



Deutschland auf der ISS *Germany on the ISS*



DLR



ETD Orientierung des Menschen im Raum

Koordination: Prof. Andrew Clarke,
Charité Berlin

Das wohl umfangreichste abgeschlossene deutsche Experiment der Raumfahrtmedizin befasste sich mit der Bewegungs-krankheit – auch Kinetose genannt. Die auftretenden Probleme bestehen aus einer Reihe von Symptomen, wie etwa Hautblässe, kalter Schweißausbruch, Übelkeit und Erbrechen. Zusätzlich stellt sich oft ein Gefühl von Lethargie und Müdigkeit ein. Diese Phänomene treten häufig bei Schiffsreisen auf und werden daher auch als See- oder Reisekrankheit bezeichnet. Treten bei Astronauten die gleichen Symptome aufgrund von veränderten Schwerkraftbedingungen auf, spricht man von Raumkrankheit.

Ursache für die Kinetose ist ein sensorischer Konflikt, bei dem vorwiegend zwei verschiedene Systeme des Körpers „konkurrieren“ – einerseits der Gleichgewichtssinn, andererseits das optische System. Liefern uns die beiden Systeme widersprüchliche Informationen, kann es zu einem sensorischen Konflikt kommen. Das optische System übermittelt beispielsweise in der Schwerelosigkeit die üblichen Informationen, während das Gleichgewichtsorgan keine Reizung über unsere gewohnte Ausrichtung des Kopfes zur Schwerkraft erfährt.

Die Untersuchung des Gleichgewichtssystems erfolgt in der klinischen Diagnose oft mittels der Messungen der Augenbewegungen. Für den Einsatz auf der ISS wurde hierzu das 3D-ETD (Eye Tracking Device) entwickelt.

Die Experimentserie begann im April 2004. Bereits wenige Wochen später zeigte die Auswertung der ersten Messungen, dass sich die sogenannte Listingsche Ebene in Abhängigkeit von den Schwerkraftbedingungen ändert. Dieser Befund bestätigte sich bei weiteren Kosmonauten, die sich

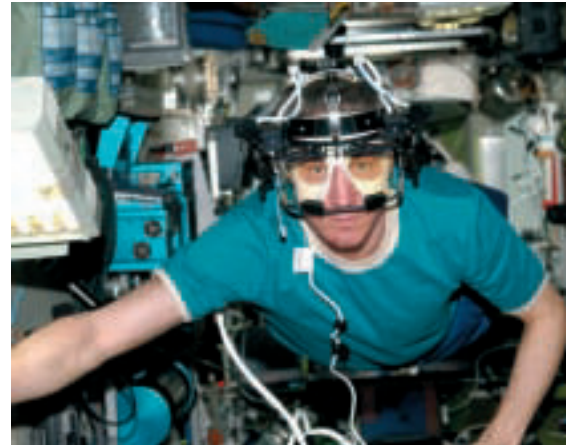
board journeys, they are also known as sea or travel sickness. In astronauts, who suffer from the same symptoms because of the change in gravity, this is called space sickness.

Kinetosis is caused by a sensory conflict, a “competition” between two different body systems. On the one hand, there is the sense of balance. On the other, there is the optical system. If these two systems provide us with conflicting information, a sensory conflict may result. In microgravity, for example, the information communicated by our optical system is perfectly normal, whereas the vestibular system receives no stimulus from our habitual orientation of the head’s position relative to the direction of gravity.

In clinical diagnosis, the vestibular system is often examined by measuring eye movements. For this purpose, the 3-D ETD (Eye Tracking Device) was developed for use on the ISS.

A series of related experiments was begun in April 2004. No more than a few weeks later, the first measurements had been evaluated, showing that Listing’s plane changes with the gravitational environment. Confirmed by examinations of other cosmonauts who volunteered as subjects until the middle of 2008, this finding is consistent with the results obtained on parabolic flights. When the eye moves rapidly, Listing’s plane is where all axes of rotation are situated – an internal coordinate system for the optical system. When gravity returns, the systems will re-adapt after some time.

The results do suggest that gravity influences not only the vestibular system but also the control of eye movements and thus the very process of seeing. Moreover, gravity affects the coordination of the interaction between the vestibular and the eye motor system within the



Der russische Kosmonaut Sergey Krikalev führte ein Experiment mit dem Eye Tracking Device durch. Das wohl umfangreichste abgeschlossene deutsche Experiment der Raumfahrtmedizin befasste sich mit der Bewegungs-krankheit – auch Kinetose genannt.

Russian cosmonaut Sergey Krikalev experimenting with the eye tracking device. What is arguably the most extensive space medicine experiment ever completed by Germany investigated motion sickness, also known as kinetosis.



Eye Tracking kommt auf der Erde zum Beispiel in der Augenlaser-Chirurgie zum Einsatz (Chronos Visions)

On Earth, eye tracking is used, for example, in the case of ophthalmologic surgery (Chronos Visions)

bis Mitte 2008 für Versuche zur Verfügung stellten und passt auch zu Ergebnissen aus Parabelflügen. In dieser Listingschen Ebene liegen bei raschen Augenbewegungen alle Drehachsen des Auges – ein internes Koordinatensystem für das optische System. In der Schwerkraft gleichen sich die Systeme nach längerer Zeit wieder an.

Die Ergebnisse legen nahe, dass nicht nur das Gleichgewichtssystem, sondern auch die Steuerung der Augenbewegung – und damit der Sehvorgang selbst – durch die Schwerkraft beeinflusst wird. Zudem ist die Wechselwirkung im zentralen Nervensystem zwischen dem Gleichgewichtssystem und der Augenmotorik weniger koordiniert. Die Ergebnisse bestätigen die Schwerkraft als maßgebliche Bezugsgröße für unsere räumliche Orientierung.

Inzwischen wird das Eye Tracking Device in verschiedenen kommerziellen Anwendungen in Berlin erfolgreich vermarktet. Die Einsatzfelder reichen von der Verlaufskontrolle bei der Laser-Hornhautabtragung zur Behandlung von Kurzsichtigkeit bis zur Diagnose einer Vielzahl von neurologischen Erkrankungen – zum Beispiel von Schwindel. Auch zur Verfolgung der Kopf- und Augenbewegung von Probanden bei der Werbewirkungsforschung und zur Feststellung der Müdigkeit von Lkw- und Busfahrern wird diese Technologie eingesetzt.

central nervous system. The results confirm that gravity is indeed the key reference factor for our orientation in space.

By now, various commercial variants of the eye tracking device are being marketed successfully by two spin-off companies located in Berlin. Applications range from process control in corneal laser ablations to treat myopia to the diagnosis of a multitude of neurological complaints, including vertigo. Research into the effectiveness of advertising uses the technology to track the head and eye movements of test subjects, and it is also used to identify fatigue in bus and lorry drivers.

PMDIS/TRAC Adaptation Processes in Motor Coordination

*Coordinator: Prof. Otmar Bock,
DSHS Cologne*

When German astronaut Thomas Reiter returned from the Astrolab mission, the event marked the beginning of the German-Canadian PMDIS/TRAC experiment (Perceptual Motor Deficits in Space/Test of Reaction and Adaptation Capabilities). PMDIS/TRAC was a project implemented jointly by the German Sports University of Cologne (DSHS) and the York University of Toronto, with NASA participating. DLR essentially supported the development of the experiment rig by the German space industry as well as the Sports University's research. Canada, an ISS partner state, provided the requisite resources.

PMDIS/TRAC was intended to analyse motor coordination specifically during the processes of adaptation to microgravity in space and to gravity on Earth. Medical researchers at the Cologne University investigated changes in the manual dexterity of astronauts in the course of a space mission. Further tests were