

ZWISCHEN GENUSS UND SUCHT

Ab wann die Alltagsdroge Alkohol gefährlich wird

DUNKEL

Auf der Jagd nach
Gammastrahlen

HOCH HINAUS

Interview mit
Alexander Gerst

ABWESEND

Die Geheimnisse
der Winterschläfer





Grünes Licht für bessere Luft

Die grün und gelb leuchtenden Farben unseres Wissenschaftsbildes verströmen einen Hauch von Frühling. Doch bei dem abgebildeten Experiment wird es sicher nicht nach Narzissen duften. Wissenschaftler des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) forschen hier daran, Schadstoffemissionen von Flugzeugen zu minimieren. Ein Schlüsselmoment ist der Prozess, in dem Treibstoff in die Brennkammer eingespritzt wird. Das untersuchen die Forscher im Experiment. Im oberen Plexiglaskörper zerstäuben sie eine kerosinähnliche Flüssigkeit. Mithilfe modernster Technik zeichnen die Forscher den Zerfall der Flüssigkeit in Tropfen auf und können ihn so untersuchen. Eine andere Methode ist die virtuelle Simulation der Zerstäubung – die Software, die dazu genutzt wird, diente ursprünglich dazu, Explosionen von Galaxien zu berechnen. Die KIT-Forscher ergänzten das Programm um Tsunami-Simulationen und visuelle Wassereffekte, die auch für Filme und Videospiele genutzt werden. Mit ihrem gewonnenen Wissen konnten sie die Einspritzdüsen schon entscheidend verbessern. ◆

Franziska Roeder



ONLINE

Mehr eindrucksvolle Bilder aus der Wissenschaft finden Sie hier:

→ www.helmholtz.de/wissenschaftsbild

TITELTHEMA

- 08 (K)ein Glas Wein am Abend?**
Wissenschaftler wagen einen neuen Blick auf die oft unterschätzte Alltagsdroge Alkohol und ihr Suchtpotenzial
- 15 Interview**
Wenn das Gehirn trunken ist

WISSENSCHAFTSBILD

- 02** Grünes Licht für bessere Luft

INFOGRAFIK

- 06** Klimaziel 2050
Treibhausgase 2015/2050

STANDPUNKTE

- 24 Sind Tierversuche unverzichtbar?**
Zwei Blickwinkel: Johannes Beckers und Ute Schepers
- 30 Mit starken Teams gegen Krebs**
Michael Baumann erklärt im Kommentar, wie die Krebsforschung von morgen aussehen sollte

PORTRÄT

- 40 Ute Weber**
Die Erdbeobachterin

FORSCHUNG

- 07 Helmholtz extrem**
Das kleinste Spektrometer
- 16 Helmholtz kompakt**
Neues aus der Welt der Helmholtz-Gemeinschaft
- 19 Resonator-Podcast**
Klangkunst und Wissenschaft
- 20 Interview mit Alexander Gerst**
Besuch im Trainingslager für die nächste ISS-Mission
- 26 Gesundes Grünzeug leuchtet rot**
Wie der FLEX-Satellit aus dem All Photosynthese misst
- 29 Nachgefragt**
Wie könnten die Implantate der Zukunft aussehen?
- 31 Mythos**
Wissenschaft ist objektiv
- 32 Leben auf Sparflamme**
Winterschläfer und ihre Geheimnisse
- 36 Der Blick ins Dunkel**
Auf der Jagd nach Gammastrahlen

EXPERIMENT

- 43 Kleine Forscher**
Phytoplankton – Meister der Entschleunigung



20

IMPRESSUM

Helmholtz Perspektiven
Das Forschungsmagazin der Helmholtz-Gemeinschaft
perspektiven@helmholtz.de
www.helmholtz.de/perspektiven

Herausgeber
Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren e. V.

Büro Berlin, Kommunikation und Außenbeziehungen
Effrosyni Chelioti (V.i.S.d.P. Roland Koch)
Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 · 10178 Berlin
Tel. +49 30 206329-57 · Fax +49 30 206329-60

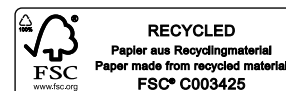
Chefredaktion Annette Doerfel
Artdirektion Stephanie Lochmüller, Franziska Roeder
Schlussredaktion Andrea Mayer

Redaktion
Kristine August, Bianca Berlin, Michael Büker, Annette Doerfel, Tim Haarmann, Elena Hungerland, Kilian Kirchgeßner, Roland Koch, Stephanie Lochmüller, Harald Olkus, Franziska Roeder, Silvia Zerbe

Bildnachweise
Titel/Umschlag: akf/Fotolia, cherylvb/Fotolia; S. 2–3: KIT; S. 4–5: Igor Normann/Fotolia, Sebastian Bolesch, ESA/ATG medialab, magdal3na/Fotolia, voren1/Fotolia, Phil Dera, DESY, Reem Karssli; S. 6: Franziska Roeder (Infografik), Fotolia (Icons); S. 8–9: Igor Normann/Fotolia; S. 10: artjazz/Fotolia, DKFZ; S. 11: alexshyripa/Fotolia; S. 12: picsfive/Fotolia, Pixelpower-01/Pixabay; S. 13: cherylvb/Fotolia, Fanfo/Fotolia, Lemonade/Fotolia; S. 15: DKFZ; S. 19: Freepik;

S. 20–23: Fotolia, NASA, Tanja Hildebrandt; S. 24–25, 30: Jindrich Novotny; S. 31: picsfive/Fotolia, namtipStudio/shutterstock, Freepik; S. 32–35: Fotolia; S. 38–39: kolibri5/Pixabay; S. 41: Phil Dera; S. 43: Tanja Hildebrandt

Druck/Vertrieb Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt a. M.
Papier Arctic Volume white
ISSN 2197-1579





08



26



32



40



36



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

gehört für Sie ein Gläschen Wein oder Bier zu einem entspannten Abend dazu? Mir geht das so. Aus gesundheitlicher Sicht könnte das problematisch sein. Rund elf Liter reinen Alkohol trinkt jeder Deutsche im Schnitt pro Jahr. Doch ab wann wandelt sich der Genuss zur Sucht? Und wer ist besonders gefährdet? Das lesen Sie in unserer Titelgeschichte.

Außerdem können Sie mit uns das Sternenstädtchen in Moskau besuchen. Hier trainiert Alexander Gerst für seinen zweiten Flug zur ISS. Im Interview erzählt er von Experimenten im All, Lieblingsplätzen auf der ISS und seinen Träumen für die Zukunft. Warum sich die Raumfahrt für Winterschläfer interessiert, erfahren Sie im Artikel „Leben auf Sparflamme“. Hier verraten wir viele Geheimnisse von Winterschläfern.

Sie wollen zu einzelnen Themen mehr wissen? Folgen Sie einfach den Icons im Heft und tauchen Sie noch tiefer ein in die bunte Welt der Forschung. Viel Spaß beim Lesen, Anschauen und Hören!

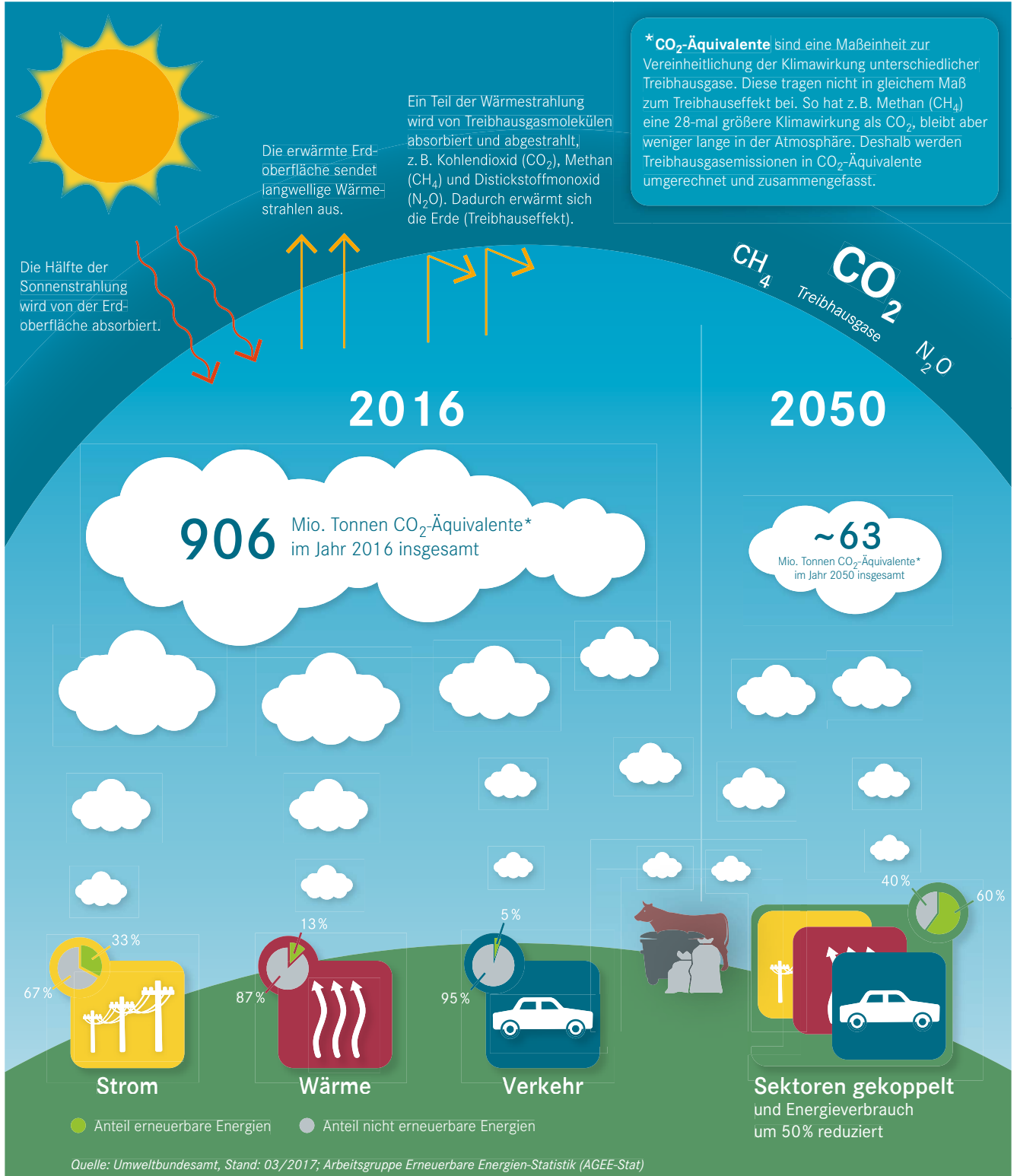
Annette Doerfel
Pressereferentin

→ **Abonnement**

Möchten Sie die Druckausgabe der Helmholtz Perspektiven **kostenlos** beziehen? Dann schreiben Sie eine Mail an: perspektiven@helmholtz.de

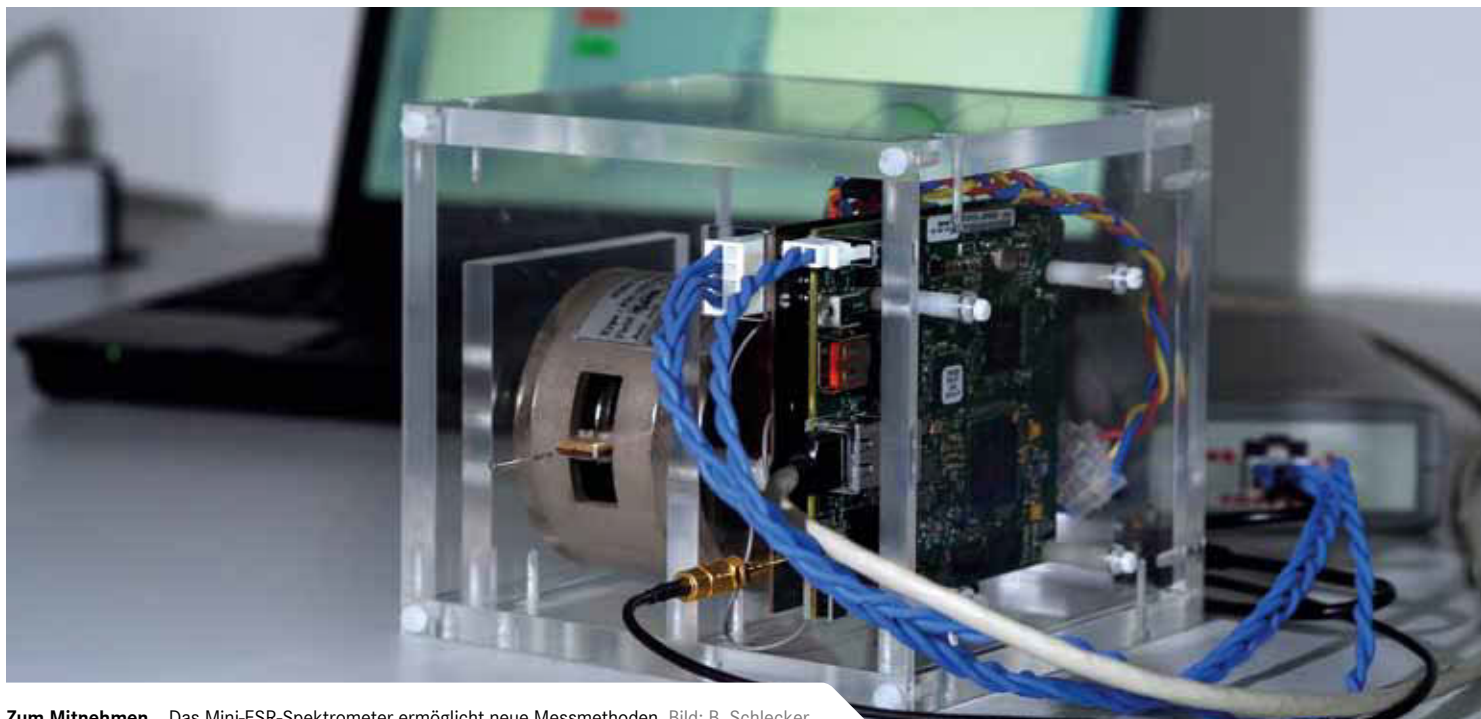
Klimaziel 2050

Treibhauseffekt verringern: In Deutschland sollen Emissionen um 80 bis 95% im Vergleich zu 1990 sinken



HELMHOLTZ extrem

Das kleinste Spektrometer



Zum Mitnehmen Das Mini-ESR-Spektrometer ermöglicht neue Messmethoden. Bild: B. Schlecker

Der Trend geht hin zum Kleinen: Seit Jahren sind Miniaturisierungen ein großes Thema, auch in der Elektronikbranche – kaum jemand kann sich noch vorstellen, an raumfüllenden Computern zu arbeiten. Dabei werden die Geräte nicht nur verkleinert, sondern zudem mit neuen Funktionen ausgestattet. Das ist Forschern am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB) kürzlich gelungen: Sie haben mit Kollegen der Universität Stuttgart ein Elektronenspinresonanz(ESR)-Spektrometer entwickelt, das in einen Schuhkarton passt. Bislang brauchte man für den Betrieb der Geräte ein ganzes Labor.

Die ESR-Spektroskopie wird in der medizinischen Diagnostik und in der Materialforschung eingesetzt. So können Forscher beispielsweise die Konzentration von freien Radikalen, also hochreaktiven Molekülen, im Blut ermitteln und daran Zellalterungsprozesse studieren. Auch Solarzellen, Katalysatoren und Batterie-Elektroden lassen sich untersuchen. Konventionelle ESR-Spektrometer nutzen einen großen Elektromagneten. Die Forscher platzieren eine Probe im Gerät, regen sie mit

Mikrowellen einer festen Frequenz an und variieren das Magnetfeld. Aus der Mantelfeldstärke, bei der die jeweilige Probe die Mikrowellenstrahlung absorbiert, lassen sich ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften ableiten.

Die Forscher arbeiten bei ihrem Schuhkartongerät mit einem Dauermagneten in der Größe eines Hamburgers. Herzstück des Mini-ESR ist ein wenige Quadratmillimeter großer Mikrochip. Er variiert die Mikrowellenfrequenzen und arbeitet gleichzeitig als Sensor, der die Anregungen aus der Probe detektiert. Die neuartige Technik spart Platz – und sie ermöglicht neue Messmethoden. „Während man sonst die Probe in das Spektrometer legt, könnte man jetzt sogar den Mikrochip in die Probe hineinplatzieren, um beispielsweise Tumorzellen im Körper zu untersuchen“, sagt der HZB-Forscher Klaus Lips. Das Interesse an der neuen Technologie sei groß. „Schon jetzt haben wir Angebote von führenden Herstellern, die an Lizenzen interessiert sind.“

Silvia Zerbe



ONLINE

Alle Ausgaben von
HELMHOLTZ extrem
unter:

→ [www.helmholtz.de/
extrem](http://www.helmholtz.de/extrem)





A close-up, artistic photograph of a glass of red wine. The focus is on the surface of the wine, which is covered in numerous small, shimmering bubbles. The wine has a deep red color. The glass is partially visible at the bottom and right edges of the frame. The background is a plain, light color.

(K)EIN GLAS WEIN AM ABEND?

Alkohol hat ein hohes Suchtpotenzial. Das ist schon lange bekannt. Jetzt mehren sich die Belege, dass er auch andere schwere Erkrankungen begünstigt – bis hin zu diversen Krebsarten. Der erstmalig erstellte Alkoholatlas fasst zusammen, was die Wissenschaft über die oft unterschätzte Alltagsdroge weiß.

Der Ermittlungsdruck für die Hauptkommissare Schimanski und Thanner ist hoch: Die Leiche eines Mädchens wurde gefunden und auch die Boulevardpresse bekommt langsam Wind von dem Fall. Schimanski und Thanner gehen erst einmal in die Kneipe um die Ecke: „Machst du mal zwei Bier klar?“ Das Bier kommt, doch die erhoffte Entspannung tritt nicht ein, es kommt zu einem Gerangel mit einem aufgebrachtten Bürger – trotz Schimanskis leutseliger Beschwichtigung: „Komm, sei friedlich und trink 'n Bier mit mir.“

Es ist das Jahr 1982 und die markante Stelle aus dem Fernsehkrimi spiegelt wider, was die Statistik untermauert: Alkoholkonsum war in den 1970er- und 1980er-Jahren wie selbstverständlich in den Alltag integriert. Im Jahr 1976 tranken Deutsche ab 16 Jahren im Laufe eines Jahres mehr als 17 Liter reinen Alkohol, wovon über die Hälfte aus Bier stammte – 194 Liter, die wohl auch Fernsehkommissar Schimanski erreicht haben dürfte.

Seither ist der Alkoholkonsum rückläufig: Insgesamt trank jeder Deutsche im Jahr 2014 noch elf Liter reinen Alkohol, 119 Liter hiervon stammten aus Bier.

„Wir sind heute erst wieder auf dem Stand der 1960er-Jahre.“

Ein Grund zur Entwarnung also? „Nein“, meint Ute Mons, die am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg (DKFZ) die Stabsstelle Krebsprävention leitet und eine der Autorinnen des jüngst erschienenen Alkoholatlas ist. „Schaut man in der Statistik weiter zurück, sieht man, dass wir heute erst wieder auf dem Stand der 1960er-Jahre sind.“ Tatsächlich wird in Deutschland immer noch jede Menge Alkohol getrunken. So stellten Wissenschaftler des Instituts für Therapieforschung in München im aktuellen „Epidemiologischen Suchtsurvey“ fest: Im Jahr 2016 trank jeder fünfte Erwachsene zwischen 18 und 59 Jahren, der in den 30 Tagen vor der Befragung Alkohol konsumiert hatte, riskante Mengen des Zellgiftes. Doch was sind „riskante Mengen“? Klar ist für die Forschung inzwischen eins: Einen risikofreien Alkoholkonsum gibt es nicht, auch wenn verschiedene Institute jeweils andere Schwellenwerte ansetzen, ab denen der Konsum bedenklich werde – das Münchner



ONLINE

Weitere interessante Fakten liefert der Alkoholatlas:

→ www.dkfz.de/de/tabakkontrolle/download/Publikationen/sonstVeroeffentlichungen/Alkoholatlas-Deutschland-2017_Doppelseiten.pdf



RUND UM DEN ALKOHOL



Der Alkoholatlas liefert auf rund 100 Seiten erstaunliche Fakten zum Thema Alkohol. Er fasst dabei die aktuellen Daten zum Alkoholkonsum in Deutschland zusammen und

verdeutlicht regionale Unterschiede. Zudem weist er auf die Bedeutung von Alkohol als Risikofaktor für Krebs und zahlreiche andere Erkrankungen hin. Gleichzeitig zeigt er mögliche Maßnahmen zur Prävention eines riskanten Alkoholkonsums auf.



WANN WIRD AUS GENUSS SUCHT?

Sind drei oder mehr der folgenden Kriterien erfüllt, liegt in der Regel eine Abhängigkeitserkrankung vor:

- 1 Starkes Verlangen oder Zwang
- 2 Kontrollverlust
- 3 Abstinenzverlust
- 4 Toleranzentwicklung
- 5 Entzugserscheinungen
- 6 Vernachlässigung anderer Interessen

Institut für Suchtforschung und die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung etwa sehen die Grenze bei einem Tagesdurchschnitt von mehr als 24 Gramm Reinalkohol bei Männern und zwölf Gramm bei Frauen, das Robert Koch-Institut hingegen etwas niedrigere Werte von 20 und 10 Gramm – eine Menge, die etwa in einem halben Liter Bier enthalten ist – beziehungsweise beim Wert für Frauen in einem Viertelliter. Ist also das allabendliche Gläschen Wein oder Bier schon zu viel? Ab wann wird der regelmäßige Alkoholkonsum zur Sucht? Und wer ist besonders gefährdet?

„Bei Frauen sehen wir (...), dass es vor allem die höher gebildeten sind, die ab dem 45. Lebensjahr einen riskanten Konsum aufweisen.“

„Man mag das Bild des arbeitslosen Alkoholikers im Kopf haben, der sich mit Billigwodka aus dem Discounter betrinkt“, sagt Ute Mons, „und auf der anderen Seite die Vorstellung, dass sich Menschen in höheren sozialen Schichten gesundheitsbewusster verhalten.“ Dieses Klischee treffe aber nicht zu: „Bei Männern ist der Konsum in den verschiedenen Statusgruppen recht ähnlich. Und besonders bei Frauen sehen wir sogar im Gegensatz dazu, dass es vor allem die höher gebildeten sind, die ab dem 45. Lebensjahr einen riskanten Konsum

aufweisen“, berichtet Ute Mons. Der Grund ist noch nicht geklärt; sie vermutet allerdings, dass Alkohol häufig auch ein Statussymbol ist, vom guten Cognac bis zur erlesenen Weinsammlung im Keller. Auch hohe berufliche Belastung könnte ein Grund sein – eine Einschätzung, die Karl-Heinz Ladwig teilt, Leiter der Gruppe Psychische Gesundheit am Helmholtz Zentrum München: „Die Belastungen am Arbeitsplatz haben zugenommen und damit auch die Notwendigkeit, kompensatorisch gegenzusteuern. Unsere Untersuchungen unter Federführung von Marianna Virtanen vom finnischen Institut für Gesundheit am Arbeitsplatz zeigen etwa, dass lange Arbeitszeiten mit einem erhöhten Alkoholkonsum assoziiert sind.“ Ab Arbeitszeiten von wöchentlich mehr als 48 Stunden steige demnach das Risiko für riskanten Alkoholkonsum deutlich an. Das verharmlosende Motto „Work hard, drink hard“ sei aber eine Instrumentalisierung des Genusses in die falsche Richtung, so Ladwig. Besser sei: „Work hard, gym hard.“ Aber letztlich, sagt der Mediziner, hätten Alkoholika auch einen Wert als Kulturgut: „Auf ein gutes Glas Wein oder ein gelegentliches Bier möchte auch ich nicht verzichten. Man sollte aber nicht über die Stränge schlagen.“

Wann ein problematischer Konsum beginnt, sei indes häufig schwer zu erkennen, sagt Norbert Wodarz, Leiter der Abteilung Suchtforschung an der Universität Regensburg. Zwar gebe es, wie auch für andere Substanzen, sechs Kriterien, an denen man einen Missbrauch festmachen könne: zwanghafter Konsum, Kontrollverlust, Abstinenzverlust, Toleranz, Entzugserscheinungen und ein Rückzug aus dem Sozialleben. Wenn drei dieser Kriterien erfüllt seien, liege eine Abhängigkeit vor. „In der Praxis ist es aber nicht immer ganz einfach festzulegen, wann die durchlässige Grenze zwischen normalem Gebrauch, Missbrauch und →

Abhängigkeit überschritten ist“, sagt er. Gefährdet seien vor allem diejenigen, für die der Alkohol im Alltag wie selbstverständlich dazugehört. „Wenn es dann zu einer persönlichen Krise kommt, etwa bei Jobverlust oder einer Trennung, explodiert plötzlich der Konsum.“

„Frühere Suchttheorien strotzen vor haltlosen Persönlichkeitsannahmen.“

Wie es schließlich zur Entstehung einer Abhängigkeit kommt, untersucht an der Berliner Charité der Direktor der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Andreas Heinz. „Frühere Suchttheorien strotzen vor haltlosen Persönlichkeitsannahmen“, sagt der Psychiater, „und waren oft einfach abwertend. Heutzutage schauen wir mit einem neurobiologischen Suchtmodell eher auf die Wirkung von Botenstoffen im Gehirn – etwa von Dopamin. Wir untersuchen, wie Lernmechanismen verändert werden, eine Zentrierung auf drogenassoziierte Reize entsteht und Erkrankte auf Alkoholreize reagieren.“ Dafür arbeiten Andreas Heinz und seine Kollegen mit raffinierten Techniken – denn es ist sehr schwer, ein so subjektives Empfinden wie das Verlangen nach Alkohol mit hochkomplizierten Biosignalen im Gehirn zu korrelieren. Gelungen ist es ihnen beispielsweise mit einem aufwendigen Versuch, bei dem sie Versuchspersonen auf Gewinne und Verluste konditionierten – dabei stellten sie fest: Sobald ein Gewinn in Aussicht steht, verschlechtert sich die Impulskontrolle. „Es ist normal, dass wir uns von Kontextfaktoren anstecken lassen“, erklärt Heinz. „Bei Suchtkranken ist dies aber verstärkt. Sie neigen dazu, mitzutrinken, wenn die Leute um sie herum auch trinken.“ Aus der Therapieforchung kann der Psychiater aber auch berichten, dass die „Selbstwirksamkeitsüberzeugung“ – der Glaube an sich selbst – ein guter Indikator für den Erfolg einer Therapie ist. „Die Leute, die überzeugt

sind, vom Alkohol loszukommen, es häufig auch. Das Wissen, was passieren kann, wenn man weiter hingegen kaum. Deshalb bringt zu moralisieren – tatsächlich den Menschen helfen, sich zu glauben“, sagt

schaffen alles trinkt, hilft es nichts, muss man wieder an Andreas Heinz.

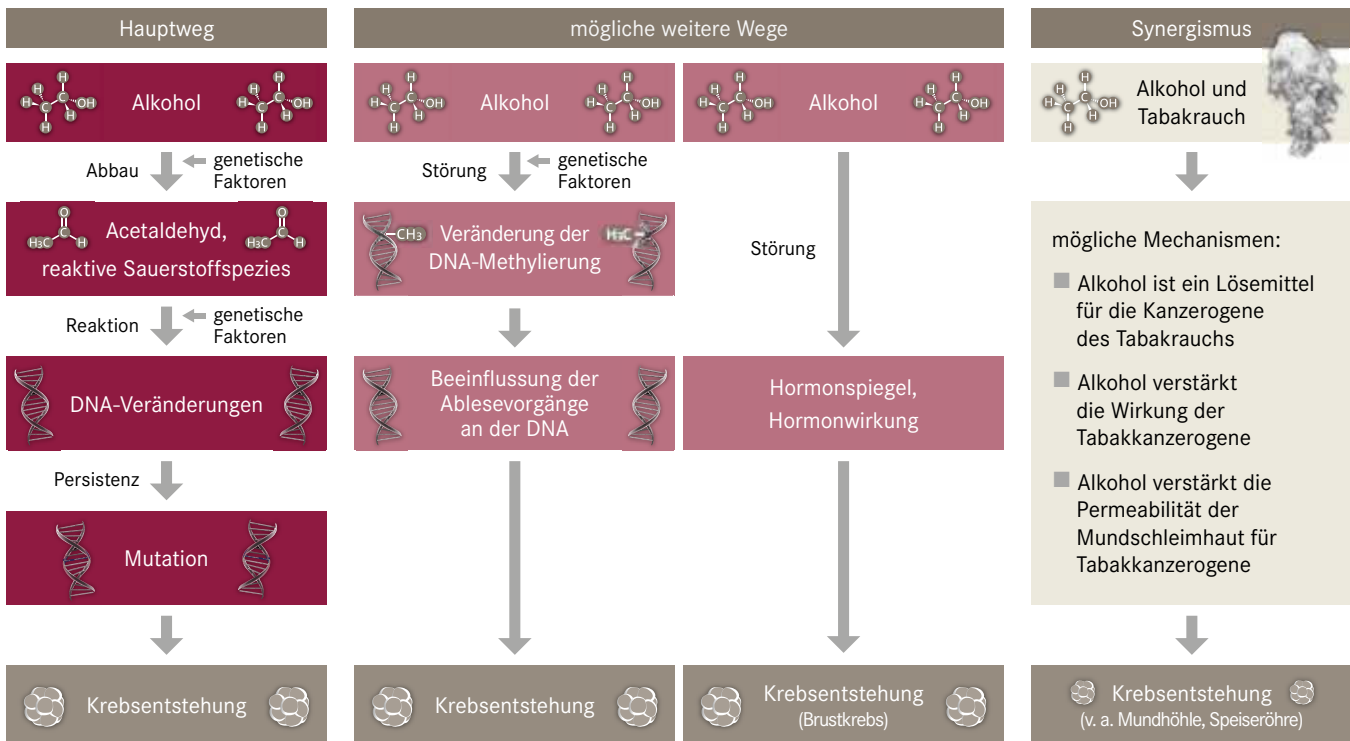
Welche langfristigen Schäden ein vermehrter

Alkoholkonsum oder eine Alkoholsucht nach sich ziehen kann, ist bei jedem Menschen verschieden, betont der Regensburger Suchtforscher Norbert Wodarz: „Es gibt individuell verschiedene Prädispositionen, welche Organe bei einzelnen Personen zuerst Schaden nehmen. Manche trinken große Mengen Alkohol und die Leber verkräftet dies gut, während sich die Bauchspeicheldrüse chronisch entzündet – ein wichtiger Faktor ist die persönliche Veranlagung.“

Ab welchen Mengen zumindest das statistische Risiko für Krankheiten steigt, haben die Wissenschaftler des Deutschen Krebsforschungszentrums im Alkoholatlas aus verschiedensten Studien der vergangenen Jahre zusammengetragen. Ihre Erkenntnisse: Das Risiko für Lebererkrankungen steigt ab 40 Gramm Alkohol pro Tag bei Männern und 20 Gramm bei Frauen (das entspricht 0,8 bzw. 0,4 Litern Bier). Chronischer Alkoholkonsum schädigt darüberhinaus das Nervensystem, ungeborene Kinder erleiden bereits Schäden, wenn die Mutter nur geringe Mengen trinkt.

„Allein für das Jahr 2010 schätzt man, dass 13.000 Krebsfälle in Deutschland auf Alkoholkonsum zurückzuführen sind.“

Ute Mons vom Deutschen Krebsforschungszentrum hebt aber noch einen weiteren Aspekt hervor, der zunehmend in den Fokus der Forscher gerät: den Zusammenhang zwischen Alkoholkonsum und dem Krebsrisiko. „Die Menschen werden immer älter, wodurch zunehmend Krebserkrankungen auftreten werden, die auch auf die Verhaltensweisen der



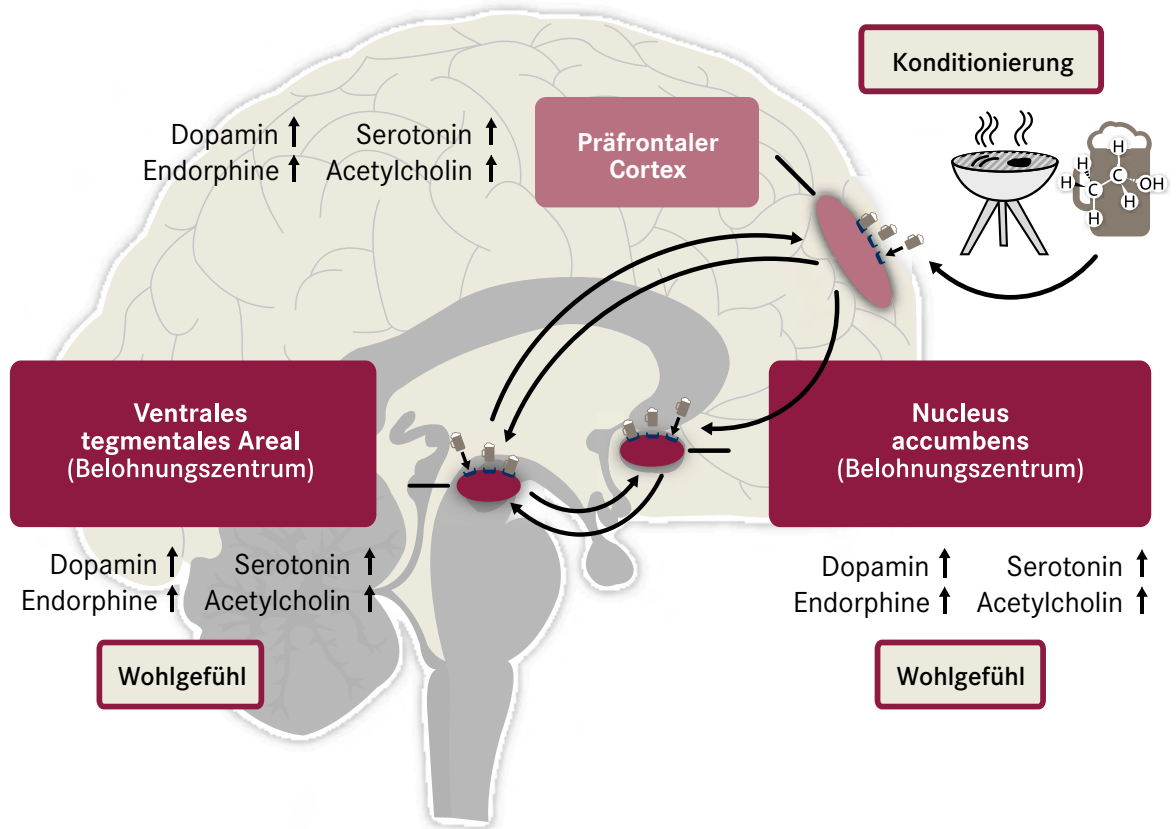
vorhergehenden Jahre zurückzuführen sind. Allein für das Jahr 2010 schätzt man, dass 13.000 Krebsfälle in Deutschland auf Alkoholkonsum zurückzuführen sind.“ Zwar ist noch nicht für alle Krebsarten geklärt, wie Alkohol das Erkrankungsrisiko erhöht, ein Zusammenhang ist aber deutlich belegt.

Wer täglich Alkohol in der Menge von einem kleinen Kölsch bis zu einem Liter Bier trinkt, hat ein fast doppelt so hohes Risiko für Mundhöhlen- und Rachenkrebs gegenüber denjenigen, die keinen Alkohol trinken; das Gleiche gilt für Speiseröhrenkrebs. Für Kehlkopfkrebs ist das Risiko etwa 1,5-mal so hoch und für die Leber zumindest erhöht. Ein wesentlicher Faktor für die Krebsentstehung ist dabei vermutlich ein

Abbauprodukt des Alkohols, wie Alkoholforscher Helmut Seitz von der Universität Heidelberg erklärt: „Bei Mund- und Speiseröhrenkrebs ist wahrscheinlich Acetaldehyd verantwortlich für die Schädigung der Erbsubstanz, ebenso bei Krebserkrankungen des Dickdarms. In der Leber kann eine Zirrhose ein Karzinom begünstigen.“ Und selbst bei Brustkrebs gibt es klare Hinweise darauf, dass das Risiko durch hohen Alkoholkonsum steigt: „Zwar gibt es keine Schwellendosis – es gibt Frauen, die empfindlicher reagieren als andere und solche, die weniger empfindlich sind. Man kann aber davon ausgehen, dass von den jährlich 40.000 Brustkrebsdiagnostiken etwa 4.000 auch mit durch Alkohol induziert sind.“ →

Folgenreich Alkohol erhöht das Risiko, an Krebs zu erkranken. Welche Mechanismen dabei eine Rolle spielen, ist noch nicht eindeutig geklärt. Quelle: Alkoholatlas Deutschland 2017/Deutsches Krebsforschungszentrum





Glück im Kopf Alkohol bindet im Gehirn an unterschiedliche Rezeptoren. Ihre Stimulierung führt zu einer Ausschüttung des Botenstoffs Dopamin und weitere Botenstoffe im Belohnungszentrum. Die verstärkte Ausschüttung von Endorphinen und Endocannabinoiden führt zu einem Wohlgefühl. Quelle: Alkoholatlas Deutschland 2017/Deutsches Krebsforschungszentrum

Wie groß die Rolle der genetischen Veranlagung ist, verdeutlicht Helmut Seitz mit einem Beispiel: „40 Prozent der asiatischen Bevölkerung fehlt etwa ein Enzym, das für den Abbau von Acetaldehyd verantwortlich ist, dem Stoffwechselprodukt von Alkohol. Diese Menschen vertragen Alkohol nur sehr schlecht und sind zudem hochgefährdet, etwa für Karzinome der Speiseröhre.“

Aber nicht nur mögliche Folgeerkrankungen haben eine wesentliche genetische Komponente: „Auch das Risiko, eine Abhängigkeit zu entwickeln, ist etwa zur Hälfte genetisch festgelegt“, unterstreicht der Regensburger Suchtforscher Wodarz. Ein einzelnes „Risikogen“ lasse sich hierbei jedoch nicht identifizieren. Eine tragende Rolle, davon sind die meisten Mediziner überzeugt, kommt deshalb in jedem Fall der Aufklärungsarbeit zu – eine Aufgabe, für die sich traditionell die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung engagiert. „In den 1990er-Jahren hat sich unser Fokus von den illegalen auf die legalen Substanzen verlagert mit dem Schwerpunkt Alkoholprävention“, sagt die Präventionsexpertin Michaela Goecke. „Wir haben im Jahr 2017 allein

aus Bundesmitteln 2,5 Millionen Euro in die Alkoholprävention investiert, unterstützt durch weitere sechs Millionen Euro vom Verband der Privaten Krankenversicherung. Und nicht nur der Bund ist sehr engagiert, sondern auch die Länder und Kommunen.“ So gibt es inzwischen zahlreiche Angebote für die unterschiedlichsten Zielgruppen, dazu Social-Media-Strategien, ein umfassendes Internetangebot, Mitmachaktionen für Schüler oder Informationen in den Printmedien. „Wir wissen natürlich, dass nicht vorne eine Kampagne reinkommt und hinten unmittelbar veränderter Alkoholkonsum rauskommt.“

Für die Zukunft ist Michaela Goecke zuversichtlich: „Meine Prognose ist, dass sich der Alkoholkonsum reduzieren wird. Das hängt mit einem allgemeinen Trend zu mehr Gesundheitsbewusstsein zusammen. Das sieht man beispielsweise am wachsenden Markt für alkoholfreie Alternativen.“ Zumindest im Fall von Horst Schimanski scheint sich das zu bestätigen: In einer seiner Kneipen wird im wahren Leben heute Eiscreme verkauft. ♦

Tim Haarmann



ONLINE

Was kann alles süchtig machen? Mehr dazu unter:

→ www.helmholtz.de/gesundheit/der-immer-wieder-effekt/



Wenn das Gehirn trunken ist

Beschwingt, enthemmt und unbesiegbar – so fühlen sich viele nach ein paar Gläsern Alkohol. Katrin Schaller vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) kennt die biologischen Hintergründe der Glücksgefühle durch Alkohol – und weiß, was passiert, wenn das Wohlgefühl zur Sucht wird.



Wieso fühlt man sich gut, wenn man Alkohol trinkt?

Bereits geringe Mengen Alkohol haben eine entspannende, angstlösende und stimulierende Wirkung. Das hängt vor allem mit dem Belohnungssystem im Gehirn zusammen. Generell reagiert es auf Reize wie gutes Essen, Sex oder eben Alkohol. Sie stimulieren bestimmte Bereiche im Belohnungssystem und daraufhin wird Dopamin ausgeschüttet, ein Botenstoff, der oft auch als Glückshormon bezeichnet wird. Letztlich führt das zu einem Wohlgefühl. Alkohol hat eine sehr vielfältige Wirkung im Gehirn, weil er an verschiedene Rezeptoren bindet.

Werden Sie gerne konkreter!

Der angstlösende, entspannende Effekt kommt in erster Linie daher, dass Alkohol an den γ -Aminobuttersäure-Rezeptor bindet und ihn aktiviert. Das führt zu einer Ausschüttung von Botenstoffen, die eine hemmende Wirkung auf das Gehirn haben. Dadurch fühlt man sich locker und entspannt. Dann bindet Alkohol auch noch an Serotoninrezeptoren. Das sorgt dafür, dass Dopamin und letztendlich Endorphine ausgeschüttet werden, die wiederum ein Wohlgefühl auslösen. Alkohol bindet auch an den L-Glutamat-rezeptor und wirkt dadurch lähmend. Je mehr man trinkt, desto mehr kommt diese hemmende, betäubende Wirkung durch. Alkohol sorgt auch für den Verlust der Kritikfähigkeit. Man fühlt sich ganz toll und stark – das ist besonders bei Jugendlichen problematisch.

Warum sind Jugendliche besonders gefährdet?

Jugendliche haben generell eine deutlich höhere Risikobereitschaft. Sie probieren gern neue Dinge aus, und dazu gehört auch das Trinken. In der Pubertät bis ins junge Erwachsenenalter hinein werden im Gehirn viele bestehende Verbindungen gelöst und neue geknüpft – insbesondere in einem Bereich, der die kognitiven Leistungen und die Kontrolle von Emotionen steuert und außerdem für die Persönlichkeitsstruktur wichtig ist. Wenn man in diesem Alter viel Alkohol trinkt, wird das Gehirn nachhaltig anders aufgebaut: Dadurch kann das Gehirnvolumen abnehmen, das Gedächtnis leiden und die räumliche Wahrnehmung beeinträchtigt werden.

Bis zu welchem Alter hat Alkohol denn diese Wirkung? Ab 16 darf man ja schließlich schon legal Bier trinken.

Besonders empfindlich ist das Gehirn während der Umbauprozesse in Pubertät und jungem Erwachsenenalter. Daher finde ich es wichtig, dass die Altersgrenze für jegliche Form von Alkohol – auch für Bier – in Deutschland einheitlich auf 18 Jahre angehoben wird. Allerdings kann ein hoher Alkoholkonsum auch bei Erwachsenen schwere Schäden anrichten.

Viele trinken ja Alkohol und werden trotzdem nicht süchtig. Wie kommt es bei manchen zur Sucht?

Dafür müssen viele Faktoren zusammenkommen, dazu gehören genetische und körperliche Faktoren sowie Umwelteinflüsse wie psychische Belastungen und der kulturelle Umgang mit Alkohol. Mit Blick auf das Gehirn kann man sagen, dass sich die Anzahl der Rezeptoren

und ihre Regulation untereinander verändert. Dadurch kommt es zu einer Toleranzbildung. Das bedeutet, man braucht immer mehr von einer Substanz, bis eine Wirkung auftritt – zum einen weil die Rezeptoren weniger empfindlich werden und zum anderen weil mehr Rezeptoren gebildet werden. Und je mehr davon da sind, desto mehr Wirkstoff ist nötig, um sie zu besetzen. Außerdem kommt noch ein wichtiger Punkt hinzu: die Konditionierung. Der Abhängige verbindet bestimmte Situationen wie etwa eine Kneipe mit diesem Wohlgefühl, das er beim Trinken empfunden hat. Kommt er wieder in die Situation, braucht er nicht einmal Alkohol zu sehen und verspürt schon den Drang, ein Glas zu trinken. Diese Konditionierung ist leider etwas, das sich schwer wieder verlernen lässt.

Wie können Medikamente beim Entzug helfen?

Es gibt Opiathemmer, die den Belohnungseffekt im Gehirn abschwächen. Sie blockieren die Rezeptoren, so dass weniger Dopamin ausgeschüttet wird. Dadurch stellt sich das Wohlgefühl nicht ein und der Drang lässt nach, Alkohol zu trinken. Aber das löst nur einen Teil des Problems: Man kann den Belohnungseffekt abschwächen, aber in erster Linie ist es wichtig, dass Alkoholiker mit kritischen Situationen umzugehen lernen und Gewohnheiten durchbrechen. ♦

Interview: **Annette Doerfel**



→ HELMHOLTZ kompakt

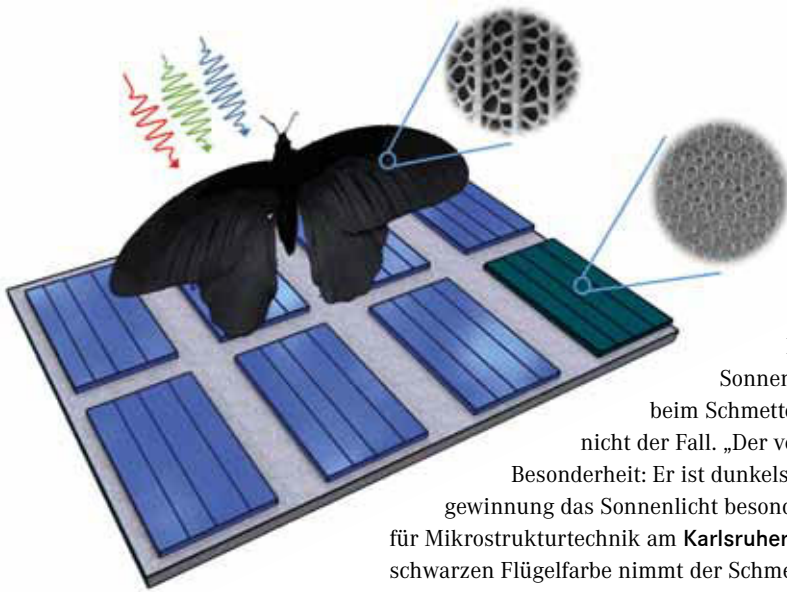


Zugemüllt Jedes Jahr gelangen Millionen Tonnen Plastik ins Meer – ein globales Umweltproblem. Bild: Richard Carey/Fotolia

Flüsse tragen Plastikmüll ins Meer

Millionen Tonnen Plastik gelangen jedes Jahr in die Ozeane – mit verheerenden Folgen für die Meeresbewohner. Auf welchem Weg der Müll in die Weltmeere kommt, hat nun ein Forscherteam des **Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung Leipzig (UFZ)** und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf untersucht. Demnach stammen 90 Prozent des Plastikmülls, der jedes Jahr in die Ozeane gespült wird, aus nur zehn Flüssen. Das meiste Plastik gelangt über den Jangtse-Fluss, den längsten Fluss Chinas, in die Ozeane – gefolgt vom Indus, der in Pakistan ins Arabische Meer mündet, und dem Gelben Fluss aus China.

„Je mehr Müll nicht fachgerecht entsorgt wird, desto mehr Plastik landet letztlich im Fluss und gelangt über diesen Transportweg ins Meer“, sagt Christian Schmidt, Hydrogeologe am UFZ. Im Wasser schwimmende kleinste Plastikpartikel können vor allem Meeresbewohnern schaden. Fische, Seevögel und andere Tiere verwechseln sie mit Futter und fressen sie. Die neuen Erkenntnisse können helfen, die Meeresverschmutzung künftig zu reduzieren. „Da es bislang unmöglich ist, die Ozeane vom bereits vorhandenen Plastikmüll zu befreien, müssen wir vorsorgen und den Eintrag von Plastik schnell und effizient reduzieren“, meint Schmidt.



Schmetterlinge als Vorbild für Solarzellen

Was haben Schmetterlinge den heutigen Solarzellen voraus? Die optimale Aufnahme von Sonnenlicht zum Beispiel. Bei Solarzellen geht ein Teil der Energie des Sonnenlichts ungenutzt verloren, da es reflektiert wird. Dies ist beim Schmetterling der Art „Gewöhnliche Rose“ (*Pachliopta aristolochiae*) nicht der Fall. „Der von uns untersuchte Schmetterling hat eine augenscheinliche Besonderheit: Er ist dunkelschwarz. Das liegt daran, dass er für eine optimale Wärme-gewinnung das Sonnenlicht besonders gut absorbiert“, sagt Hendrik Hölscher vom Institut für Mikrostrukturtechnik am **Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**. Aber nicht nur wegen der schwarzen Flügel-farbe nimmt der Schmetterling das Sonnenlicht optimal auf – seine Flügel zeichnen sich zudem durch besondere Nanostrukturen aus. Sie haben kleinste Löcher, die das Licht wesentlich besser absorbieren als glatte Oberflächen. Die Wissenschaftler bildeten die entdeckten Nanostrukturen auf einer Siliziumschicht einer Dünnschicht-Solarzelle nach und erzielten erstaunliche Ergebnisse: Die Absorptionsrate bei senkrechtem Lichteinfall stieg um 97 Prozent im Vergleich zu einer flachen Oberfläche. Bei einem Einfallswinkel von 50 Grad wurden sogar 207 Prozent Steigerung erreicht. „Dies ist vor allem für europäische Lichtverhältnisse interessant, da hier häufig diffuses Licht

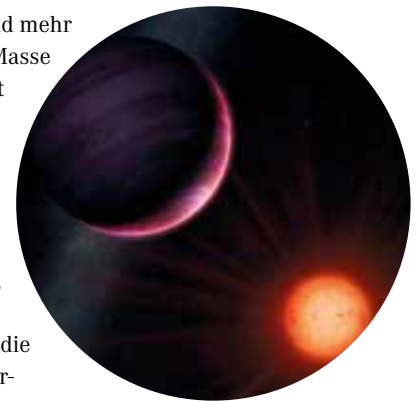
Abgeguckt Die Flügel des pechschwarzen Schmetterlings „Gewöhnliche Rose“ absorbieren Sonnenlicht besonders gut.
Grafik: Radwanul H. Siddique, KIT/CalTech

Spermien schwingen im „Akkord“

Um vorwärts zu schwimmen, „wackeln“ Spermien mit dem Schwanz. Wenn die Schlagbewegung wie eine Welle den Schwanz durchläuft, werden die Flüssigkeit nach hinten und die Spermien nach vorne gestoßen. Um zu navigieren, schlägt der Schwanz mehr zu einer Seite hin, wie das Ruder eines Bootes. Deshalb schwimmen Spermien auf gekrümmten Bahnen. Wissenschaftler vom **Forschungszentrum Jülich** und dem Forschungsinstitut Caesar in Bonn konnten nun zeigen, dass Spermien einen ungewöhnlichen Trick verwenden, um einen asymmetrischen Schlag zu erzeugen. Durch den Schwanz wandern zwei Wellen – eine mit der Grundfrequenz und eine mit der doppelten Frequenz. Musikalisch ausgedrückt: Spermien spielen mit „Noten“ unterschiedlicher Oktaven. Wenn sich diese beiden Wellen überlagern, ändert sich die Auslenkung der Welle mit der Zeit. Deshalb wellt sich der Schwanz mehr zu einer Seite. Zu einem Schiffsrudder gibt es allerdings gewichtige Unterschiede: Die Symmetrie wird nicht wie bei einem Ruder räumlich gebrochen, sondern zeitlich. Und am Steuer steht kein Kapitän, sondern Botenstoffe: Die Forscher konnten zeigen, dass Progesteron, ein weibliches Sexualhormon, die beiden Wellen oder „Noten“ aufeinander abstimmt und so die Schwimm-bahn des Spermiums ändert.

Riesenplanet widerlegt gängige Theorie

In unserem Sonnensystem sind mehr als 99 Prozent der gesamten Masse in der Sonne vereint und nicht einmal ein Prozent in den acht Planeten, Kometen und Asteroiden. Diese Verteilung folgt der bisher gängigen Theorie: Planeten sind immer kleiner als ihr zentraler Stern, da sie in der gleichen Wolke aus Staub und Gas entstehen, die auch ihren Zentralstern hervorbrachte. Astronomen haben nun allerdings einen Riesenplaneten auf-gespürt, der größer als sein zentraler Stern ist. Der Planet NGTS-1b hat eine Größe wie der Jupiter und kreist um einen sogenannten Zwergstern, der nur halb so groß ist wie unsere Sonne. „Das ist eine Herausforderung für die Theoretiker“, sagt Heike Rauer, Leiterin des Instituts für Planetenfor-schung des **Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)**. NGTS-1b ist der erste Exoplanet, der mithilfe der chilenischen Teleskopanlage Next-Generation Transit Survey (NGTS) entdeckt wurde. Er liegt rund 600 Lichtjahre von der Erde entfernt und umkreist seinen Zwergstern sehr eng: Er benötigt nur 2,6 Tage für einen Umlauf.



Kurios Der Zwergstern mit seinem Riesenplaneten
Quelle: University of Warwick & Mark Garlick

Diamant in Grafit verwandelt



Zerstört Ein Röntgenlaser wandelt Diamanten in Grafit um.
Bild: Gesine Born/DESY

Nur unter hohem Druck entsteht aus Kohlenstoff ein kostbarer Diamant. Wie man umgekehrt Diamanten wieder zerstören und in Grafit verwandeln kann, hat nun ein Forscherteam um Franz Tavella vom US-Beschleunigerzentrum SLAC und Sven Toleikis sowie Beata Ziaja vom Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY gezeigt. Sie beschossen nur 0,3 Millimeter dünne Diamantscheiben mit ultrakurzen Blitzen des italienischen Freie-Elektronen-Röntgenlasers FERMI und änderten damit das Kristallgitter des Diamanten, bis es sich schließlich in der Grafitstruktur neu organisierte. Doch warum sollte man überhaupt Diamanten derart zerstören? „Den Grafitisierungsprozess zu verstehen, ist – abgesehen von den grundlegenden Aspekten – für alle diamantbasierten Technologien von Bedeutung“, sagen die Wissenschaftler um Franz Tavella.

Neue Leiterin am AWI



Prof. Antje Boetius (rechts) löst Prof. Karin Lochte als Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts ab. Bild: Kerstin Rolfes/Alfred-Wegener-Institut

Antje Boetius hat die wissenschaftliche Leitung des **Alfred-Wegener-Instituts Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)**, übernommen. Erstmals arbeitete Boetius während ihrer Promotion von 1993 bis 1996 am AWI. Nach Stationen unter anderem am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie sowie als Vizedirektorin des MARUM, Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, folgt sie nun auf Karin Lochte, die das AWI zehn Jahre lang leitete und in Ruhestand geht. Zu Boetius' Zielen gehören ein besserer Austausch zwischen Wissenschaft und Gesellschaft sowie die Förderung neuer Technologien wie etwa robotischer Systeme. ◆

Bianca Berlin und Annette Doerfel

Anzeige

ICH WERDE MASCHINEN

das Denken und Lachen beibringen.

Wie sehen die Arbeitswelten der Zukunft aus?
Welche Tätigkeitsprofile und Jobs wird es geben?
Wo liegen die Chancen – und wo die Herausforderungen? Finden wir es gemeinsam heraus:

www.wissenschaftsjahr.de
Erleben. Erlernen. Gestalten.



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr | 2018

**ARBEITSWELTEN
DER ZUKUNFT**



Erst lesen, dann hören



Was verbindet Kunst und Wissenschaft? Klangkünstler Gerriet K. Sharma ließ sich vom Elektronenspeicherring BESSY II VSR zu einer Klangkomposition inspirieren. Akustische (Gedanken-) Räume eröffnen sich auch in unserem Forschungspodcast, in **Folge 121 des Resonator-Podcasts**.

Im Frühjahr 2016 traf der Klangkünstler und Komponist Gerriet K. Sharma erstmals auf die Beschleunigungsphysiker vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB). Es war der Anfang eines ungewöhnlichen Experiments. Im Elektronenspeicherring BESSY II VSR am HZB werden Teilchen in Umlauf gebracht und gespeichert. Die entstehende Synchrotronstrahlung – also reines Licht – wird in sogenannten Beamlines gebündelt und von Forschern für verschiedene wissenschaftliche Experimente genutzt. Der Klangkünstler Gerriet K. Sharma setzte sich zum Ziel, die hier gemessenen Daten hörbar zu machen. Dafür arbeitete er mit einem besonderen Lautsprecher, der Klänge extrem stark bündeln und sie auf diese Weise plastisch im Raum erfahrbar

machen kann. Doch können Daten tatsächlich in Klänge umgewandelt werden? Wie werden Teilchen hörbar?

Das Experiment gelang: Nach fast zwei Jahren intensiver Arbeit wurde im Herbst 2017 das Stück „gleAM“ im BESSY II VSR aufgeführt. Auf eine CD kann die Komposition nicht gepresst werden, denn der spezielle Ikosaederlautsprecher strahlt Töne nicht einfach nur ab, sondern projiziert sie an verschiedene Stellen in den Raum und lässt sie zu Klangskulpturen wachsen. Sharma modelliert räumliche Klänge, erweitert somit die sinnliche Erfahrbarkeit und öffnet Horizonte.

„Was schafft Wissen? Das ist auch die Frage bei der Kunst. Kann Kunst so etwas wie Wissen schaffen? Es ist vielleicht ein anderes Wissen, aber ich

glaube, dass der Antrieb ein sehr ähnlicher ist, beim Wissenschaftler und beim Künstler“, sagt Gerriet K. Sharma in Folge 121 des Resonator-Podcasts. Dieser hält inspirierende akustische (Gedanken-)Räume zu den Themen Kunstfreiheit, Poesie, Realität, Neugier, Wissenschaft und Wahrheit mit dem Klangkünstler und Moderator Holger Klein bereit. ◆

Elena Hungerland



AUDIO

Mehr Wissenschaft auf die Ohren gibt es hier:

→ www.helmholtz.de/resonator



„Und dann ist es wirklich schön, die Milchstraße zu sehen“

Anfang Juni wird Alexander Gerst zum zweiten Mal zur Internationalen Raumstation ISS fliegen. Diesmal als Commander der mehrmonatigen Mission Horizons. Wir haben den Astronauten beim Vorbereitungstraining im Sternenstädtchen bei Moskau getroffen.

Herr Gerst, Sie haben heute Morgen schon eine Trainingseinheit in der Sojus-Kapsel absolviert. Was haben Sie erlebt?

Heute Morgen haben wir trainiert, wie man von der Raumstation abdockt und dann eine normale Landung durchführt. Da werfen einem die Instrukturen hier im Training natürlich viele Steine in den Weg. Heute wurden zwölf verschiedene Pannen simuliert. Einige davon wären im Ernstfall auch kritisch gewesen. Wir hatten zum Beispiel einen Triebwerksausfall, ein Leck an Bord, wir hatten auch kleinere Sachen, wie ein Funkgerät, das kaputtgegangen ist. Wir haben es trotzdem geschafft zu landen. Eine Feuersimulation hatten wir heute nicht, insofern war das Training noch relativ human.

Die Pannenbewältigung ist derzeit also der Schwerpunkt Ihres Trainings?

Wir haben viele Notfalltrainings zusammen gehabt, nicht nur in der Sojus, sondern auch an Bord der Raumstation. Darüber hinaus nehmen jetzt die wissenschaftlichen Versuche Form an. Das heißt, wir fangen jetzt wirklich an, die konkreten Versuche zu trainieren, die wir dann an Bord durchführen.

Welche Experimente werden das dann an Bord der ISS sein?

Ein echt interessantes Experiment heißt Brain DTI. Da geht es darum, dass vor dem Flug mein Gehirn im Kernspintomografen komplett untersucht wird. Nach dem Flug wird geschaut, was



Manöverübung in der Sojuskapsel



ALEXANDER GERST



wurde am 03. Mai 1976 in Künzelsau (Baden-Württemberg) geboren



studierte in Karlsruhe und Neuseeland Geophysik und erforschte Vulkane auf der ganzen Welt



setzte sich gegen mehr als 8.000 Bewerber durch und begann 2009 seine Ausbildung als Astronaut



arbeitete 2014 ein halbes Jahr lang auf der ISS

sich verändert hat. Denn während des Fluges fällt unser Gleichgewichtssinn im Prinzip komplett aus, weil er nicht mehr genutzt wird. Das Gehirn ändert sich dahingehend, dass es diesen Bereich komplett ignoriert und sich navigatorisch mehr an das Sehzentrum hält. Das ist sehr ähnlich zu dem, was passiert, wenn wir auf der Erde einen Schlaganfall haben. Plötzlich fällt eine Region im Gehirn aus und es muss lernen, wie es umschalten kann. Von den Veränderungen, die wir auf der ISS und nach dem Flug beobachten, können wir Schlüsse daraus ziehen, die dann Menschen helfen, die einen Schlaganfall hatten.

Und was steht für Sie wissenschaftlich noch auf dem Programm?

Wir werden auch diesmal wieder zahlreiche Experimente durchführen. Aus dem Bereich der Materialwissenschaft zum Beispiel. In einem erforschen wir Granulate für industrielle Prozesse. Wir wollen besser verstehen, wie Granulate sich physikalisch verhalten. Das ist wichtig zum Beispiel für die Pharmazie oder für die Bauwissenschaft. Man muss wissen, wie sich Zement vermischt oder Sand oder wie man Medikamente so abfüllt, dass sie immer genau die gleichen Inhaltsstoffe haben. Dafür muss man grundlegende physikalische Gegebenheiten erforschen, und das können wir in diesem Fall auf der Raumstation machen. Wir haben auch einige Experimente zur Immunphysiologie dabei, in denen es darum geht, das menschliche Immunsystem und Krebserkrankungen besser zu verstehen. Im Weltraum lassen sich Flüssigkeiten gut nachbauen, die unserem Blut ähneln. So können wir zum Beispiel Krebs oder Immunzellen in einem flüssigen Substrat beobachten, das schwebt, ohne dass es sich nach einer gewissen Zeit absetzt. Oft entdeckt man auch Dinge, die gar nicht geplant sind.

Sie waren bereits im Jahr 2014 auf der ISS, mit der Mission Blue Dot. Was wird auf dieser zweiten Mission für Sie anders sein?

Ich kann jetzt besser einschätzen, was wichtig ist und was nicht. Die Kunst des Astronautendaseins ist ja, dass man unnütze Informationen von nützlichen trennt und filtert. Das ist für mich vor allem wichtig, weil ich jetzt als Commander freie Kapazitäten brauche. Das war mir vorher auch nicht so ganz klar, wie viel Arbeit das tatsächlich schon im Vorfeld des Fluges sein wird. Mit der Crew muss vieles koordiniert werden. Jeder muss zum Beispiel genau das Training bekommen, das er oder sie braucht. Man muss auch schauen, dass sich alle von der Crew und von der Bodenstation gut kennen. Das ist schon eine tolle Aufgabe. Also mir macht es Spaß, weil es wirklich etwas ist, wo ich merke, da kann ich mit meiner Erfahrung doch einen Unterschied machen. Ich kann wirklich den Kollegen, die noch nicht geflogen sind, hier vielleicht eine Angst oder da eine Sorge nehmen. Und es macht Spaß, wenn man sieht, dass die Crew zusammenwächst.

Sie sind auf der ISS rund um die Uhr mit der Crew zusammen. Geht man sich da auch manchmal auf die Nerven?

Bei meinem letzten Flug gab es wirklich keine Situation, wo wir uns irgendwie richtig angenervt hätten. Das liegt daran, dass wir als Kollegen nicht einfach nur zusammengewürfelt werden. Wir trainieren so lange in den krasssten Situationen, beim Winter-Survival-Training, bei -30 Grad etwa, wo man ohne Schlafsack, ohne Zelt nachts draußen im Schnee sitzt. Da kommen diese Sachen vorher raus. Man lernt sich kennen und weiß, wo diese Zonen sind, wo der andere vielleicht so ein bisschen was für sich braucht. Und dann kommt noch das große Volumen der Raumstation dazu. →

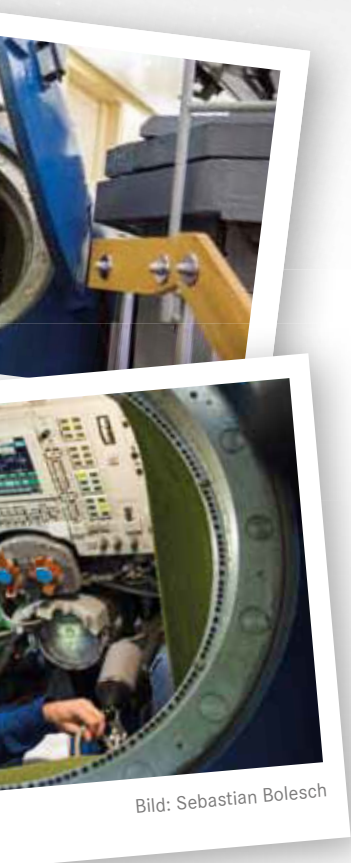


Bild: Sebastian Bolesch



Fliegen zusammen zur ISS: Serena Auñón-Chancellor, Sergei Prokopyev und Alexander Gerst
Bild: Roland Koch

Die ist ja fast so groß wie eine Boeing 747 – und man ist zu sechst da. Das heißt, es passiert tatsächlich öfter mal, dass man einen halben oder ganzen Tag in irgendeinem Modul arbeitet und fast niemanden sieht. Und da haben wir uns immer wieder auch mal so auf einen Kaffee getroffen, einfach nur, um mal wieder mit den Kollegen zu reden. Relativ wenige Aufgaben macht man zu zweit, und dadurch ist es wirklich schön, wenn man sich sieht.

Sie kommen aus unterschiedlichen Nationen. In welcher Sprache kommunizieren Sie?

Russisch ist die offizielle Sprache in der Sojus-Kapsel. Im Notfall können wir aber immer auf

Englisch wechseln. Auf der Raumstation geht das dann fließend hin und her. Mit Sergei Prokopyev ist es oft so, dass er auf Englisch antwortet und ich auf Russisch. Wir nennen das dann Runglisch.

Was machen Sie, wenn einer von Ihnen da oben krank wird?

Ich habe diesmal mit Serena Auñón-Chancellor eine Ärztin dabei. Das ist natürlich ein Bonus. Aber wir alle haben eine CMO-Ausbildung, eine Ausbildung zum Crew Medical Officer. Das heißt, ich kann Basisbehandlungen selbst durchführen. Das ist aber recht begrenzt. Ich könnte zwar einen Zahn ziehen, eine Wunde nähen, Blut abnehmen, aber zu einer Blinddarmoperation würde es nicht



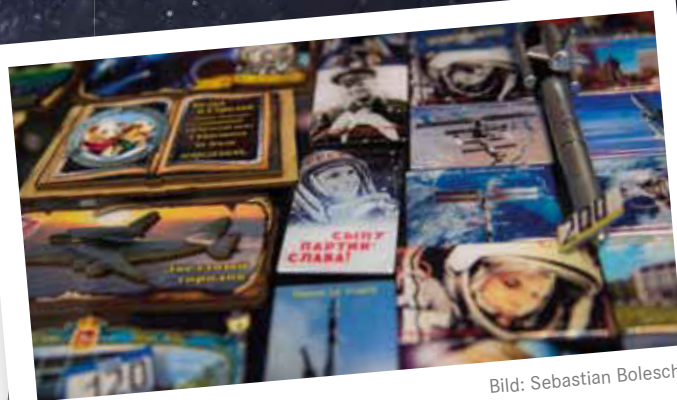
Sojus-Trainingskapseln



Alexander Gerst in einer der Trainingskapseln
Bild: Sebastian Bolesch



Alexander Gerst auf dem Gelände des Sternenstädtchens
Bild: Sebastian Bolesch



Andenken im Souvenirshop

Bild: Sebastian Bolesch



Bild: Sebastian Bolesch



ONLINE

Das Interview in voller Länge gibt es hier:

→ www.helmholtz.de/gerst

Weitere Höhepunkte im Raumfahrtjahr 2018:

→ www.helmholtz.de/raumfahrtjahr2018



reichen. Für den Rest hat man Hilfe vom Boden. Wir haben jederzeit in der Bodenkontrolle einen Flight Surgeon, einen Fliegerarzt, der bereit ist, mir zur Hand zu gehen, und der mir sagen könnte, hier schneiden, hier nähen, hier eine Spritze. Wenn was wirklich Schlimmes passiert, ja, dann muss man nach Hause fliegen. Wir haben immer die Kapsel, mit der wir gestartet sind. Die ist immer startklar für einen Heimflug. Innerhalb von wenigen Stunden wären wir auf der Erde.

Was für persönliches Gepäck nehmen Sie mit?

Beim letzten Mal habe ich mir wahnsinnig Gedanken darüber gemacht. Diese anderthalb Kilo, ich habe da sehr viel Signifikanz reininterpretiert, weil ich gedacht habe, es wird bestimmt Momente geben, wo ich da oben sitze und Heimweh habe. Aber ehrlich gesagt, ich habe gemerkt, ich brauche da oben überhaupt nichts. Alles, was man logistisch braucht, also Essen, Klamotten und so weiter, hat man. Ich denke, was mir wichtig war und ist, sind Fotos von Freunden, von meiner Familie, vielleicht ein paar Andenken, die ich in meiner Kabine aufhängen kann. Zudem sind die Kommunikationsmöglichkeiten da oben sehr gut. Ich kann meine Familie jeden Tag auf dem Handy anrufen.

Haben Sie Lieblingsplätze auf der ISS?

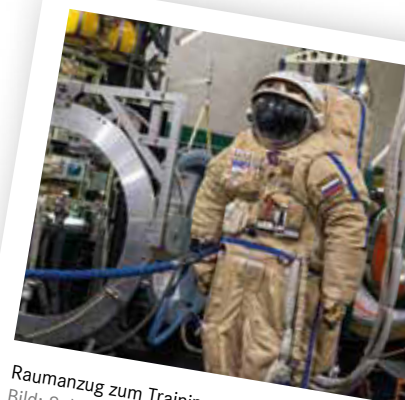
Ein toller Platz ist die Cupola – die Kuppel der ISS. Manchmal habe ich mich auch in meine Sojus reingesetzt, einfach mal auf den Sessel gesetzt und zum Fenster rausgeschaut. Und dann gibt es in den ganzen Modulen auch Fenster, die zwar relativ klein sind im Vergleich zur Cupola, aber die geben einem dann so einen besonderen Blickwinkel auf die Raumstation. Oder manchmal auch nach oben raus, was man relativ selten sieht, die meisten Fenster in so einer Raumstation oder im Raumschiff gehen nach unten raus, also zur Erde hin. Die Raumstation wird immer so ausgerichtet, dass

die Erde unten ist. Und dann ist es wirklich schön, auch mal oben rauszuschauen und plötzlich die Milchstraße zu sehen.

Sie sind jetzt Commander auf der ISS, davon träumen sicherlich viele Astronauten. Wovon träumen Sie noch?

An Träumen hat es mir noch nie gemangelt. Nur dadurch, dass ich jetzt einen Teil meiner Träume realisieren konnte, sind die anderen nicht weniger geworden. Also ich finde es nach wie vor total spannend zu reisen, mir wieder mal ein paar Vulkane anzuschauen, vielleicht noch mal in die Antarktis zu gehen. Ich freue mich darauf, mit meiner Partnerin durch den Himalaja zu wandern. Das sind alles Dinge, von denen ich träume. Auch als Astronaut gibt es noch vieles. Zur ISS zu kommen ist wunderschön, aber natürlich träumt jeder von meinen Kollegen und ich eben auch, weiter rauszufliegen, zum Mond und weiter zum Mars, auf diese Abenteuer zu gehen, die Geheimnisse zu lüften, die da draußen auf uns Menschen warten. Mehr zu verstehen über unsere kosmischen Nachbarn, könnte für unsere Erde extrem wichtig sein. Dazu würde ich gern einen Teil beitragen, weil ich gerne Licht ins Dunkel trage. Ich glaube, das war auch der Grund, warum ich Wissenschaftler geworden bin, ich wollte nicht nur Sachen für mich selber rausfinden, sondern ich hatte dann immer erst die Befriedigung, wenn ich das auch aufgeschrieben und geteilt hatte.

Roland Koch



Raumanzug zum Training
Bild: Sebastian Bolesch

Sind Tierversuche unverzichtbar?

Zahlreiche wissenschaftliche Erkenntnisse und Therapien basieren auf der Forschung an und mit Tieren. Diese Versuche sind gesellschaftlich umstritten und gelten bei einigen als längst überholt. Zwei Blickwinkel.



Johannes Beckers

Gruppenleiter am Institut für Experimentelle Genetik des Helmholtz Zentrums München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt und Mitglied der Steuerungsgruppe der Informationsinitiative „Tierversuche verstehen“

„Auf absehbare Zeit werden wir noch nicht vollständig auf Tierversuche verzichten können. Warum sie notwendig sind, müssen wir der Gesellschaft noch besser erklären.“

Es gibt heute keine neue Therapie für Krankheiten des Menschen, die ohne Grundlagen- und präklinische Forschung in Tierversuchen möglich wäre. Dazu nur drei Beispiele: Die Lebenserwartung bei AIDS lag in den 1980ern bei wenigen Jahren; heute ist es eine behandelbare chronische Erkrankung. In Deutschland retten pro Jahr etwa 4.000 Organtransplantationen Menschen das Leben. Und Impfungen gegen Kinderlähmung oder Diphtherie schützen unsere Kinder vor schweren Krankheiten. Alle diese Therapien gäbe es ohne wissenschaftliche Erkenntnisse aus Tierversuchen heute nicht.

Für Volkskrankheiten wie Diabetes, Krebs, Demenz, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Infektionen und Immunerkrankungen gibt es häufig jedoch noch keine heilende Behandlung. Der Grund dafür ist, dass wir sie noch nicht ausreichend verstehen. Tierversuche ermöglichen es uns zu untersuchen, wie Umwelt und Gene zusammen mit verschiedenen Organsystemen zu einer Krankheit führen und zu deren Verlauf beitragen. In vielen Bereichen steht die Biologie noch am Anfang und wir finden noch immer neue, unvorhergesehene Zusammenhänge. Die Epigenetik – das heißt die Erforschung, wie Umwelteinflüsse die Aktivität von Genen beeinflussen – ist ein Beispiel für ein solches aktuelles Forschungsgebiet, bei dem wir neue biologische

Mechanismen gerade erst entdecken. Forschung mit Tieren ist immer in einen gesellschaftlichen Kontext eingebunden. Sie ist europaweit gesetzlich reguliert und darf nur nach Genehmigung durch Behörden und ethischer Begutachtung durch unabhängige Kommissionen durchgeführt werden. Grundsätzlich gilt, dass Tierversuche nur zulässig sind, wenn keine alternative Methode zur Verfügung steht und der zu erwartende Erkenntnisgewinn das Leiden der Tiere vertretbar macht. Neben der Verantwortung gegenüber der Gesellschaft, Leiden beim Menschen zu mindern, tragen wir Forschenden aber auch die Verantwortung für das Leiden der Tiere in Versuchen. Dabei handeln wir stets nach dem Grundprinzip Tierversuche zu ersetzen, zu reduzieren und zu verbessern (3R-Prinzip: reduce, refine, replace). Wie in der Humanmedizin auch, werden im Experiment Analgesie und Anästhesie eingesetzt, um Schmerzen und Leiden bei Tieren zu mindern. Der überwiegende Teil der Versuche kommt ohne oder mit geringer Belastung aus – wie zum Beispiel bei Blutentnahmen, Verhaltenstests, Bildgebung oder anderen, nicht-invasiven Methoden. Auf absehbare Zeit werden wir nicht vollständig auf Tierversuche verzichten können. Warum sie notwendig sind, müssen wir der Gesellschaft noch besser erklären und dort um Verständnis werben. ◆



„Alternative Methoden könnten uns bei der Entwicklung einer personalisierten Medizin schneller voranbringen.“



Ute Schepers

Gruppenleiterin am Institut für Toxikologie und Genetik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

Sind Tierversuche heute noch ethisch, wirtschaftlich und wissenschaftlich vertretbar, wenn 95 Prozent aller in Tieren positiv getesteten Wirkstoffe wegen der schlechten Wirksamkeit im Menschen den Markt nie erreichen? Warum steigt die Anzahl der Tierversuche bei stagnierenden Zahlen der Neuzulassungen von Medikamenten? Ist das Modell Tierversuch im Hinblick auf die Debatte um personalisierte Medizin noch zeitgemäß?

Es gibt immer mehr wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse, die zeigen, dass ein Tierversuch einem direkten Test in einer genetisch diversen menschlichen Probandengruppe deutlich unterlegen ist. Bei neueren Testverfahren, wie zum Beispiel dem Microdosing, bekommen Probanden eine minimale Dosis eines Wirkstoffs, die keinerlei Wirkung erzeugt, sondern nur eine Aussage über die Aufnahme und Verstoffwechslung von potenziellen Wirkstoffen bringt. Allerdings ist dieses Verfahren nicht für die erste Testung Tausender potenzieller Wirkstoffe geeignet. Der „Mensch auf dem Chip“ (Organ-on-a-Chip oder Body-on-a-Chip) ist ein vielversprechender Ansatz, der das Problem „Tierversuch nein/menschliche Verträglichkeit ja“ zu lösen scheint. Auf solchen Multiorganchips werden miniaturisierte und multizelluläre Organe des Menschen nachgebildet und über ein künstliches

Blutgefäßsystem miteinander verbunden. Fast alle Organe des Menschen konnten bereits auf solchen Chips von wenigen Quadratzentimetern nachgebildet werden. Potenzielle Wirkstoffe können diesem System zugegeben und ihre Wirkung auf die verschiedenen Organe detailliert untersucht werden.

An Methoden, wie sich mit solchen Chips parallel Tausende Wirkstoffe testen lassen, wird weltweit intensiv gearbeitet. Den größten Nutzen wird diese Technologie jedoch im Zusammenspiel mit der Erforschung von induzierten pluripotenten Stammzellen (iPSC) von einer Vielzahl von Patienten bringen. Dies wird es ermöglichen, den konkreten Patienten „auf dem Chip“ darzustellen und der personalisierten Medizin einen bedeutenden Schritt näher zu kommen. Natürlich ersetzen diese Systeme noch mehrere Jahre nicht den Tierversuch als gesetzlich anerkanntes Testsystem in der Medikamentenentwicklung. Dessen müssen wir uns bewusst sein. Aber: An Tierversuchen als alleinstehendem System zur Entwicklung von Medikamenten festzuhalten, ist nicht nur ethisch bedenklich. Alternative Methoden könnten uns bei der Entwicklung einer personalisierten Medizin schneller voranbringen. Deshalb sollte man neuen Technologien den Raum lassen, sich zu entwickeln und ihr enormes Potenzial für die künftige Medizin zu entfalten. ◆



ONLINE

Diskutieren Sie mit uns unter dem folgenden Link über das Thema **Tierversuche**:
 → www.helmholtz.de/blickwinkel



Gesundes Grünzeug leuchtet rot

Der neue Forschungssatellit FLEX wird in einigen Jahren aus dem All erfassen, wie gesund die Pflanzenwelt der Erde ist. Er misst dazu mit hochempfindlichen Sensoren die Intensität der Photosynthese.



Geortet 2022 soll der neue Forschungssatellit FLEX starten und wertvolle Daten zur globalen Pflanzenproduktivität liefern. Sein Herzstück ist ein hochauflösendes Spektrometer, das Pflanzen erkennt, die unter Stress stehen. Bild: ESA/ATG medialab

Einmal im Monat fährt der Pflanzenforscher Uwe Rascher von seinem Jülicher Institut ins holländische Nordwijk. Dort im Testzentrum der Europäischen Weltraumorganisation ESA entsteht ein Satellit, der im Jahr 2022 in die Erdumlaufbahn gebracht werden soll. Der „Fluorescence Explorer“ – kurz FLEX – wird dann mit sechs Sekunden Abstand hinter dem Sentinel-3-Satelliten der ESA herfliegen. Zusammen sollen sie wertvolle Daten über die Umwelt und den Zustand der globalen Vegetation liefern: Während Sentinel-3 die Umweltzustände wie Temperatur und Feuchtigkeit erfasst, soll FLEX messen, wie die Vegetation darauf reagiert. „Es macht Spaß zu sehen, dass bei jedem Besuch neue Komponenten eingetroffen sind und der Satellit zusehends wächst“, sagt Uwe Rascher, der Leiter des Forschungsbereichs „Shoot Dynamics“ am Forschungszentrum Jülich.

„Ist die Pflanze gestresst und läuft die Photosynthese nicht optimal, verändert sich das Signal.“

Rascher ist Teil der wissenschaftlichen Beratergruppe aus verschiedenen europäischen Ländern, die den Bau des Satelliten begleitet. Die ESA hatte vor zwei Jahren entschieden, sich mit dem FLEX-Satelliten der Fluoreszenzmessung von Pflanzen zu widmen, einem jungen Forschungsfeld, in dem es darum geht, die Photosyntheseleistung sichtbar zu machen. Photosynthese – also die Umwandlung von Licht, Wasser und Kohlendioxid in Zucker, Sauerstoff und andere Stoffe – läuft für den Menschen unsichtbar in den Blättern der Pflanzen ab. Als eine Art Abfallprodukt entsteht ein sogenanntes Fluoreszenzlicht, ein schwaches rotes Leuchten. Die Pflanzen senden im dunklen Spektralbereich des Lichts, den sogenannten Fraunhoferlinien. Mithilfe einer hochempfindlichen Optik, Filtern und elektronischer Verstärkung kann dieses Leuchten sichtbar gemacht werden.

„Vereinfacht kann man sagen: Je mehr Licht die Pflanze einfängt und je mehr Photosynthese sie betreibt, desto intensiver ist das Fluoreszenzsignal“, erläutert Uwe Rascher. „Ist die Pflanze jedoch gestresst und läuft die Photosynthese nicht optimal, verändert sich das Signal.“ Durch diese Änderungen können die Forscher den Effekt von ungünstigen Umweltbedingungen auf Pflanzen direkt messen. „Pflanzen können ja nicht davonlaufen“, sagt Rascher. Folglich haben sie überall und immer wieder mit Bedingungen zu



kämpfen, die nicht optimal sind. Sie sind Trockenheit, Hitze, Kälte, Insektenbefall oder schlechten Böden ausgesetzt. „Die Pflanzen haben eine Menge Mechanismen entwickelt, um damit umzugehen“, sagt Rascher, „zumindest für ein Weile.“

Unter anderem bei Trockenheit geraten die Pflanzen aber in Stress und verringern ihre Photosyntheseaktivität. Denn über die Spaltöffnungen an den Unterseiten der Blätter findet ein Austausch mit der Umgebung statt. Die Pflanze nimmt Kohlendioxid auf und gibt Sauerstoff und feinen Wasserdampf ab. Bei Trockenheit verschließt die Pflanze die Öffnungen, um die Verdunstung zu verringern. Damit wird aber auch die CO₂-Aufnahme verhindert, was die Photosynthese zum Erliegen bringt. In der Folge wächst die Pflanze nicht mehr weiter. Eine Weile kommt die Pflanze mit dem heruntergefahrenen Stoffwechsel zurecht, irgendwann wirft sie aber ihre Blätter ab und verwelkt.

„Trockenheit, Hitze, Luftverschmutzung, Parasitenbefall oder schlechte Bodenverhältnisse dämpfen die Photosyntheseaktivität von Pflanzen, und dies lässt sich mit unserem Fluoreszenzspektrometer erstmals großflächig abbilden“, erklärt Uwe Rascher. Die neue Methode hat er mit seinem Team bereits erprobt: Mit ihrem Messsystem „HyPlant“ ist es ihnen als Ersten gelungen, die Photosyntheseleistung von Pflanzen zuverlässig zu messen – bislang mit Messungen vom Boden aus sowie mit großflächigen Fernmessungen aus dem Flugzeug. Die Technik dahinter: Das hochauflösende Gerät erkennt Pflanzen, die unter Stress stehen, anhand der Intensität des roten Leuchtens – und das noch bevor das menschliche Auge Veränderungen wahrnimmt. Bislang erkennen Landwirte erst →

Aufgeleuchtet Eine Pflanze kann mithilfe der Photosynthese Sonnenlicht in Energie umwandeln. Je mehr Photosynthese sie betreibt, desto intensiver ist ihr Fluoreszenzsignal.
Bild: Andreas Burkart

10#

FAKTEN

Sie wollen mehr zum Thema Photosynthese wissen?

Hier gibt es zehn Fakten dazu:

→ www.helmholtz.de/fakten



dann, wenn die Pflanzen weniger wachsen, dass ihnen etwas fehlt. Aber zu diesem Zeitpunkt sind Ertragseinbußen kaum noch zu vermeiden.

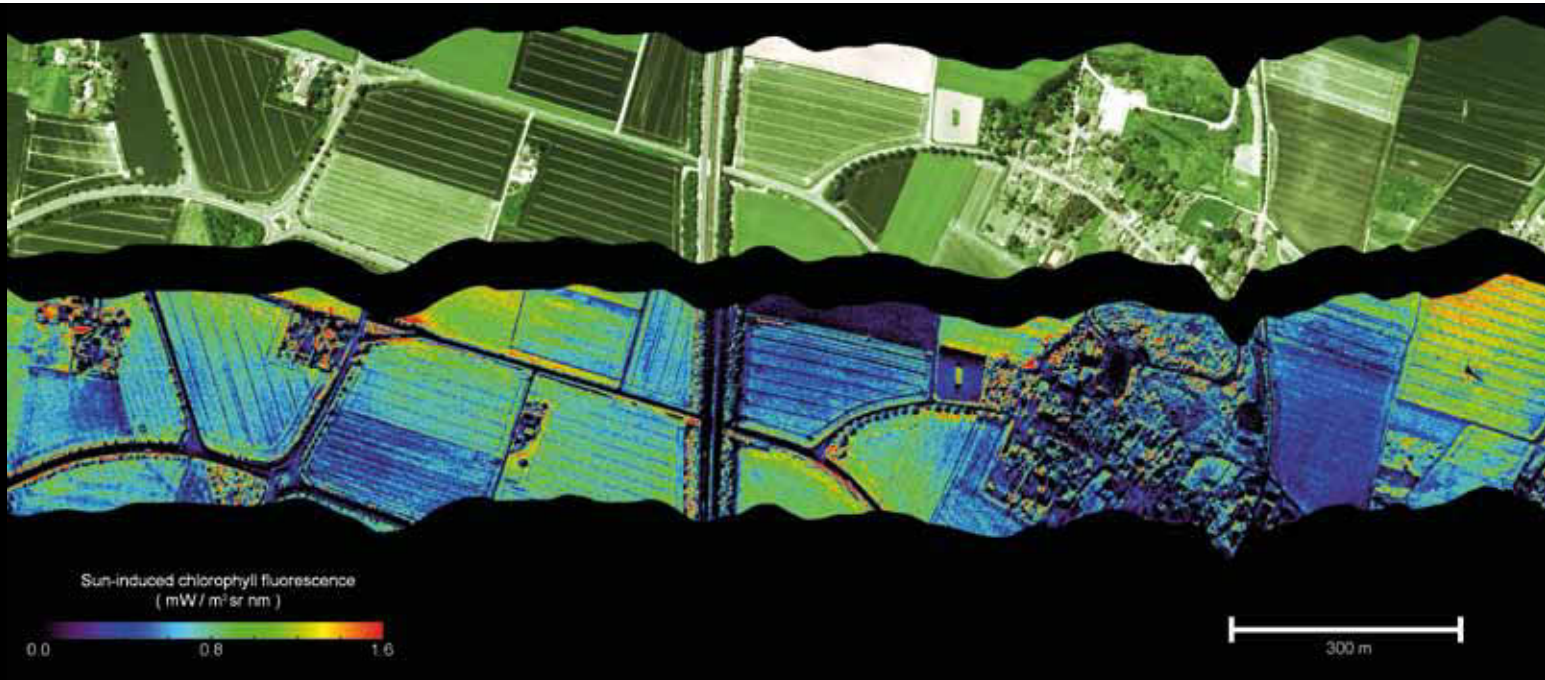
„Aus dem Orbit werden wir dann in der Lage sein, ein globales Bild zu erhalten.“

Rascher und seine Mitarbeiter haben mit ihrem Messsystem „HyPlant“ in Europa und den USA seit 2012 sowohl bewirtschaftete Agrarflächen als auch natürliche Ökosysteme und Landschaften gemessen. „Aus der Luft ist uns das im lokalen Maßstab gelungen, aus dem Orbit werden wir dann in der Lage sein, ein globales Bild zu erhalten“, erläutert Rascher. Mit einer Auflösung von 300 mal 300 Metern werden in 20-tägigem Abstand Landkarten entstehen, auf denen sichtbar gemacht wird, wie die Vegetation der Erde Photosynthese betreibt. Es geht dem Wissenschaftler dabei nicht nur um eine Hilfestellung für die Landwirtschaft, sondern auch um Aussagen über den Zustand ganzer Ökosysteme. Man kann damit einerseits erkennen, ob bestimmte Nutzpflanzen sich für den Anbau in ausgewählten Gebieten überhaupt eignen. Darüber hinaus lässt sich frühzeitig voraussagen, ob beispielsweise in Afrika

großflächige Ernteauffälle wegen Trockenheit oder Insektenbefall drohen. Es können aber auch Erkenntnisse über den Zustand der tropischen Regenwälder, der sibirischen Nadelwälder oder großer Nationalparks gewonnen werden.

Um die globalen Karten zu ergänzen, sollen auch Referenzmessungen am Boden stattfinden. Zum Einsatz kommen dazu die Geräte des Start-ups JB Hyperspectral Devices, einer Ausgründung des Jülicher Instituts für Pflanzenwissenschaften. Leiter ist Andreas Burkart, der als Doktorand bei Uwe Rascher an der Entwicklung des „HyPlant“-Messsystems beteiligt war. Er hat sich darauf spezialisiert, Messgeräte für die bodengestützte Photosynthesemessung zu bauen. „Während der Satellit alle 20 Tage ein Ergebnis über große Flächen liefert, können unsere Geräte zum einen zeigen, ob die Messungen aus dem Orbit korrekt sind, zum anderen geben sie aber auch Aufschluss darüber, wie es den Pflanzen zwischen den zeitlich punktuellen Messungen aus dem All ergeht“, sagt Andreas Burkart. Mit den Daten aus den Langzeituntersuchungen können die Ergebnisse aus dem All nicht nur bestätigt, sondern auch besser interpretiert werden, ist seine Hoffnung. ◆

Harald Oikus



Grün ist nicht gleich grün Die untere Flugzeugaufnahme mit den Messdaten des Spektrometers „HyPlant“ zeigt farbkodiert die Fluoreszenzemission. Unterschiedliche Farben spiegeln die aktuelle Photosyntheseleistung bzw. akuten Stress wider. Bild: Uwe Rascher/Forschungszentrum Jülich

NACHGEFRAGT:

„WIE KÖNNTEN
DIE IMPLANTATE
DER ZUKUNFT
AUSSEHEN?“



Gut verträglich Implantate aus Magnesium stabilisieren den Knochen und lösen sich nach einiger Zeit von selbst auf. Bild: Christian Schmid/HZG

Wenn ein Patient ein Implantat benötigt, um einen gebrochenen Knochen zu stabilisieren, ist es bislang meist aus Titan oder Stahl. Bald könnte jedoch ein anderes Metall ihnen den Rang ablaufen: Magnesium. Warum, erklärt Regine Willumeit-Römer, Leiterin des Bereichs „Metallische Biomaterialien“ am Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG).

„Implantate aus Titan oder Stahl sind normalerweise unproblematisch, aber viele Patienten müssen erneut operiert werden, wenn das Implantat entfernt werden soll. Manchmal ist auch die Platte fühlbar oder es bilden sich im Körper kleinere Entzündungen. All das ist nicht optimal. Unser Standpunkt ist: Es gibt kein besseres Material als das körpereigene – und das kann mit Magnesium wiederhergestellt werden. Das Magnesium reagiert mit Wasser und löst sich über die Zeit auf. Es kann sogar dazu beitragen, die Knochenheilung zu stimulieren. In der klinischen Forschung wird bereits mit Kompressionsschrauben gearbeitet, die auf Magnesium basieren, sowie mit Stents, also Stützen, die Gefäße offen halten.“

Doch es gibt noch viel Forschungsbedarf auf dem Weg zu weiteren solchen Implantaten. Die Herausforderung: Das Auflösen muss zuverlässig gesteuert werden. Geschieht die Zersetzung nämlich zu schnell, können Zellen absterben. Ist der Abbau zu langsam, nimmt der Vorteil gegenüber anderen Materialien ab.

Da der Abbauprozess sofort beginnt, ist es die große Kunst, dem Knochen jederzeit die nötige Stabilisierung zu bieten. Dafür ist es auch wichtig, dass sich das Implantat überall ebenmäßig abbaut. Solche Voraussetzungen notieren wir als Werkstoffforscher gemeinsam mit Medizinern in einem präzisen Anforderungsprofil. Wir arbeiten dann mit Legierungen und mischen dem Magnesium Silber bei, das antimikrobiell wirkt, oder etwa Calcium und Zink. Immer wieder testen wir, ob die Eigenschaften des neu entwickelten Werkstoffs noch dem Profil entsprechen. Können Zellen ihn dann in einer Zellkultur verarbeiten? Ziel ist es, unsere Materialanforderungen sicher in die Anwendung zu übertragen.“

Nachgefragt hat **Kristine August**



ONLINE

Alle Ausgaben von
Nachgefragt:

→ [www.helmholtz.de/
nachgefragt](http://www.helmholtz.de/nachgefragt)



Krebsforschung braucht starke Teams

Wenn wir Krebs noch erfolgreicher als bisher behandeln wollen, benötigen wir eine effiziente translationale Krebsforschung. Sie ist auf eine langfristige Förderung, vielfältige Expertisen und hochspezialisierte Infrastrukturen angewiesen – und auf eine sehr enge Kooperation von Grundlagenforschern und klinisch tätigen Ärzten.

Ein Kommentar von Michael Baumann

Vor keiner anderen Krankheit fürchten sich die Deutschen so sehr wie vor Krebs: Fast 70 Prozent der Bundesbürger haben Angst vor einem bösartigen Tumor – weitaus mehr als vor Demenz oder Schlaganfall. Tatsächlich stellt Krebs in unserer Gesellschaft die zweithäufigste krankheitsbedingte Todesursache dar. Obwohl in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte in der Grundlagen- und präklinischen Forschung erzielt wurden, können Krebserkrankungen dennoch erst bei der Hälfte der Patienten geheilt werden. Was können wir tun, um diese Quote zu verbessern?

Um Krebs noch gezielter und erfolgreicher zu behandeln, ist ein systematischer Ausbau der patientenorientierten translationalen Krebsforschung notwendig. Die Herausforderung für die nächsten Jahrzehnte besteht einerseits darin, durch verbesserte Prävention und neue diagnostische Methoden, Krebserkrankungen zu verhindern beziehungsweise den Anteil früh erkannter, heilbarer Krebserkrankungen messbar zu erhöhen. Andererseits müssen wir neue Behandlungsmethoden für fortgeschrittene Krebserkrankungen entwickeln, um diese in chronische Erkrankungen mit guter Lebensqualität umzuwandeln. Insbesondere muss die Krebsforschung optimal vernetzt werden, um allen Betroffenen einen flächendeckenden Zugang zu diesen Studien und Innovationen zu garantieren.

Zukunftsweisende Modelle sind das Deutsche Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK) mit derzeit sieben Partnerstandorten und, als besonders schlagkräftige Innovation, das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) mit seinen bisher zwei Standorten in Heidelberg und Dresden. Jeder dieser Standorte wird vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) mit Partnern in der jeweiligen Hochschulmedizin getragen. So wurde das national bestehende Potenzial des DKFZ, als einem von Bund und Ländern getragenen internationalen Spitzenzentrum für die Krebsforschung, mit seiner hochschulmedizinischen, hochqualitativen Versorgung krebserkrankter Patienten systematisch genutzt, um die Erkenntnisse aus der Krebsforschung effektiv auszuschöpfen. Dieses positive Momentum sollte durch einen wissenschaftsgetriebenen Aufbau weiterer Standorte im DKTK und NCT sowie deren Verknüpfung mit den Möglichkeiten des DKFZ nachhaltig verstärkt werden.

Translationsforschung erfordert eine enge Kooperation von Grundlagenforschern und klinisch tätigen Ärzten. Neben gemischten Teams sind die Ausbildung nicht-ärztlicher For-



Michael Baumann ist Wissenschaftlicher Vorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ)

scher in den Grundlagen der klinischen Krebsmedizin sowie die Brückenfunktion von Clinician Scientists kritische Erfolgsfaktoren. Clinician Scientists sind Ärzte, die sowohl in der Forschung tätig sind, als auch Patienten behandeln. Sie können Patienten die Teilnahme an zukunftsweisenden Studien anbieten und die Ergebnisse daraus wieder in die Forschung einfließen lassen. So tragen sie dazu bei, klinische Entwicklungen in die richtige Richtung zu lenken. In Deutschland gibt es derzeit deutlich zu wenige Clinician Scientists.

Auch für die internationale Wettbewerbsfähigkeit unseres Wissenschaftsstandortes ist es essenziell, exzellente Clinician Scientists auszubilden und ihnen attraktive Arbeitsplätze und Karriereaussichten zu bieten. Denn eine herausragende Forschungs- und klinische Umgebung sowie ein translationaler Team-Spirit mit interprofessioneller Zusammenarbeit auf Augenhöhe sind wesentliche Voraussetzungen zur Rekrutierung der besten Köpfe aus dem In- und Ausland. Ein solches Umfeld ist in klassischen klinischen Versorgungsstrukturen nur schwer zu etablieren. Es muss systematisch im Rahmen von Translationsplattformen wie DKTK und NCT aufgebaut werden. ◆

Mehr Infos auf unserer Themenseite:

→ www.helmholtz.de/krebs

 Mythos – Stimmt das?

Wissenschaft ist objektiv



„Objektivität ist das Verdienst der Wissenschaft“



„Forscher interessieren nur die Fakten“



„Wissenschaft im Kampf gegen alternative Fakten“

Wissenschaftliche Erkenntnisse sollten auf experimentell ermittelten und wiederhol- und überprüfbaren Fakten basieren. Doch Wissenschafts-skeptiker werfen Forschern vor, nicht immer objektiv zu sein. Emanuel Wyler ist Genetiker am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC).

„Wissenschaftliche Resultate sind allen zugänglich und können überprüft, bestätigt oder verworfen werden. Zeit ist der eigentliche Korrektor der Wissenschaft.“

Im Video erklärt der MDC-Forscher, was man seiner Meinung nach unter objektiver Wissenschaft versteht und ob sie immer gegeben sein kann. Sie wollen das ganze Video sehen? Scannen Sie einfach den QR-Code, drücken Sie Play und los geht's.

Annette Doerfel



→ www.helmholtz.de/mythen



Übrigens: Einen QR-Code-Scanner finden Sie in Ihrem App-Store.



Leben auf Sparflamme

Einfach mal in den Stand-by-Modus gehen? Manche Tiere können das. Sie gehen in den Winterschlaf, wenn die Bedingungen zu ungemütlich werden. Doch das Leben im Energiesparmodus gibt Forschern immer noch Rätsel auf.

Dauerregen, Schneematsch und kalte Füße: Spätestens im Februar haben die meisten genug vom Winter und sehnen die ersten Sonnenstrahlen des Frühlings herbei. Und so manch einer fragt sich: Wieso kann ich den Winter nicht einfach verschlafen und pünktlich zum Frühling wieder unter meiner Decke hervorkriechen? Igel, Bär & Co halten doch schließlich auch Winterschlaf!

Reinhard Klenke muss bei dieser Vorstellung schmunzeln. So gemütlich sei das mit dem Winterschlaf gar nicht, sagt der Biologe vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig: „Mit Schlaf hat der Winterschlaf eigentlich gar nichts zu tun. Früher dachte man, die Tiere schlafen im Winter – dabei gehen sie in einen absoluten Sparzustand, bei dem eine Erholung nicht gewährleistet ist. Manche Tiere wachen auf und müssen tatsächlich erst einmal schlafen.“ Winterschlafforscher nennen den Zustand, den die Tiere eingehen, Torpor. In diesem Zustand werden lebenserhaltende Funktionen zurückgefahren: Die Körpertemperatur wird abgesenkt, der Stoffwechsel reduziert und die Atem- und Herzfrequenz drastisch verlangsamt. Beispielsweise schlägt das Herz einer Fledermaus bei einer Umgebungstemperatur von 25 Grad ganze 230 Mal pro Minute.

Im Torporzustand bei einem Grad Außentemperatur verringert sich der Takt erheblich – auf gerade einmal acht Schläge pro Minute.

„Eines der größten Wunder beim Winterschlaf ist die Tatsache, dass die Organe diesen langen Ausnahmezustand unbeschadet überstehen.“

Die kontrollierte Absenkung der Körperfunktionen hat ein wichtiges Ziel: das Einsparen von Energie. Tatsächlich ist der Torporzustand so effizient, dass manche Tiere eine Energieeinsparung von bis zu 99 Prozent gegenüber dem Normalzustand erreichen. Dabei nutzen sie Torpor ganz unterschiedlich. Kolibri oder Zwerghamster etwa gehen nur für ein paar Stunden in den Torporzustand – Biologen sprechen dabei von Tagestorpor. Andere Tierarten wie Igel, Murmeltier und Siebenschläfer hingegen haben Torporphasen von mehreren Tagen oder sogar Wochen – der klassische Winterschlaf. „Eines der größten Wunder beim Winterschlaf ist es, dass die Organe diesen langen Ausnahmezustand unbeschadet überstehen“, sagt Lisa Warnecke. „Auch nach monatelanger Unterkühlung sind alle Organe blitzschnell wieder



Rückzug Fettschwanzmakis auf Madagaskar gehen in der Trockenzeit in den „Winterschlaf“. Bild: picture alliance/blickwinkel

einsatzbereit.“ Die Hamburger Biologin, die vor Kurzem nach Australien gezogen ist, hat das Buch „Das Geheimnis der Winterschläfer“ geschrieben und dafür winterschlafende Tiere auf der ganzen Welt aufgespürt: Igel im heimischen Deutschland, Fledermäuse in Höhlen eisiger kanadischer Wälder und Bilchbeutel – eine kleine Beuteltierart – im fernen Australien. Da Lisa Warnecke die Winterschläfer im Freiland und nicht im Labor erforscht, stattet sie die Tiere mit Sendern auf oder unter der Haut aus, die konstant ihre Körpertemperatur messen.

In ihrem Buch räumt Lisa Warnecke mit weit verbreiteten Irrtümern auf: etwa dem, dass die Tiere monatelang nur regungslos daliegen. „Igel zum Beispiel wachen ungefähr alle zehn Tage aus dem Torporzustand auf. Dann werden alle körpereigenen Prozesse wieder hochgefahren und Körpertemperatur, Stoffwechsel und Herzschlag laufen wieder auf normalem Niveau“, sagt die Forscherin. Diese Aufwärmphasen kosten die Tiere enorm viel Energie – ihre mühselig im Sommer angefütterten Fettpolster schmelzen dahin.

„Die Gründe für die Aufwärmphasen bei Winterschläfern sind nach wie vor unbekannt. Denkbar ist, dass sie die Immunabwehr aktivieren, die Organe regenerieren, Stoffwechselgifte ausscheiden oder Schlaf nachholen“, sagt Lisa Warnecke.

Auch die Auslöser für den Winterschlaf geben den Forschern immer noch Rätsel auf. Während manche Winterschläfer stark temperaturabhängig sind, richten sich andere nach der Tageslänge. „Torpor ist allerdings vor allem ein Zustand, der eintritt, wenn zu

wenig Wasser oder Nahrung vorkommt“, erklärt Lisa Warnecke. Auch eine Dürrezeit oder extreme Hitze können also bei manchen Tieren Torpor auslösen – bei Fettschwanzmakis auf Madagaskar zum Beispiel, wie die Biologin in ihrem Buch beschreibt. Ihren Namen erhielten die zu den Primaten zählenden Lemuren durch die Fähigkeit, in ihrem buschigen Schwanz Fett zu speichern. In der Trockenzeit und bei geringem Nahrungsangebot ziehen sie sich in Baumstämme zurück und können im Torpor wochenlang von diesen Fettreserven leben. Dabei sind sie im Tagesverlauf großen Temperaturschwankungen ausgesetzt: von 10 Grad am Morgen bis auf 35 Grad am späten Nachmittag. Die Körpertemperatur der Tiere verändert sich im Torporzustand dabei passiv mit, so dass die Schwankungen bis zu 20 Grad betragen.

„Ein winterschlafendes Murmeltier fühlt sich an wie ein Stück Schweinebraten, das man gerade aus dem Kühlschrank holt.“

Die Körpertemperatur ist für die Forscher ein wichtiger Indikator: Befindet sich ein Winterschläfer im Torpor, kühlt sein Körper auf ungefähr ein Grad über der Umgebungstemperatur aus. Unangefochtener Rekordhalter unter den winterschlafenden Säugetieren ist das Arktische Ziesel mit einer Körpertemperatur von minus 2,9 Grad – dabei gefriert weder das →



Feldforschung Lisa Warnecke mit einer australischen Schmalfuß-Beutelmäuse. Die mäuseähnlichen Beuteltiere nutzen Tagestorpor. Bild: Gerhard Körtner

Rekordhalter Das Arktische Ziesel kann seine Körpertemperatur im Torpor auf minus 2,9 Grad verringern. Bild: picture alliance/WILDLIFE

Über Kopf Fledermäuse suchen für ihren Winterschlaf Schutz in Höhlen oder anderen Verstecken.
Bild: Fotolia

Gehirn noch das Blut der Erdhörnchen. Bei den meisten Tieren liegt der Schwellenwert allerdings bei vier bis fünf Grad Körpertemperatur. „Wenn die Umgebungstemperatur niedriger wird, müssen die Tiere mehr Energie und damit mehr Fettreserven verbrauchen, um ihre Minimaltemperatur zu halten“, sagt Sylvia Ortmann vom Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung. Sie hat über den Winterschlaf bei Murmeltieren promoviert und erforscht seit 20 Jahren, wie sich Tiere an jahreszeitliche Veränderungen anpassen. „Ein winterschlafendes Murmeltier fühlt sich an wie ein Stück Schweinebraten, das man gerade aus dem Kühlschrank holt“, sagt die Stoffwechselfysiologin schmunzelnd. „Und dennoch: Je nach Körpergröße können die Tiere innerhalb von einer halben bis zu drei Stunden von 4 Grad wieder auf 37 Grad hochheizen.“ Dabei erwärmt sich die vordere Körperhälfte viel schneller als die hintere. „Wir haben einmal ein Murmeltier gemessen, das vorne schon 32 Grad Körpertemperatur hatte und hinten erst 15 Grad. Das heißt, es konnte vorne schon zuschnappen, während es hinten noch nicht weglaufen konnte“, erzählt Sylvia Ortmann.

Auch andere Winterschläfer zeigen erstaunliche Fähigkeiten im Zusammenhang mit dem Winterschlaf – etwa der einheimische Siebenschläfer.

Langschläfer Unter Freilandbedingungen hält der Siebenschläfer bis zu elf Monate Winterschlaf.
Bild: picture alliance/Arco Images



Bei diesem kleinen Nager wurde die bislang längste Winterschlafdauer im Freiland gemessen: ganze elf Monate. Im Jahr der Rekordleistung war die sogenannte Mast ausgeblieben, das heißt die Bäume trugen weniger Früchte. Die Siebenschläfer scheinen das schon vorab zu wissen, erklärt Sylvia Ortmann: „Sie kommen aus dem Winterschlaf und müssen entscheiden, reproduziere ich in diesem Jahr oder lasse ich es sein? Niemand weiß genau, wie sie das wissen können, aber in Jahren, in denen die Mast ausbleiben wird, gehen sie quasi unmittelbar wieder in den Winterschlaf.“ Die Siebenschläfer scheinen also bewusst für ihren Nachwuchs ein besseres Jahr auszuwählen und die eigenen Energiereserven zu schonen.

Fledermäuse wiederum wenden einen erstaunlichen Trick an, um sich und den Nachwuchs durch schlechte Zeiten zu bringen: Sie trennen einfach den Akt der Paarung von der Befruchtung. Das Fledermausweibchen bewahrt die Spermien während des Winterschlafs in den Eileitern auf. Direkt danach geschieht erst die Befruchtung. Bis zu 190 Tage liegen so zwischen Paarung und Befruchtung.

Unter Winterschlafforschern wird diskutiert, ob die Tiere auch auf menschengemachte Veränderungen der Umwelt reagieren. Ein Beispiel ist die Lichtverschmutzung, also die nächtliche Aufhellung durch künstliches Licht. „Wenn außen die Beleuchtung heller ist, stört das Fledermäuse und Bären in einer dunklen Höhle nicht – innen bleibt es dunkel“, erklärt Reinhard Klenke vom UFZ, der ein Experte für Lichtverschmutzung bei Vögeln



ist. Bei anderen Winterschläfern aber gibt es Folgen: „Beim Grauen Mausmaki zum Beispiel haben Studien gezeigt, dass die Torporphasen durch künstliches Licht in der Nacht verkürzt werden und seltener auftreten“, sagt der Biologe.

„Ob Winterschläfer aber zu den Gewinnern oder Verlierern der Klimawandelfolgen gehören werden, ist noch ungewiss.“

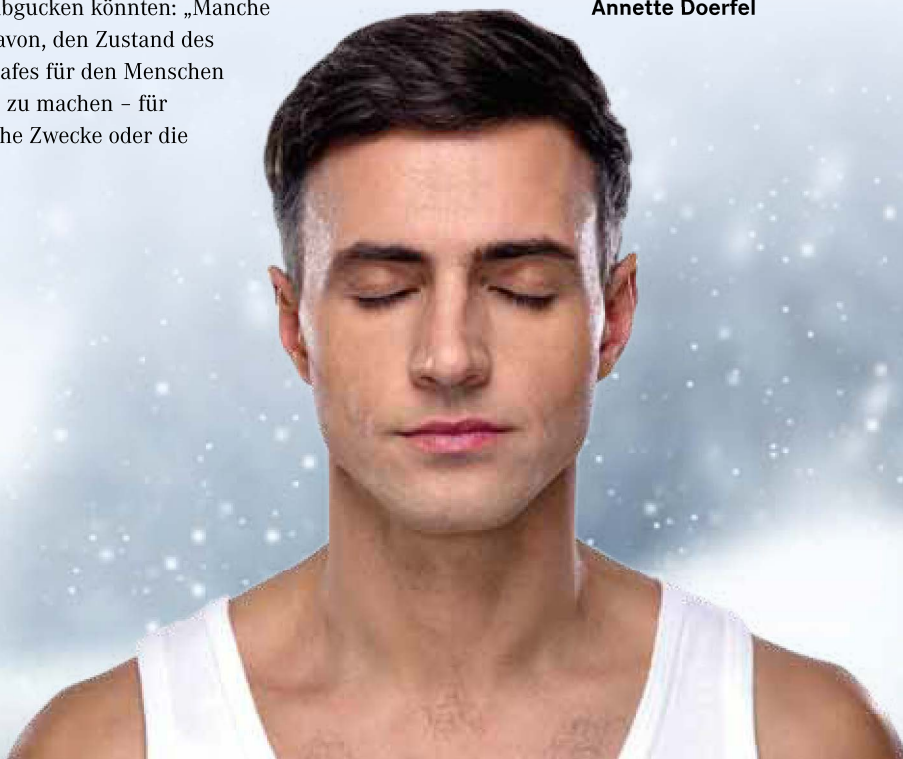
Eine mögliche Interpretation: Obwohl alle anderen Bedingungen winterlich sind und einen sparsamen Umgang mit Energie erfordern, signalisiert das Licht den Tieren Sommer. „Dies hat zur Folge, dass die Tiere mehr Energie verbrauchen. Das vermehrte Eindringen von künstlichem Licht in natürliche Lebensräume kann also dazu führen, dass biologische Rhythmen desynchronisiert werden – im Verlauf des Tages genauso wie im Verlauf von Jahreszeiten“, erklärt Reinhard Klenke. Auch ein Effekt durch den Klimawandel konnte bei einigen Arten schon gezeigt werden, weiß Lisa Warnecke: „Das Murmeltier hat seine Winterschlafsaion zwischen 1976 und 2000 bereits um 38 Tage verkürzt wegen der wärmeren Frühlingstemperaturen. Ob Winterschläfer aber zu den Gewinnern oder Verlierern der Klimawandelfolgen gehören werden, ist noch ungewiss.“

In ihrem Buch geht Lisa Warnecke auch der Frage nach, was Menschen sich von den Winterschläfern abgucken könnten: „Manche träumen davon, den Zustand des Winterschlafes für den Menschen zugänglich zu machen – für medizinische Zwecke oder die

Raumfahrt.“ Weil es im Weltall keinen natürlichen 24-Stunden-Tag-Nacht-Zyklus gibt, leiden Astronauten unter Schlafschwierigkeiten und Störungen der sogenannten „inneren Uhr“. „Für Raumfahrer könnte der Torporzustand eine Möglichkeit sein, den negativen Auswirkungen sozialer Isolation zu entgehen und Ressourcen wie Energie, Nahrung und Sauerstoff zu sparen“, sagt Daniel Aeschbach, Leiter der Abteilung für Schlaf und Humanfaktoren am Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Gerade bei Weltraummissionen wie einem mehrjährigen Flug zum Mars wäre dies ein interessantes Szenario – zumindest in der Theorie. „Bisher wurden nur Extremsituationen beschrieben, in denen Menschen Phasen langer, starker Unterkühlung überstanden haben“, sagt der DLR-Forscher. Doch Winterschlaf-forscher gehen davon aus, dass dies nichts mit dem Torporzustand der Winterschläfer zu tun hat. Daniel Aeschbach sieht auch weitere Risiken: „Das Aufwachen aus einem Torpor braucht eine gewisse Zeit. Das würde ein Problem darstellen in Notfallsituationen, die rasches Handeln verlangen. Zudem wird diskutiert, ob sich Torpor negativ auf das Gedächtnis auswirkt, und für den Menschen würden sich eine Vielzahl ethischer Fragen stellen.“

Den Menschen, die sich nach Sonne sehnen, bleibt also auch weiterhin nur übrig, den Frühling abzuwarten. ◆

Annette Doerfel



ONLINE

Wissenschaftscomic
„Klar soweit?“ und
mehr Infos zum
Thema **Winterschlaf**:
→ [www.helmholtz.de/
comic](http://www.helmholtz.de/comic)



Nur ein Traum? Der Torporzustand beim Menschen könnte bei mehrjährigen Weltraummissionen hilfreich sein.
Bild: Fotolia

Der Blick ins Dunkel

Auf der Jagd nach unsichtbarer Gammastrahlung verbrachte **Eva Leser** einen Monat mitten in der **namibischen Wüste**. Sie kam gerade zur richtigen Zeit: Im Kontrollraum des H.E.S.S.-Observatoriums wurde sie Zeugin einer astrophysikalischen Sensation.

Dieser Himmel hat es ihr angetan, gleich am ersten Abend. „Die Milchstraße“, wird Eva Leser später in einem Blog schreiben, „glimmt als helles, breites Band von Horizont zu Horizont.“ Stockdunkel war es nachts in dieser abgeschiedenen Ecke von Namibia, und wenn Eva

Leser von ihrem Zimmer aus zum Arbeitsplatz stapfte, mit der Taschenlampe über eine sandige Straße immer geradeaus, scheuchte sie mit ihren Schritten manchmal ein Tier auf, das in der Dunkelheit und der tiefen Stille Reißaus nahm.

Zum achten Vollmond des Jahres 2017 hatte sich die Astroteilchenphysikerin von Berlin aus auf den Weg nach Namibia gemacht. Bei den H.E.S.S.-Teleskopen sollte sie für einen Monat arbeiten, regelmäßig lösen sich hier Wissenschaftler aus aller Welt bei den anstrengenden Schichten ab. Was aber Eva Leser von den anderen unterscheidet: Sie verbrachte hier eine Nacht, die in die Geschichte der Astronomie einging.

Normalerweise arbeitet die 28-Jährige in Deutschland mit den Daten des Teleskops, das sie hier besucht. „Man kann sagen: Für vier Wochen haben wir unsere Schreibtische gegen die namibische Wüste eingetauscht“, sagt Eva Leser. In Deutschland hat sie genau genommen zwei Schreibtische: Einer steht in den Räumen der Universität Potsdam, wo sie an ihrer Promotion arbeitet, der andere am DESY, dem Deutschen →



ONLINE

Mehr Information zu den H.E.S.S.-Teleskopen finden Sie hier:

→ astro.desy.de/gamma_astronomie/hess/index_ger.html



Auf der Lauer Die H.E.S.S.-Teleskope spüren unsichtbare, kosmische Gammastrahlen auf. Bild: DESY



„ICH UND DAS GRÖSSTE DER FÜNF H.E.S.S.-TELESKOP.“
Bild: Eva Leser



„IM KONTROLLRAUM WERDEN AUF ZAHLREICHEN BILDSCHIRMEN DIE WICHTIGSTEN FUNKTIONEN ÜBERWACHT.“ Bild: Eva Leser



ONLINE

Im Helmholtz-Blog „Per Teilchen durch die Galaxis“ gibt es noch mehr Astrophysik aus erster Hand:

→ blogs.helmholtz.de/astroteilchen



Elektronen-Synchrotron, im brandenburgischen Zeuthen. Beide Institutionen sind Teil der internationalen H.E.S.S.-Kollaboration.

Der Name ist – typisch für Großgeräte in der Physik – ein Wortspiel: das High Energy Stereoscopic System wird abgekürzt zu H.E.S.S., einer Anspielung auf den Physiker Victor Hess. Er entdeckte 1912 die kosmische Strahlung und begründete damit die Astroteilchenphysik.

„Alle Institutionen, die an H.E.S.S. beteiligt sind, entsenden im Wechsel Wissenschaftler an das Teleskop“, erklärt Leser. So empfindlich sind die Instrumente, dass sie nur in Nächten ohne Mondschein betrieben werden. Jeden Abend, wenn die Handvoll Techniker allmählich zu Bett ging, begann für Eva Leser und eine mitgereiste Kollegin die Arbeit. Ihre Kommandozentrale ist ein Kontrollraum mit Dutzenden Bildschirmen. „Zu Beginn der Schicht fahren wir die Systeme hoch und wärmen die Kameras auf. Dann geht es raus: An jedem Teleskop müssen die Server hochgefahren werden, die Spannung muss gecheckt werden, das Dach, das tagsüber die Kameras schützt, muss geöffnet werden.“ Mit ein paar Klicks werden die Teleskope gestartet, parken aus ihren Schutzvorrichtungen aus und beginnen zu beobachten. Ab dem Moment können Leser und ihre Kollegin nur noch mit schwachen Rotlicht-Taschenlampen arbeiten, um die Beobachtungen nicht zu stören.

Anders als klassische Teleskope untersucht H.E.S.S. nicht das sichtbare Licht von benachbarten Sternen, sondern die unsichtbare Gammastrahlung. Sie ist von großem Interesse für die Astro-

physik, weil sie unter anderem dort entsteht, wo es besonders turbulent zugeht: etwa bei der Explosion von Sternen oder in der Umgebung von Schwarzen Löchern. Trifft die Gammastrahlung auf die Erdatmosphäre, entsteht in Sekundenbruchteilen eine Art Lawine von bis zu einer Million Teilchen, die mit annähernd Lichtgeschwindigkeit in Richtung Erdboden rasen.

Diese sogenannten Luftschauber sind allgegenwärtig und harmlos – aber den Astrophysikern liefern sie wichtige Hinweise auf die Strahlung, die aus dem All die Erde erreicht. Hier kommt H.E.S.S. ins Spiel: Das Teleskop fängt mit seinen großen Spiegelflächen und hochempfindlichen Kameras ein schwaches Leuchten ein, das die Teilchen eines Luftschaubers in der Erdatmosphäre hinterlassen. Dieses schwache, bläuliche Licht heißt Tscherenkow-Strahlung. Wie ein „Überschallknall des Lichts“ entsteht es, weil die Teilchen enorm schnell durch die Luft fliegen. Und so ergibt sich ein vollständiges Bild: H.E.S.S. fängt die Tscherenkow-Strahlung auf, die Auskunft über die Teilchen des Luftschaubers gibt, der wiederum von Gammastrahlung ausgelöst wurde, die uns von irgendwo aus dem Universum erreicht hat.

„Wir haben unsere Schichten im Kontrollraum danach ausgerichtet, wann der Mond auf- und untergeht“, erzählt Eva Leser. „Zu Beginn, kurz nach Vollmond, hatten wir kaum mehr als eine Stunde Arbeitszeit zwischen Sonnenuntergang und Mondaufgang. Im Laufe des Monats wurden die Schichten dann immer länger. Zum Glück hatten wir uns mit Schokolade und allem





„DIE H.E.S.S.-TELESKOPPE STEHEN IM KHOMAS-HOCHLAND IN NAMIBIA“
Bild: Christian Föhr / H.E.S.S. Collaboration



„IM NOTFALL KANN MAN DIE TELESKOPPE AUCH MIT DIESER FERNBEDIENUNG STEuern.“ Bild: Eva Leser

eingedeckt, was man für Nachtschichten braucht.“ Zehn Stunden am Stück dauerte der längste Einsatz, es war, wie die Astrophysikerin gleich präzise feststellt, „Neumond im Südwinter.“

Und dann kam die Nacht des 17. August 2017. Bis dahin war der Einsatz für Eva Leser noch Routine, doch diesmal begann die Schicht mit einem gellenden Alarm im Kontrollraum. „Da gibt es so eine richtige Sirene, wie man sie aus Filmen kennt“, erinnert sie sich – und dann lief die Internetverbindung heiß: „Wir kriegten ständig Mails von Kollegen, die uns Updates zu Koordinaten durchgaben, die wir unbedingt beobachten sollten“, erinnert sie sich an jene Nacht, die für sie vor allem stressig war – und für die Astrophysik historisch. Es war die Nacht, in der das Ereignis namens „GW170817“ gemessen wurde.

Im Jahr 2015 waren Gravitationswellen erstmals gemessen worden – 100 Jahre nach ihrer theoretischen Vorhersage durch Albert Einstein. Mit „GW170817“ gelang der noch jungen Gravitationswellen-Astronomie ein neuer Durchbruch: der erste Nachweis einer Kollision von Neutronensternen. Für die Forscher geht es um viel: Woher kommen die schweren Elemente im Universum, von Edelmetallen wie Gold und Silber bis hin zu industriell genutzten Stoffen wie Uran und Bismut? Eine Antwort könnte sein: aus ebenjenen Kollisionen von Neutronensternen. Auch die Art der Entdeckung war historisch. Erstmals wurden Gravitationswellen von einem Ereignis aufgefangen, das gleichzeitig auch mit Teleskopen am Himmel beobachtet wurde. Zahllose Teleskope auf der

ganzen Welt wurden in Windeseile auf die gleiche Stelle am Himmel gerichtet – und Eva Leser saß bei einem davon im Kontrollraum, mitten in Namibia.

Trotz dieses intensiven Austauschs mit anderen Astronomen hatte sie dort jedoch fast keine sozialen Kontakte. Die nächsten Dörfer liegen meilenweit entfernt, was in Namibia viel ausmacht: von den Teleskopen bis nach Windhoek sind es eigentlich nur 100 Kilometer – und doch dauert die Fahrt über die rumpeligen Wüstenpisten mehrere Stunden. Je nach Mondphase und Schichtbeginn traf Eva Leser die Techniker manchmal zumindest zum Frühstück, aber nach ein paar Sätzen ging jeder eigene Wege: die Techniker an die Arbeit, Eva Leser ins Bett. „Wenn ich mit den Daten von H.E.S.S. arbeite“, sagt sie jetzt, inzwischen wieder am heimischen Schreibtisch, „habe ich ein besseres Verständnis für die Daten als vorher, schließlich habe ich das Teleskop selbst kennengelernt!“

Und noch etwas hat sie mitgenommen von den Wochen in der namibischen Wüste, umgeben von rötlichem Sand in jeder Richtung: die Erinnerung an ihren unvergleichlichen Arbeitsweg. Beinahe sehnsüchtig klingt es, was sie in ihrem Blog notiert hat: „Wenn wir den Kontrollraum verlassen, sieht man am Horizont bereits einen blassen rosa Streifen. Während wir die Straße zurücklaufen, wird er zusehends breiter. Die ersten Vögel beginnen ein zaghaftes Zwitschern. Es wird Tag in der Wüste.“

Michael Büker



BILDERGALERIE

Mehr Eindrücke gibt es in unserer Bildergalerie unter:

→ www.helmholtz.de/namibia/



Die Erdbeobachterin

Hitzewellen, Hochwasser und Unwetter wird Ute Weber in den kommenden Jahren so genau wie nie zuvor unter die Lupe nehmen. Die Geologin leitet seit Anfang des Jahres 2017 das MOSES-Programm – ein weltweit einzigartiges Erdbeobachtungssystem mit einem ganzen Fuhrpark an Hightech-Messgeräten.

Dieser eine Eindruck von ihrer Arbeit damals im niedersächsischen Gorleben hat sich bei Ute Weber festgesetzt: Wie eng ihre Arbeit mit den großen gesellschaftlichen Debatten verbunden ist, das merkte sie dort zum ersten Mal. In den 1990er-Jahren war das, Weber hatte nach dem Geologiestudium ihren ersten Job angenommen und beteiligte sich an den Berechnungen darüber, auf welchen Wegen bei dem umstrittenen Atommüll-Lager Radionuklide in die Umwelt gelangen könnten. Ute Weber schmunzelt, wenn sie daran zurückdenkt: „Als frische Absolventin war ich damals natürlich nicht in den Sitzungen, in denen es ganz heiß herging“, sagt sie – aber dass sie nah dran war an den wichtigen Fragen, das hat sie nachhaltig geprägt.

Heute sitzt Ute Weber fast 500 Kilometer weiter südwestlich von Gorleben. Hier in Bonn arbeitet sie wieder an einer Schnittstelle, die gesellschaftlich von höchster Relevanz ist: Sie leitet den Aufbau eines Erdbeobachtungssystems, das in seiner Komplexität weltweit einmalig sein wird. 28 Millionen Euro fließen in den kommenden Jahren in das Programm MOSES; die beteiligten Forscher wollen erkunden, wie hochdynamische Ereignisse – seien es Ozeanwirbel, das abrupte Tauen von Permafrostböden, Hitzewellen und Trockenheit oder Starkregenfälle und Hochwasser – die Entwicklung unserer Umwelt nicht nur kurz-, sondern auch langfristig beeinflussen.

Wenn Ute Weber über ihre Aufgabe erzählt, klingt sie so begeistert wie James Bonds Waffenmeister Q – und ähnlich ausgefeilt ist auch der Fuhrpark, den Wissenschaftler für das MOSES-Programm entwickeln. Drohnen, Unterwasserfahrzeuge, Hightech-Bojen und Transporter voller Messgeräte werden zum Arsenal des Forschungsprojekts gehören – „ein hochmobiles System soll es werden“, sagt Ute Weber, „und unsere Herausforderung in der ersten Phase ist es, zum einen neue Instrumente zu entwickeln und zum anderen

bestehende Messgeräte so zu verkleinern, dass sie auf die verschiedenen Fahrzeuge draufpassen.“ Auch die Automatisierung spielt eine wichtige Rolle: Sogenannte Glider, die in unterschiedlichen Meerestiefen Proben nehmen, können selbstständig eine festgelegte Route abfahren, auch autonome Unterwasserfahrzeuge werden entwickelt.

An dem Programm MOSES, das mit vollständigem Namen Modular Observation Solutions for Earth Systems heißt, sind neun Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft beteiligt. Die Federführung liegt beim Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig, bei dem Ute Weber angestellt ist. Die 54-Jährige bringt jede Menge Erfahrung als Forschungsmanagerin mit – und als Wissenschaftlerin. Während ihres Geologiestudiums in Kiel und den USA spezialisierte sie sich auf Wassermanagement; das ist der Bereich, in dem sie nach ihrem Diplom in Gorleben arbeitete. „Die wissenschaftlichen Fragen dort haben mich dermaßen fasziniert, dass ich mich für eine Promotion entschied“, erzählt sie. Am Forschungszentrum Jülich schrieb sie ihre Doktorarbeit, danach ging sie an die Universität Halle. Lange schien es, als sei ihr und ihrem Partner der Weg vieler Wissenschaftlerpaare vorbestimmt: „Mein Mann ist Physiker, und jeder von uns zog für seine Stellen mehrfach um“, erinnert sie sich. Da entschieden sich die beiden noch vor der Geburt ihrer Tochter für einen Schnitt: Sie verließen die Wissenschaft, damit sie dauerhaft am gleichen Ort wohnen können. Ute Weber wechselte ins Forschungsmanagement. 1998 trat sie die Stelle der Programmdirektorin für den Bereich Wasserforschung bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) in Bonn an.

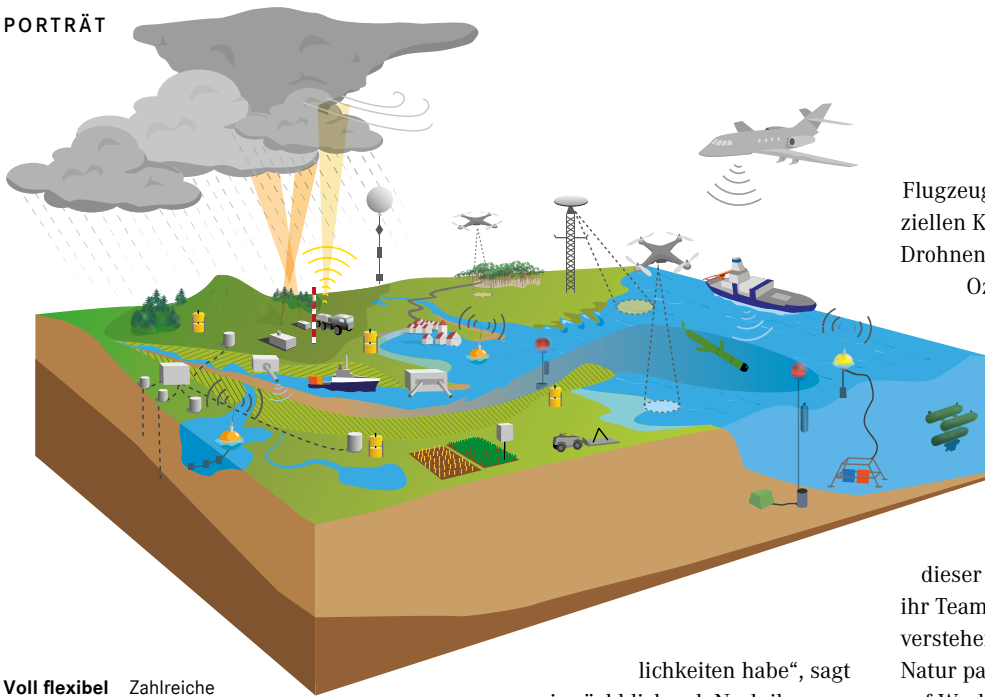
Die Konstante, die sich durch Ute Webers Lebenslauf zieht, ist die Arbeit an „gesellschaftlich aktuellen Themen“, wie sie es selbst nennt. „Mir war es schon bei der Studienwahl wichtig, einen Bereich zu finden, in dem ich Gestaltungsmög- →





UTE WEBER

Leiterin des Erdbeobachtungsprojektes MOSES



Voll flexibel Zahlreiche mobile Messsysteme wie Hightech-Bojen, Drohnen, Unterwasserfahrzeuge und Flugzeuge sind bei MOSES im Einsatz (wie hier bei einem Hochwasserszenario).
Bild: ESKP

lichkeiten habe“, sagt sie rückblickend. Nach ihrem Abitur liebäugelte sie deshalb eine Weile mit einer Kombination aus Politologie und Ökonomie, auch das Bauingenieurwesen interessierte sie – „aber als ich dann an der Universität in Kiel die ersten Geologievorlesungen besuchte, wusste ich, dass ich mich richtig entschieden habe.“

Als Ute Weber längst in Bonn bei der DFG arbeitete, wurde sie immer wieder auf eine Lücke aufmerksam: Für eine Erdsystemforschung, die auch die komplexen Wechselwirkungen zwischen der Atmosphäre, der Landoberfläche und den Ozeanen erfassen kann, gibt es bislang nur wenige Beobertungskonzepte und Messsysteme. „Als das Angebot kam, das Programm MOSES aufzubauen, das genau in diese Lücke vorstoßen sollte, musste ich nicht lange nachdenken“, sagt sie. Zwei Jahre lang war sie zunächst mit der Konzeption des Programms beschäftigt, jetzt leitet sie dessen Aufbau. Und längst hat sie sich an die Frage gewöhnt, die natürlich immer wieder gestellt wird: Wie genau sehen denn die Einsätze in der Praxis aus? Das Beispiel, mit dem sie antwortet, hat seine Wurzeln im Jahr 2003: Damals war Mitteleuropa von einer ungewöhnlichen Hitzewelle betroffen, deren Auswirkungen bis heute zu beobachten sind. In einigen Regionen hat sich etwa die Zusammensetzung der Grasarten geändert, in Gewässern treten toxische Blaualgen häufiger auf als zuvor. Kurzfristige Auswirkungen waren der Ernterückgang um etwa 30 Prozent oder eine massive Freisetzung des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid in den betroffenen Regionen. „Diese Einzelbeobachtungen haben wir dank langfristiger und meist stationärer Erdbeobachtungssysteme machen können“, sagt Ute Weber. „Wir wollen mit unserem mobilen System künftig in dem Moment vor Ort sein, wenn solche Ereignisse auftreten.“

Flugzeuge könnten dann zum Beispiel mit speziellen Kameras den Vegetationsstress erfassen; Drohnen könnten in unterschiedlicher Höhe den Ozon- oder auch den Aerosolgehalt in der Luft messen, spezielle Rover könnten mithilfe von Neutronenstrahlung großräumig die Bodenfeuchte untersuchen, mit geophysikalischen Methoden lässt sich der Grundwasservorrat bestimmen und durch Hightech-Bojen die Wasserqualität in Flüssen und Seen ermitteln. Dank

dieser Ergebnisse, davon sind Ute Weber und ihr Team überzeugt, können Forscher besser verstehen, was während einer Hitzewelle mit der Natur passiert. Das wiederum lässt Rückschlüsse auf Wechselwirkungen und Langzeitfolgen zu. Vor dem Hintergrund, dass die Klimaszenarien für Europa eine Zunahme von Hitzewellen und Trockenheit sowie von Starkregen und Überflutungen nahelegen, ist MOSES ein besonders aktuelles Programm. Ähnliche Messkampagnen können die Wissenschaftler bei anderen hochdynamischen Ereignissen starten; die Instrumente sind dann jeweils genau auf die entscheidenden Fragestellungen abgestimmt. Eine Steuerungsgruppe von Forschern der unterschiedlichen Fachdisziplinen, so ist der Plan, soll entscheiden, wohin die Messteams im Einzelfall entsandt werden – die Vorwarnzeit reicht von einigen Wochen im Fall von Hitzewellen bis zu wenigen Tagen wie etwa bei Hochwasser.

Wenn sie sich die Möglichkeiten des neuen Messsystems anschaut, kommt ihre Leidenschaft für die Wissenschaft besonders zum Vorschein. „Ich finde es ungemein faszinierend, wie sich mein früherer Forschungsbereich weiterentwickelt hat, neben dem technischen Fortschritt bei den Sensorsystemen auch gerade wegen des Einsatzes von moderner IT“, sagt sie begeistert. In ihrer Rolle als Forschungsmanagerin ist sie an diesen Entwicklungen nah dran, denn ab dem nächsten Jahr starten nach und nach die ersten Testläufe für das neue System: Eine Ozeanwirbel-Kampagne bei den Kapverdischen Inseln ist zum Beispiel geplant, in Kanada werden die Gerätschaften für den Einsatz im Permafrost getestet, in einem Observatorium in der Eifel wiederum für künftige Hitzewellen, im Einzugsbereich der Elbe jene Messinstrumente für Starkregen und Hochwasser. „Wenn möglich, bin ich natürlich mit dabei“, sagt Ute Weber: „Da wird es ja erst richtig spannend!“

Kilian Kirchgeßner



ONLINE

Mehr Porträts finden Sie hier:

→ www.helmholtz.de/portraits





MEISTER DER ENTSCHLEUNIGUNG – EIN EXPERIMENT ZU PHYTOPLANKTON

DAS BRAUCHST DU:



1,5 L PLASTIKFLASCHE



ALTE ZAHNBÜRSTE

STOPPUHR
ODER HANDY

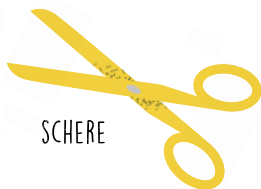
ZAHNSTOCHER



WASSER



KNETMASSE



SCHERE

In den oberen Schichten des Ozeans gibt es winzige Algen, die frei umher treiben - das sogenannte Phytoplankton. Sie brauchen Licht zur Photosynthese und damit zum Leben. Da sie ein wenig schwerer als Wasser sind, sinken sie allmählich in die dunkle Tiefe. Manche Formen sinken dabei langsamer als andere, so dass sie länger im Licht bleiben. Welche Formen für diese „Entschleunigung“ gut geeignet sind, kannst du in diesem spielerischen Experiment testen.

UND SO WIRD'S GEMACHT:

1. Schneide für den „Versuchstank“ von einer 1,5 Liter-Plastikflasche den oberen Rand ab und fülle die Flasche mit Wasser.
2. Forme aus der Knetmasse mehrere gleich große Kügelchen mit etwa 1 cm Durchmesser. Eines davon hält du unter die Wasseroberfläche und lässt es von dort aus fallen. Dabei misst du als Vergleichswert mit einer Stoppuhr, wie lange es braucht, um bis zum Boden zu sinken.
3. Aus den anderen Kugeln formst du nun „Phantasie-Plankton“ in verschiedenen Gestalten (z.B. flach und dünn) und versiehst dieses noch mit Stacheln aus Borsten einer alten Zahnbürste und aus (Achtung: Spielregel!) bis zu 2 Zahnstochern.
4. Mithilfe der Stoppuhr prüfst du, welches davon am langsamsten zu Boden sinkt.

Welche Formen sind gut geeignet, welche weniger? Wir haben im Test Zeiten bis zu 4 Sekunden geschafft, aber das kannst du sicher noch steigern! Viel Spaß!

ERKLÄRUNG:

Dornen und Spitzen machen die Zellen nicht nur für Fressfeinde weniger attraktiv, sondern sie erhöhen auch den Reibungswiderstand im Wasser und bremsen so den Fall, bis eine Strömung von unten sie wieder an die Oberfläche tragen kann.

Dieses Experiment stammt von:

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Schulprogramme

Wischhofstr. 1-3, D-24148 Kiel

Tel.: +49 431 6004006

E-Mail: schulprogramme@geomar.de

www.geomar.de/go/schule



ONLINE

Mehr über die Schülerlabore unter:

→ www.helmholtz.de/schuelerlabore



VIDEO

Den Versuch gibt es auch als Video unter:

→ www.helmholtz.de/experiment

