethical committee of the University Hospital of Cologne (no. 18-045; clinical trials registration: NCT03823677). For statistical analysis, ANOVA test was applied ( $p < 0.05$  was considered significant).*

*Results: We failed to find significant differences in mood state between the different conditions. In addition, no significant differences were found between the three different administrations of the PANAS questionnaire, neither on the positive nor on the negative dimension, indicating that the moods of the participants did not change significantly during the experiment. We further found a nearly significant effect of condition ( $P = .056$ ) on the reaction times of the Stroop tasks, while no differences in the amounts of errors were detected between conditions. Finally, there was a significant effect of the Stroop conditions on the reaction times and the error rates. The three emotional Stroop conditions did not differ from each other, but the standard Stroop yielded significantly slower reaction times and more errors.*

*Conclusions: Hypobaric Hypoxia at different altitudes does not seem to have an impact on the moods of the participants. On the other hand, their psychological and/or motoric functions may be affected, as evidenced by the nearly significant slowing of the reaction times in the altitude conditions. A final remarkable finding was that the three emotional Stroop conditions failed to yield any systematic difference in reaction times.*

**W.5.5: Nerlich L, Meyer M, Behrendt L, Schmitz J, Kerkhoff S, Stock L, Klussmann JP, Vingerhoets A, Jansen S, Hinkelbein J**  
***Einfluss einer hypobaren Hypoxie auf die Proteinexpression männlicher Probanden***

*Einleitung: Die hypobare Hypoxie zwingt den menschlichen Körper, beispielsweise bei Aufenthalt in großen Höhen, zu vielseitigen Anpassungsvorgängen. Auch eine kurzzeitige Exposition kann zu komplexen Anpassungsvorgängen führen. Proteomics ermöglicht eine Detektion dieser Anpassungsvorgänge des Stoffwechsels durch Analyse der Proteinexpression eines Organismus. Serumproteine sind gut zugänglich und erlauben Rückschlüsse auf Signalkaskaden und Stoffwechselwege bei hypobarer Hypoxie.*

*Fragestellung: Ziel der klinischen Studie an 79 männlichen Probanden (n=39 [Kontrollgruppe]; n=20 [Gruppe 30min in 15.000ft] und n=20 [Gruppe 60min in 15.000ft]) war es, Veränderungen der Proteinexpression bei 30 min und 60 min hypobarer Hypoxie entsprechend einer Höhe von 15000ft im Vergleich zu entsprechenden Kontrollgruppen aufzuzeigen und bioinformatischen Netzwerkanalysen zur Identifikation relevanter Signalkaskaden zuzuführen.*

*Methodik: Nach positivem Votum der Ethikkommission Köln (Nr. 18-045; Studienregistrierung: NCT03823677) wurden N=79 männliche Probanden in der Druckkammer des Universitätsklinikums Köln (AöR) den jeweiligen Gruppen randomisiert zugeteilt. Die vier Versuchsgruppen (je Kontrolle und 15.000ft für je 30min oder 60min) wurden einer hypobaren Hypoxie (Gesamtdruck: 572 hPa) ausgesetzt. Serumproben wurden unmittlerbar zentrifugiert und tiefgefroren (-80°C). Nach der Trennung von hoch abundanten Proteinen wurde mittels 2-DIGE und MALDI-TOF die Proteinexpression dargestellt. Zur Analyse von Zusammenhängen und Signalkaskaden wurde eine bioinformatische Netzwerkanalyse durchgeführt.*

*Ergebnisse: Beim Vergleich einer 30 min dauernden hypobaren Hypoxie gegenüber der 30 min Kontrollgruppe wiesen 7 Proteinspots eine 2-fach höhere Expression in der Gruppe der hypobaren Hypoxie und 22 Proteinspots eine niedrigere Expression auf. Im Vergleich 60 min hypobare Hypoxie gegenüber der 60 min Kontrolle waren 27 Proteinspots in der Gruppe 60 min hypobare Hypoxie signifikant höher exprimiert, 15*

Proteinspots niedriger exprimiert. In der Gruppe 60 min hypobare Hypoxie wurden im Vergleich zur Gruppe die 30 Minuten einer hypobaren Hypoxie ausgesetzt war, 37 Proteinspots gefunden, die mehr als 2-fach höher exprimiert wurden. Umgekehrt wurden 12 Proteinspots erkannt, die in der 30 Minuten dauernden hypobaren Hypoxie um den gleichen Faktor höher exprimiert waren.

Schlussfolgerungen: Im Vergleich zur jeweiligen Kontrollgruppe hatte die 60 Minuten dauernde hypobare Hypoxie im Vergleich zur 30-minütigen hypobaren Hypoxie, deutliche Unterschiede in der Anzahl der differenziellen Proteinspots (deutlich mehr Proteine bei längerer Hypoxie). Dies könnte ein Hinweis auf eine veränderte Proteinexpression in Abhängigkeit vom Zeitintervall sein. Die Mechanismen höhenassoziierter Krankheitsbilder, die unter anderem durch Hämostase, Immunreaktionen und spezifischen Stoffwechselwegen ausgelöst werden, könnten möglicherweise besser verstanden werden.

#### **W.5.6: Schedler O, Rössler J, Beth P, Kollow G Curriculare Ausbildung für Luft- und Raumfahrtmedizin im klinischen Setting**

**Einleitung:** Die Ausbildung für Ärzte in der Luft- und Raumfahrtmedizin stellt im klinischen Setting eine besondere Rolle dar. Innerhalb der Weiterbildungsordnungen stehen die Herausforderungen anerkannter Weiterbildungsstätten sowie die Erlangung einer Flugberechtigung. Eine anerkannte curriculare Ausbildung für in der Luftfahrt beschäftigter Ärzte ist bisher nicht verfügbar.

**Fragestellung:** Wir demonstrieren auf Grund der Weiterbildungsanerkennung eine curriculare Ausbildung in Luft- und Raumfahrtmedizin für in der Luftfahrt tätiger Klinikärzte.

**Methodik:** Am Luftrettungsstützpunkt Christoph 49-Simund Jähn in Bad Saarow werden 15 Ärzte in der Luftfahrt eingesetzt, welche neben dem Zusatzausbildungen Notfallmedizin, Intensivmedizin alle notwendigen medizinischen Voraussetzungen zur Teilnahme am Luftrettungsdienst besitzen.

Keiner der fliegenden Hubschrauberärzte besitzt einführende oder tiefgreifende Kenntnisse in der

Flugphysiologie sowie in der Luft- und Raumfahrt.

Neben dem regelmäßigen Einsatz in der Luftfahrt (n=20-250 Flugstunden pro Jahr) und sicherheitstechnischen Grundlagen in der Luftfahrt bestehen aktuell keine Kenntnisse in der Luft- und Raumfahrt.

**Ergebnisse:** Alle in der Luftfahrt eingesetzten Hubschrauberärzte wurden/werden auf die flugmedizinischen Voraussetzungen ärztlich untersucht und ein Sachverständigenzeugnis (LBA) ausgestellt.

Die Ausbildung in der Luft- und Raumfahrtmedizin gliedert sich in 5 große Themenkomplexschwerpunkte.

1. Hypobare Umgebungsbedingungen (Flugphysiologie Königsbrück)
2. Orientierung und Desorientierung (Simulationstraining)
3. Gravitationsabhängige Umgebungsbedingungen mit der Erforschung relevanter medizinischer Fragestellungen häufiger klinischer Erkrankungen bspw. Herzinsuffizienz (Flugphysiologie Königsbrück/ Parabelflug)
4. Klinische Aspekte der luft- und raumfahrtmedizinische Einschätzung von in der Luftfahrt tätigen Personen mit Diagnostik und Therapie relevanter Erkrankungen und Beeinträchtigungen
5. Luft- und raumfahrtmedizinische Aspekte der Reisemedizin (Airport Medical Center)

**Schlussfolgerungen:** Die curriculare Ausbildung der in der luftfahrtbeschäftigten Ärzte erfolgt am Standort Bad Saarow in 5 Themenkomplexen und erstreckt sich über einen Zeitraum von 4 Jahren und ist kombiniert mit den Tätigkeiten und Erfahrungen aus den Bereich der präklinischen, prähospitalen sowie aus dem klinischen Bereichen der Akut- und Notfallmedizin mit dem Bezug auf die luft- und raumfahrtmedizinischen Ausbildungsziele. Neben den Tauglichkeitsuntersuchungen in der luftfahrtbeschäftigter Personen sowie den Prinzipien der akutmedizinischen Diagnostik und Therapie von Erkrankungen in der Luft- und Raumfahrt widmet sich die Ausbildung der Erforschung von häufiger Erkrankungen des klinischen Alltags (Tinnitus, Herzinsuffizienz, Sauerstoffbilanzierung).

## W6-Vorträge

**W 6.1:** von Wattenwyl R, Syburr Ta, Trabold K, Kunz A, Bron D

### **Kongenitale Herzvitien in der Militäraviatik**

#### *Einleitung:*

Leichte Formen von Kongenitalen Herzvitien wie die bicuspidale Aortenklappe oder ein kleiner atrialer Septumdefekt (ASD/PFO) sind im Rahmen des militärischen fliegerärztlichen Selektionsprozesses ein seltener, aber steter Begleiter. Ergänzend kommt hinzu, dass in der modernen Medizin mittlerweile leichte Formen kongenitaler Herzvitien mit vergleichsweise geringem technischem Aufwand therapierbar sind. Dies eröffnet im Rahmen der kardiologischen Tauglichkeitsprüfung neue spannende Aspekte, kann im Bezug auf den Tauglichkeitsentscheid in der Militäraviatik für den Fliegerarzt aber zur Herausforderung werden.

#### *Fragestellung:*

Ist im Rahmen eines medizinischen Tauglichkeitsprozesses in der Militäraviatik eine strenge Haltung gegenüber den leichten Formen der kongenitalen Herzvitien noch gerechtfertigt?

#### *Methodik:*

In ca. 0.1 % der Fälle wird am Fliegerärztlichen Institut der Schweizer Luftwaffe im Rahmen der kardiologischen Abklärungen eine leichte Form eines azyanotischen kongenitalen Vitiums als Zufallsbefund diagnostiziert. Dabei dominieren der kleine atriale Septumsdefekt wie auch die bicuspidale Aortenklappe als häufigste Vertreter. 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. Dies kann sowohl für den Fliegerarzt wie auch für den betroffenen motivierten Kandidaten zur Herausforderung werden.

#### *Schlussfolgerungen:*

Eine leichte Form eines azyanotischen kongenitalen Herzvitiums wie die bicuspidale Aortenklappe oder ein kleiner atrialer Septumsdefekt 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 für den Berufsalltag bedeutend sein. Im speziellen sind Militärpiloten, insbesondere Jetpiloten, deutlich erhöhten kardiologischen Belastungen ausgesetzt bei welchen auch triviale Befunde sich akzentuieren können. Triviale kongenitale Herzvitien müssen nicht zwingend zu einem negativen militärischen Tauglichkeitsentscheid führen. Daher sind eine sorgfältige kardiologische Standortaufnahme und eine schlüssige Argumentationskette bei der Beurteilung jeden einzelnen Falles zwingend.

**W 6.2:** Aebi MR, Barral J, Bourdillon N, Millet GP, Bron D

### **EEG beta power increase and cognitive function impairment in pilot trainees exposed to acute hypobaric hypoxia**

*Einleitung:* Military pilots may be exposed to hypobaric hypoxic (HH) environment during flight in case of cabin decompression or oxygen regulator failure. In these circumstances, pilots must remain focused on their tasks and continue the mission safely. The effects of altitude severity in acute HH environments on electroencephalography (EEG) cerebral functions remain unclear. Therefore, in the present study, we investigated the effects of acute HH exposure on brain activity and cerebral blood flow velocity in pilot trainees.

*Fragestellung:* We hypothesized that hypoxia would influence brain activity. We expected an increase and decrease in beta and alpha power respectively. Middle cerebral artery velocity would increase in hypoxia to compensate arterial oxygen saturation decrease.

*Methodik:* EEG was recorded randomly at 3000 m and 5500 m in HH and compared with normobaric normoxia (NN) values in eleven healthy pilots (26 ± 4 years old). Four min of EEG were recorded at rest (eyes closed) with a portable EEG device (Trackit, Lifelines, USA) and a 21-electrodes EEG cap (Waveguard connect, eemagine, Germany). Bandpass filter (1–40 Hz; Notch:50Hz), corrections for artifacts (ICA) and average-referenced were applied. Power map

analyses were performed on windows of 10 s and averaged in the theta (4-7 Hz), alpha (8-12 Hz) and beta (14-25 Hz) frequency bands. Middle cerebral artery velocity (MCAv) and arterial oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) also were recorded.

*Ergebnisse:* Power maps revealed progressive increases of beta power from baseline to 3000 m (26% of the electrodes;  $p < 0.05$ ) and 5500 m HH (79%;  $p < 0.05$ ) compared to NN. There was a non-significant decrease and increase of alpha with altitude level increase. Thetas power significantly increased for only for one electrode at 5500m HH compared to NN ( $p < 0.05$ ). EEG beta power increase was not correlated with SpO<sub>2</sub> drop and MCAv values. SpO<sub>2</sub> was negatively correlated with MCAv ( $r = -0.673$ ,  $p = 0.020$ ).

*Schlussfolgerungen:* Acute 5500 m HH exposure led to greater beta synchronization. Increased beta amplitudes (power) have been related drowsiness (Spiegelhalder et al., 2012). With hypoxia, SpO<sub>2</sub> dropped inducing an increase in MCAv in order to maintain cerebral oxygen delivery. Overall, our results suggest a kind of idling or "freezing" state of the global brain activity in hypoxia at 5500 m. It is therefore paramount to further investigate for pilots' safety how central nervous system and cerebral functions are modulated in hypoxic environments.

### **W 6.3: Trabold K, Bertolini G, Romano F, Straumann D, Caramia N, Kunz A, Bron D Erfolgreiche Pseudo-Coriolis-Desensibilisierung eines Flugschülers: ein Fallbeispiel**

*Einleitung:* Es ist nicht ungewöhnlich, dass ein Flugschüler ein Flugverbot erhält aufgrund wiederholtem Auftreten von Flugkrankheitssymptomen (Reisekrankheit) während dem Training. Da die Empfindlichkeit für die Flugkrankheit keinen Zusammenhang mit den Fähigkeiten des Schülers hat, wird ein desensibilisierendes Bodentraining seit mehr als 40 Jahren von Flugmedizinischen Zentren mehrerer Nationen durchgeführt. Obschon das Desensibilisations-Protokoll stetig angepasst wurde, bleibt das Kernelement eine gewisse Anzahl an cross-coupling (Kreuzkopplungsstimuli) / Coriolis stimuli (z.B.

Kopfneigung während einer Rotation in Dunkelheit), wiederholend während einigen Tagen. Diese Desensibilisierung wurde gut erforscht und es hat sich gezeigt, dass es die Zeitkonstante des Vestibulo-Ocular Reflexes (VOR) verkürzt. Die Reduktion der Zeitkonstante gibt eine theoretische Grundlage für das Verfahren, da eine grössere Zeitkonstante mit einer höheren Empfindlichkeit gegenüber der Reisekrankheit zusammenhängt. Mit dem Aufkommen der Virtual Reality nahmen die Studien über die durch visuelle Reize induzierte Reisekrankheit zu. Dabei wurde gezeigt, dass sie ihre eigenen Besonderheiten hat und dass Personen, welche empfindlich auf visuelle Reize reagieren, nicht unbedingt empfindlich auf körperliche Bewegungen sind. Interessanterweise korrelieren die Empfindlichkeiten gegenüber visuellen Reizen mit der Länge der Zeitkonstante des optokinetischen Afternystagmus (OKAN). Der OKAN ist der langsam abklingende Nystagmus, der nach längerer Exposition gegenüber grossen rotatorischen visuellen Reizen (optokinetische Reize) auftritt und eine Illusion von Eigenbewegung erzeugt.

*Fragestellung:* Ist die Empfindlichkeit auf visuelle Reize ein Faktor für das Auftreten der Reisekrankheit und können Flugschüler desensibilisiert werden?

*Methodik:* Ein 22-jähriger, männlicher Flugschüler wurde wegen seiner starken Bewegungssensitivität und repetitiven Emesis-Episoden während der Ausbildungsphase im Kunstflug und beim Segelfliegen in der Freizeit an das Fliegerärztliche Institut (FAI) überwiesen. Der Schüler wurde in das Programm zur Desensibilisierung bei Reisekrankheiten aufgenommen. *TESTS:* Er unterzog sich einer Reihe von klinisch-vestibulären Tests (Videokopf-Impuls-Test, Dynamischer Visus, Kalorien-Test, Okuläre und zervikale myogene evozierte Potentiale, Subjektive visuelle Vertikale), die nur eine leichte, gut kompensierte utrikuläre Asymmetrie zeigten. Mit einem Barany-Stuhl, der von einer vollflächigen optokinetischen Trommel umgeben war, wurden der VOR und der OKAN in Geschwindigkeitsstufen von 50 °/s getestet, jeweils in Stuhlrotation bei Dunkelheit und Trommelrotation bei Licht. *BEHANDLUNG:* Der Proband durchlief ein Programm von zweimal 10 einstündigen Sitzungen (2 pro Tag) der Coriolis-Kreuzkopplung-Desensibilisierung – mit einem Abstand von 5 Monaten dazwischen – und einer neuen Desensibilisierungsbehandlung, welche aus wiederholten

Kopfneigungen bestand, während er auf einem stationären Stuhl in einer rotierenden Trommel sass (Pseudo-Coriolis). Die Intensität der Reisekrankheit wurde während jeder Behandlung mit einer Skalenangabe von 1-20 abgefragt und so überwacht. Die VOR- und OKAN-Zeitkonstanten wurden vor und nach der Coriolis-, bzw. Pseudo-Coriolis-Sitzung gemessen. Der Schüler wurde zudem gebeten, die Symptome in den Pausen zu bewerten.

Ergebnisse: Die VOR-Zeitkonstante vor der ersten Behandlung war 14.9 s und der Flugschüler war mässig empfindlich gegenüber Kreuzkopplungsstimuli, da erst eine Kopfneigung von 15° während einer Stimulus-Geschwindigkeit von 18 °/s (3 rpm) relevante Symptome hervorrief (5/20). Die Sitzungen erlaubten es, die Toleranz zu erhöhen, sodass er Rotationen bei 108 °/s (18 rpm – nach der ersten Woche) und 102 °/s (17 rpm nach der zweiten Woche) mit dem gleichen Grad an Symptomen tolerieren konnte (maximal 3/20). Die Zeitkonstante nahm um 12.5 s nach der ersten Behandlung ab und um 10.9 s nach der zweiten Behandlung. Nach den beiden Kreuzkopplungsbehandlungen wurden nur marginale Verbesserungen der Symptome im Flug beobachtet. In einer neuen Evaluation 17 Monate später wurde eine tiefere VOR-Zeitkonstante erreicht (11.6 s). Die Bewertung des OKAN ergab eine lange, abnormale Zeitkonstante (27.1 s). In Anbetracht der Möglichkeit einer visuellen Abhängigkeit wurde der Schüler mit einem neuartigen experimentellen Protokoll behandelt, das auf Pseudo-Coriolis-Stimuli basiert. Der Schüler konnte zu Beginn nur eine Trommel-Geschwindigkeit von 10 °/s tolerieren, bevor er Symptome des Grades 5/20 erreichte. Am Ende der Behandlung konnte die Geschwindigkeit der tolerierten visuellen Reize auf 35 °/s erhöht werden, mit maximalen Symptomen des Grades 3/20. Die OKAN-Zeitkonstante konnte nicht signifikant reduziert werden. Dennoch berichtete der Schüler, dass er nach der Behandlung weniger Symptome der Reisekrankheit beim Segelfliegen erfuhr und dadurch längere Flüge möglich waren als vor der Behandlung. Schlussfolgerungen: Es wurde ein Flugschüler erkannt, bei dem Luftkrankheit mit einer erhöhten Abhängigkeit von visuellen Reizen zusammenhängt. Der Schüler war resistent gegen Kreuzkopplungs-Desensibilisierung und blieb unabhängig von der Verringerung der VOR-Zeitkonstante empfindlich, reagierte jedoch gut auf

ein neues Desensibilisierungsprotokoll auf der Basis von Pseudo-Coriolis

**W 6.4:** Bron D, Trabold K, Bertolini G, Kunz A, Straumann D

#### **Visueller Halo-Effekt bei Mouche-Volant und Desorientierung: ein Fallbericht**

**Fallbeschreibung:** Ein 40-jähriger F-5 Berufsmilitärpilot erlebte bei einem Flug ein plötzliches Desorientierungsgefühl. Die Fluglage war stets stabil und eine Rückführung des Flugfahrzeuges konnte sicher bewerkstelligt werden. Mit dem Verdacht einer durchlebten Spezial-Desorientierung Grad 2 wurde eine vestibulo-okuläre Abklärung am Universitätsspital Zürich durchgeführt, wobei bis auf eine grosse Mouche-Volant keine Auffälligkeiten festzustellen waren. Die Ursache blieb lange unklar: strukturelle Schäden lagen nicht vor, elektrophysiologische Abklärungen waren unauffällig und vestibuläre spezifische Abklärungen der Bogengänge blieben unauffällig. Nach der interdisziplinären Begutachtung lag die Meinung im Vordergrund, dass die ophthalmologisch nachgewiesenen Ursachen, im Speziellen der grosse Mouche-Volant, einen Halo-Effekt auf die Netzhaut zur Folge hatten, sodass dies mit Co-Faktoren, wie z.B. einer erhöhten Stressbelastung am Arbeitsplatz, zu einer unangenehmen Wahrnehmung führte. Eine physische Desensibilisierung konnte nicht durchgeführt werden. Eine Doppelsteuerflugbegleitung hatte eine Reduktion resp. Akzeptanz der Symptome zur Folge. Bis anhin ist in der Literatur kein ähnlicher Fall beschrieben.

**W 6.5:** Thiel\* CS, Tauber S, Lauber B, Polzer J, Seebacher C, Schropp M, Uhl R, Neelam S, Zhang Y, Levine H, Ullrich O

#### **Real-Time 3D High-Resolution Microscopy of Human Primary Macrophages in Microgravity**

**Einleitung:** The hostile environment of microgravity during human spaceflight bears a multitude of limiting factors for human health and performance. Serious concerns exist whether spaceflight-associated immune system weakening might ultimately preclude the expansion of human presence beyond Earth's orbit. However,

*in spite of intense research, the molecular mechanisms and cellular reactions in response to gravitational changes could not be uncovered so far.*

*Fragestellung: The cytoskeleton plays an important role in cellular gravisensitivity and is discussed to be associated with the transduction of extra-cellular stimuli into the nucleus where the cell reacts with transcriptomic changes to the altered environmental conditions. It is therefore of utmost importance to monitor microgravity induced structural and morphological changes of the cytoskeleton and the nucleus in a high spatio-temporal resolution.*

*Methodik: We used a high-resolution spinning disk confocal fluorescence microscope (FLUMIAS) on the TEXUS-54 suborbital rocket missions to investigate the dynamics of early cellular adaptation processes based on live-cell imaging in primary human immune cells. During the 5 min microgravity phase, cytoskeletal, nuclear, and cellular organelle dynamics were investigated. For the first time high resolution multi-color microscopy with living cells stained with four different dyes was successfully performed on a sounding rocket mission. In the data analysis we focused on actin dynamics as well as on structural-geometric analyses of the whole cell, the nucleus, and the lysosomes. Additionally, during the FLUMIAS-DEA mission launched with SpaceX CRS-15, a technology demonstration and feasibility study for high resolution microscopy in microgravity was performed on board the International Space Station. Stained fixed and living primary human macrophages, previously shown to represent a well characterized and microgravity-approved study object, were used to test the microscopic hardware.*

*Ergebnisse: We were able to show in the suborbital rocket mission that cytoskeletal changes appear immediately after the onset of microgravity (4-19 s) and fully re-adapt after 126-151 s. Additionally, structural-geometric analyses revealed a volume and surface area increase in microgravity which adapted to initial levels after 201-226s. Furthermore, we were able to demonstrate the space suitability of the new high-resolution microscope technology (FLUMIAS DEA), based on the innovative technology of structured illumination allowing for high resolution*

*and fast scanning of image planes. The application of the FLUMIAS-DEA microscope for a total experiment time of 14 days showed an increased cytoskeletal dynamics in microgravity in primary human macrophages.*

*Schlussfolgerungen: We combined different microscopy analyses on different microgravity platforms for the characterization of microgravity induced short term and long term cellular effects and could show fast adaptation processes in primary human immune cells.*

## F-Vorträge

### F1: Dr. Claudia Stern

**Die Autorin:** DGLRM Past-Präsidentin, Abteilungsleiterin der Abteilung Klinische Luft- und Raumfahrtmedizin, Fliegerärztin Klasse 1 und Ophthalmologin, AsMA Fellow, Mitglied der International Academy of Aviation and Space Medicine, Mitglied des ESAM Advisory Boards, Empfängerin des Albrecht-Ludwig-Berblinger Preises und des Thomas J. and Margaret D. Tredici Awards der AsMA, Lehrbeauftragte der International Space University und der Technischen Universität Braunschweig (Luft- und Raumfahrtmedizin)

#### **Kurzer Ausblick auf den Inhalt:**

Zu Beginn des Jahres ist die neue Durchführungsverordnung 2019/27 und die Acceptable Means of Compliance und das Guidance Material für die Tauglichkeit des Luftfahrtpersonals in Kraft getreten. Im Bereich der Ophthalmologie gab es nur einige wenige, aber wichtige Änderungen, die vorgestellt werden.

Ein Zustand nach Augenoperation macht untauglich. ICAO hat in seinem Manual of Civil Aviation Medicine bereits 2012 aufgeführt, dass multifokale Intraokularlinsen im fliegerischen Umfeld nicht geeignet seien. Auch multifokale Kontaktlinsen, die das entsprechende Äquivalent darstellen, sind bereits seit vielen Jahren für Piloten nicht zugelassen. Nun wurde dies auch bei den neuen Regularien für die Klasse 1 zusätzlich so explizit aufgeführt. Intraokulare Linsen sollten monofokal sein und weder die Farberkennung, noch das Nachtsehen beeinträchtigen. Bei den erforderlichen augenärztlichen Untersuchungen muss nun auch die mesopische Kontrasterkennung mit untersucht werden. Bei der Refraktion darf nun unter bestimmten Bedingungen auch bei Hyperopien von  $> +5,0$  Dioptrien geflogen werden. Allerdings beträgt hier der Mindestvisus auf jedem Auge 1,0 und der Augeninnendruck und der Vorderkammerwinkel müssen normal sein. Auch besteht jetzt erstmalig die Möglichkeit für einen Klasse 1 Piloten mit einer erworbenen Einäugigkeit unter bestimmten Bedingungen und nach einem positiv verlaufenden medizinischen Überprüfungsflug und der Auflage OML zu fliegen. Bei Überschreiten der

Heterophoriewerte besteht auch Untauglichkeit, um eine Tauglichkeit zu erlangen ist jetzt erstmalig zusätzlich eine ortoptische Untersuchung erforderlich.

### F2: Dr. Ilse Janicke

**Die Autorin:** Hat an der FU Berlin bis 1987 studiert, die Promotion mit magna cum laude abgeschlossen und ist nach universitärer Laufbahn in Berlin und Düsseldorf seit 1995 am Herzzentrum Duisburg. Als Leitende Oberärztin, Internistin, Kardiologin, Angiologin und AME für alle Klassen hat sie sehr viel Expertise in speziellen flugmedizinischen kardiologischen Gutachten gesammelt. Bei der DGLRM und der DAF ist sie im Vorstandsrat aktiv. Seit 1975 ist sie fliegerisch aktiv und seit 2004 Inhaberin einer CPL/IR.

#### **Kurzer Ausblick auf den Inhalt:**

Bei jedem vierten Erwachsenen findet man ein offenes Foramen ovale (PFO). Ca 25% der Schlaganfälle sind kryptogen, also ohne nachweisbare Ursache. Weiterhin wird bei 40-50% der Patienten mit kryptogenem Schlaganfall ein PFO diagnostiziert, und hier sind es überwiegend die Jüngeren unter 60 Jahren und betrifft daher auch unsere Piloten.

Trotz alleiniger medikamentöser Rezidivprophylaxe beträgt die Rezidivrate weiterhin 1-10%/Jahr.

Die bisherigen Leitlinien dazu stammen aus dem Jahr 2012.

Drei neue randomisierte Studien und Metaanalysen aus den Jahren 2017/2018 haben zu einem Paradigmenwechsel in der Sekundärprävention von Patienten  $< 60$  Jahren mit PFO und kryptogenem, ischämischen Erstereignis geführt.

Der interventionelle Verschluss mit einem scheibenförmigen Schirmchen ist der medikamentösen Behandlung eindeutig überlegen und soll bei Patienten zwischen 16 und 60 Jahren bei einem kryptogenen Schlaganfall und PFO mit mindestens moderatem Rechts-Links-Shunt durchgeführt werden. (5te Leitlinie).

Die Nachbehandlung besteht üblicherweise in einer dualen Plättchenhemmung für 1-6 Monate, nach 3 Monaten wird eine Schluckecho-Kontrolle durchgeführt.

Bei Piloten mit Veränderungen des Endokards, die als angeborene Veränderung des Herzens anzusehen ist, muss nach einem korrigierenden Eingriff bei Kl I verwiesen und bei Kl II eine kardiologische Beurteilung und Konsultation erfolgen.

Danach steht einer Tauglichkeit in der Regel nichts mehr im Wege.

Die Fortbildung beleuchtet die Pathophysiologie, Symptome, Diagnostik, Therapie, Nachsorge und die flugmedizinische Betrachtung nach der neuen Studienlage.

### **F3: Norbert Güttler**

In den Anfangszeiten der Fliegerei war technisches Versagen durch Konstruktionsmängel der damaligen Flugzeugmuster der Hauptgrund für Flugunfälle. Fortschritte in der Flugzeugkonstruktion durch die Ingenieure führten dann aber dazu, dass andere Faktoren wie das Wetter, die Urteilsfähigkeit des Piloten und auch die Gesundheit des fliegenden Personals zur weiteren Reduzierung der Unfallhäufigkeit stärker in den Fokus traten. Es wurden flugmedizinische Standards entwickelt, die durch die Flugzeugbesatzungen erfüllt werden mussten. Piloten und andere Besatzungsmitglieder, die diese Standards nicht erfüllten, wurden in der Regel sofort aus dem Flugdienst entfernt. Der große Verlust an erfahrenem Personal führte dann aber dazu, dass eine flugmedizinische Risikostratifizierung bei den einzelnen gesundheitlichen Beeinträchtigungen angestrebt wurde und die Gesundheit als ein mögliches Risiko neben mechanischen Beeinträchtigungen und dem Human Factor allgemein begriffen wurde. Viele Piloten und Besatzungsmitglieder kehrten damit nach Risikostratifizierung zu ihrer fliegerischen Tätigkeit zurück, wenn auch eventuell mit gewissen Einschränkungen.

In den 1980er Jahren wurde die „1% Rule“ als maximales akzeptables Risiko eines inkapazitierenden gesundheitlichen Ereignisses als Prozent pro Jahr oder Anzahl der Ereignisse in 100 Person Jahren definiert. Diese Regel wurde für die kommerzielle Fliegerei in einem Doppelsteuercockpit entwickelt. Als Weiterentwicklung dieser Regel können Risiko-Matrizes verwendet

werden, bei denen Häufigkeit und Schwere der gesundheitlichen Ereignisse als Koordinatensystem dargestellt werden können. Durch eine Farbkodierung kann visuell dargestellt werden, ob ein fliegerischer Einsatz mit einer bestimmten Gesundheitsstörung möglich, nicht möglich oder ggf. nach eingehender Abwägung durch die verantwortliche Behörde bzw. mit Einschränkungen möglich ist.

Die NATO-Arbeitsgruppe HFM RTG-251 hat zu Beginn dieses Jahres eine Artikelserie in der Zeitschrift *Heart* publiziert, in der eine solche Matrix vorgestellt und Konsensus-Empfehlungen für die flugmedizinische Tauglichkeit zahlreicher kardiovaskulärer Erkrankungen gegeben werden.

In dem Vortrag soll die Anwendung einer solchen Risiko-Matrix erläutert werden. Die Risikostratifizierung kardiovaskulärer Erkrankungen soll an mehreren Beispielen, insbesondere der koronaren Herzkrankheit und verschiedenen rhythmologischen Erkrankungen, erläutert werden. Außerdem soll die Arbeitsgruppe und deren Anschlussprojekt, das inzwischen als NATO-Working-Group HFM RTG-316 etabliert wurde, beschrieben werden.

### **F4: OTA Carsten Juhran**

**Der Autor:** Carsten Juhran, Facharzt HNO, Allergologie, Plastische Operationen AME Klasse 2 (LBA), Flugmedizinischer Sachverständiger und Fliegerarzt der Bundeswehr

**Kurzer Ausblick auf den Inhalt:** Es werden die Änderungen in der DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) 2019/27 DER KOMMISSION vom 19. Dezember 2018 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1178/2011 zur Festlegung technischer Vorschriften und von Verwaltungsvorfahren in Bezug auf das fliegende Personal in der Zivilluftfahrt gemäß der Verordnung (EU) 2018/1139 des Europäischen Parlaments und des Rates und den Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Part-MED Medical requirements for air crew, Issue 2, 28 January 2019, der European Union Aviation Safety Agency für die Beurteilung von

*Erkrankungen und Veränderungen im Gebiet Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde erklärt. Im Hauptteil des Vortrages werden Diagnostik und Therapie von Schwindelerkrankungen sowie Hörminderungen besprochen und ihr Handling in Bezug auf Verweisung oder Konsultation erläutert.*

#### **F6: PD Dr. med. Frank Weber**

**Einleitung:** *Bei etwa einem Viertel aller Berufspiloten, die vorzeitig ihre Tauglichkeit verlieren, ist die Ursache eine neurologische Erkrankung. Neurologische Kenntnisse sind deshalb für den Fliegerarzt von Bedeutung.*

**Methodik:** *In einer narrativen Meta-Analyse der aktuellen neurologischen Fachliteratur wird ein Review der aktuellen Erkenntnisse, insbesondere der des letzten Jahres, zu flugmedizinisch bedeutsamen neurologischen Erkrankungen (Anfallsleiden, Schlaganfall, TBI, MS, Migräne) gegeben.*

**Schlussfolgerungen:** *Die Teilnehmer können die Folgen neurologischer Erkrankungen ab-, die Wahrscheinlichkeit für plötzliche Inkapazitierung einschätzen und so literaturgestützte Empfehlungen zur flugmedizinischen Tauglichkeit geben.*

#### **F7: Viktor Harsch**

**Der Autor:** *Dr. med. Viktor Harsch. Oberfeldarzt der Luftwaffe a.D. ist seit 2002 Leiter der AG „Geschichte der deutschen Flugmedizin“. Die fliegerärztliche Ausbildung durchlief er in Fürstentfeldbruck, Oklahoma City und San Antonio. Er ist Fellow der Aerospace Medical Association und der International Academy of Aviation and Space Medicine. Er ist Geschäftsführer einer Fliegerärztlichen und Betriebsmedizinischen Einrichtung an der Mecklenburgischen Seenplatte.*

**Kurzer Ausblick auf den Inhalt:** *Heinz von Diringshofen (1900-1967), Wegbereiter des Experimentalfluges zu Beginn der 30er Jahre, war drei Dekaden später Gründungspräsident der*

*Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM). Einer traditionell staatstragenden Offiziersfamilie entstammend, diente er in beiden Weltkriegen als Offizier, fand im Nachkriegsdeutschland allerdings keinen hindernisfreien Zugang zur militärischen Flugmedizin. Anders als andere Spezialisten auf diesem Gebiet, war er nicht Teil des US-amerikanischen Paperclip-Programms, das in der bemannten Raumfahrt und dem Mondprojekt mündete. Stattdessen zog es ihn zu Beginn der 50er Jahre zu einem mehrjährigen Forschungs- und Lehrauftrag bei den argentinischen Luftstreitkräften, um den Anschluss an die flugmedizinische Entwicklung im deutschen Abseits nicht ganz zu verpassen. Als DGLRM-Präsident war er dann in den 60er Jahren maßgeblich an der Integration der deutschen Luft- und Raumfahrtmedizin in die internationale Gemeinschaft beteiligt. Allerdings konnte er die Früchte seiner jahrzehntelangen Tätigkeit für die Flugmedizin selbst nicht ernten; er starb krankheitsbedingt bereits 1967. Sein stets verbindlicher Charakter war mit Ecken und Kanten, aber nach eigenem Bekunden gleichermaßen im Sinne des flugmedizinischen Fortschrittes und einem an den hippokratischen Eid ausgerichteten Handelns. Es war seinerzeit nicht zu erwarten, dass Jahrzehnte später ihm Verstrickungen in NS-Kriegsverbrechen vorgeworfen würden. Die Behauptung, er habe den Habilitationswunsch eines in tödlich verlaufende Höhen- und Unterkühlungsversuche maßgeblich eingebundenen Luftwaffenreservisten und SS-Arztes unterstützen wollen, veranlasste den Verfasser zur vorliegenden Studie.*

**Methodik:** *Neben einer Literaturrecherche wurden Zeitzeugen befragt und Archive des In- und Auslandes aufgesucht. Ein Zwischenbericht wurde bei der German Session der AsMA-Jahrestagung 2018 in Dallas, Texas gegeben und ein Kurzbericht im Blue Journal dieser Gesellschaft 2019 platziert.*

**Ergebnisse:** *Eingebettet in zeitgeschichtliche und biographische Umstände wird schwerpunktmäßig die Entwicklung der flugmedizinischen Wissenschaft der 30er bis 60er Jahre reflektiert, zu der Heinz von Diringshofen maßgeblich beigetragen hat. Höhen- und beschleunigungsphysiologische, arbeitsmedizinische und*

wehrmedizinische Aspekte seines Wirkens werden herausgearbeitet und in den Zeitkontext gestellt. Hierbei werden medizinethische Gesichtspunkte seines Wirkens in den Jahren 1942 und 1943 herausgehoben, in denen er unmittelbaren Kontakt zu den Verantwortlichen und Durchführenden von unethischen Humanversuchen mit luftfahrtmedizinischem Hintergrund hatte. Die Darstellung soll der Sensibilisierung des Umgangs mit medizingeschichtlichen Quellen dienen, nicht der retrospektiven Verurteilung der Lebensleistung Einzelner in einem sozialgeschichtlich komplexen Umfeld.

### **F8: Dr.med. Christopher Neuhaus**

**Einleitung:** Die Luftfahrt kann mittlerweile auf jahrelange Erfahrung in der praktischen Vermittlung von Human Factors im Rahmen von „Crew Resource Management“ Schulungen zurückblicken. Diese vermitteln traditionell Aspekte von „Workload management“, „Decision making“, „Situation Awareness“ und „Communication and coordination“. Durch die EASA Decision 2015/022/R wurde der Umfang der zu unterrichtenden Themengebiete um neuere Erkenntnisse aus der Forschung erweitert, darunter „Resilienz“ und „Startle and surprise“. Ziel dieses Vortrags ist ein Überblick über wissenschaftliche Grundlagen der CRM-Schulungen zu vermitteln sowie mögliche Chancen und Probleme mit den vorgeschriebenen Inhalten zu diskutieren. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Diskrepanz zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und deren praktischer Umsetzung.

### **F9: Friedrich Lüling**

**Der Autor:** Facharzt für Neurologie und für Psychiatrie, Fliegerarzt und Flugmedizinischer Sachverständiger der Bundeswehr, Flugmedizinischer Sachverständiger (AME) Klasse 1

**Kurzer Ausblick auf den Inhalt:** Im Januar 2019 sind die Änderungen der Abschnitte A „Allgemeine Anforderungen“ und B „Anforderungen an die Erteilung von Tauglichkeitszeugnissen für Piloten“ des Anhang IV TEIL-MED der Verordnung (EU) Nr. 1178/2011 in Kraft getreten. Mit

der 2. Auflage der "Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Part-MED Medical requirements for air crew" der European Union Aviation Safety Agency (EASA) vom 28.01.2019 wurde den Änderungen entsprechend Rechnung getragen. Nach der Darstellung der Neuerungen der Anforderungen nach MED.B.055 der VO (EU) 1178/2011 sowie der dazugehörigen AMC und des GM der EASA werden die möglichen Konsequenzen für die flugmedizinische Beurteilung von Piloten der Klassen 1 und 2 aus psychiatrischer Sicht betrachtet.

### **F10: OTA Dr. Torsten Pippig**

**Der Autor:** OTA Dr. med. Torsten M Pippig, Facharzt für Orthopädie, Zusatzbezeichnungen: Chirotherapie, Sportmedizin, Flugmedizin Flugmedizinischer Sachverständiger und Fliegerarzt der Bundeswehr AME Klasse 1 (LBA) und AME Klasse 3 (BAF), Prüfungsarzt „Flugmedizin“ an der BLÄK München.

In der Einleitung werden die Änderungen in der DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) 2019/27 DER KOMMISSION vom 19. Dezember 2018 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1178/2011 zur Festlegung technischer Vorschriften und von Verwaltungsverfahren in Bezug auf das fliegende Personal in der Zivilluftfahrt gemäß der Verordnung (EU) 2018/1139 des Europäischen Parlaments und des Rates und den Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Part-MED Medical requirements for air crew, Issue 2, 28 January 2019, der European Union Aviation Safety Agency für die Beurteilung muskulo-skelettaler Erkrankungen und Veränderungen erklärt. Im Hauptteil des Vortrages werden aktuelle Standards aber auch Neuentwicklungen bei der Diagnostik und Therapie muskulo-skelettaler Erkrankungen und Veränderungen vorgestellt:

- Arthrose und Endoprothetik auf der Grundlage des aktuellen Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) 2017,
- Konservative vs. operative Therapie bei Verletzungen der oberen Extremitäten,
- Gibt es Neues bei der medikamentösen Therapie rheumatischer Erkrankungen und der Osteoporose?

Am Ende werden einige Beispiele vorgestellt, wie diese im EMPIC abgebildet werden, wann und wie eine Konsultation oder Verweisung durchzuführen ist.

### **F11: Dr. Jörg Siedenburg**

**Der Autor:** Jörg Siedenburg ist Internist, Flugmediziner und Reisemediziner. Nach langen Jahren bei einer großen deutschen Fluggesellschaft, JAA und EASA ist er im Gesundheitsdienst des Auswärtigen Amtes tätig.

#### **Kurzer Ausblick auf den Inhalt:**

Infektionserkrankungen und andere Belastungen können die Gesundheit von privat und beruflich Reisenden beeinträchtigen, insbesondere auch bei international operierenden Fluggesellschaften. Viele Ziele befinden sich in tropischen oder subtropischen Gebieten und die Reisenden sind einer Vielzahl von Erregern ausgesetzt. Reisemedizinische Beratung, Impfungen und Malaria-Prophylaxe sind für alle Reisenden in die entsprechenden Gegenden unabdingbar. Insbesondere bei Fluggesellschaften ist die Vorsorge für Ausbrüche hochkontagiöser Erkrankungen wichtig.

Malaria ist ein potentiell tödliches Risiko in vielen tropischen Reisegebieten. Hauptrisikogebiete sind Westafrika, in etwas geringerem Ausmaß auch Ostafrika. Der Erreger (am wichtigsten: *Pl. falciparum*) wird durch nachtaktive Anopheles-Mücken übertragen. Das Risiko wird bei Flugbesatzungen zwar durch kurze Layover und Unterbringung in 5-Sterne-Hotels zwar etwas vermindert, dennoch sind Expositionsprophylaxe und – in Hochrisikogebieten – eine Chemoprophylaxe unabdingbar. Auch längere Zeit nach einem entsprechenden Aufenthalt sind Fieber und ähnliche Symptome für eine Malaria verdächtig und die Erkrankung sollte umgehend ausgeschlossen werden, um Komplikationen oder gar einen tödlichen Ausgang zu verhindern. Für die sog. Notfall-Selbstbehandlung haben sich die Empfehlungen in diesem Jahr deutlich verändert.

Eine Reihe von Impfungen ist – abhängig von Reiseziel, Dauer und Art des Aufenthaltes zu empfehlen. Impfschutz gegen Tetanus, Diph-

therie und Keuchhusten sowie Masern wird generell empfohlen. Gleiches gilt für Hepatitis A und Influenza, für einige Gebiete auch eine Polio-Auffrischung. Die Gelbfieber-Impfung ist in einigen Ländern vorgeschrieben, seit mehreren Jahren ist die Impfung lebenslang gültig. Andere Impfungen sind individuell zu beurteilen: Hepatitis B, Typhus, Meningokokken-Meningitis, FSME. Für Flugbesatzungen stellt sich selten die Indikation für Impfungen gegen Japanische Enzephalitis oder Tollwut. Da die WHO nach nur 2 Impfungen von einem lebenslangen Schutz ausgeht, kann bei Tollwut die Indikation allerdings etwas großzügiger gestellt werden. Cholera ist für Reisende allenfalls im Ausnahmefall indiziert.

Gegen Reisediarrhoe, die eine Vielzahl von Reisenden betrifft, sind in erster Linie Maßnahmen der Eß- und Trinkhygiene wirksam, auch wenn die Compliance erschwert ist. Bei akuten Infektionen ist in erster Linie Rehydratation indiziert. Ausbrüche hochkontagiöser Erkrankungen können den Reiseverkehr stark beeinträchtigen. Deshalb sind aktuelle epidemiologische Daten und Medical Intelligence unabdingbar.

### **F12: Dr. med. Peter W. Frank**

Reisen und impfen gehören zusammen wie Reisepass und Geldbörse. Die Beratung für Reisen ist immer auch ein guter Anlass, den Impfstatus zu überprüfen und zu komplettieren, dies dient dem Schutz des Reisenden. Neben den Standardimpfungen mit Tot- oder Lebendimpfstoff gibt es immer auch eine Reihe nicht impfpräventabler Erkrankungen. Im Rahmen des Vortrags wird ein kurzer Abriss über die STIKO und aktuellen Standardimpfungen gegeben, sowie auf die Neuerungen auch im Rahmen des internationalen Reiseverkehrs hingewiesen. Empfehlungen zur Reiseapotheke und Verhaltensmaßnahmen runden den Vortrag ab.

## Poster

**P1:** Sönksen S, Kühn S, Noblé H, Tank J, Limper U

### **Reversible Ödeme und White Matter Lesions des zentralen Nervensystems unter extremer normobarer Hypoxie. Ergebnisse einer Höhenmedizinischen MRT-Studie**

#### *Einleitung:*

*Akute Belastungen in großen Höhen sowie unter Sauerstoffmangelsituationen, wie bei Extrembergsteigern, zeigen entsprechend der Literatur<sup>1,2</sup> wiederholt Ödeme des Zentralen Nervensystems<sup>3</sup>. Akute Höhenexposition und Sauerstoffmangelzustände in der Luft- und Raumfahrtmedizin führen zu einer Ödembildung im zentralen Nervensystem (ZNS). Die Auswirkungen von Hypoxie auf das ZNS sind sowohl in der Höhenmedizin als auch in der Luft- und Raumfahrtmedizin nicht abschließend geklärt.*

#### *Fragestellung:*

*Welche Auswirkungen hat die normobare hypoxische Belastung als Äquivalent einer Höhensimulation auf das menschliche Gehirn? Gibt es eine Korrelation zwischen den O<sub>2</sub>-Partialdrücken und zerebralen Veränderungen wie bspw. manifesten Ödematisierungen? Treten während einer 35-tägigen schweren normobaren Hypoxie bei gesunden Probanden morphologische und funktionelle Veränderungen des Gehirns im Vergleich zur Normoxie auf?*

#### *Methodik:*

*Zwei zum Zeitpunkt der Untersuchung höhenakklimatisierte (~4500m ü. NHN) professionelle Bergsteiger (♂, ♀) wurden in einer Druckkammer über drei Wochen stetig abnehmenden O<sub>2</sub>-Partialdrücken bis auf zwischenzeitlich ~8% O<sub>2</sub>-Volumenanteil ausgesetzt. Die folgenden zwei Wochen befanden sich die Probanden tagsüber in einer normobaren Atmosphäre mit 8,5% und zur Nacht bei 8,8% O<sub>2</sub>-Volumenanteil. Die funktionelle Bildgebung des Gehirns erfolgte zur Baseline, dreimal unter normobarer Hypoxie und zwei weitere Male in der Erholungsphase (Sechs Messungen). Die Untersuchungen bestanden aus einer FLAIR-Sequenz, einer Diffusionssequenz und einer suszeptibilitätsgewichteten Sequenz (SWI).*

#### *Ergebnisse:*

*Beide Probanden zeigten eine schwere Hypoxie, jedoch keine neurologischen Defizite und keine klinischen Zeichen eines Hirnödems. Die Anzahl der „white matter lesions“ (WML) stieg während der Hypoxieexposition massiv an (n>100). Innerhalb von 90 Tagen nach der Exposition waren diese Veränderungen komplett reversibel.*

#### *Schlussfolgerungen:*

*Der Aufenthalt in großen Höhen sowie Phasen anhaltender normobarer Hypoxie führen zu imponanten morphologischen Veränderungen des menschlichen Gehirns. Die WML durch anhaltende extreme normobare Hypoxieexposition sind reversibel und müssen somit von den irreversiblen WML abgegrenzt werden, welche mit zunehmenden Alter beim Menschen auftreten. Eine mögliche Erklärung für das Verhalten und die Bildeigenschaften dieser reversiblen zerebralen Veränderungen ist die Ausbildung von multiplen Ödemen des Groß- und Kleinhirns.*

**P2:** HOHM M, MIESEN M

### **Safe Flight: Erhöhung der Flugsicherheit Sportfliegerei durch gezieltes Training**

*Einleitung: Menschliches Versagen zählt zu den Kernfaktoren von Flugunfällen. Insbesondere unzureichendes Training aber auch nicht-standardisierte Schulungsverfahren innerhalb von Ausbildungseinrichtungen führen dazu, dass Flugunfälle zum Teil tödlich enden. Gerade dann, wenn Piloten durch unerwartete Ereignisse in Stress geraten, kommt es zu einer Verkettung von Fehlern, die oftmals als Vorfall oder Unfall enden. Besonders im Segelflug ist die Anzahl der Unfälle mit schwerwiegenden Verletzungen der Insassen gestiegen.*

*Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken ist es notwendig, sicherheitsrelevante Themen und den Bereich der Human Factors umfangreicher in die Aus- und Fortbildung von Privatpiloten zu integrieren. Der entstandene Leitfaden spiegelt in kurzen Hotspots mit integrierten Checklisten und Beispielen wider, was häufig missachtet oder falsch gemacht wird. Gleichzeitig gibt er den Piloten, Flugschülern und Fluglehrern Anregungen, Feedback zu geben, ohne das Selbstbewusstsein des Fehlerverursachenden zu schwächen.*

*Fragestellung: Inwieweit ist es möglich, die Ursachen von menschlichen Fehlern im Cockpit vorzusehen und durch gezieltes Training die Sicherheit in der Privaten- und Sportfliegerei weiter zu steigern? Ist es wirklich am häufigsten Stress, der zu menschlichem Versagen führt, oder tragen auch unzureichende Schulung und Erfahrung (z.B. von Landeplätzen und Wetterlagen), sowie die Schulung von zu vielen unterschiedlichen Meinungen innerhalb der Ausbildung zu solchen Ereignissen bei?*

*Methodik: Um den häufigsten Unsicherheiten und Fehlern, die zu Unfällen führen können entgegenzuwirken, wurde ein Leitfaden für Flugschüler und Fluglehrer erstellt, der nicht nur einfach zu verstehen, sondern auch durch das Belegen von gezielten Unfällen und Studien aufzeigt, wie wichtig eine gute Vorbereitung und ein gutes Training ist. Zur Erstellung des Leitfadens wurden Flugunfälle und Studien, die sich mit Human Factors in der Luftfahrt auseinandersetzen aufgegriffen. Auch wurde analysiert, inwieweit sich in der kommerziellen und militärischen Flugausbildung etablierte Schulungsmuster umsetzen lassen, um insbesondere unerfahrenen und untrainierten Piloten mehr Sicherheit zu geben.*

*Ergebnisse: Wahrnehmungsfehler beim Einschätzen von Landebahnen, Klappensetzung, Notausstieg, der Umgang mit Wirbelschleppen sind nur einige Aspekte, die bei Piloten zu Unsicherheiten führen. Treffen diese auf unerwartete Umwelteinflüsse entsteht Stress im Cockpit, der von vielen Piloten nicht mehr sicher gehandhabt werden kann. Auch ist es auffällig, dass in der kommerziellen und militärischen Luftfahrt etablierte Trainingsverfahren wie das „Chairflying“ oder das kontinuierliche, theoretische Training von „Emergency Procedures“ nicht umgesetzt werden. Insbesondere dann, wenn Piloten oder Schüler lange nicht geflogen sind, wirken diese Verfahren Unsicherheiten entgegen. Langes Suchen von Notverfahren auf Checklisten kostet im Ernstfall Zeit und nicht selten Leben.*

*Schlussfolgerungen: Insgesamt kann durch gezieltes Training von Unsicherheitsfaktoren die Wahrnehmung und das Situationsbewusstsein von Piloten trainiert werden. Die Nutzung des*

*Leitfadens bietet hierbei, insbesondere für Piloten nach nach Lizenzerhalt eine gute Hilfestellung.*

**P3: GENS A, KUEHN-WINKELMANN M, MI-OSGAA A, LEDDERHOS C  
KLASSISCHE METHODEN DER HERZ-KREISLAUFDIAGNOSTIK IM FLUGMEDIZINISCHEN KONTEXT - HERZFREQUENZVARIABILITÄT IN HYPOBARER HYPOXIE**

*Einleitung: Die Herzfrequenzvariabilität (HRV) gilt in der Fachwelt als quantitativer Marker um Aktivitätsänderungen des vegetativen Nervensystems näher zu beschreiben und wird daher im klinischen Bereich zur Risikostratifizierung und Gesundheitsprognose eingesetzt. Im fliegerischen Kontext besteht bei Piloten immer die mögliche Gefahr eines Sauerstoffmangels. Unter Beachtung bestimmter Kautelen (Wahl entsprechend langer Aufzeichnungsperioden) könnte die Bestimmung der HRV ein Baustein für ein tieferes Verständnis physiologischer Antwortreaktionen auf hypobare hypoxische Expositionen und insbesondere nach überstandenen kardialen Ereignissen im Einzelfall auch für die Beurteilung der kardialen Leistungsbreite eines Piloten sein.*

*Fragestellung: Ziel der Studie war es, die Frage zu beantworten, ob mittels klassischer Methoden der linearen HRV-analyse (Zeitbereichs- und Spektralindizes) zusätzliche Informationen über die autonome Kontrolle des Herzens bei hypobarer Hypoxie gewonnen werden können, die über die konventionelle, bloße Erfassung der Herzfrequenz und die Beurteilung des EKGs hinausgehen.*

*Methodik: 37 gesunde männliche Probanden im Alter von  $29 \pm 9,24$  Jahren wurden in der Höhenklima-Simulationsanlage des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe in Königsbrück im Rahmen einer Studie zur Evaluation des Einflusses einer hypobaren Hypoxie auf die auditive Wahrnehmung je zweimal einer 15 min dauernden hypobaren Hypoxie entsprechend einer Höhe von 5000 m ausgesetzt. Dabei sind jeweils nach 5 und nach 10 min eine Tympanometrie durchgeführt und zur Bestimmung der Innenohrfunktion distorsiv produzierte otoakustische Emissionen (DPOAE) registriert worden.*

Zusätzlich wurden die periphere arterielle Sauerstoffsättigung ( $SpO_2$ ), die Durchblutung an Stirn und Nase und das Elektrokardiogramm aufgezeichnet. Aus letzterem wurden die Herzrate und RR-Intervalle sowie die Parameter der HRV (Zeitbereichsindizes: Varianz, SDNN, NN50, RMSSD; Spektralindizes: Totale Power, VLF Power, LF Power, HF Power und der LF/HF-Quotient) vor, während und nach der hypobaren hypoxischen Exposition ermittelt.

Ergebnisse: Die Herzfrequenz stieg erwartungsgemäß von  $76,83 \pm 2,48$  bpm auf Ortshöhe Königsbrück (183 m) auf mittlere Werte von  $92,49 \pm 4,43$  bpm in der Höhe von 5000 m an. Gleichzeitig kam es zu einer Verminderung aller Zeitbereichsindizes der HRV.

Die bei dem vorgegebenen Belastungsmuster erhobenen Daten sprechen dafür, dass es bei der hypobaren Hypoxie entsprechend einer Höhe von 5000 m insgesamt zu einer zunehmenden Prädominanz des Sympathikus (Abfall von Totaler, VLF und LF Power) sowie zu einer begleitenden Reduktion der efferenten vagalen Aktivität (Verminderung der HF Power und der Zeitbereichsindizes) gekommen ist. Nach der Höhenexposition blieben alle Parameter im Vergleich zur Ausgangsmessung, vor Beginn des Unterdrukammeraufstiegs, leicht erhöht.

Schlussfolgerungen: Die Daten der vorliegenden Studie belegen, dass die Analyse der HRV zum besseren Verständnis der autonomen Kontrolle unter hypobarer Hypoxie beitragen kann und für eine (ergänzende) Gefährdungsanalyse und Risikostratifizierung bei Piloten insbesondere nach durchgemachten kardiovaskulären Erkrankungen nutzbar gemacht werden sollte. Inwieweit robustere, nichtlineare HRV-Methoden unter diesen Bedingungen von Vorteil wären, bleibt zu klären.

**P4: Lichterfeld Y, Waßer K, Frett T, Hauslage J, Acharya A, Sachinidis A, Hemmersbach R, Liemersdorf C**

### **Live-Cell Mikroskopie unter veränderten Schwerkraftbedingungen**

Einleitung: In der Gravitationsbiologie verwenden wir Klinostaten und Zentrifugen, um veränderte Schwerkraftbedingungen zu simulieren und zu erzeugen und die Reaktionen zellulärer Systeme darauf auszuwerten. Standardmäßig

werden Proben nach der Exposition aus den Geräten entnommen und chemisch fixiert, wodurch sich mehrere Nachteile ergeben. Zum einen vergeht einige Zeit zwischen Entnahme der Proben und der Fixierung, in der die Zellen wieder normaler 1g Erdbeschleunigung ausgesetzt sind und readaptieren können. Zum anderen kann eine Probe immer nur zu dem einen fixen Zeitpunkt betrachtet werden. Wir haben es uns folglich zur Aufgabe gemacht, Live-Cell Mikroskopie in Hypergravitation und simulierter Mikrogravitation zu etablieren.

Fragestellung: Moderne Mikroskope können vollautomatisch über Remote-Verbindungen angesteuert und bedient werden und eignen sich somit für Anwendungen bei denen man nicht direkt auf sie zugreifen kann, wie zum Beispiel auf Zentrifugen oder Klinostaten. Hypergravitation auf der Zentrifuge oder die Drehung um die eigene Achse im Klinostatenprinzip stellen außergewöhnliche Beanspruchungen an die mikrometeregenaue Feinmechanik eines Mikroskops dar. Welche Herausforderungen gibt es bei der Anpassung eines Live-Cell Mikroskops und wie haben wir diese gemeistert?

Methodik: Für Live-Cell Mikroskopie in Hypergravitation haben wir ein Zeiss Axio Observer Mikroskop mit einer kleinen Inkubationseinheit sowie motorisiertem Tisch und Definite Focus Modul ausgestattet. Für dieses Mikroskop wurde eine ausschwingende Plattform gebaut und auf einen Arm der SAHC<sub>1</sub> (Short Arm Human Centrifuge) im DLR :envi hab platziert. Vom Zentrifugenkontrollraum aus lässt sich das Mikroskop in Echtzeit bedienen und lebende Zellen bei bis zu 2g Hypergravitation betrachten. Das neue Klinostatenmikroskop hat als zentrales Element ein Keyence Fluoreszenzmikroskop, welches horizontal gelagert wird und bei 60 Umdrehungen pro min um seine eigene Achse rotiert, wobei der Strahlengang des Mikroskops und damit auch der Objektträger genau auf der Drehachse liegt, um die Probe minimalen Restbeschleunigungen auszusetzen und damit in simulierter Mikrogravitation beobachten zu können. Die komplette Mikroskopeinheit ist von einer Inkubationskammer ummantelt, so dass auch Zellkulturen bei 37°C untersucht werden können.

Ergebnisse: Durch das Betrachten von Zellen und Geweben in Echtzeit oder in Zeitrafferaufnahmen lassen sich vorher nie dagewesene Ein-

blicke in Dynamiken von Zellen und deren Reaktion auf veränderte Schwerkraftbedingungen gewinnen. Die Analyse der Migrationsgeschwindigkeiten von Astrozyten (ein Typ Gliazelle im Gehirn) über 24 Stunden bei 2g Hypergravitation deutet auf kritische Zeitfenster in der Adaptation dieser Zellen auf die erhöhte Schwerkraft hin. Im Klinostatenmikroskop konnten wir u.a. die Schlaggeschwindigkeit von aus Stammzellen abgeleiteten Herzmuskelzellen in simulierter Mikrogravitation messen.

Schlussfolgerungen: Durch die Kombination von Mikroskopie und Bodenanlagen können wir nun neue Einblicke in (intra-)zelluläre Dynamiken und Reizantworten unter veränderten Gravitationsbedingungen gewinnen.

**P5: Zahedi F, Oertel M, Pippig T**  
**Sind Luftfahrzeugführer, Besatzungsmitglieder und lizenzpflichtiges Personal der Bundeswehr ausreichend mit Vitamin-D versorgt? Erste Ergebnisse.**

Einleitung: Vitamin D steht für eine Gruppe fettlöslicher Vitamine, die Calciferole. Zu den wichtigsten Formen gehören Vitamin D<sub>2</sub> (Ergocalciferol) und Vitamin D<sub>3</sub> (Cholecalciferol). VitD ist wichtig für den Stoffwechsel, die bekannteste Funktion ist die Beteiligung am Knochenstoffwechsel, es nimmt damit eine Schlüsselrolle bei der Knochenmineralisierung ein. Fragestellungen: Sind Luftfahrzeugführer, Besatzungsmitglieder und lizenzpflichtiges Personal der Bundeswehr ausreichend mit VitD versorgt? Wie ist der VitD-Level im Jahresverlauf? Gibt es regionale Unterschiede? Wie korrelieren die VitD-Werte mit dem Lebensalter, dem Körpergewicht (BMI), dem C-reaktiven Protein im Serum (CRP), der Harnsäure (HSR) i.S. oder der körperlichen Leistungsfähigkeit (PWCmax)? Methodik: Vom 01.12.2017 bis 30.11.2018 wurden 2176 Anwärter und Luftfahrzeugführer (LFF), Besatzungsmitglieder und lizenzpflichtiges Personal im Rahmen der vorgeschriebenen Verwendungsuntersuchungen im Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe (ZentrLuRMedLw), in der Fachgruppe II 3 „Klinische Flugmedizin“ (FG II 3) untersucht. Neben der körperlichen Untersuchung und bildgebender Verfahren erfolgt immer eine Untersuchung des Urins und des Blutes. Folgende Parameter wurden in dieser Studie

untersucht und ausgewertet: Alter, BMI, Dienstort (Postleitzahl, PLZ), VitD i.S., CRP i.S., HSR i.S., PWCmax und klinische Auffälligkeiten (osteologische Erkrankungen, Frakturen und muskuloskeletale Operationen). Bei den Erstbewerbern für eine fliegerische Verwendung (LFF) in der Bundeswehr (Heer, Marine oder Luftwaffe) wurde keine VitD-Bestimmung i.S. durchgeführt. In dieser ersten Arbeit werden die körperliche Fitness und die Klinik nicht dargestellt. Folgende VitD-Referenzwerte (immer in ng/ml) wurden berücksichtigt: < 10: schwerer VitD-Mangel, < 20: VitD-Mangel, 20-30: VitD-Unterversorgung, 30-60: gute Normalwerte, 60-90: hohe Werte und > 90: Überversorgung. Ergebnisse: 1558 (71,6%) der Probanden (Pb) waren Pilotenanwärter, aktive Piloten und ehemalige Piloten der Bundeswehr. In der Studie sind 136 Frauen (6,8%) aufgenommen. Das Durchschnittsalter betrug 39,8 Jahre. Der VitD-Mittelwert aller 2176 Pb betrug 24,5 (= VitD-Unterversorgung), im Winter (NW=514): 22,9, im Frühjahr (NF=527): 23,7, im Sommer (NS=576): 29,7 und im Herbst (NH=559): 25,6. Einen schweren VitD-Mangel hatten 59 aller Pb (2,7%), 589 (27,1%) einen VitD-Mangel, 909 (41,8%) waren unterversorgt, 601 (27,6%) hatten normale Werte und 18 Probanden (0,8%) hatten hohe Werte (kein einziger Messwert lag > 150). Nur in der Untergruppe August 2018 (n=207) wurde im Durchschnitt der empfohlene VitD-Normalwert erreicht (31,7). In der Untergruppe März 2018 (n=164) lag der Mittelwert bei 19,3 (= VitD-Mangel), in den anderen 10 Monaten lag der VitD-Wert zwischen 21,8 (Februar 2018) und 28,8 (Juni 2018). Die Gruppe der 136 Frauen (6,8%) hatte einen mittleren VitD-Wert von 27,8 (= Unterversorgung). Die Pb-Gruppe mit einem hohen BMI (> 30 = Adipositas, n= 116), hatten den niedrigsten VitD-Spiegel i.S. (24,1). Nur in den Altersgruppen 40-50 Jahre und älter 50 Jahre wurde ein normaler VitD-Spiegel (> 30) gemessen. Die Pb die im Ausland eingesetzt waren (n=92) hatten den höchsten VitD-Spiegel (28,4). Pb mit den PLZ 2XXXX, 4XXXX und 9XXXX erreichten im Sommer 2018 einen VitD-Wert > 30,0. CRP und HSR hatten keinen Einfluss auf den VitD-Spiegel i.S. Schlussfolgerungen: Trotz des „Jahrhundertsommers 2018“ hatten 71,6% aller Pb einen VitD-Spiegel < 30 ng/ml, sogar 29,8% hatten definitionsgemäß einen schweren bzw. VitD-Mangel. Die saisonalen Schwankun-

gen sind bekannt, sind aber nicht sehr stark ausgeprägt. Ein hoher BMI scheint sich ungünstig auf den VitD-Spiegel auszuwirken (24,1).

**P6: Polzer J, Lauber B, Tauber S, Layer L, Thiel CS, Ullrich O**

### **Long-term microgravity effects on primary human macrophages**

*Einleitung: The immune system is one of the most affected systems of the human body during spaceflight and immune cells are exceptionally sensitive to microgravity. It is therefore crucial, to understand how immune cells react to the new gravitational environment e.g. by cellular morphological and functional changes and whether adaptation processes lead to a new cellular homeostasis.*

*Fragestellung: In this study we addressed the question how microgravity associated long-term alterations influences cellular parameters like cell and nucleus volume and surface area. Comparisons were made with previously published short term effects, investigated on the TEXUS 54 mission.*

*Methodik: A spaceflight experiment was performed during the Antares Orbital ATK-8 mission. Primary human macrophages were differentiated and exposed either to 1g on ground or microgravity on board the International Space Station. After 9 days cells were fixed with PFA and stored at 4°C until the download of the experiment. Cell samples were then stained with dyes for nucleus (DAPI), as well as cytoplasm and membranes (CellMask).*

*Ergebnisse: We investigated the cell geometric parameters of microgravity and 1g ground control samples. 3D confocal images processed with the IMARIS software package were analyzed for cell and nucleus volume and surface area. The results of this study were compared to the data of the previously performed TEXUS 54 mission, where fast adaptation of cellular and nuclear morphology were observed.*

*Schlussfolgerungen: The experiment on the ISS showed changes in cellular and nuclear geometry after 9 days of microgravity. The comparison*

*of the results of this study with the previously executed TEXUS 54 experiment indicates a two-step-homeostasis: 1) a rapid increase and subsequent adaptation during the first six minutes of microgravity exposure followed by 2) a second increase after 9 days.*

**P7: Ullrich O**

### **Schwerelosigkeit, Biodiversität und Umwelt: Forschungsflüge des «UZH Space Hub» vom Militärflugplatz Dübendorf**

*Im Jahr 2018 führte das Innovationscluster Luft- und Raumfahrt der Universität Zürich (UZH Space Hub) mehrere grössere Forschungsflugkampagnen vom Militärflugplatz Dübendorf durch: Die «3rd Swiss Parabolic Flight Campaign» zur Forschung in Schwerelosigkeit mit dem Airbus A310 ZERO-G, Messflüge in der Biodiversitätsforschung mit einem King Air B200 in Zusammenarbeit mit der NASA und ein Flugeinsatz des Zeppelin NT zur Testung von Technologien zur Plastikmülldetektion.*

*Auf der 3rd Swiss Parabolic Flight Campaign wurden verschiedene wissenschaftliche Experimente Schweizer Forschungseinrichtungen (UZH, Uniklinik Balgrist, ETHZ, EAWAG, HSLU und HSG) und der schweizerisch-israelischen Firma SpacePharma (Courgenay, JU) durchgeführt. Die Chinese Academy of Sciences (CAS) testete Fertigungsverfahren für Weltraumwendungen. Auf den bisherigen Schweizer Parabelflügen wurden bisher 16 Experimente in der Schwerelosigkeit durchgeführt.*

*Im Sommer 2018 wurde eine Forschungsflugkampagne mit einer umgebauten King Air B200 des NASA Jet Propulsion Lab mit einem neuentwickelten bildgebenden Spektrometer (AVIRIS-NG, «Airborne Visible InfraRed Imaging Spectrometer – Next Generation») durchgeführt, das die Vegetation kartierte und ihren Stoffwechselzustand bewertete, validiert durch den Abgleich mit aufwendig am Boden erhobenen Daten. Dieses Gemeinschaftsprojekt von NASA und Remote Sensing Lab (RSL) der Universität Zürich soll zur Entwicklung eines Satelliten-basierten Messgerätes führen, das die Biodiversität auf dem gesamten Planeten Erde fortlaufend kartiert und überwacht.*

Der AVIRIS-Messkampagne im Sommer folgte im September 2018 ein Einsatz des Zeppelin NT zur Testung einer Hyperspektralkamera zur Detektion von Plastik im Wasser (Projekt «Plastic Waste Mapping» der Remote Sensing Laboratories RSL der Universität Zürich). Dazu wurden im Weiher auf dem Irchel-Campus der Universität Zürich und in der Greifensee-Region verschiedene Testkörper aus Plastik ausgebracht, die durch den Zeppelin NT auf verschiedenen Flugrouten und aus verschiedenen Höhen detektiert wurden. Diese Sensorentwicklung kann dazu beitragen, die Plastikverschmutzung der Weltmeere besser zu lokalisieren.

In der Region Dübendorf sind auf kleinem Raum hohe Kompetenzen in den Bereichen Flugsicherung, Betrieb und Wartung, Wissenschaft und Technologie vorhanden, die interdisziplinäre Forschung und R&D Aktivitäten ermöglichen. Die einzigartige Kombination von Innovationspark und Flughafen kann bedeutende Impulse für Wirtschaft, Industrie, Wissenschaft und Innovation setzen. Die erfolgreichen Forschungsflugmissionen 2018 haben erneut in der Praxis klar gezeigt, dass auf dem Flugplatz Dübendorf moderne Forschung und Aviatik hervorragend Hand in Hand arbeiten können.

**P8: Jakobs FM, Hering D, Wahl V, Hoffmann MA, Gebhard M, Frischmuth**  
**Einfluss der Präzision objektiver Refraktionsbestimmungen auf die Tauglichkeitsraten von Erstbewerbern für den fliegerischen Dienst in der Bundeswehr**

*Hintergrund:*

Wie bereits in früheren Arbeiten gezeigt, reichen gerätespezifische, intra- und interindividuelle Retest-Reliabilität der objektiven Refraktion nicht aus, um statistische Nullabweichung bei wiederholten Messungen zu gewährleisten. Dies kann zu gutachterlichen Fehlentscheidungen bei der flugmedizinischen Tauglichkeitsfeststellung (Wehrfliegerverwendungsfähigkeit, WFV) führen. Die vorliegende Arbeit dokumentiert die Ergebnisse einer Modellrechnung unter Einbezug einer minimaldioptrischen Messtoleranz und ih-

ren hypothetischen Einfluss auf die Tauglichkeitsraten einer 10-Jahres-Kohorte von Erstbewerbern am Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe.

*Methodik:*

Die refraktometrischen Daten der Erstbewerber für eine fliegerische Verwendung (Erstuntersuchung auf WFV) der Jahre 2005 bis 2015 wurden aus der institutsinternen Datenbank extrahiert und retrospektiv unter Einrechnung einer Toleranz von  $\pm 0.25$  dpt reevaluiert. Die statistische Modellierung erfolgte (1) in Bezug auf die sphärische Refraktion, (2) in Bezug auf die zylindrische Refraktion sowie (3) in Bezug auf das sphärische Äquivalent. Unilaterale Grenzwertüberschreitung an einem Auge wurde als hinreichende Bedingung für die Nicht-Verwendungsfähigkeit (Untauglichkeit) gewertet. Die Daten wurden für Jet- sowie Hubschrauber/Fläche-Bewerber getrennt berechnet und mit den Daten von mit- und nichtfliegendem Personal verglichen.

*Ergebnisse:*

Es wurden insgesamt  $n=7.709$  verwertbare Datensätze identifiziert. Hiervon waren 4.451 fliegerische Erstbewerber, 951 Additional Crew Members (ACM) und 2.307 non-Pilot-/non-ACM-Bewerber. Implementation einer Toleranz von 0.25 dpt führte zu einer Reduktion der Fluguntauglichkeitsraten von 24.7% auf 14.8% für Jet-Bewerber, während der Effekt deutlich geringer für Hubschrauber-/Flächen-Bewerber (5.4% vs. 4.8%) ausfiel und nur noch marginal für ACM (2.8% vs. 2.2%) und Bodenpersonal (1.0 vs. 0,9%) nachweisbar war. Als kritischer Parameter wurde die zylindrische Refraktion (Astigmatismus) identifiziert, die im Jet-Bereich bei Einrechnung der Toleranz zu einer Verdoppelung der respektiven Tauglichkeitsraten (19.8% vs. 9.6%) führte.

*Schlussfolgerungen:*

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Implementation einer minimaldioptrischen Messtoleranz in die objektive Refraktionsbestimmung unter realen Bedingungen zu einem beträchtlichen Anstieg der optometrischen Tauglichkeitsraten insbesondere im Bereich der Jet-Bewerber führen würde. Für die Luftwaffe wären dies 437 Erstbewerber mehr gewesen, die innerhalb der letzten 10 Jahre für den fliegerischen Dienst auf den militärischen Luftfahrzeugen EF-2000 Typhoon, F-4F Phantom oder PA-200 Tornado hätten akqui-

riert werden können. Eine entsprechende Anpassung der gutachterlichen Bewertungspraxis wird empfohlen.

**P9:** T. Rahne, R. Köppke, H.-G. Fischer, M. Nehring

**DOES AMBIENT NOISE OR HYPOBARIC ATMOSPHERE IN A PASSENGER AIRCRAFT INFLUENCE OLAFACTORY AND GUSTATORY FUNCTION?**

**INTRODUCTION:** Hypobaric atmosphere in a passenger cabin has been hypothesized as the main contributing factor for a decreased sense of

**METHODS:** Using a hypobaric chamber odor identification, discrimination, and thresholds as well as taste identification and threshold scores were measured in 16 healthy male volunteers under normal and hypobaric conditions (800mbar=6380 ft) using clinically proven tests. In both conditions, background noise was either cancelled out or replaced by white noise presentation (70 dB). White noise and altitude are comparable with conditions in passenger aircrafts.

**RESULTS:** Olfactory sensitivity for n-butanol and gustatory sensitivity for 'salty' were impaired in a hypobaric atmosphere. White noise stimulation impaired the sensitivity for 'sour', but not for 'bitter', 'salty', and 'sweet' tastants. All odor test results were not influenced by the noise.

**DISCUSSION:** We conclude that hypobaric or noisy environments in an aircraft could impair gustatory and olfactory sensitivity selectively for particular tastants and odorants.

**P 10:** Behrendt L, Stock L, Nerlich L, Meyer M, Jansen S, Schmitz J, Kerkhoff S, Klußmann J, Vingerhoets A, Hinkelbein J  
**Hypobaric Hypoxia does not have an impact on the mood state**

**Introduction:** Increasing altitude results in Hypobaric Hypoxia characterized by a decreased oxygenation of the human body. Previous studies demonstrated decreasing cognitive functions

flavor. In a flying aircraft cabin noise is present additionally to a reduced air pressure. The influence of the noise on flavor and odor in this special environment has not yet been investigated. The objective of the study was to determine for the first time the contributing effects of noise and hypobaric atmosphere to a decreased tasting or smelling. Multidimensional food perception is mainly based on gustatory and olfactory function. Recent research demonstrated that hypobaric pressure impaired subjects' gustatory function and background noise or distracting auditory stimulation impaired the olfactory function for numerous tastants.

and coordination, memory loss, and finally loss of consciousness (1). Whereas the physiological impact was carefully examined in previous studies, it remains unclear if and how both mood and emotions are also altered by hypoxia. The present study aimed to test healthy volunteers for emotional symptoms of hypoxia.

**Methods:** In this study, 5 groups of each n=20 participants (in total, N=100) were subjected to different air pressures (Hypobaric Hypoxia) at either oft (control; n=20), 10,000ft (total pressure, 696 hPa; n=40) or 15,000ft (572 hPa; n=40) for either 30 or 60 minutes in a pressure chamber (HAUX, Cuxhaven, Germany). The participants in each condition had to complete three mood state (PANAS; (Watson et al., 1988)) measures as well as the regular and an emotional Stroop task (Williams et al., 1996). This project was reviewed and approved by the ethical committee of the University Hospital of Cologne (no. 18-045; clinical trials registration: NCT03823677). For statistical analysis, ANOVA test was applied ( $p < 0.05$  was considered significant).

**Results:** We failed to find significant differences in mood state between the different conditions. In addition, no significant differences were found between the three different administrations of the PANAS questionnaire, neither on the positive nor on the negative dimension, indicating that the moods of the participants did not change significantly during the experiment. We further found a nearly significant effect of condition ( $P = .056$ ) on the reaction times of the Stroop tasks, while no differences in the amounts of errors were detected between conditions. Finally,

there was a significant effect of the Stroop conditions on the reaction times and the error rates. The three emotional Stroop conditions did not differ from each other, but the standard Stroop yielded significantly slower reaction times and more errors.

*Conclusions:* Hypobaric Hypoxia at different altitudes does not seem to have an impact on the moods of the participants. On the other hand, their psychological and/or motoric functions may be affected, as evidenced by the nearly significant slowing of the reaction times in the altitude conditions. A final remarkable finding was that the three emotional Stroop conditions failed to yield any systematic difference in reaction times.

**P11: Möller F, Hoffmann U, Dalecki M, Dräger T, Doppelmayr M und Steinberg F**  
**Körperliche Belastungsintensität in Flachwasser-Immersion beeinflusst exekutive Funktionen selektiv**

**Einleitung:** Akute körperliche Belastung (KB) beeinflusst kognitive Leistungsfähigkeit unter kontrollierten Laborbedingungen. Die Auswirkungen von KB auf kognitive Leistungsfähigkeit unter extremen Umweltbedingungen wie Wasserimmersion sind bisher nicht untersucht.

**Fragestellung:**

Intakte kognitive Leistungsfähigkeit ist besonders in anspruchsvollen, sich dynamisch ändernden Umgebungen von zentraler Bedeutung für die eigene Sicherheit. Ziel dieser Studie war es

daher, den Einfluss von KB (schwimm-tauchen) und Belastungsintensität auf die kognitive Leistungsfähigkeit in Wasserimmersion zu untersuchen.

**Methodik:** 27 gesunde Probanden (16 Männer, 11 Frauen;  $28.9 \pm 7.4$  Jahre alt) nahmen an zwei Experimenten mit entweder moderater oder hoher körperlicher Belastung teil. In einem Pre/Post Crossover- Design absolvierten die Probanden kognitive Tests einmal vor und nach KB in Flachwasser-Immersion (WET) sowie vor und nach Inaktivität im Labor (DRY). Kognitive Leistungsfähigkeit wurde anhand exekutiver Funktionen mit dem Eriksen Flanker Test (Inhibition) und dem 2-back Test (Arbeitsgedächtnis) auf einem Unterwasser-Tablet-Computer untersucht.  
**Ergebnisse:** ANOVAs ergaben verbesserte Reaktionszeiten ausschließlich für den Flanker Test nach moderater Belastung in der WET Bedingung.

**Schlussfolgerungen:**

Kognitive Leistungsfähigkeit wird auch in der extremen Umweltbedingung der Wasserimmersion intensitätsabhängig von KB beeinflusst. Positive Effekte treten verstärkt bei moderater Belastungsintensität auf. Mögliche Anwendungsbereiche dieser und zukünftiger Studien liegen im Bereich von Aufenthalt und Arbeit Unterwasser sowie in Mikrogravitation.

## Berichte der Arbeitsgruppen

### AG Raumfahrtmedizin / Space Life Sciences

Die Mitglieder AG Raumfahrtmedizin sind mit mehr als 100 wissenschaftlichen Publikationen in den letzten beiden Jahren, mit führenden Positionen in nationalen und internationalen Wissenschaftseinrichtungen und Forschungskonsortien international sichtbar und anerkannt. In der Praxis führen sie neben Forschungen in Klinik und Laboren ihrer jeweiligen Einrichtungen verschiedene internationale Forschungsmissionen auf Parabelflügen, Forschungsraketen, Satelliten und der Internationalen Raumstation (ISS) durch. Mitglieder der AG Raumfahrtmedizin sind auf den Kongressen der DGLRM, der AsMA und dem International Astronautical Congress (IAC) aktiv vertreten, sie schreiben Beiträge für die ärztliche und wissenschaftliche Fortbildung, u.a. für die DGLRM in „Flugmedizin – Tropenmedizin - Reisemedizin“ und betreuen eine Vielzahl von Nachwuchswissenschaftlern.

Dennoch stehen aktuell und in der Zukunft grosse Aufgaben an: Die AG Raumfahrtmedizin stellt zunehmende Probleme im Bereich des wissenschaftlichen und ärztlichen Nachwuchses fest. Die schwierige Lage der öffentlichen Forschungsfinanzierung im Bereich Space Life Sciences und Raumfahrtmedizin, verbunden mit einem besonders hohen operationellen und zeitlichen Aufwand dieser Forschung, ausgeführt in einer Gesamtlage wissenschaftspolitischer Unsicherheiten und dem Mangel an echten Langzeitperspektiven und -Konzepten macht dieses Wissenschaftsgebiet – im Vergleich zu anderen Gebieten - zu einer Risikounternehmung. Im nicht-öffentlichen Bereich andererseits sind echte Forschungs- und Innovationspartnerschaften mit der Industrie im Sinne des «Space 4.0» (ESA) noch zu wenig entwickelt. In Folge dessen wird ein kontinuierliches Wegbrechen des Mittelbaus, ein frühzeitiges Abwandern begabter Nachwuchswissenschaftler in andere Aufgabenbereiche und eine sinkende Bereitschaft des Nachwuchses, sich in diesem Fachgebiet zu engagieren, festgestellt. Fragestellungen und Themen der Raumfahrtmedizin / Space Life Sciences sind beim Nachwuchs zwar weiterhin als sehr relevant angesehen, die aktuellen wissenschafts- und förderpolitischen Rahmenbedingungen schrecken aber die meisten ab.

Als Fachgesellschaft bemühen sich die Mitglieder der DGLRM und der AG Raumfahrtmedizin in ihren jeweiligen akademischen, ärztlichen und/oder wissenschaftspolitischen Tätigkeitsbereichen, trotz der schwierigen Situation kontinuierlich um das Bestmögliche, teilweise mit neuen und erfolgreichen Initiativen. Die DGLRM hat in Form der Fortbildungszertifikate in der Raumfahrtmedizin Massnahmen zur Anerkennung von Fortbildungsanstrengungen ergriffen und auf dieser Jahrestagung Travel Awards für Nachwuchswissenschaftler vergeben. Die Bildung einer starken, aktiven und positiven «Community» ist weiterhin das Ziel der Anstrengungen der AG Raumfahrtmedizin in der DGLRM.

Prof. Prof. mult. Dr.med. Dr.rer.nat. Oliver Ullrich

AG Raumfahrtmedizin / Space Life Sciences

## Bericht der AG Arbeitsmedizin

Jörg Hedtmann

### 1. aktuelle Themen 2019

#### Fume and Smell Events

Die Phase der Sammlung von Blut- und Urinproben betroffener Crewmitglieder durch Notfallambulanzen im Auftrag der BG Verkehr und des Instituts für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV in Bochum wurde fortgesetzt und kann wahrscheinlich in diesem Jahr abgeschlossen werden. Die Ergebnisse sollten erstmals seit einiger Zeit wieder Bewegung in die wissenschaftliche Diskussion bringen können.

#### UV Exposition

Untersuchungen im Rahmen des Projektes GENESIS-UV erbrachten mittelgradig relevante Expositionen für eine bestimmte Gruppe von Flugzeugladern, Hubschrauberpiloten zeigten keine relevante Exposition. Aktuell wird der Einfluss unterschiedlicher Materialien der Cockpitscheiben auf deren UV-Durchlässigkeit diskutiert.

#### Blaues Licht

Erneut ist der Einfluss von blauem Licht auf die Entwicklung einer Katarakt in die Diskussion geraten.

#### Belastung des Kabinenpersonals bei Serviertätigkeiten

Das Projekt umfasste die Ermittlung und Bewertung von körperlichen Belastungen bei Serviertätigkeiten in neuen Servicekonzepten. Dabei wurde auch der Vergleich zu vorhergehenden Studien der Jahre 1995 und 2004 gezogen. Die Ergebnisse sind durch den Studienpartner noch nicht publiziert.

### 2. Veröffentlichungen seit der Jahrestagung 2018

Hedtmann J, Caumanns C, Weiss T, Koslitz S, Metzdorf U, Schindler B, Felten C, Bruening T, Volatile Organic Compounds (VOC) And Organophosphates In Blood And Urine Samples Of Flying Personnel After "Fume And Smell Events", ICASM 2018, proceedings: Bangkok 2018

Hedtmann J, Caumanns C, Metzdorf U, Felten C, Schindler B, Koslitz S, Bruening T, Weiss T, Human Biomonitoring After Fume And Smell Events – Requirements For Analytics And Conclusions, Aviation, Space and Environmental Medicine (90), 204, Las Vegas 2019

### 3. Veranstaltungen

Das Fortbildungsseminar "Arbeitsmedizin in der Luftfahrt" wurde 2019 vollständig überarbeitet und im August 2019 erstmals in Zusammenarbeit von BG Verkehr, DLR und IAG beim DLR in Köln durchgeführt. Das Angebot wurde erfreulich gut wahrgenommen. Durch die Seminargröße und das akademische, wie praxisorientierte Umfeld konnte allen Teilnehmern ein besonderes Fortbildungsevent geboten werden. Das Seminar soll auch 2020 wieder angeboten werden.

## AG Orthopädie in der Flugmedizin

Aufgrund der steigenden Anzahl an Rückenbeschwerden (LWS und HWS) bei Jet- und Helikopterpiloten wurde die trinationale Arbeitsgruppe Rücken D-A-CH von medizinischen Fachkräften aus Deutschland, Österreich und der Schweiz gegründet. Rückenbeschwerden könnten ein Sicherheitsrisiko für die Piloten und den Auftrag darstellen, weshalb die präventiven Massnahmen im Fokus der Arbeitsgruppe stehen. Einige Erkenntnisse konnten bereits geschaffen werden durch den internationalen Abgleich der Tauglichkeitskriterien für Pilotenanwärter bezüglich der Rückenstrukturen. Es werden folglich Empfehlungen der Tauglichkeitskriterien für fliegendes und springendes Personal ausgearbeitet und ein Kriterienkatalog für Röntgen- und MRI Beurteilungen erstellt.

Oberstleutnant Dr. med. Denis Bron

## Bericht der AG Militärische Flugmedizin und extreme Umwelten

In der militärischen Flugmedizin ist die wissenschaftliche Bearbeitung flugmedizinischer Themen eine zentrale Aufgabenstellung und hat eine lange Tradition. Unter den Begründern der DGLRM im Jahre 1961 waren auch anerkannte und verdiente militärische Fliegerärzte.

In diese Arbeitsgruppe (AG) sollen spezifische militärische flugmedizinische Fragestellungen präsentiert, der wissenschaftliche Nachwuchs gefördert, die zivil-militärische Kooperation vertieft und jungen interessierten zivilen und militärischen Forschern die Präsentation auf den verschiedenen Fachtagungen erleichtert werden.

Einige Schwerpunkte der militärischen wissenschaftlichen Betrachtungen sind die Eignung, die Begutachtung und die physischen-psychischen Belastungen in High Performance Fighter Aircraft (HPFA), die Belastungen und der Schutz von Luftfahrzeugführern und Besatzungsmitgliedern im weltweitem Einsatz, Rettungssysteme (Schleudersitz, Fallschirm) und Schutzbekleidung (Anti-G-Suit, Fliegerhelm) in militärischen Luftfahrzeugen, der taktische und strategische Lufttransport von Verletzten und Erkrankten, Human Performance Optimization (HPO) und viele weitere interessante Fragestellungen. Die AG ist für alle Interessierte offen. Derzeit hat die AG 14 Mitglieder.

Die umfangreichen Aktivitäten, Publikationen, Vorträge, Präsentationen und Poster sind auf der AG-Seite [www.dglrm.de](http://www.dglrm.de) nachzulesen. Auf vielen internationalen (z.B. STO der NATO, AsMA, ECAM, ÖGLM) und nationalen (z.B. Arbeitstagung der Fliegerärzte der Bundes, DGLRM) Tagungen und Kongressen sind Kollegen der AG präsent.

Auch in der zertifizierten flugmedizinischen Aus-, Fort- und Weiterbildung (z.B. DAF, Bundeswehr, regionale Fortbildungsveranstaltungen für Fliegerärzte) bringen Mitglieder der AG ihre langjährigen Erfahrungen und ihr Fachwissen ein.

Mit 16 wissenschaftlichen Preisen und Auszeichnungen von 2011 bis heute wurden die Leistungen der AG-Mitglieder gewürdigt.

Es lohnt sich also in der AG mitzuarbeiten.

Unser Hauptziel ist aber den wissenschaftlichen Nachwuchs in der Flugmedizin und Raumfahrtmedizin zu fördern und zu unterstützen.

Ein wichtiges Merkmal der fachlichen Qualität und Kompetenz der Fachgesellschaft und ihrer AG's sind Publikationen und Präsentation. Auch hier bieten wir unsere Unterstützung an.

OTA Dr. med. T. Pippig, AG-Leiter

## AG Notfallmedizin und Luftrettung

Ansprechpartner und Leiter der AG:  
Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein, D.E.S.A., E.D.I.C., F.As.M.A.  
E-mail: jochen.hinkelbein@dglrm.de

Die DGLRM-Arbeitsgruppe "Notfallmedizin und Luftrettung" widmet sich der Bearbeitung notfallmedizinischer Fragestellungen und speziell auch Aspekten der Luftrettung. Dieses Aufgabenfeld stellt eine engumschriebene Schnittmenge zwischen dem klinisch-notfallmedizinischen Bereich und dem flugmedizinischen Bereich dar. Hierzu ist die Expertise aus beiden Bereichen notwendig, um spezifische Aspekte zu bewerten und zu analysieren.

Schwerpunkte der Arbeitsgruppe sind insbesondere die Analyse von Flugunfällen (z.B. Rettungshubschrauber) sowie das Management von Notfällen im Zusammenhang mit Linienflugbetrieb (z.B. Notfallmedizinische Ausstattung an Bord von Luftfahrzeugen, Notfälle an Bord von Luftfahrzeugen). Darüber hinaus beschäftigt sich die AG in Zusammenarbeit mit der Space Medicine Group der European Society of Aerospace Medicine (ESAM) mit der Erstellung notfallmedizinischer Konzepte für Langzeitmissionen in der Raumfahrt.

Die AG ist für alle Interessierte offen.

### Ausgewählte Publikationen aus dem letzten Jahr:

Hinkelbein J, Adler C, Bernhard M, Hohn A, Jansen S, Komorowski M, Glaser E, Warnecke T, Kalina S, Kerkhoff S, Hinkelbein F, Braunecker S, Neuhaus C  
**Notfälle an Bord von Linienflugzeugen: In-Flight Medical Emergencies (IFME) und In-Flight Cardiac Arrest (IFCA)**  
*Notarzt* 2018;34:297-303

Hinkelbein J, Neuhaus Ch  
**In-flight cardiac arrest and in-flight cardiopulmonary resuscitation during commercial air travel: consensus statement and supplementary treatment guideline from the German Society of Aerospace Medicine (DGLRM): reply**  
*Intern and Emerg Med* 2019;

Schmitz J, Kerkhoff S, Braunecker S, Warnecke T, Hinkelbein J  
**Kardiopulmonale Reanimation im Weltall**  
*Flugmed Tropenmed Reisemed* 2018;25:162-166

Hilbert-Carius P, Struck M, Hofer V, Hinkelbein J, Wurmb Th, Bernhard M, Hossfeld B  
**Transport beatmeter Notfallpatienten vom Hubschrauber zum Krankenhauszielort (HOVER-Studie): Ergebnisse einer Onlineumfrage**  
*Anaesthesist* 2018;67:821-828

Kerkhoff S, Komorowski M, Schmitz J, Jansen S, Meyer MF, Warnecke T, Hinkelbein J  
**Medizinische Versorgung bei Langzeitmissionen in der Raumfahrt**  
*Flugmed Tropenmed Reisemed* 2018;25:213-218

Hinkelbein J, Warnecke T, Schmitz J, Kerkhoff S, Komorowski M, Neuhaus Ch  
**Airway management in microgravity – a systematic review**  
*Aerosp Med Hum Perform* 2019;90(3):209-210

Hinkelbein J, Schmitz J, Glaser E

**Pressure but not the fraction of oxygen is altered in the aircraft cabin**

*Anaesth Intens Care* 2019;47(2):209

Kerkhoff S, Komorowski M, Neuhaus Ch, Schmitz J, Hinkelbein J

**Development of a guideline for CPR in microgravity**

*Aerosp Med Hum Perform* 2019;90(3):210-211

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

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

*Acta Anaesthesiol Scand* 2018;63(1):2-7

## AG Leitlinien, Empfehlungen und Standards

Ansprechpartner und Leiter der AG:

Prof. Dr. med. Jochen Hinkelbein, D.E.S.A., E.D.I.C., F.As.M.A.

E-mail: jochen.hinkelbein@dglrm.de

Die DGLRM-Arbeitsgruppe „Leitlinien, Empfehlungen und Standards“ wurde im Jahr 2014 gegründet und durch den Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (DGLRM e.V.) eingesetzt. Die Arbeitsgruppe widmet sich der Erarbeitung bzw. Überarbeitung neuer bzw. existierender Leitlinien, Empfehlungen und Standards. Dazu stehen die AG-Mitglieder in engem Kontakt zu Experten der eigenen und anderen Fachgesellschaften. Um fundierte Leitlinien zu erstellen, ist die DGLRM seit 2015 Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (awmf), die in Deutschland die Leitlinienerstellung koordiniert und begleitet.

Im Jahr 2018 wurde die Leitlinie zur kardiopulmonalen Reanimation an Bord von Linienflugzeugen abgeschlossen und publiziert. Aktuell wird hierzu ein Update mit Kollegen der ESAM und AsMA initiiert. Zur Reanimation in Schwerelosigkeit wird aktuell eine Leitlinie unter Mitarbeit internationaler Kollegen und Arbeitsgruppen erarbeitet.

Mitarbeit durch Interessenten ist uns wichtig und wir freuen uns sehr, wenn Sie Interesse haben!

### Ausgewählte Literatur aus dem letzten Jahr:

Kerkhoff S, Komorowski M, Neuhaus Ch, Schmitz J, Hinkelbein J

**Development of a guideline for CPR in microgravity**

*Aerosp Med Hum Perform* 2019;90(3):210-211

Hinkelbein J, Neuhaus Ch

**In-flight cardiac arrest and in-flight cardiopulmonary resuscitation during commercial air travel: consensus statement and supplementary treatment guideline from the German Society of Aerospace Medicine (DGLRM): reply**

*Intern and Emerg Med* 2019;

Schmitz J, Kerkhoff S, Braunecker S, Warnecke T, Hinkelbein J

**Kardiopulmonale Reanimation im Weltall**

*Flugmed Tropenmed Reisemed* 2018;25:162-166

Hinkelbein J, Adler C, Bernhard M, Hohn A, Jansen S, Komorowski M, Glaser E, Warnecke T, Kalina S, Kerkhoff S, Hinkelbein F, Braunecker S, Neuhaus C

**Notfälle an Bord von Linienflugzeugen: In-Flight Medical Emergencies (IFME) und In-Flight Cardiac Arrest (IFCA)**

Notarzt 2018;34:297-303

Kerkhoff S, Komorowski M, Schmitz J, Jansen S, Meyer MF, Warnecke T, Hinkelbein J

**Medizinische Versorgung bei Langzeitmissionen in der Raumfahrt**

Flugmed Tropenmed Reisemed 2018;25:213-218

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**

Abstracts ECAM 2018: 41

## Autoren, Referenten und Institute

### A

**Abend M**, Institut für Radiobiologie der Bundeswehr

**Acharya A**, Institut für Neurophysiologie, Zentrum für Molekulare Medizin Köln (ZMMK) Universität zu Köln

**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

**Adler C**, Department of Internal Medicine III, Heart Centre of the University of Cologne, Germany

**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

**Barral J**, Institute of Sport Sciences, University of Lausanne, Switzerland

**Becher L**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abteilung Strahlenbiologie

**Behrendt L**, Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, University of Cologne, Germany

**Bertolini G**, Neurologie Department, Universitätsspital Zürich, Zürich, Schweiz

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

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

**Bressem L**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

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

### C

**Caplin M**, ESA, European Space Research and Technology Centre (ESTEC), Noordwijk, Niederlande

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

### D

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

**Demets R**, ESA, European Space Research and Technology Centre (ESTEC), Noordwijk, Niederlande

### E

**Erler T**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abteilung Strahlenbiologie

### 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

### G

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

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

**Güttler N**, ZLRLW Fürstenfeldbruck

**Grohmann E**, Beuth Hochschule für Technik, Fachbereich Life Sciences und Technologie, Berlin

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

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

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

### H

**Harsch V**, Neubrandenburg

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

**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

**Hohm M**, Köln

## 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/Fürstenfeldbruck

**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

**Juhan C**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Fachdezernat Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Fürstenfeldbruck

## K

**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

**Klußmann J**, Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, University of Cologne, Germany

**Köhler A**, Caplin M, ESA, European Space Research and Technology Centre (ESTEC), Noordwijk, Niederlande

**Köppke R**, University Hospital Halle (Saale), Department of Otorhinolaryngology

**Koch SM**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abteilung Strahlenbiologie

**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

**Krause J**, ESA, European Space Research and Technology Centre (ESTEC), Noordwijk, Niederlande

**Kühn S**, Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz – Abteilung VIII Radiologie

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

**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

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

**Levine H**, National Aeronautics and Space Administration (NASA), ISS Utilization and Life Sciences Division, Kennedy Space Center, Cape Canaveral, FL 32899, USA

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

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

**Limper U**, DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abteilung Kardiovaskuläre Luft- und Raumfahrtmedizin

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

**Lindlar T**, Abteilung Schlaf und Humanfaktoren, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln, Fachbereich Informatik, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, Sankt Augustin

**M**

**Mackaill C**, School of Medicine, University of Glasgow, Glasgow, Scotland

**Mancinelli RL**, NASA Ames Research Center / Bay Area Environmental Research Institute, CA, USA

**Meier MM**, DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Strahlenbiologie, AG Strahlenschutz in der Luftfahrt

**Meyer M**, Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, University of Cologne, Germany

**Miesen M**, Köln

**Millet GP**, Institute of Sport Sciences, University of Lausanne, Switzerland

**Miosga A**, Zentrum für Luft und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Königsbrück

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

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

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

**Müller D**, Universität des Saarlandes, Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe, Saarbrücken

**Mücklich F**, Universität des Saarlandes, Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe, Saarbrücken

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

**Muratov E**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut

für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abteilung Strahlenbiologie

**N**

**Nehring M**, Aviation Physiology Training Centre, Air Force Centre of Aerospace Medicine, Königsbrück

**Nerlich L**, Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, University of Cologne, Germany

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

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

**O**

**Oertel M**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin

**P**

**Piechowski S**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, DLR, Köln

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

**Pustowalow W**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, DLR, Köln

**Q**

**R**

**Rahne T**, University Hospital Halle (Saale), Department of Otorhinolaryngology

**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

**Rittweger J**, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, DLR, Köln

**Rössler J**, Zentrale Notaufnahme und Rettungsmedizin, Helios Klinikum Bad Saarow

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

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

**S**

**Sachinidis A**, Institut für Neurophysiologie, Zentrum für Molekulare Medizin Köln (ZMMK), Universität zu Köln

**Schedler O**, Zentrale Notaufnahme und Rettungsmedizin, Helios Klinikum Bad Saarow

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

**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

**Scheibinger M**, Deutsche Lufthansa AG, Lufthansa Basis, Frankfurt/Main

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

**Schober K**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

**Schröder A**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Abteilung Strahlenbiologie

**Schropp M**, TILL I.D. GmbH, Am Klopferspitz 19a, 82152 Martinsried, Germany

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

**Seebacher C**, TILL I.D. GmbH, Am Klopferspitz 19a, 82152 Martinsried, Germany

**Siems K**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

**Siedenburg J**, Berlin

**Soenksen S**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe – Bildgebende Diagnostik

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

**Starck C**, Anesthesiology Department, Brest University Hospital, Brest, France

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

**Straumann D**, Neurologie Department, Universitätsspital Zürich, Zürich, Schweiz

## T

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

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

**Thierry S**, Anesthesiology Department, Bretagne Sud General Hospital, Lorient, France

**Tortora A**, Kayser Italia Srl, Livorno, Italien

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

## U

**Uhl R**, TILL I.D. GmbH, Am Klopferspitz 19a, 82152 Martinsried, Germany

**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

**Vingerhoets A**, Department of Medical & Clinical Psychology, Tilburg University, The Netherlands

**von Wattenwyl R**, Fliegerärztliches Institut FAI, Dübendorf

## W

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

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

**Werner A**, Zentrum für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe