

Wissen

Schwindel in der Röhre

In Magnetresonanztomografen wird Patienten schwindlig. Schuld daran ist nicht die Angst vor der Untersuchung, wie man bisher annahm, sondern das starke Magnetfeld.

Von Matthias Meili

Der Magnetresonanztomograf ist heute in Medizin und Forschung unverzichtbar. Nun haben Forscher entdeckt, dass Patienten, die in die Röhre geschoben werden, konstant schwindlig ist. Die starken Magnetfelder, mit denen dieses auch MRI (Magnetic Resonance Imaging) genannte Verfahren funktioniert, reizen nämlich die empfindlichen Gleichgewichtsorgane im Innenohr. Der Schwindel verschwindet zwar wieder nach der Untersuchung, doch die Störung kann die Aussagekraft der Bilder verfälschen.

Mit dem MRI lassen sich messerscharfe Bilder aus dem Inneren des Menschen machen, von Organen oder von Geschwüren und vor allem auch vom Gehirn. Mit dem sogenannten funktionellen MRI (fMRI) sehen die Forscher dem Gehirn sogar bei der Arbeit zu. «Der Nutzen des MRI ist gewaltig. Man erhält gute Bilder, ohne dass es dem Patienten schadet», sagt Peter Bösiger vom Institut für biomedizinische Technik der Universität und der ETH.

Forscher um Dale Roberts vom Johns-Hopkins-Spital in Baltimore berichten nun in der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift «Current Biology», dass die im Apparat angelegten Magnetfelder die elektrischen Signale in den Nervenzellen des Innenohrs irritieren. Vor allem hohe Magnetfeldstärken von 3 oder 7 Tesla regen die empfindlichen Gleichgewichtsorgane an. Die Forscher haben zehn gesunde Personen und zwei Patienten ohne Gleichgewichtsorgane bei unterschiedlichen Magnetfeldstärken in die Röhre geschoben. Um die Resultate nicht zu verfälschen, befanden sich die Probanden während der Versuche in Dunkelheit und in absoluter Ruhelage.

Test mit zehn Probanden

Dabei zeigte sich, dass die Sinneszellen der Gleichgewichtsorgane im Innenohr über einen biomagnetischen Effekt konstant gereizt werden, je nach Lage des Kopfes im Magnetfeld und in Abhängigkeit von der Magnetfeldstärke. Am stärksten stört das Magnetfeld die Sinneszellen, wenn es senkrecht zu ihren gemittelten Mikroströmen steht. Diese Reizung führt direkt zu heftigen unwillkürlichen Augenbewegungen, den sogenannten Nystagmus. «Die Augen bewegen sich dann einfach nach links oder nach rechts, und die Person glaubt, bewegt zu werden, obwohl sie vollkommen ruhig liegt», sagt Dominik Straumann, Neurologe am Universitätsspital Zürich und Spezialist für das menschliche Gleichgewichtssystem. Patienten, deren Gleichgewichtsorgan dagegen nicht funktionierte, litten auch nicht an Schwindel.



Ungefährlich, aber unangenehm: Das Magnetfeld in der Röhre irritiert das Gleichgewichtsorgan im Innenohr. Bild: MPG

Dass Patienten im MRI schwindlig werden kann, wusste man schon vorher. Bisher glaubte man aber, dass dieser Schwindel vorwiegend psychogene Ursachen hat, etwa die Angst vor der Röhre oder der Untersuchung. Es gab zudem keine Studie, die das Ausmass oder die Häufigkeit dieses Effekts untersuchte. Roberts' Resultate sind beunruhigend, weil der Trend hin zu immer höheren Magnetfeldern führt. Je höher das Magnetfeld ist, desto genauer werden die Bilder. In den Spitälern werden üblicherweise 1,5-Tesla-Geräte benutzt, was etwa dem 100 000-fachen Erdmagnetfeld entspricht.

Erst kürzlich aber hat zum Beispiel das Zürcher Triemlispiital ein 3-Tesla-MRI installiert. Die Universität Zürich betreibt gemeinsam mit der ETH am Institut für biomedizinische Technik einen Apparat, der sogar mit 7 Tesla läuft. «Heute werden auch schon MRI mit einem Magnetfeld von 10 Tesla ausprobiert», erklärt Peter Bösiger.

Laut Dominik Straumann ist das Problem des Schwindels für die konventionelle medizinische MRI-Diagnostik unerheblich - er beeinträchtigt weder die

medizinische Aussagekraft der Bilder, noch schadet er den Patienten. Die Effekte sind reversibel und hinterlassen keine bleibenden Schädigungen. Auch die Prozesse im Gehirn sind laut Peter Bösiger nicht betroffen. «Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Magnetfelder selbst bei modernen Geräten mit sehr starken Magnetfeldern die Vorgänge in den Nervenzellen nicht nachhaltig beeinflussen.» Die Gleichgewichtsorgane im Innenohr scheinen jedoch so empfindlich zu sein, dass sie den Einflüssen des Magnetfeldes stärker ausgesetzt sind.

Für die Hirnforschung, in der oft Hirnbilder mit starken Magnetfeldern gemacht werden, könnte dies Folgen haben. Denn Schwindelgefühle verändern auch die Hirnaktivität, was das Design solcher Hirnscan-Studien grundsätzlich infrage stellt. Ein üblicher fMRI-Versuch läuft folgendermassen ab: Ein Proband wird in der Röhre beauftragt, etwas zu tun, zu denken oder auch zu fühlen. Die MRI-Bilder werden dann mit den Aufnahmen verglichen, bei denen der Patient vollkommen ruhig daliegt. Im Vergleich zeigen sich dann Hirnregionen, die bei der verlangten Aufgabe aktiv sind.

Die neuen Untersuchungen zeigen nun allerdings, dass es im MRI keinen wirklichen Ruhezustand gibt. «Das Gehirn ist bei derart hohen Magnetfeldern immer über die Gleichgewichtsorgane aktiviert», erklärt Dominik Straumann. «Deshalb muss man die Aussagekraft der bisher gemachten Studien neu überdenken.»

Hirnschanner

Wie funktioniert ein MRI?

Die Magnetresonanztomografie (MRI) ist ein Schnittbildverfahren. Hierfür kommen keine Röntgenstrahlen wie beim Computertomografen zum Einsatz, sondern ein starkes Magnetfeld. Mit kurzen Radiowellen-Impulsen werden Wasserstoffatome im Körper angeregt, die dort überall vorkommen. Da die Reaktion des Wasserstoffs auf die Impulse sich je nach Umgebung unterscheidet, lassen sich aus diesen Signalen exakte Bilder der Organe berechnen. So werden krankhafte Veränderungen im Körper, besonders in den Weichteilen (innere Organe, Gehirn etc.), erkennbar. Die Methode ist ungefährlich und hat keine Nebenwirkungen. (mma)

Forscher lassen Weltraumschrott nicht aus den Augen

Ein US-Satellit stürzt heute auf die Erde. Viel Schrott fliegt aber noch im All herum, beobachtet auch von Berner Wissenschaftlern.

Von Walter Jäggi

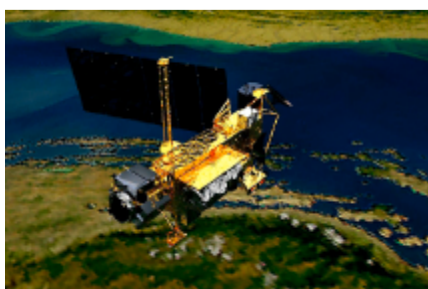
Der amerikanische Forschungssatellit UARS hat wichtige Erkenntnisse zum Stratosphärenwetter geliefert, während er von 1991 bis 2005 in 570 Kilometer Höhe arbeitete. Dann wurde er ausgeschaltet, seither sinkt er ab. Da seine Treibstofftanks leer sind, lässt er sich nicht mehr manövrieren. Vermutlich heute Abend Schweizer Zeit wird er auf die Erde fallen. Laut den Risikoabschätzungen der Nasa dürften von der Gesamtmasse von knapp 6 Tonnen etwa 530 Kilogramm in Form von 26 Trümmerteilen die Erde erreichen. Allerdings nicht mit 28 000 Kilometern pro Stunde, dem Tempo, das der Satellit im Weltall hatte, sondern je nach Teil mit 50 bis 380 Kilometern pro Stunde.

Es kommt nur selten vor, dass so grosse Teile zur Erde fallen. Rund um den Globus wimmelt es jedoch von kleinen und kleinsten Trümmern ausgehender Satelliten und Raketen. Sie sind für die Erdbewohner nicht gefährlich, wohl aber für aktive Satelliten und für die Raumstation ISS. Wegen ihres hohen

Tempos können dort auch kleinste Teile grosse Schäden anrichten.

Zu den aufmerksamen Beobachtern des Weltraumschrotts gehört die Equipe des Berner Astronomieprofessors Thomas Schildknecht. Seit Jahren sucht sie den Himmel nach Trümmerteilen ab. Im bernischen Zimmerwald und auf der Kanareninsel Teneriffa betreiben die Forscher Teleskope, die mit elektronischen Kameras ausgerüstet sind. Alle paar Sekunden wird ein Bild erzeugt, eine eigene entwickelte Computersoftware entdeckt dann die künstlichen Himmelskörper. «Von Auge könnte man das gar nicht», sagt Schildknecht.

Die Beobachtungen aus Teneriffa werden in Echtzeit automatisch in Bern analysiert, sodass das Instrument das Objekt sofort verfolgen kann. Die detaillierte Auswertung der Daten geschieht



Forschungssatellit UARS: Heute Abend fällt er wohl auf die Erde. Foto: PD

im Büro. Mit ihren Teleskopen können die Forscher noch Teile entdecken, die 10 bis 20 Zentimeter klein sind. Sie können erkennen, ob ein Trümmerstück rotiert oder taumelt. Eine Lichtanalyse lässt gewisse Rückschlüsse auf das Material zu. Auch Teile von Isolationsfolien oder abgefallene Solarzellen und Aluminiumstücke sind erkennbar.

Jedes entdeckte Teil wird in Bern mit einer Katalognummer versehen. Rund 1000 sind es gegenwärtig, deren Flugbahn laufend nachgemessen wird. Auf Teneriffa wird zudem Ausschau nach neuen, noch nicht katalogisierten Stücken gehalten, etwa ein Dutzend pro Monat werden gefunden. Umfangreiche Kataloge von Satelliten, Raketen und Weltraumtrümmern führen Weltraumorganisationen wie die ESA und die Nasa. Die Amerikaner seien mit ihren Informationen gegen aussen etwas knausrig, meint Schildknecht, denn es gebe zahlreiche geheime Satelliten: «Die sehen wir zwar auch, aber wir wissen nichts darüber.»

Das Beobachtungsprogramm der Universität Bern beschäftigt nur eine Handvoll Wissenschaftler und einige Techniker, findet aber in der Fachwelt grosse Anerkennung. Wenige Forscher haben so viel Erfahrung auf diesem Gebiet wie Thomas Schildknecht. Grössere Aufmerksamkeit fand das Thema beim Zusammenstoss zweier Satelliten 2009. Seither wird diskutiert, ob man nicht die

grössten Trümmerteile bergen könnte. «Technisch und wirtschaftlich wird das sicher noch nicht in nächster Zeit möglich sein», meint Schildknecht. Ungeklärt ist auch, wie Grossobjekte, zum Beispiel die Raumstation ISS, dereinst entsorgt werden sollen.

Schildknechts Arbeit ist wissenschaftlicher Natur. Es ist nicht so, dass in Zimmerwald ein Astronom zum Telefon greift, um der Nationalen Alarmzentrale in Zürich zu melden, der Satellit UARS nähere sich der Schweiz. Das läuft über die Europäische Weltraumorganisation (ESA), bei der die Schweiz Mitglied ist.

Die Prognose ist unsicher

UARS, der sich gestern auf noch knapp 200 Kilometer Höhe befand, gehört ohnehin nicht zu den Objekten, auf die Schildknechts Methoden ausgerichtet sind. Dazu werden rund um die Welt Radarsysteme eingesetzt, und in mehreren Zentralen laufen die Computer heiss.

Die Bahn des taumelnden Satelliten zu berechnen, ist aber schwierig. Die Verhältnisse in der Stratosphäre sind kompliziert. Das Space Operations Center der USA, die zuständige Kommandostelle, will erst wenige Stunden vor dem Auftreffen die letzten Schätzungen abgeben. Zwei Stunden vor dem «Zeitpunkt T» ist die Unsicherheit immer noch bei plus/minus 25 Minuten oder 12 000 Kilometern auf der Erde.

Einblicke in die Welt der Mumien

Wie sieht ein tausendjähriger Körper aus? Wie untersucht man eine Mumie, ohne den Sarkophag zu öffnen? Eine Ausstellung an der Uni Zürich liefert Antworten.

Von Barbara Reye

Vier Autostunden von Teheran entfernt, im Nordwesten des Iran, liegt das Salzbergwerk von Chehrabad. Hier verunglückten vor 1500 und vor 2500 Jahren mehrere Mineure. «Es waren alles junge, kräftige Männer, die hier gearbeitet hatten», sagt der Mumienforscher Frank Rühli von der Universität Zürich, der vergangenes Jahr iranischen und deutschen Kollegen beim Ausgraben der sechsten Salzmine geholfen hatte.

In der heute beginnenden Ausstellung an der Universität Zürich sieht man in einem kurzen Film den Mediziner, wie er mit Pinsel und Spatel vorsichtig die Salzmine aus dem Untergrund freilegt. Die hohe Salzkonzentration im Boden hatte dem menschlichen Gewebe die Flüssigkeit entzogen, was den Körper vor Zerfall bewahrte und konservierte. Die Mumien seien eine Momentaufnahme aus der damaligen Zeit, sagt Rühli, der mit seinem Team anhand von Gewebeproben nach Hinweisen auf Krankheiten und deren Erreger sucht.

Begehbare Mumienkapsel

Das Prunkstück der kleinen Ausstellung, die im Untergeschoss beim Lichthof der Universität zu sehen ist und mitten im studentischen Alltag stattfindet, stellt ein moderner Sarkophag dar. In diesem befinden sich unter anderem vier Mumien aus Schweizer Museen, die in einem mystisch blauen Licht gezeigt werden (TA vom 10. 9.).

Zudem kann der Besucher einiges über moderne Techniken der Mumienforschung erfahren und etwa am Bildschirm verfolgen, wie man Schicht für Schicht eine Mumie - ohne Öffnen des Sarkophags - mithilfe der Computertomografie auspackt. Denn eine spezielle Software erlaubt es, aus den Rohdaten der Aufnahmen ein 3-D-Bild zu rekonstruieren und sie von oben, von unten oder von den Seiten im Detail zu untersuchen.

«Mit der Technik können wir auch die unwickelnden Leinentücher einzeln anschauen oder sie wegblenden, um nur noch die Mumie zu sehen», erklärt Frank Rühli. So lassen sich versteckte Amulette oder aber auch krankhafte Veränderungen im Körperinneren finden. Bei der jetzt ausgestellten Römermumie kamen dank der Computertomografie etwa Teile eines in die Bandagen entwickelten Ibisvogels zum Vorschein.

In der Ausstellung werden auch ethische Probleme beim Umgang mit Toten angesprochen. Wer Mumien untersuche, müsse sich stets bewusst sein, dass es sich nach wie vor um einen Menschen handle, sagt Frank Rühli, Leiter der Ausstellung. Auch wenn er schon vor Jahrtausenden gestorben sei.

Mumien: Mensch, Medizin, Magie. Uni Zürich, Standort Irchel, bis 8. 1. 12, Eintritt 15 Fr., für Studenten oder mit Carte blanche 8 Fr., www.mumienausstellung.ch

Aborigines als älteste Auswanderer Afrikas

Die Vorfahren der Aborigines sind früher aus Afrika gestartet als jene aller anderen heute lebenden Menschen. Das bestätigen Forscher, die anhand einer hundert Jahre alten Haarlocke erstmals das Erbgut eines Aboriginal-Mannes entziffert haben. Aus den Ergebnissen folgern sie, dass die Aborigines von einer Auswanderungswelle aus Afrika vor etwa 70 000 Jahren abstammen. Die heutigen Europäer und Asiaten dagegen liessen sich auf eine weitere Auswanderungswelle zurückführen, die etwa 24 000 Jahre später Afrika verliess.

«Damit verändert sich unser Wissen von der Besiedlung der Welt vor mehr als 50 000 Jahren», schreiben Forscher von der Universität Kopenhagen, die mit mehr als 50 Kollegen im Fachmagazin «Science» ihre Studie vorstellen. Zu dem Team gehört auch der Sprachwissenschaftler George van Driem von der Universität Bern. (SDA)