

### Biodiversité et écoles

Un séminaire intitulé «Biodiversité et éducation au développement durable» aura lieu le jeudi 28 janvier de 8.30 à 16.15 heures au Centre Prince Henri à Walferdange. Il est organisé par le ministère de l'Éducation nationale, le ministère du Développement durable et des Infrastructures et l'Université du Luxembourg. Ce séminaire s'adresse à des représentants des établissements scolaires postprimaires et notamment des enseignants de biologie et de géographie, aux représentants d'institutions et d'ONG actifs dans le domaine du développement (durable) et à des représentants d'institutions de recherche dans le domaine de la biodiversité et du développement durable. Un des buts consiste notamment à contribuer à l'ouverture de l'école à la société et en particulier aussi au monde de la recherche. Une traduction simultanée français/allemand/français est assurée. Les frais de restauration sont pris en charge par les organisateurs. Pour s'inscrire: karin.riemer@mev.etat.lu pour le 20 janvier.

### Exposition aux rayons X

Les hôpitaux et cliniques luxembourgeois disposent de 11 scanners CT (Computer Scanner). Ces installations, dont l'invention remonte aux années 70, ont suivi une évolution technique fulgurante lors des dix dernières années. Ces installations permettent de réaliser des diagnostics fiables dans beaucoup de domaines, avec une rapidité croissante, mais présentent un risque pour le patient, lié à l'exposition aux rayonnements ionisants utilisés dans ces installations (rayons X). Actuellement 100.000 examens par an sont réalisés pour les affiliés CNS résidents au Luxembourg. En novembre 2007, une enquête nationale en matière d'exposition des patients aux rayonnements ionisants lors d'examens CT a été réalisée. Sur la base de cette analyse, une phase d'optimisation a été menée en collaboration avec le Dr D. Tack, médecin-radiologue, courant 2008 et a été finalisée en 2009. Afin d'évaluer les effets de cette optimisation, une nouvelle enquête sur la mesure des doses d'exposition a été réalisée grâce à une technique novatrice mise en œuvre par le Centre de recherche Henri Tudor. Les résultats de cette enquête nationale ainsi que la technique utilisée pour faire le calcul et la collecte des doses seront présentés lors d'un symposium qui aura lieu l'après-midi du mercredi 20 janvier au Technopol Schlassgoart, Esch-sur-Alzette. Ces présentations seront complétées par les interventions d'experts européens en matière de radiologie.

## Weltraumforschung an den Universitäten Luxemburg und Nancy

# Mars-Reise und Gesundheit

Allreisen schwächen Immunsystem und lassen Krankheitserreger schneller wachsen

VON JEAN-PAUL BERTEMES

Eric Tschirhart von der Uni Luxemburg und Jean-Pol Frippiat von der Universität Nancy beschäftigen sich mit den Auswirkungen längerer Weltraumreisen auf das Immunsystem von Tier und Mensch.

Als vor 40 Jahren Neil Armstrong den Mond betrat, wurde ein Menschheitstraum wahr. Jetzt will die Nasa Astronauten zum Mars schicken. Diese Reise stellt eine Reihe bisher ungeklärter Probleme - nicht nur technologischer Natur.

„Wenn die Leute an die Weltraumfahrt denken, denken sie vor allem an die enormen Distanzen“, sagt Jean-Pol Frippiat. In der Tat sind die Distanzen immens: Am entferntesten Punkt wäre die Crew 360 Millionen Kilometer von der Erde weg. Die Reisezeit wird auf drei Jahre geschätzt, wovon etwa ein Monat auf dem Mars verbracht werden soll.

„Doch sogar, wenn wir Wege finden, diese Distanzen zu bewältigen, müssen wir noch immer herausfinden, wie Astronauten Krankheiten und Übelkeit überstehen können“, so Frippiat weiter. Krankenhäuser sind weit, die Ansteckungsgefahr groß.

Fehlt die Erdanziehungskraft, reagiert der Körper anders. Es kommt zu einer Vielzahl an Veränderungen wie z.B. Muskelabbau, Schwächung der Knochen, Blutarmie oder Störungen des Blutkreislaufs, der Gleichgewichtskontrolle und des Tastsinns.

Neben den bekannten körperlichen Beeinträchtigungen durch die Schwerelosigkeit sind die Auswirkungen auf das Immunsystem nicht zu unterschätzen. „Damit hat sich die Forschung aber bisher zu wenig beschäftigt“, meint Prof. Tschirhart. Die Forscher aus Nancy beschäftigen sich mit der Genetik, die Forscher aus Luxemburg mit dem biomolekularen Bereich.

Für ihre Untersuchungen am Immunsystem haben die Forscher aus Nancy bereits Ende der 1990er-Jahre Rippenmolche mit der Mir ins All geschickt. Rippenmolche sind Amphibien, deren Immunsystem dem des Menschen ähnlich ist. Das hierbei entnommene biologische Material dient als Forschungsgrundlage.

Seit vier Jahren beteiligt sich auch das Luxemburger Forschungsteam an dem Projekt. „Wir leisten sozusagen Komplementärarbeit zu den Forschern aus Nan-



Eric Tschirhart bleibt auch als Chefverwalter der Universität Luxemburg der Forschung verbunden. (FOTO: UNLU)

cy. Während sie die Gene betrachten, befassen wir uns mit der Proliferation der weißen Blutkörperchen und der Antikörperbildung“, sagt Forschungsleiter Tschirhart.

Außerdem haben die Arbeitsgruppen um Tschirhart und Frippiat über 150 Forschungsstudien zu den Auswirkungen von Raumfahrt auf Mensch und Tier sowie auf Krankheitserreger gesammelt und ausgewertet.

### Doppelter Rückschlag für lang andauernde Mars Expedition

Zum einen geht aus den Arbeiten hervor, dass das Immunsystem in der Schwerelosigkeit schwächer wird. Zum Anderen hat man festgestellt, dass sich die Virulenz von krankheitserregenden Bakterien wie z.B. Salmonellen, Escherichia Coli und Staphylokokken bei Weltraumfahrten verändert und ihr Wachstum beschleunigt wird.

Zur Schwächung der Abwehrkräfte kommt es, weil die Populationen und Verhaltensweisen der verschiedenen weißen Blutkörperchen variieren. Diese Zellen sind für die Abwehrreaktionen des Körpers verantwortlich.

Die Makrophagen z.B. verändern Anzahl und Verhalten, die Neutrophile ihre antibakteriellen Eigenschaften. Somit ändert sich der unspezifische Abwehrmechanismus, die erste Abwehrreaktion des Körpers.

Auch die Mechanismen des spezifischen Immunsystems sind betroffen. Hier sind die B- und T-Lymphozyten die Hauptakteure. Sie erkennen spezifisch Krankheitserreger und bilden darauf hin Antikörper, welche gezielt gegen diese vorgehen. In der Schwerelo-

sigkeit kommt es zu Variationen der Populationen der Lymphozyten und somit zu Abweichungen von Distribution und Selektion der Antikörper. Der Körper wird eventuell anfälliger für bisher gut bekämpfte Krankheitserreger. Zudem überleben die B-Lymphozyten oftmals nicht so lange, was zu einer Verringerung der gesamten Antikörperzahl führen kann.

### Was bewirken die beobachteten Veränderungen?

Die Schwächung des Immunsystems und die Veränderungen der Bakterieneigenschaften lassen sich jedoch nicht nur auf die Schwerelosigkeit zurückführen. Auch Stress spielt eine bedeutende Rolle. Es entsteht während einer derartigen Expedition sowohl physischer Stress während Start und Landung als auch psychischer Stress, etwa aufgrund hoher Erwartungen, dem ständigen Risiko von fatalen technischen Defekten oder Handlungen und der langen Reisezeit auf engem Raum weit weg von zu Hause. Die Reaktivierung verschiedener Viren, wie z.B. des Herpes-Virus, führt man auf Stressfaktoren zurück.

Die lange Verweilzeit auf dem Mars würde die Astronauten zudem hohen Strahlenbelastungen aussetzen, da der Planet kein strahlenabwehrendes Magnetfeld und keine Atmosphäre besitzt. Die kosmische Strahlung erhöht einerseits signifikant das Krebsrisiko, andererseits kann sie Mutationen der Bakterien verursachen, die ihnen ganz neue Eigenschaften verleihen. So wurden z.B. auf einer Raumstation Pilze entdeckt, wel-

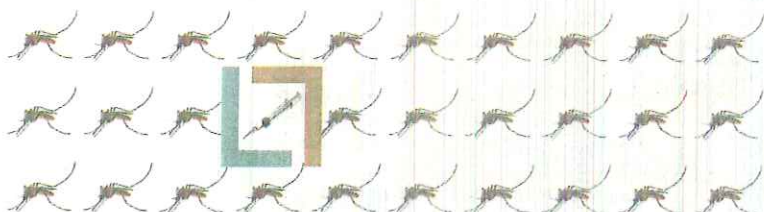
che die Eigenschaft angenommen hatten, die Plastikhüllen elektrischer Kabel zu zersetzen. Diese Eigenschaft wurde bisher nur im All beobachtet und lässt vermuten, dass weitere bisher unbekannte Eigenschaften sich entwickeln können.

Die physiologischen Veränderungen beim Menschen und den Bakterien durch Weltraumreisen basieren also auf einer Kombination mehrerer Faktoren und erfordern ein Überdenken der bisher üblichen Behandlungsmethoden mit Antibiotika.

### Forschung in diesem Bereich erweist sich als problematisch

Große Probleme bereiten den Forschern u.a. der Mangel an Daten zu langen Verweilzeiten im All, die lange Experimentierzeit und die Unvorhersehbarkeit einzelner Faktoren. Laut Tschirhart ist es auch schwer, „klare und faktische Antworten für eine Kombination multipler Stressfaktoren hinsichtlich biologischer Effekte zu liefern“. Zurzeit beschäftigten sich die meisten Untersuchungen mit einzelnen Stressfaktoren. Eine Idee wäre, systematische Untersuchungen zu jeweils einem Effekt zu unternehmen und schließlich dieselbe Untersuchung zu wiederholen, indem man die Stressfaktoren kombiniert.

Eric Tschirhart ist zuversichtlich: Die Probleme können behoben werden, wenn genug Forschungsgelder investiert werden. Dann könnte eine bemannte Marslandung in 20 bis 30 Jahren aus gesundheitlicher Sicht vertretbar sein - ein Restrisiko wird jedoch bleiben.



D'Fuerschung zu Lëtzebuerg.  
Fir lech. Fir Äert deeglecht Liewen.

Fonds National de la  
Recherche Luxembourg

www.fnrlu

INVESTIGATING FUTURE CHALLENGES