

Presse-Mappe

Faszination Weltraum

Enge Kooperation: DLR und DSHS gründen Forschungszentrum

Köln, 20. September 2010

Inhalt:

- Pressemeldungen
- Programm Gründungsveranstaltung
- Statements: Prof. Tokarski (Rektor), Prof. Ruyters (DLR), Dr. Schneider (ZiP)
- Zum ZiP
- „Hirne im Weltall“ – Beitrag aus dem Wissenschaftsmagazin der DSHS (1/2008)
- Thematische Bilder finden Sie auf den Seiten des DLR: www.dlr.de

Presse und Kommunikation
Public Relations and Communication

Am Sportpark Müngersdorf 6
50933 Köln
Telefon: +49(0)221 4982-3850
Telefax: +49(0)221 4982-8400
pressestelle@dshs-koeln.de
www.dshs-koeln.de

Ihre Ansprechpartner:
Sabine Maas (Leiterin)
Lena Overbeck

Presse-Informationen

Faszination Weltraum

Enge Kooperation: DLR und DSHS gründen Forschungszentrum

Köln, 20. September 2010

Welche Auswirkungen hat die Schwerelosigkeit auf den menschlichen Körper und welche Schlüsse können wir daraus für unser Leben in Schwerkraft auf der Erde ziehen? Dieser Frage nehmen sich die Wissenschaftler der Deutschen Sporthochschule Köln, gefördert vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, schon seit 25 Jahren an. Mit der Gründung des Zentrums für integrative Physiologie im Weltraum (ZiP) wird diese Kooperation nun intensiviert. Die offizielle Gründungsveranstaltung fand heute im Senatsaal der Deutschen Sporthochschule statt.

Im Rahmen des Nationalen Raumfahrtprogramms unterstützt die DLR Raumfahrt-Agentur die Experimente der Sporthochschule, denn die Forschung unter Weltraumbedingungen ist ein zentraler Baustein des Programms. „Mit der Gründung von ZiP können wir die integrative Physiologie und Leistungsfähigkeit des Menschen als Normalbürger, als Leistungssportler und als Astronaut sowie im Alter erforschen“, betonte Professor Günter Ruyters, Programmleiter Biowissenschaften in der DLR Raumfahrt-Agentur. So soll die Kooperation weiterhin deutsche Forschung vorantreiben und Experimente zum Beispiel auf der Internationalen Raumstation ISS, auf Parabelflügen und in Simulationen wie der Isolationsstudie Mars500 möglich machen.

Sechs neue Experimente der Kölner Sportuniversität sind kürzlich im internationalen Wettbewerb ausgewählt worden. Darunter befinden sich Versuchsreihen zum Einfluss der Schwerelosigkeit auf die Knorpelmorphologie und zu metabolischen und kardiovaskulären Belastungen im Weltraum, die beide in den nächsten Jahren auf der ISS durchgeführt werden.

Das ZiP bildet neben dem DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln-Porz und dem Zentrum für Weltraummedizin (ZWMB) an der Berliner Charité die dritte Säule der Raumfahrtmedizin in Deutschland. „Dies fördert Konkurrenz und Kooperation, weil sich einerseits alle drei Zentren intensiv mit der Anpassung der physiologischen Systeme des Menschen an Schwerelosigkeit und weitere extreme Bedingungen befassen, andererseits aber unterschiedliche spezifische Schwerpunkte setzen“, erklärte Ruyters das Prinzip dieser wissenschaftlichen Trias.

„Die enge Kooperation mit der Deutschen Sporthochschule Köln wird neues Wissen über die Adaptation physiologischer Systeme an den Aufenthalt des Menschen im Weltraum und analogen Umgebungen zu Tage fördern“, so Ruyters. Dazu ist es notwendig, das komplexe Wechselspiel von physiologischen und psychologischen Parametern zu betrachten. Die Erfassung der Auswirkungen auf zellulärer Ebene und einzelner Systeme alleine reicht hierzu nicht mehr aus. „Wie keine andere Wissenschaft erscheint hierfür die Sportwissenschaft in ihrer methodischen und inhaltlichen Vielfältigkeit geeignet“, betonte Dr. Stefan Schneider, Mitarbeiter im Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaft der DSHS und Sprecher des ZiP.

Der Rektor
The President

Presse und Kommunikation
Public Relations and Communication

Am Sportpark Müngersdorf 6
50933 Köln · Deutschland
Telefon +49(0)221 4982-3850
Telefax +49(0)221 4982-8400
pressestelle@dshs-koeln.de
www.dshs-koeln.de

Ihre Ansprechpartner:
Lena Overbeck
Sabine Maas (Leiterin)



Weitere Infos:

www.dshs-koeln.de/zip

Dr. Stefan Schneider

Tel.: 0221 4982-7510

E-Mail: schneider@dshs-koeln.de

Eine **digitale Pressemappe** mit weiteren Informationen finden Sie auf unserer Homepage:

www.dshs-koeln.de/presse

Presse-Informationen

Experimente im All***DLR und DSHS gründen Zentrum für Weltraumforschung***

Köln, 15. September 2010

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt und Deutsche Sporthochschule Köln gründen „Zentrum für integrative Physiologie im Weltraum“, kurz ZiP: 20. September, 9:30 Uhr, Senatssaal der Sporthochschule.

Auf der Internationalen Raumstation ISS untersucht die Deutsche Sporthochschule Köln den Einfluss von Training auf Kreislaufregulation und Atmung in Schwerelosigkeit. In anderen Studien untersuchen Wissenschaftler der Kölner Sportuniversität die Auswirkungen längerer Isolation auf physiologische, psychologische und soziale Parameter (MARS500) oder die menschliche Feinmotorik und die kognitiven Fähigkeiten in reduzierter Schwerkraft. Die neuen Erkenntnisse sollen zur Optimierung des Astronautentrainings beitragen und sind gleichermaßen für den Menschen auf der Erde von Bedeutung.

Seit vielen Jahren sind Institute der Deutschen Sporthochschule Köln mit ihren Projekten in die raumfahrtmedizinische Weltraumforschung eingebunden und leisten so einen wichtigen Beitrag zu den Zielen des Deutschen Raumfahrtprogramms. Der Erhalt von Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen in Schwerelosigkeit ist hierbei das zentrale Thema.

Um die Kooperationen zwischen den Instituten der Sporthochschule und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) zu verstärken, haben die Partner vereinbart, die weltraumbezogenen Forschungsaktivitäten



zu bündeln und in einem Zentrum an der DSHS zusammenzufassen: Zentrum für integrative Physiologie im Weltraum, kurz ZiP. „Wir wollen zu einem ganzheitlichen Verständnis der Auswirkungen des Lebens in Schwerelosigkeit gelangen. Zunehmend

erscheint es wichtig, diese Auswirkungen nicht mehr singulär aus den einzelnen Fachrichtungen zu betrachten, sondern interdisziplinär und integrativ zu arbeiten“, sagt Dr. Stefan Schneider, Mitarbeiter am Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaft der DSHS und Sprecher des ZiP.

Am **20. September 2010** findet die offizielle Gründung des Zentrums für integrative Physiologie im Weltraum statt, zu der wir Sie hiermit gerne einladen. Beginn ist um 9:30 Uhr im Senatssaal der Deutschen Sporthochschule Köln (Sportpark Müngersdorf 6, Institutsgebäude II). Ein detailliertes Programm finden Sie im angehängten PDF oder auf unserer Homepage. Dort finden Sie auch das ZiP-Logo als Download: www.dshs-koeln.de/presse.

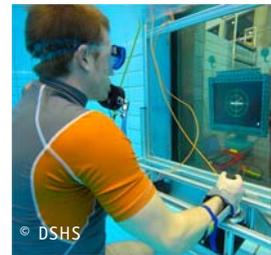
Der Rektor
The President

Presse und Kommunikation
Public Relations and Communication

Am Sportpark Müngersdorf 6
50933 Köln · Deutschland
Telefon +49(0)221 4982-3850
Telefax +49(0)221 4982-8400
pressestelle@dshs-koeln.de
www.dshs-koeln.de

Ihre Ansprechpartner:

Lena Overbeck
Sabine Maas (Leiterin)

**Nähere Infos zum ZiP:**

www.dshs-koeln.de/zip

Dr. Stefan Schneider

Tel.: 0221 4982-7510

Gründungsveranstaltung „Zentrum für integrative Weltraumphysiologie“ (ZiP)

1. Teil Presseveranstaltung:

- 09:30 Begrüßung der Medienvertreter, Dr. Stefan Schneider (ZiP-Sprecher)
- 09:35 Statement Deutsche Sporthochschule Köln, Prof. Dr. Walter Tokarski (Rektor)
- 09:45 Statement Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,
Prof. Dr. Günter Ruyters (DLR Raumfahrt-Agentur, Programmleiter Biowissenschaften)
- 09:55 Statement des ZiP-Sprechers, Dr. Stefan Schneider
- 10:05 kurze einführende Darstellung der Forschungsaktivitäten der ZiP-Arbeitsgruppen
- Dr. Uwe Hoffmann, Institut für Anatomie und Physiologie
Dr. Michael Behringer, Institut für Trainingswissenschaft und Sportinformatik
Dr. Anja Niehoff, Institut für Biomechanik und Orthopädie
Marc Dalecki, Institut für Physiologie und Anatomie
Dr. Stefan Schneider, Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaft
- 10:25 Fragen der Journalisten und Gelegenheit zum persönlichen Gespräch
- 11:00 Ende der Presseveranstaltung

2. Teil Wissenschaftliches Symposium:

- 12:30 Das Deutsche Biowissenschaftliche Raumfahrtprogramm
Prof. Dr. Günter Ruyters
- 13:00 Die DSHS und die Raumfahrtmedizin – ein Überblick
Dr. Uwe Hoffmann
- 13:30 Das DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin und das ZiP
Prof. Dr. Rupert Gerzer
- 14:00 Das Zentrum für Weltraummedizin Berlin (ZWMB) und das ZiP
Prof. Dr. Hanns-Christian Gunga
- 14:30 Kaffeepause
- 15:00 Darstellung ausgewählter Forschungsaktivitäten (je 20 min)
- Dr. Uwe Hoffmann
Dr. Michael Behringer (Arbeitsgruppe Mester)
Dr. Anja Niehoff (Arbeitsgruppe Brüggemann)
Marc Dalecki (Arbeitsgruppe Bock)
Dr. Stefan Schneider
- 16:30 Schlusswort & Ende der Veranstaltung, Dr. Stefan Schneider

Prof. Dr. Günter Ruyters (DLR Raumfahrt-Agentur, Programmleiter Biowissenschaften)

„Mit der Gründung von ZiP können wir die integrative Physiologie und Leistungsfähigkeit des Menschen als Normalbürger, als Leistungssportler und als Astronaut sowie im Alter erforschen.“

„Die enge Kooperation mit der Deutschen Sporthochschule Köln wird neues Wissen über die Adaptation physiologischer Systeme an den Aufenthalt des Menschen im Weltraum und analogen Umgebungen zu Tage fördern.“

Dr. Stefan Schneider (Deutsche Sporthochschule Köln, Sprecher des ZiP)

„Die Gründung eines Zentrums für integrative Physiologie an der Deutschen Sporthochschule Köln stellt eine außergewöhnliche Möglichkeit dar, die einzelnen Forschungsinteressen an der DSHS zu bündeln, um so zu einem ganzheitlichen Verständnis der Auswirkungen des Lebens in Schwerelosigkeit zu gelangen. Zunehmend erscheint es wichtig, diese Auswirkungen nicht nur auf zellulärer Ebene zu erfassen, sondern das komplexe Wechselspiel von physiologischen und psychologischen Parametern zu betrachten. Wie keine andere Wissenschaft, erscheint hierfür die Sportwissenschaft in ihrer methodischen und inhaltlichen Vielfaltigkeit geeignet.“

Prof. Dr. Walter Tokarski (Deutsche Sporthochschule Köln, Rektor)

„Die Bündelung der vom DLR geförderten Maßnahmen mit dem Aufbau eines Zentrums für integrative Physiologie im Weltraum an der Deutschen Sporthochschule Köln ist eine logische Weiterentwicklung der bisherigen guten Zusammenarbeit mit dem DLR. Die Gründung des neuen Zentrums steht in einer Linie mit dem nachhaltigen Ausbau des Forschungsprofils der Deutschen Sporthochschule Köln.“



Deutsche
Sporthochschule Köln
German Sport University Cologne



Etwas zu „zippen“ bedeutet im neudeutschen Sprachgebrauch etwas zu „komprimieren“, etwas „zusammenzufassen“.

Genau dies soll das Zentrum für Integrative Physiologie im Weltraum, kurz ZIP leisten. Forscher aus unterschiedlichen Disziplinen, jedoch alle mit sportwissenschaftlich-physiologischem Hintergrund und mit Bezug zur Raumfahrtmedizin, haben sich im ZiP zusammengefunden.

In Kooperation mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt entsteht damit neben dem Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin des DLR in Köln-Porz und dem Zentrum für Weltraummedizin in Berlin (ZWMB) ein dritter Schwerpunkt, welcher sich intensiv mit der Adaptation physiologischer Systeme an den Aufenthalt des Menschen im Weltraum und analogen Umgebungen beschäftigt.

In den letzten Jahren ist zunehmend deutlich geworden, dass komplexe Adaptationsprozesse nicht mehr singulär aus den einzelnen Fachrichtungen (Motorik, Herz-, Kreislauf- und Atmungsphysiologie, Endokrinologie, Muskel/Knochenphysiologie, Neurophysiologie, Psychosomatik etc.) betrachtet werden können. Stattdessen ist ein interdisziplinärer, integrativer Ansatz notwendig, um ein tieferes Verständnis der Optimierung, des Erhalts und der Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Gesundheit unter extremen Umweltbedingungen zu erlangen. Hierunter verstehen wir ein Leben unter schwerelosen Bedingungen auf der Internationalen Weltraumstation (ISS) ebenso wie terrestrische Explorationsmissionen (z.B. in der Antarktis).

Das Logo des ZiP ist auf vielfache Weise interpretierbar. Das ‚i‘ steht für integrativ ebenso wie interdisziplinär und stellt damit den grundlegenden Forschungsansatz des Zentrums dar. Die Farbe grün reflektiert, dass der Erhalt von Gesundheit und Leistungsfähigkeit im Mittelpunkt der Forschung steht. Gleichzeitig symbolisiert sich im ‚i‘ der Mensch. Die aus dem i-Körper entnommene Farbe charakterisiert den interdisziplinären Ansatz in der Integration von peripheren und zentralen Adaptationsmechanismen.

www.dshs-koeln.de/zip

Hirne im Weltall

Der Einfluss von Schwerelosigkeit auf die elektrokortikale Aktivität

Ein Beitrag von
Stefan Schneider
Vera Brümmer
Institut für Motorik
und Bewegungstechnik

Der Mensch auf der Reise im Weltall. Das klingt zu einem gewissen Grad immer noch nach Zukunftsmusik, zumindest aber hat die Komposition der Ouvertüre begonnen. Zwei einschneidende Ereignisse wird es am Ende des Jahres 2008 zu verzeichnen geben. Zum einen den Start des europäischen Weltraumlabs „Columbus“ im Februar. Zum zweiten wird erstmalig, beginnend im Oktober, während einer 500-tägigen Isolationsstudie eine Reise zum Mars simuliert. An der letzteren Studie wird auch das Institut für Motorik und Bewegungstechnik der Deutschen Sporthochschule Köln beteiligt sein.

Neben den rein praktischen Überlegungen zur Adaptation der menschlichen Organsysteme an veränderte Gravitationsbedingungen und damit des Lebens in Schwerelosigkeit, stellt die Forschung unter Schwerelosigkeit auch eine Herausforderung an das Verständnis der menschlichen Physis dar, die ja zeitlebens durch die Erdgravitation geprägt ist. Während die Forschungsarbeiten zu Auswirkungen einer schwerelosen Umgebung auf muskel- und knochenphysiologische Systeme weit fortgeschritten sind, können aus gehirneurophysiologischer Sicht bislang lediglich Vermutungen getroffen werden. Es bleibt weitgehend offen, inwieweit Schwerelosigkeit zu zentral-physiologischen Veränderungen führt, die dann wiederum kognitive, mentale und motorische Prozesse beeinträchtigen.

Auch wenn bisherige Arbeiten eine Abhängigkeit zentral und peripher nervöser Prozesse von Gravitationsänderungen postulieren, bleiben die genauen cerebralen Ursachen unbeantwortet, da die eigentlichen hirneurophysiologischen Vorgänge aufgrund fehlender Methodik bislang nicht abbildbar sind. Begründet liegt dies in fehlenden technisch-methodischen Zugängen, da bildgebende Verfahren wie die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und die Magnetresonanztomographie (MRT) aufgrund von Raum-, Kosten- und damit Effizienzgründen in der Raumfahrt kaum denkbar sind. Nicht-invasive Verfahren wie die Elektroenzephalographie (EEG) stellen jedoch mittlerweile eine kostengünstige und selbst unter extremen Bedingungen einsetzbare Möglichkeit dar, dynamische Vorgänge im Gehirn in Echtzeit abzubilden.

Bei der EEG wird elektrische Aktivität der Hirnneurone an der Kopfhaut registriert, verstärkt und dargestellt. Der große Vorteil dieser Methode liegt

neben der hohen zeitlichen Auflösung in der Flexibilität der Anwendung. Die mittlerweile wissenschaftlich etablierte Methode der elektromagnetischen Gehirntomographie (LORETA) bietet darüber hinaus erstmalig die Möglichkeit, mittels EEG-Aufzeichnungen auch eine tiefere Lokalisation hirneurophysiologischer Vorgänge mit einer hohen zeitlichen Auflösung zu messen und darzustellen (PASCUAL-MARQUI, ESSLEN ET AL. 2002; PASCUAL-MARQUI, LEHMANN ET AL. 1999; PASCUAL-MARQUI, MICHEL ET AL. 1994).

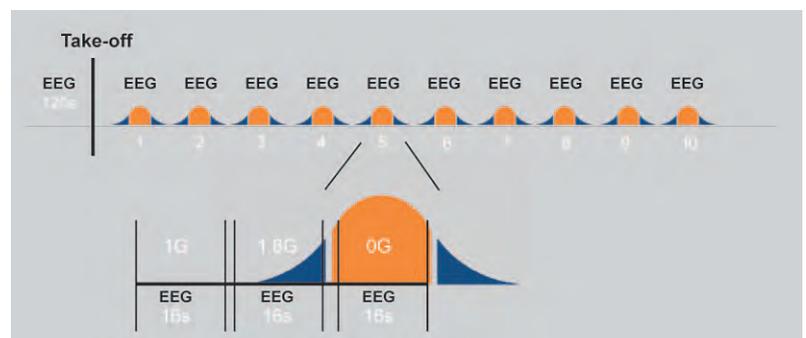


Abb. 1: Darstellung eines Parabelmanövers sowie zeitlicher Verlauf der EEG-Messungen. Ruhe EEGs wurden vor dem Abflug sowie während der ersten zehn Parabeln jeweils vor (1G) und während (1.8G/0G) der Parabeln aufgezeichnet.

LORETA – Low Resolution Brain Electromagnetic Tomography

Die fundamentale Limitierung des herkömmlichen EEG-Verfahrens besteht darin, dass extrakranielle EEG-Messungen nicht genügend Informationen über die dreidimensionale Distribution der elektrischen, neuronalen Aktivität geben. Trotz einer Vielzahl an EEG-Sensoren lassen die gemessenen Potentiale weder einen direkten Rückschluss auf deren Ursprungsort, noch deren ursprüngliche Stärke oder ihrer Orientierung zu. In den letzten Jahren war es jedoch möglich nachzuweisen, dass die EEG-Ableitungen elektrophysiologische und neuroanatomische Muster beinhalten, die in Verbindung mit den Gesetzen der Elektrodynamik, eine

Lösung dieses so genannten „inversen Problems“ versprechen. Da extrakranielle EEG-Aktivitäten durch neuronale postsynaptische Potentiale (PSPs) generiert werden, die sich in dichten Clustern von Neuronen finden, kann durch entsprechende Logarithmen auf die räumliche Orientierung dieser hoch synchronisierten PSPs zurückgerechnet werden. Hierbei wird auf die traditionelle Einteilung des Kortex in Volumenelemente (VOXELS, TALAIRACH and TOURNOUX 1988) zurückgegriffen (HORACEK, BRUNOVSKY ET AL. 2007; BELA, MONIKA ET AL. 2007; VOLPE, MUCCI ET AL. 2007; SALETU, ANDERER ET AL. 2007; GIANOTTI, KUNIG ET AL. 2007).

Wie reagiert das Gehirn auf Schwerelosigkeit?

Zurück zur eigentlichen Frage: Welche Prozesse spielen sich im Gehirn bei einem Eintritt in Schwerelosigkeit ab, und wo sind sie lokalisiert? Betrachtet man einen Mangel an Gravitation rein nach physiologischen und physikalischen Gesetzmäßigkeiten, so wird die fehlende Gravitation zu einem erhöhten Angebot an Blut und damit Sauerstoff im Gehirn führen. Primär wäre dementsprechend mit einer Verbesserung der cerebralen Leistung zu rechnen. Nicht zu vernachlässigen sind jedoch zum einen psychologisch-emotionale Aspekte, die je nach Ausrichtung (Übelkeit, Überraschung, Enthusiasmus) durchaus konterkariierende Einflüsse haben können, und zum anderen die Frage nach einer autonom gesteuerten Gegenregulierung des cerebral erhöhten Blutflusses unter permanenter Schwerelosigkeit, wie sie beispielsweise an Bord der Internationalen Weltraumstation (ISS) herrscht.

Zumindest der Frage nach den unmittelbaren physiologischen Veränderungen versuchen wir in diesem Artikel nachzugehen. Es wird sich jedoch zeigen, dass dabei durchaus auch emotionale Aspekte berührt werden.

Parabelflüge

Während einer Parabelflugkampagne im September 2007, organisiert und koordiniert vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der franz. Agentur NOVSPACE, konnten wir die EEG-Aktivität von sieben Probanden (männlich $n=5$, 37.6 ± 6.05 Jahre, weiblich $n=2$, 39.00 ± 3.00 Jahre) während unterschiedlicher Gravitationsbedingungen aufzeichnen. Parabelflüge sind gekennzeichnet durch wiederholte Phasen der Schwerelosigkeit, die von einer vorangehenden bzw. folgenden Phase der Hypergravitation (1.8G) begleitet werden (Abb. 1 und 2).

Während eines Fluges werden insgesamt 30 Parabeln durchfliegen. Unsere Aufzeichnungen waren aufgrund organisatorischer Rahmenbedingungen auf die ersten zehn Parabeln limitiert. Gemessen

wurde in der Phase normaler Gravitation (1G) vor einer jeden Parabel, in der Phase erhöhter Gravitation (1.8G) während des Aufstiegs und in der Phase der Schwerelosigkeit im Scheitel der Parabel (0G, Abb.1). Die Aufzeichnung erfolgte unter Ruhebedingungen mit geschlossenen Augen und betrug jeweils 20 Sekunden. Die jeweils ersten vier Sekunden wurden aus der folgenden Analyse ausgeklammert, um Auswirkungen der Gravitationsübergänge zu vermeiden. Zur Analyse standen demnach 10 mal 16 Sekunden unter normaler, erhöhter und reduzierter Gravitation zur Verfügung. Zusätzlich erfolgte eine dreiminütige Ruhe-EEG-Messung unter normalen Gravitationsbedingungen vor dem Flug.

EEG-Analyse

Die Aufzeichnung der EEG-Aktivität erfolgte an 19 Positionen mittels eines EEG-Kappensystems (Electro-Cap International, Inc., USA) im internationalen 10/20 System (Jasper, 1958; Abb. 3). Analysiert wurde das Frequenzspektrum der Hirnaktivität. Die Grundaktivität des Gehirns zeigt im wachen Ruhezustand eine starke Aktivität im so genannten Alphabereich zwischen 7.5 und 12.5 Hz. Dies wird auch als synchrone Hirnaktivität bezeichnet. Unterteilt wird dieser Frequenzbereich noch einmal in alpha-1 Aktivität (7.5-10Hz) und alpha-2 Aktivität (10-12.5Hz). Eine Transformation dieser langsameren EEG-Rhythmen in schnellere Schwingungen ist verbunden mit einer allgemeinen Aktivierung, einer erhöhten Aufmerksamkeit und Erregung (STERIADE, AMZICA ET AL. 1996). Messbar ist dies in einer Zunahme der Aktivität im so genannten Beta-Frequenzbereich (13-35Hz), der ähnlich wie der Alphabereich noch einmal unterteilt wird in beta-1 (12.5-18Hz) und beta-2 Aktivität (18-35Hz). Auch wird eine erhöhte beta und gamma (35-45Hz) Aktivität mit der Verarbeitung sensorischer Informationen assoziiert. Es wird vermutet, dass diese höherfrequenten Schwingungen

Abb. 2: Der Airbus A300-zeroG im Parabelaufstieg. Im Verlaufe einer Parabel wird auf einer Strecke von fast 10 km ein Höhenunterschied von 2.400 m realisiert. Die Geschwindigkeit des Airbus reduziert sich von 825 km/h während des Anflugs auf 370 km/h im Scheitelpunkt der Parabel.





Abb. 3:
Zwei unserer Probanden, Axel Kupfer und Dr. Gerard King (li.), während des Flugs.

durch cholinerge Einflüsse moduliert werden (BUHL, TAMAS ET AL. 1998), die wiederum Auswirkungen auf die Synchronizität des interneuronalen Netzwerkes haben (BORGERS, EPSTEIN ET AL. 2005; TIESINGA AND SEJNOWSKI 2004; TIESINGA, FELLOUS ET AL. 2004). Infolgedessen wird dieser

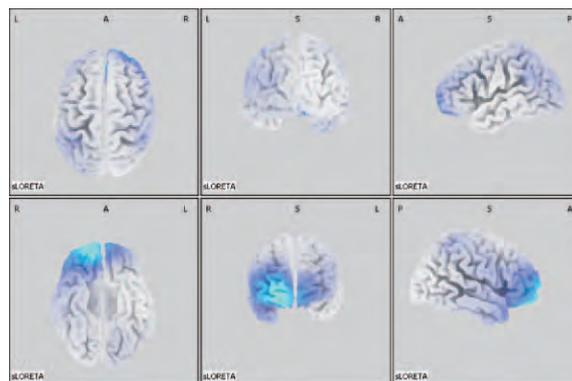


Abb. 4:
sLORETA Unterschiede im beta-2 Frequenzband. Abgebildet sind Differenzen der Messungen unter Schwerelosigkeit (OG) und normaler Gravitation (1G) im Flug. Die blau markierten Areale zeugen von einer Inhibition des rechten Gyrus frontalis superior sowie dem Frontallappen während der OG Phasen des Flugs. Strukturelle Anatomie ist in grau abgebildet (L left, R right, A anterior, P posterior).

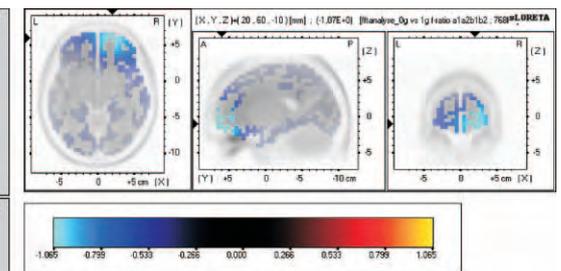
Zustand häufig auch als „desynchronisierter Zustand“ des Gehirns bezeichnet. Darüber hinaus finden sich, vornehmlich im Schlafzustand, auch noch Aktivitäten im delta (0.5-3.5Hz) und theta (3.5-7.5) Bereich. Da diese Frequenzanteile aber sehr sensibel für Bewegungs- und Pulsartefakte sind, werden sie hier nicht weiter behandelt.

Zur Analyse wurden die Daten auf einen Bereich von 7.5 bis 35 Hz gefiltert, um etwaige Bewegungsartefakte, bedingt durch die Flugzeugbewegungen, zu eliminieren. Anschließend wurden die Daten in Vier-Sekunden-Abschnitte segmentiert und diese auf Artefakte überprüft. Eine Lokalisation der EEG-Aktivität erfolgte mittels hirnelektromagnetischer Tomographie (standardised Low Resolution Brain Electromagnetic Tomography; sLORETA) in den Frequenzbändern alpha-1, alpha-2, beta-1 und beta-2.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels eines nichtparametrischen Verfahrens für gepaarte Stichproben (NICHOLS AND HOLMES 2002). Die für die vier Frequenzbänder spezifischen logarithmierten F-Werte der mittels sLORETA errechneten Aktivierung einzelner Hirnareale werden dabei auf Clusterebene analysiert. Das Ausgabebild (Abb. 4 und 5) enthält dann die exakten Wahrscheinlichkeitswerte (korrigiert für multiple Vergleiche). Diese Voxel-zu-Voxel Werte werden als statistisch parametrische Karten (SPMs) abgebildet. Die Signifikanzschwelle beträgt in dieser Untersuchung $p < 0.05$.

Ergebnisse und Diskussion

Ein Vergleich der EEG-Aktivität unter normaler Gravitation und Schwerelosigkeit im Flug zeigte eine signifikante Abnahme und damit Inhibition der beta-1 und beta-2 Aktivität unter OG. Die weitere Analyse zeigte, dass sich diese Abnahme im rechten Gyrus frontalis superior sowie im rechten Frontallappen ($p < 0.05$, Abb. 4) lokalisiert. Interessanterweise findet sich nun im Vergleich der Daten 1G vor dem Flug mit den 1G Phasen im Flug eine signifikante Aktivierung exakt der gleichen Areale (rechter Gyrus frontalis superior / rechter



Frontallappen; $p < 0.01$, Abb. 5) im beta-2 Band. Eine Veränderung der Hirnaktivität von 1G zu 1.8G zeigte sich hingegen nicht.

Veränderungen in der frontalen Hirnaktivität wurden in den vergangenen Jahren stark mit emotionalen Reaktionen assoziiert. Insbesondere das Modell der „frontalen Asymmetrie“ zeigt eine starke Involvement des linken frontalen Kortex während positiver, motivierender Emotionen, wohingegen eine Aktivierung des rechten frontalen Kortex mehr mit negativen Emotionen assoziiert zu sein scheint (Harmon-Jones, 2004; ALLEN AND KLINE 2004; SCHUTTER, WEIJER ET AL. 2007). Dementsprechend kann eine frontale Asymmetrie als Marker emotionaler Reaktionen betrachtet werden (COAN AND ALLEN 2004), die mit einem plötzlichen Verlust der gewohnten Gravitation verbunden wird. Die Er-

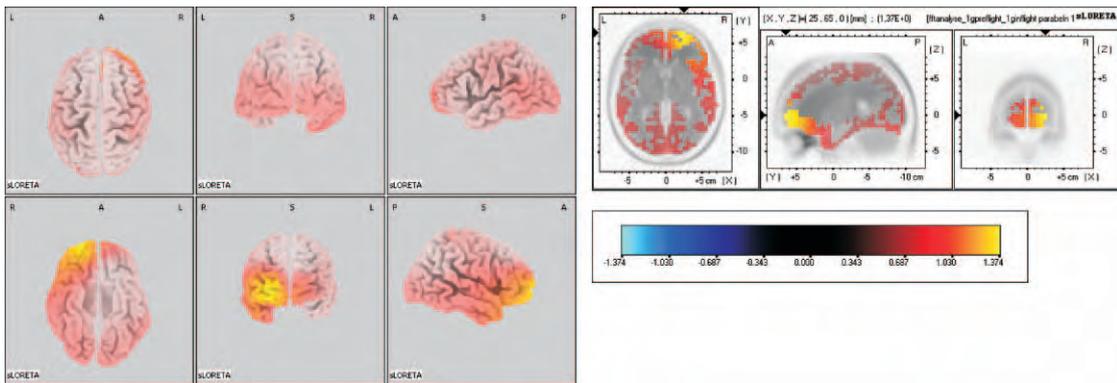


Abb. 5: sLORETA Unterschiede im beta-2 Frequenzband. Abgebildet sind Differenzen der Messungen unter normaler Gravitation (1G) vor dem Flug und während des Flugs. Die rot markierten Areale zeugen von erhöhter Aktivität während der Messungen im Flug im rechten Gyrus frontalis superior sowie dem Frontallappen. Strukturelle Anatomie ist in grau abgebildet (L left, R right, A anterior, P posterior).

höhung der Hirnaktivität im rechten frontalen Kortex während der 1G Phasen im Flug im Vergleich zur Messung vor dem Flug weist demnach auf eine flugbedingte Stresssituation hin. Nicht nur die eigene Erfahrung und die persönlichen Berichte der einzelnen Probanden stützen diese These, sondern auch die objektiv-messbaren endokrinologischen (SCHNEIDER, BRUMMER ET AL. 2007a) und psychophysiologischen Reaktionen (SCHNEIDER, BRUMMER ET AL., 2007b). Der unvergleichliche plötzliche Verlust der Schwerkraft hingegen scheint als positives Ereignis wahrgenommen zu werden, da es unmittelbar zu einer Inhibition dieser zuvor erhöhten Aktivität im rechten frontalen Kortex kommt. Zu beachten ist hierbei, dass diese Reaktion unmittelbar einsetzt, handelt es sich bei den registrierten Abschnitten doch um 16 sekundige Einzelepisoden. Dass ähnliche Reaktionen beim Wechsel von 1G auf 1.8G ausbleiben, dürfte mit der zwar ungewohnten jedoch nicht in diesem Maße überwältigenden Änderung der Schwerkraft zusammenhängen.

Diese Befunde stellen erstmalig elektrokortikale Veränderungen unter Schwerelosigkeit dar. Die Ergebnisse zeigen, dass es kaum möglich ist, rein physiologische Reaktionen des Gehirns auf Schwerelosigkeit von emotionalen Reaktionen zu trennen. In bisherigen Studien wurde oftmals zu einseitig die primäre Auswirkung der Schwerelosigkeit auf zentral und peripher nervöse Prozesse betont. Aber nicht nur während kurzfristiger Phasen der Schwerelosigkeit, auch während längerfristiger Aufenthalte auf der ISS oder während einer Reise zum Mars wird es zur Verquickung physiologischer und emotionaler Parameter kommen. Die weitere Forschung wird zeigen, inwieweit hier Veränderungen der Hirnaktivität, bedingt durch physiologische wie emotionale Veränderungen, Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit des Menschen haben – und viel entscheidender noch, ob es ggf. durch körperliche Aktivität gelingen kann, positiv gerichtete Gegenmaßnahmen zu setzen. Dies wird unter anderem Forschungsgegenstand der im Oktober 2008 startenden Isolationsstudie MARS500 der ESA sein.

Dieses Projekt wurde gefördert vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, 50WB0519). Weitere Informationen zum Projekt und den beteiligten Institutionen:

<http://w3.dshs-koeln.de/imb/Individualsport/content/e2670/>
www.dlr.de
www.novespace.fr

Literatur beim Autor.



Dr. Stefan Schneider, geb. 1972 in Kreuztal, studierte Sportwissenschaften und Theologie. 1998 Abschluss als Diplomsportlehrer. 2002 Promotion am Physiologischen Institut. 2004 Abschluss als Dipl. Theologe. Nach einer Warteschleife im Medienprojekt spomedial.de seit 2004 am Institut für Motorik und Bewegungstechnik. Neben umfangreichen Forschungen zum Einfluss veränderter Gravitationsbedingungen auf psycho-physiologische Prozesse liegt ein weiterer Forschungsschwerpunkt auf dem Zusammenspiel körperlicher Aktivität und cerebralkortikaler Prozesse. Großes Ziel: Erster Seelsorger auf der Internationalen Weltraumstation ISS.

E-Mail: schneider@dshs-koeln.de



Vera Brümmer, geb. 1982 in Löningen, Diplomsportlehrerin, arbeitet seit 2004 als Hilfskraft am Institut für Motorik und Bewegungstechnik der Deutschen Sporthochschule Köln. Ihr Forschungsschwerpunkt bezieht sich auf den Einfluss körperlicher Tätigkeiten auf die Gehirnaktivität. Zurzeit untersucht sie im Rahmen ihrer Promotion die Auswirkungen unterschiedlicher Belastungsformen und -Intensitäten auf den cerebralen Aktivitätszustand, wobei auch ein möglicher Einfluss des Laktatspiegels Berücksichtigung finden soll.

E-Mail: bruemmer@dshs-koeln.de