Ein Astronaut beim „Weltraumspaziergang" an der ISS.
Fotos: NASA/DPA, GANSE

Tipps für den Ausflug ins All

Medizin und Physik im Weltraum

Die Wissenschaftler Bergita und Urs Ganse erzählen in Würzburg von Schwerelosigkeit, Raketentechnik und Shrimpscocktails für Astronauten.

Das Gespräch führte
ALICE NATTER

Wie reagiert der Körper auf Schwerelosigkeit? Was essen Astronauten am liebsten? Wie beschleunigt ein Raumschiff am besten? Und welche Ziele könnte man überhaupt ansteuern? Der Astrophysiker Urs Ganse und Weltraummedizinerin Bergita Ganse bereiten in einem unterhaltsamen wie informativen Handbuch auf eine Reise ins All vor. Weil Urs Ganse in Würzburg studiert hat und die Geschwister viele Freunde und Familie in Mainfranken haben, stellen sie das druckfrische Buch am 19. November in der Würzburger Universitätsbibliothek vor – in einer „Space Lecture".

Frau Dr. Ganse, der wichtigste Tipp der Medizinerin für den Ausflug ins All?
DR. BERGITA GANSE: Einen größeren Raumanzug einpacken! Der Körper wächst in Schwerelosigkeit um durchschnittlich 5,5 Zentimeter, weil sich die Bandscheiben ausdehnen und der Rücken sich aufrichtet. Ein Kosmonaut ist angeblich einmal 13 Zentimeter größer geworden und hatte ein echtes Problem: Er passte nicht mehr in seinen Raumanzug. Aber Achtung, das ist kein Geheimtipp für Kleingebliebene, denn nach der Landung schrumpft man wieder auf den Ausgangswert zurück.

Herr Dr. Ganse, der wichtigste Tipp des Astrophysikers für den Ausflug ins All?
DR. URS GANSE: Egal wie stickig es im Raumschiff wird: nicht die Fenster aufmachen! Aber ernsthaft: Der Weltraum ist ein seltsamer Ort, der sich in vielen Fällen anders verhält, als wir es aus dem Alltag gewohnt sind. Es gibt kein oben und unten, Hitze ist ein größeres Problem als Kälte; wenn man alle Ventilatoren abschaltet, erstickt man. Und wenn man abbremst, wird man schneller! All diese Dinge gehen der Alltagsintuition entgegen, aber sie haben gute und unkomplizierte physikalische Gründe. Der Tipp ist also: gut vorbereitet sein, und ungewohnten Situationen nicht mit Panik begegnen!

Also, dann vergessen wir mal die Intuition. Weltraummedizin – wie erforscht man medizinische Weltallfragen auf der Erde?
BERGITA GANSE: Da wir nicht alles direkt an echten Raumfahrern testen können, gibt es verschiedene Methoden, um Raumfahrt auf der Erde zu simulieren. Dazu gehört der „Kotzbomber", ein Parabelflugzeug, das immer abwechselnd hoch fliegt und sich dann wieder fallen lässt. Darin kann man bis zu 30 Sekunden Schwerelosigkeit am Stück erleben. Für manche Experimente reicht das aus, vieles passiert aber über einen längeren Zeitraum. Soziale Isolation und die Zusammenarbeit im Team erforscht man deshalb in Isolationsstudien in Wüsten oder der Antarktis.

Was erforschen Sie?
BERGITA GANSE: Mein Thema sind die Veränderungen der Knochen, Muskeln und des Knorpels. Wir machen Experimente in Bettruhestudien. Da werden gesunde Probanden für mehrere Wochen mit sechs Grad Kopf-Tieflage ins Bett gelegt und dürfen unter keinen Umständen aufstehen. Jederzeit muss mindestens eine Schulter auf der Matratze sein. Es gibt eine Duschliege, auf der man sich in die Dusche schieben lassen kann. Toilettengänge werden wie im Krankenhaus erledigt.

Nicht aufstehen? Klingt ja furchtbar . . .
BERGITA GANSE: In diesen Studien kann man besonders gut den Bewegungsapparat und das Herz-Kreislauf-System erforschen. Es gibt aber auch Dinge, die sich auf der Erde nicht erforschen lassen wie der Einfluss der kosmischen Strahlung auf den Menschen. Die meiste Strahlung wird ja vom Erdmagnetfeld und von der Erdatmosphäre abgeschirmt. Auch die Raumstationen sind noch in diesem geschützten Bereich. Die NASA plant gerade eine Raumstation, die in der Nähe des Mondes um den Lagrange-Punkt 1 kreisen soll. Hier wird man erstmals richtig die Effekte der Weltraumstrahlung auf den Menschen erforschen können.

Astrophysiker Dr. Urs Ganse und Weltraummedizinerin Bergita Ganse. Der Name des Kollegen in der Mitte ist nicht bekannt.

Skelett, Organe, Gehirn – was am menschlichen Körper ist denn überhaupt „weltalltauglich"?
BERGITA GANSE: Die Weltraummedizin ist so faszinierend, weil in Schwerelosigkeit und bei Hyper-G, der extremen Anziehungskraft bei Start und Landung im Raumschiff, lauter sonderbare Dinge passieren, die wir von der Erde nicht kennen. Die Weltraumkrankheit, also Übelkeit und Schwindel in den ersten Tagen des Fluges, G-Masern, also Einblutung bei harter Landung, oder das Apollo-15-Syndrom. Das sind Herzrhythmusstörungen und andere Symptome, die aufgetreten sind, als Astronauten auf dem Mond zu wenig getrunken haben. Raumfahrer bekommen ein aufgedunsenes Gesicht und „Vogelbeine", weil sich die Flüssigkeit im Körper verschiebt.

Klingt ungesund . . .
BERGITA GANSE: Noch bis in die 1950er Jahre haben Experten gedacht, dass Menschen die Schwerelosigkeit nicht überleben können. Es hat sich aber das Gegenteil gezeigt: Wir haben bei kurzen Aufenthalten sehr wenige Probleme. Zu den wichtigsten Problemen bei Langzeitaufenthalten zählen Knochenschwund, Nierensteine, erhöhtes Krebsrisiko durch Strahlung und bleibende Störungen des Sehens. Etwas, das wir Menschen überhaupt nicht vertragen, sind plötzliche Druckabfälle, zum Beispiel bei einem Loch im Raumanzug. Außerdem können wir nur auf der Erde die Luft atmen und wären auf allen anderen Planeten, Asteroiden und Monden des Sonnensystems völlig aufgeschmissen. Entweder wegen des Drucks oder der Zusammensetzung der Atmosphäre – oder beidem zusammen.

Was einen kurzen Aufenthalt angeht: Schlafen, Wachen, Essen, Trinken – wie sehr kommt der Bio-Rhythmus im All durcheinander?
BERGITA GANSE: Die Internationale Raumstation ISS umkreist alle 90 Minuten einmal die Erde. In dieser Zeit ist es einmal hell und einmal dunkel. Mit diesem kurzen Tag-Nacht-Rhythmus kommen wir Menschen aber überhaupt nicht zurecht. Deshalb hat es sich bewährt, auch im Weltraum einen 24-Stunden-Tag mit einer langen Schlafphase von sieben bis acht Stunden zu leben. Diesen Tag unterteilt man idealerweise mit Frühstück, Mittagessen und Abendessen wie auf der Erde. Optimal ist es, wenn alle Crewmitglieder die drei Mahlzeiten zusammen einnehmen um einen festen sozialen Rahmen zu schaffen. Auch für Langzeitflüge, zum Beispiel zum Mars, empfiehlt sich dieses Vorgehen. Denn damit funktionieren wir Menschen am besten. Helfen kann Licht: mit farbigen LED-Paneelen kann man die Sinne täuschen. Morgens und Mittags benötigen wir weißes, helles Licht mit hohem UV-Anteil, während wir abends am besten bei rotem, schwachem Licht müde werden.

Waren Sie selbst schon mal schwerelos? Wie „fühlt" sich die Schwerelosigkeit an?
URS GANSE: Wir waren beide nur in dem Rahmen schwerelos, wie man es als normaler Mensch auf der Erde sein kann: für wenige Sekunden in der Achterbahn oder beim Sprung vom 5-Meter-Brett im Schwimmbad. Doch das gibt einem angeblich nicht das richtige „Gefühl" von Schwerelosigkeit wieder. Das Gleichgewichtsorgan meldet plötzlich Unsinn, Blut strömt nach oben in den Kopf und die Beine haben keinen Halt mehr auf dem Boden. Erst nach ein paar Sekunden oder Minuten fängt man an, sich mit der neuen Situation abzufinden, und dann, so berichten Raumfahrer einstimmig, fühlt sich Schwerelosigkeit sehr natürlich an.

Gerichte im Flugzeug sind extra stark gewürzt, weil sie sonst nicht schmecken. Wie ist das mit Astronauten-Nahrung?
BERGITA GANSE: In Schwerelosigkeit verändert sich die menschliche Geschmackswahrnehmung noch viel stärker als im Flugzeug. Dies liegt wahrscheinlich zum Teil an der Flüssigkeitsumverteilung im Körper, die die Geschmacksknospen aufquellen und anders funktionieren lässt. In Isolation steigt zudem unser Bedürfnis nach intensiven und abwechslungsreichen Sinneseindrücken. Für die Astronauten werden relativ gewöhnliche Lebensmittel in Dosen oder eingeschweißt zur Verfügung gestellt, die sie vor ihrem Raumflug in einem „Food Tasting" probieren und nach ihren Wünschen aussuchen können. Viele Raumfahrer berichten, dass sich ihr Geschmack in Schwerelosigkeit geändert habe. Das führt dazu, dass die beliebteste Speise auf der ISS ein Shrimpscocktail ist, der von der Russischen Raumfahrtbehörde auf die Station gebracht wird. Auf der Erde gilt dieser Cocktail als ziemlich eklig, aber im Weltraum scheint er so lecker zu sein, dass er inoffiziell als Tauschwährung auf der Station benutzt wird.

Apropos Cocktail. Wie „bequem" sind Raumschiffe? Wie sähe das perfekte Raumschiff aus?
URS GANSE: In erster Linie sind die heutigen Raumschiffe praktisch und nicht bequem. Das mit Abstand bequemste Raumschiff der Geschichte war sicherlich das Space Shuttle der USA. Es konnte landen wie ein Flugzeug und hatte deshalb bei Weitem die angenehmste Landung zu bieten. Alle anderen bisherigen und aktuellen Raumschiffe landen, indem sie an einem Fallschirm entweder auf die Erde oder auf Wasser aufschlagen. Das ist vergleichbar mit einem Verkehrsunfall – also sehr unbequem. Auch war im Space Shuttle auf zwei Etagen viel Platz um sich zu bewegen und in Schlafsäcken zu schlafen. Leider wurde das Space Shuttle-Programm nach zwei tödlichen Unfällen aus finanziellen Gründen eingestellt. Das russische Sojus-Raumschiff ist extrem eng und bietet keinen Platz für Schlafsäcke oder freies Bewegen. Man sitzt während des gesamten Fluges angeschnallt in seinem persönlich angepassten Sitz.

Das ist aber nichts für einen längeren Flug.
URS GANSE: Zukünftige Raumschiffe für Langzeitmissionen müssen ausreichend Platz zur Bewegung bieten. Außerdem sind persönliche Schlafkojen auf der Internationalen Raumstation Standard und werden als sehr angenehm empfunden. Bequeme Sofas machen übrigens in Raumschiffen keinen Sinn weil man darauf nicht sitzen bleiben, sondern ständig wegfliegen würde.

Wie sieht es mit technischen Fortschritten aus: Was sind die wichtigsten Entwicklungen der letzten Jahre? Wo sind die größten Schwierigkeiten?
URS GANSE: Nachdem die bemannte Raumfahrt sich in den letzten 50 Jahren quasi ausschließlich im niedrigen Erdorbit abgespielt hat und dort eine gewisse Routine eingekehrt ist, sind Flüge zum Mond und Mars in den nächsten zehn Jahren wieder auf dem Programm. Das bedeutet größere Raumschiffe und längere Flugzeiten! Die große Unbekannte hierbei ist der Einfluss der kosmischen Strahlung: außer den Apollo-Astronauten war noch nie jemand außerhalb des schützenden Erdmagnetfelds, und selbst diese hielten sich nicht mehr als drei Tage am Stück auf dem Mond auf.
BERGITA GANSE: Weitere Risiken bestehen im medizinischen und psychologischen Bereich: Was passiert bei einem medizinischen Notfall auf dem Weg zum Mars? Wie viele Medikamente und medizinische Geräte nehmen wir mit? Sollen Operationen durchführbar sein? Wie viele Risiken wollen wir in Kauf nehmen? Bisher kann man von den Raumstationen im Erdorbit aus innerhalb von 24 Stunden zurück auf die Erde und viele Fragen haben sich deshalb noch nicht gestellt.

Was denken Sie: Wann buchen Urlauber statt der Flusskreuzfahrt die ersten Weltraumreisen?
URS GANSE: Für die Superreichen ist dies schon seit über zehn Jahren möglich! Das Unternehmen Space Adventures hat bereits eine Reihe von Touristen auf die Internationale Raumstation gebracht. Preis: circa 30 Millionen Dollar. Viele, die in den letzten Jahren bei anderen Anbietern Tickets gekauft haben, hatten leider Pech und ihre Flüge haben nie stattgefunden. Hatte man noch vor zehn Jahren geglaubt, dass der Weltraumtourismus nun richtig durchstarten würde, so hatten fast alle Firmen mit erheblichen technischen und finanziellen Problemen zu kämpfen. Aber die kommerzielle Raumfahrt ist ein großer Wachstumsmarkt, und mit dem Wachstum purzeln die Preise. Sie können schon jetzt einen selbst gebauten Satelliten für einen Listenpreis von 100 000 Euro in den Weltraum schießen lassen. Mehrere Raumfahrtunternehmen testen derzeit ihre kommerziellen bemannten Raumschiffe, und wir rechnen in den nächsten fünf Jahren damit, dass die ersten Linienflüge in den Weltraum beginnen.

Wohin würden Sie am liebsten reisen?
URS GANSE: Eine Landung auf dem Mond, eine geologische Ausgrabung auf dem Mars oder eine Reise zu einem erdnahen Asteroiden wäre schon toll. In der Raumfahrt sind aber die Reiseziele weniger dadurch bestimmt, wohin man gerne möchte, sondern mehr davon, was technisch möglich ist.
BERGITA GANSE: So lange uns niemand einen Platz auf einem Raumschiff anbietet, reisen wir am liebsten auf der Erde – dort gibt es sehr viel zu erleben!

Was sind denn dann die wichtigsten Ratschläge aus Ihrem Fachgebiet für das Leben auf der Erde?
URS GANSE: Auch hier gibt es noch reichlich zu entdecken und zu verstehen, man muss gar nicht mal mit einem U-Boot an die Tiefen des Mariannengrabens tauchen, um ungewöhnliche Lebewesen in eigenartigen Bedingungen zu finden! Aus der Raumfahrtforschung sind schon viele technische Entwicklungen in den Alltag übernommen worden. Die Raumfahrt ist ein Entwicklungsmotor, der auf der Erde viele Jobs und Fortschritte ermöglicht. Raumfahrer sagen nach Langzeitaufenthalten häufig, dass ihnen bewusst geworden ist wie klein und empfindlich unser Planet ist. Das zu erkennen und entsprechend zu handeln, ist sicherlich der wichtigste Ratschlag aus der Raumfahrt. Wir müssen unsere Umwelt besser behandeln um auch noch in Zukunft auf diesem Planeten leben zu können.

Die Forscher, ein neues Buch – und ein Termin

Dr. Bergita Ganse ist Fachärztin für Physiologie, Sportmedizinerin und Notfallmedizinerin. Sie erforscht die Muskeln und Knochen in Schwerelosigkeit, hat Raumfahrterfahrung beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Köln gesammelt und hält an der RWTH Aachen Vorlesungen über Weltraummedizin.

Dr. Urs Ganse ist Theoretischer Astrophysiker. Nach Studium und Promotion an der Universität Würzburg arbeitete er in Finnland und Südafrika, derzeit als Weltraumphysiker an der Universität in Helsinki. Er hält gerne populärwissenschaftliche Vorträge darüber, wie man ein Raumschiff fliegt.

In diesem Monat erscheint „Das kleine Handbuch für angehende Raumfahrer" (Springer-Verlag Heidelberg, 291 Seiten, 24,99 Euro)

Darin beschreiben die Geschwister, wie ein Raumschiff aussieht, was die Astronauten essen, wie sie schlafen und arbeiten oder wie der Körper auf Schwerelosigkeit reagiert.
Infos: http://raumfahrer-handbuch.de/

In einer „Space Lecture" am kommenden Sonntag, 19. November, um 15 Uhr stellen die beiden Autoren in der Universitätsbibliothek Würzburg das kleine Handbuch vor.
Eintritt 5 bzw. 3 Euro, Kaffee oder Tee inklusive.
Karten gibt es im Vorverkauf im Sekretariat der UB am Hubland, ☏ (0931) 31-81281
www.bibliothek.uni-wuerzburg.de