

FORSCHEN in Jülich



:: DIE IN DIE WOLKEN BLICKT

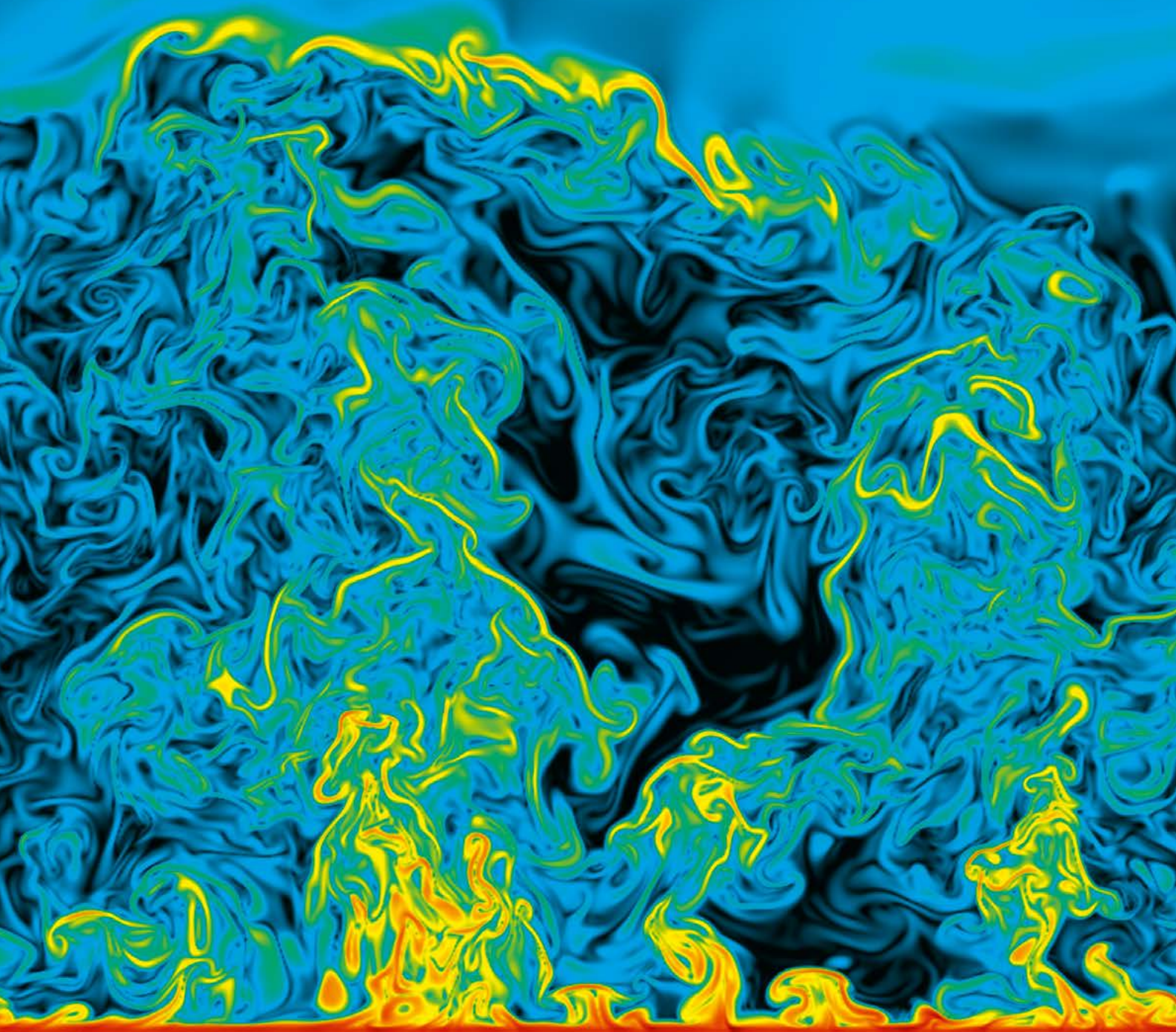
Was Martina Krämer aus Eiswolken über den Klimawandel erfährt

:: Tunnel statt Klettersteig: Wie ein Transistor Energie spart

:: Frühaufsteher oder Langschläfer: Gehirn spiegelt innere Uhr

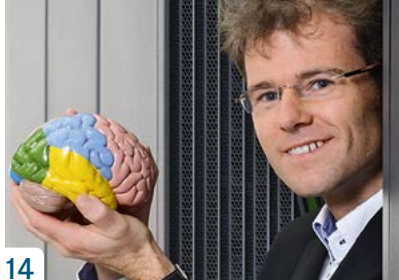
:: IM BILDE

Chaos in der Atmosphäre: Wilde Verwirbelungen der Luft prägen den Bereich bis rund 2.000 Meter über der Erdoberfläche. In dieser sogenannten planetaren Grenzschicht sind die Luftschichten ständig in Bewegung. Berge oder Gebäude beeinflussen dabei die Luftströmungen. Wird eine Strömung zu stark gestört, vermischen sich unterschiedliche Luftmassen, es kommt zu Verwirbelungen (in den gelben Bereichen sind sie am heftigsten). Das Problem: Die sich rasch verändernde Turbulenz wirkt sich auf das Klima aus, da in der planetaren Grenzschicht wichtige Austauschprozesse stattfinden, etwa von Wärme und Wasser. Dr. Juan Pedro Mellado vom Max-Planck-Institut für Meteorologie hat die Bewegungen der Luftmassen mit Hilfe von Simulationen auf Jülicher Höchstleistungsrechnern sichtbar gemacht. „Erst Fortschritte im Supercomputing haben es ermöglicht, die Mischungsprozesse genauer zu studieren und dadurch einige grundlegende Prinzipien zu verstehen“, erklärt er.





6



14



18

INHALT

:: NACHRICHTEN	4
----------------	---

:: TITELTHEMA	6
---------------	---

6 Frau Krämer und die Wolken

Martina Krämer untersucht Eiswolken und Klimawandel

11 Das Wolken-Observatorium

Gerätepark auf dem Jülicher Institutsdach

:: FORSCHUNG IM ZENTRUM	12
-------------------------	----

12 Ein Booster für die Umwelt

Pinselfreiniger ohne umweltschädliche Lösungsmittel

14 Wandel durch Beständigkeit

Selbstorganisation: Wie unser Gehirn auf Schädigungen reagiert

16 Grüne Elektrotechnik: Schluss mit der Kraxelei

Neuer Transistor senkt Energieverbrauch elektronischer Geräte

18 Stabilitätsfaktor für die Zellen

Proteinfamilie Keratin sorgt für Spannkraft von Haut und Gewebe

20 Nachteule oder Lerche: Wie unsere innere Uhr tickt

Nervenzellen im Hirn zeigen, wer zu den Langschläfern zählt

:: SCHLUSSPUNKT	22
-----------------	----

22 30 Jahre TEXTOR

Fusionsforschung verabschiedet Großgerät und geht neue Wege

23 Impressum

:: EDITORIAL



Das Klima ist wie ein großes Puzzle, bei dem wir nicht genau wissen, wie es sich zusammensetzt, und bei dem noch Teile fehlen. Eine große Unbekannte sind Wolken. Jülicher Forscher untersuchen,

wie die luftigen Gebilde entstehen, wie sie sich zusammensetzen und wie sie das Klima beeinflussen. Erkenntnisse, die Klimasimulationen entscheidend voranbringen können.

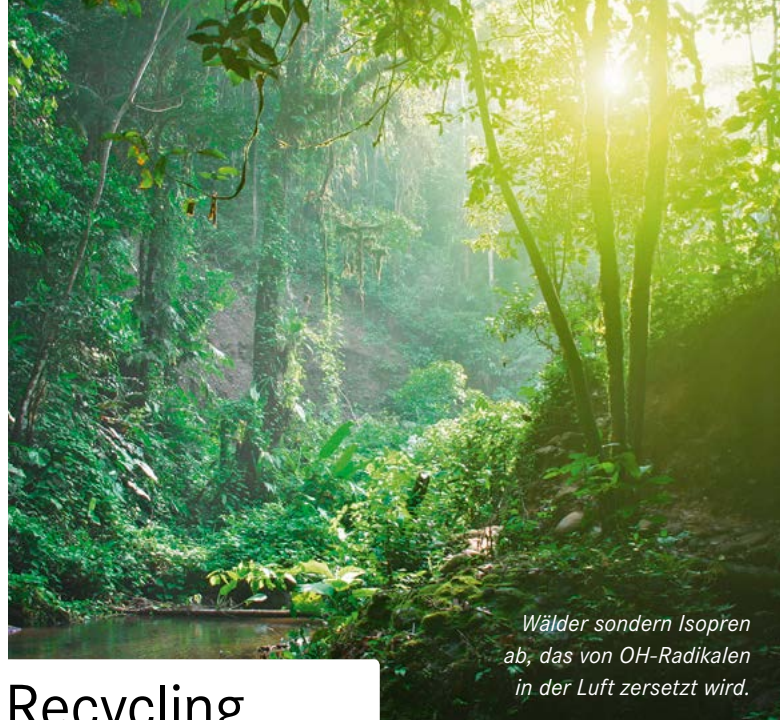
Lesen Sie in dieser Ausgabe außerdem, was unsere Wissenschaftler dazu beitragen, Umwelt und Ressourcen zu schonen – etwa durch energiesparende Transistoren und Pinselreiniger ohne Lösungsmittel. Und wenn Sie schon immer wissen wollten, warum Sie morgens nicht aus den Federn kommen: Auch hierzu haben unsere Wissenschaftler neue Erkenntnisse gewonnen.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre,

Ihr

Prof. Achim Bachem

Vorstandsvorsitzender
des Forschungszentrums Jülich



Wälder sondern Isopren ab, das von OH-Radikalen in der Luft zersetzt wird.

Recycling von Radikalen

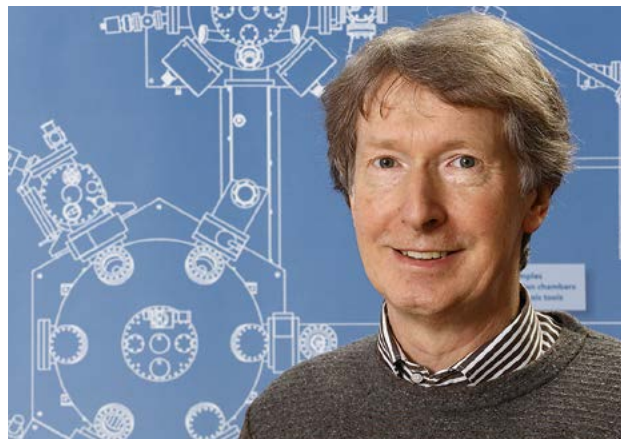
Institut für Energie- und Klimaforschung | Beim Abbau von Isopren in der Atmosphäre werden sogenannte Hydroxyl(OH)-Radikale wirkungsvoll recycelt. Das haben Jülicher Troposphärenforscher bei Experimenten in der Simulationskammer SAPHIR erstmals nachgewiesen. OH-Radikale reinigen die Luft von Schadstoffen und Spurengasen. Sie zersetzen auch den wichtigsten natürlichen Kohlenwasserstoff Isopren, der hauptsächlich von Wäldern produziert wird. Dabei entstehen neue OH-Radikale. Bislang hatte die Forschung über den Mechanismus nur spekulieren können. Die SAPHIR-Experimente bestätigten nicht nur den Mechanismus, die Wissenschaftler konnten auch bestimmen, wie viele OH-Radikale sich regenerierten. Dazu haben sie die natürlichen Bedingungen, wie sie in der Atmosphäre über China oder den tropischen Regenwäldern herrschen, in der Kammer nachgestellt.

::

Leibniz-Preis für Materialforscher Prof. Rainer Waser

Peter Grünberg Institut | Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat dem Jülicher Materialforscher Prof. Rainer Waser den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis 2014 verliehen. Die mit bis zu 2,5 Millionen Euro dotierte Auszeichnung gilt als wichtigster Forschungsförderpreis in Deutschland. Waser verfolgt aussichtsreiche Ansätze für neuartige elektronische Bauelemente, die den Energieverbrauch von Computern, Sensoren oder Energiewandlern drastisch reduzieren könnten. Der studierte Physikochemiker hat zugleich eine Professur an der RWTH Aachen in der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) inne.

::



Am Fließband der Proteinproduktion

Institute of Complex Systems | Forscher aus Göttingen, Jülich und Düsseldorf haben erstmals mit atomarer Genauigkeit gezeigt, welche Mechanismen und Kräfte in Ribosomen am Werk sind. Ribosomen sind molekulare Hochleistungsmaschinen im Inneren aller lebenden Zellen. Sie fertigen nach den in der DNS codierten Bauplänen Proteine – die universellen Werkzeuge aller Zellen. Das Forscherteam hat mit einem Elektronenmikroskop hoch aufgelöste Aufnahmen des Ribosoms in verschiedenen Zuständen der Proteinproduktion gemacht. Diese montierten die Wissenschaftler mit Computersimulationen zu einem vollständigen Bewegungsablauf im Ribosom. Dadurch konnten sie nachvollziehen, wie sich bestimmte Moleküle auf ihrem Weg durch das Ribosom bewegen und welche molekularen Kräfte dabei wirken. ::

30 Sekunden Sonnenfeuer auf der Erde

Institut für Energie- und Klimaforschung | Einer internationalen Forschergruppe mit Jülicher Beteiligung ist ein weiterer Schritt auf dem Weg zur Erschließung der Kernfusion gelungen. Mit Hilfe von Radiowellen konnten sie an der chinesischen Fusionsanlage Experimental Advanced Superconducting Tokamak (EAST) ein energiereiches Plasma über eine Rekorddauer von 30 Sekunden erhalten. Bei der Kernfusion, die als sichere, umweltfreundliche und praktisch unerschöpfliche Energiequelle der Zukunft gilt, verschmelzen Atomkerne im Plasmazustand zu einem Kern. Doch die Kontrolle der Fusionsreaktion stellt eine enorme technische Herausforderung dar: Um dauerhaft Energie zu gewinnen, muss die instabile und nur schwer zu steuernde Reaktion über längere Zeit aufrechterhalten werden. Vorbild sind die Prozesse im Inneren der Sonne, bei denen Wasserstoff unter hohem Druck und enorm hohen Temperaturen zu Helium verschmilzt. ::

Malaria-Diagnose mit dem Smartphone

Peter Grünberg Institut | Ein neues Diagnose-Werkzeug soll künftig schnell und preiswert Blutproben analysieren. Daran arbeiten Jülicher Wissenschaftler in dem Forschungsprojekt „LIVECheck“. Das Gerät könnte vor Ort Infektionskrankheiten wie Malaria erkennen – etwa in Gegenden ohne medizinische Infrastruktur. Die notwendigen Informationen über die Blutprobe liefern Nano-Sensoren aus leitfähigen Tinten in dem Gerät. Die Ergebnisse werden als elektronische Signale übermittelt beispielsweise an ein Smartphone. Eine Aufgabe des Projektes ist es, ein automatisiertes Herstellungsverfahren für die Sensoren zu etablieren. ::



Direkt aufs Display: Nano-Sensoren sollen schnell und preiswert Ergebnisse von Blutproben liefern – etwa auf ein Smartphone.



A hand in a black jacket holds a colorful, geometric cloud shape made of triangles. The cloud is composed of various shades of purple, pink, and orange. Other similar geometric clouds are floating in the background.

Frau Krämer und die Wolken

Dr. Martina Krämer setzt bei ihrer Arbeit Messgeräte ein, die FISH, HAI und NIXE heißen. Leicht vermutet man da, ihr Forschungsobjekt sei das Meer. Doch tatsächlich erkundet sie andere Zusammenballungen von Wassertropfen oder Eiswasser: die Wolken, ein wichtiges Element beim Klimawandel.

Jeder hat wohl schon einmal am eigenen Leib die Abkühlung gespürt, wenn sich beim Sonnenbaden eine Wolke vor die Sonne schiebt. Der Grund dafür ist, dass Wolken nicht die gesamte Sonnenstrahlung zur Erdoberfläche durchlassen. Andererseits erwärmen Wolken aber auch die unteren Luftschichten, denn sie halten Wärmestrahlen zurück, die vom Boden reflektiert werden. In der Bilanz dieser gegenläufigen Effekte überwiegt die Abkühlung, falls die Wolke aus flüssigen Wassertropfen besteht.

Eispartikel reflektieren Strahlung nicht so wie Tropfen, so dass die Bilanz bei einer Eiswolke anders ausfallen kann. Wesentlich ist dabei, wie zahlreich und groß die Partikel in der Eiswolke sind und ob sie dicht gepackt oder weit voneinander entfernt sind. Welche Eigenschaften aber haben die Eiswolken rund um den Globus und wie sind diese klimawirksamen Eigenschaften mit den

Bedingungen verknüpft, unter denen die Wolken entstehen? Genau das untersucht das Jülicher Team vom Bereich Stratosphäre des Instituts für Energie- und Klimaforschung (IEK-7) um Martina Krämer, indem es Forschungsflugzeuge mit seinen Messgeräten ausstattet und so in den Wolken umfangreiche Daten sammelt.

Diese Daten benötigen Forscher weltweit, um genauer als bisher zu simulieren, wie sich das globale Klima in Zukunft wandeln wird. Der Weltklimarat IPCC geht davon aus, dass Wolken die Erwärmung abschwächen, die infolge steigender Treibhausgas-Mengen in der Atmosphäre eigentlich zu erwarten wäre. Er beziffert sogar die Größe dieses kühlenden Wolken-Faktors, stuft aber das Vertrauen in diese Angabe selbst als gering ein. Denn die Klimasimulationen, auf denen die Angabe beruht, kommen zu recht unterschiedlichen Ergebnissen.

Die Computermodelle haben damit zu kämpfen, dass die Wissenschaft noch nicht richtig die Prozesse nachvollziehen kann, die für die Bildung und die Eigenschaften von Wolken und vor allem von Eiswolken verantwortlich sind. „Wolken sind der wesentliche Unsicherheitsfaktor in den Klimaprognosen des IPCC“, resümiert Martina Krämer.

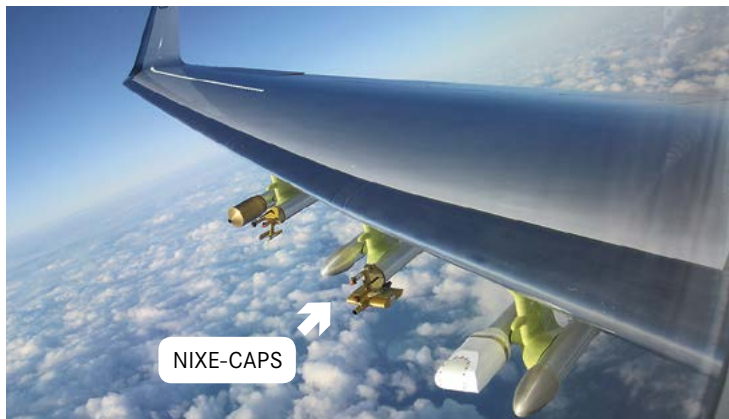
WELTWEIT GRÖSSTER DATENSATZ

Wolken, die ausschließlich Eisteilchen enthalten, heißen Zirren. Sie entstehen bei Lufttemperaturen zwischen minus 90 und minus 40 Grad Celsius. Über der Arktis sind sie in fünf bis zwölf Kilometer Höhe, über den Tropen in einer Höhe von neun bis achtzehn Kilometern zu finden. Darüber beginnt jeweils die vergleichsweise trockene, wärmere und wolkenfreie Stratosphäre. Die Jülicher Forscher haben in Kooperation mit Wissenschaftlern der Universität Mainz bei mehreren internationalen Messkampagnen und insgesamt achteinhalb Stunden Flugzeit durch Zirren den weltweit größten Datensatz darüber zusammengetragen, wie viele Eispartikel diese Wolken über den verschiedenen Erdregionen enthalten. „Auf diese Daten haben sich sehr viele Wissenschaftler gestürzt, um zu prüfen, ob ihre globalen Computermodelle die gemessenen Eiskristallzahlen widerspiegeln“, berichtet Krämer. Die Resultate zeigen, dass die Modelle in diesem Punkt die Realität noch nicht gut abbilden und somit verbessert werden müssen.

Noch länger und häufiger als die Eispartikel-Zahl haben die Jülicher Forscher um Krämer und den 2012 verstorbenen Dr. Cornelius Schiller den Eisgehalt von Zirren gemessen. Diese Daten hat Krämer mit weiteren kombiniert, die US-amerikanische Wissenschaftler bei eigenen Messkampagnen gewonnen haben. Den resultierenden riesigen Datensatz hat sie anschließend ausgewertet, indem sie ihn mit Ergebnissen des Computermodells MAID (Model for Aerosol and Ice Dynamics) verglichen hat.

MAID, das die Jülicher Forscher vom Karlsruher Institut für Technologie übernommen und weiterentwickelt haben, dient dazu, die Bildung und das Wachstum von gefrorenen Wolkenteilchen in der Atmosphäre bei verschiedenen Temperaturen, Luftdruckverhältnissen und Luftverunreinigungen zu simulieren. Das Modell

So werden Wolkenpartikel vermessen



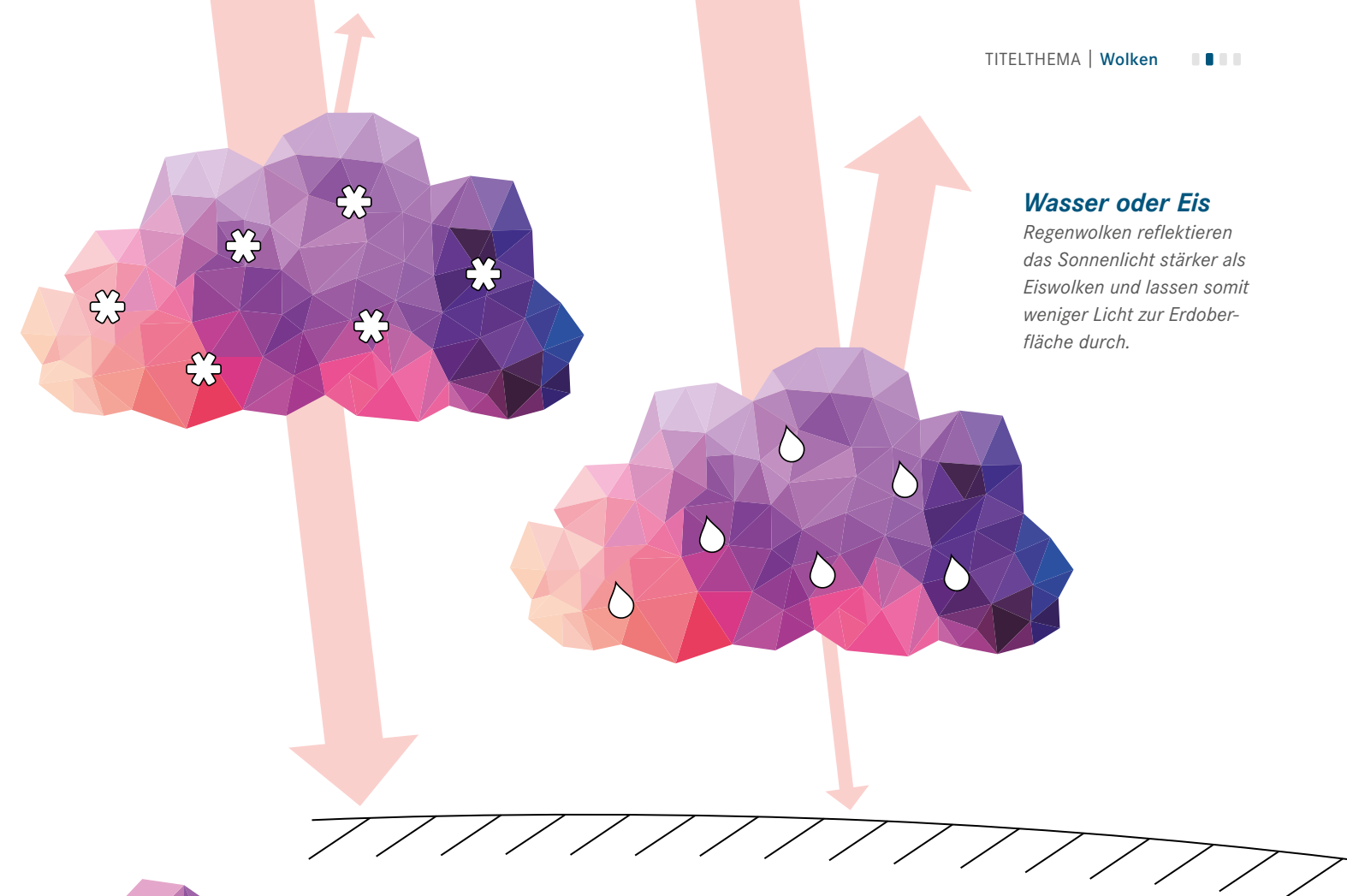
NIXE-CAPS besteht aus zwei Teilen: Der erste erfasst 0,6 bis 50 Mikrometer große Partikel. (Ein Mikrometer ist ein tausendstel Millimeter). Darin streut polarisiertes Laserlicht, quer zum Luftstrom ausgerichtet, an jedem einzelnen Partikel. In Vorwärtsrichtung registrieren Detektoren, wie stark die Streuung ist, und bestimmen so die Teilchengröße. Andere Detektoren messen die Polarisation der rückwärtsgestreuten Strahlung, die über die Partikelform Auskunft gibt. So lassen sich Was-

sertropfen und feste Eiskristalle unterscheiden, denn Wassertropfen sind sphärisch – rund – und Eiskristalle normalerweise asphärisch, also unregelmäßig geformt.

Der zweite Teil von NIXE-CAPS erfasst Partikel, die zwischen 15 und 900 Mikrometer groß sind. In diesem Teil trifft ein Laserstrahl auf die Wolkenteilchen und erzeugt von jedem ein Schattenbild, dessen Größe und Form dann von Messdioden bestimmt werden.

Wasser oder Eis

Regenwolken reflektieren das Sonnenlicht stärker als Eiswolken und lassen somit weniger Licht zur Erdoberfläche durch.



beschreibt dabei zwei unterschiedliche Vorgänge: Bei dem einen, dem heterogenen Frieren, bildet sich das Eis um ein festes Teilchen – zum Beispiel Mineralstaub oder Ruß – herum. Beim homogenen Frieren dagegen kristallisiert ein flüssiges Teilchen zu einem Eispartikel.

BRISANTE ERGEBNISSE

Der Vergleich der Messdaten mit den Modellrechnungen liefert Hinweise darauf, dass an der Zirren-Bildung heterogene Prozesse beteiligt sind. Das ist brisant: Denn somit könnte sich vermehrter Partikel-Ausstoß durch Industrieanlagen oder durch veränderte Landnutzung auf die Zirren-Bildung auswirken. „Unsere Ergebnisse stehen im Widerspruch zu der lange herrschenden Lehrmeinung, dass Zirren nahezu ausschließlich homogen gefrieren und damit nicht anthropogen beeinflussbar sind“, sagt Krämer. Bestärkt sieht sie sich durch jüngste Ergebnisse von US-amerikanischen Wissenschaftlern, die massenspektrometrisch Wüstenstaub und organische Substanzen in den Eispartikeln von Zirren nachwiesen.

9-18

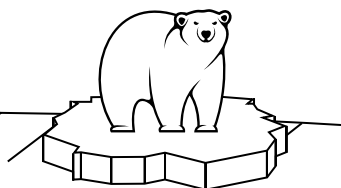
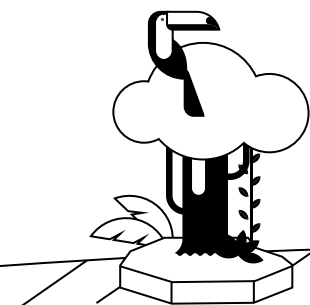
Kilometer

Tropen oder Arktis

Je nach geografischer Lage existieren bestimmte Wolkentypen in unterschiedlichen Höhen. Reine Eiswolken etwa – sogenannte Zirren – finden sich über den Tropen in größeren Höhen als über der Arktis. Ein Grund sind die stärkeren Aufwinde über den Tropen. Durch sie steigen die Wolken dort weiter nach oben.

5-12

Kilometer





Zur Arbeit der Jülicher Wolkenforscherinnen und -forscher um Martina Krämer gehört es, Messgeräte zu entwickeln oder zu verbessern.

Das Jülicher Team führt nicht nur Messungen durch und zieht daraus Schlüsse, sondern entwickelt und verbessert auch die notwendigen Messgeräte. Das ist fast eine Wissenschaft für sich: Mehr als 600 Seiten dick ist ein Buch über „Flugzeuggestützte Messungen für die Umweltforschung: Methoden und Instrumente“, an dem Martina Krämer mitgeschrieben hat.

Zur Bestimmung des Eisgehaltes in Zirren hat sich seit vielen Jahren das Instrument FISH (Fast In-situ Stratospheric Hygrometer) bewährt. Konstruiert von Jülicher Wissenschaftlern, hat es an internationalen Messvergleichen mit ähnlichen Geräten teilgenommen und unter anderem dabei bewiesen, dass es besonders vertrauenswürdige Ergebnisse liefert. Ein weiteres Instrument namens HAI ermöglicht es, mit nur einem Messprinzip gleichzeitig zu bestimmen, wie viel Wasser Wolken enthalten und wie viel davon in gasförmigem, flüssigem oder festem Zustand vorliegt.

ZWEI IN EINEM

Das jüngste Mitglied im Jülicher Gerätepark taufen die Wissenschaftler NIXE-CAPS (New Ice eXperiment – Cloud and Aerosol Particle Spectrometer). Es dient dazu, Anzahl und Größe der Wolkenteilchen zu messen und deren Zustand – flüssig oder gefroren – zu bestimmen. Genau genommen besteht es aus zwei Instrumenten (siehe „So werden Wolkenteilchen vermessen“), die aber nur einen einzigen der knappen Befestigungsplätze am Flugzeug benötigen. Die Jülicher Wolkenforscher waren unter den Ersten weltweit, die CAPS eingesetzt haben. Sie meldeten dem Hersteller auftretende Probleme zurück und unterbreiteten ihm

Optimierungsvorschläge, die bereits in die nächste Gerätegeneration eingeflossen sind. Außerdem haben sie eine Computerbibliothek zur fortschrittlichen Datenauswertung entwickelt.

Bislang hat das Team um Krämer NIXE-CAPS genutzt, um in einer Wolkenkammer und bei zwei Messkampagnen Wolken zu untersuchen, die sich aus Eiskristallen und Wassertropfen zusammensetzen. „Diese Mischphasenwolken sind speziell über mittleren geographischen Breiten häufiger als Zirren und müssen in den globalen Klimamodellen

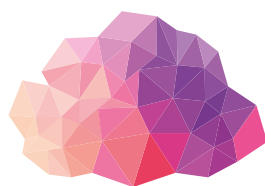
ebenfalls berücksichtigt werden, doch man weiß noch sehr wenig über sie“, sagt Krämer. Die Messungen ihres Teams widersprechen einigen bisher gängigen Annahmen der Fachwelt: Erstens zeigten sie, dass Partikel aus Eis kleiner als 50 Mikrometer sein können. Zweitens stellte sich heraus, dass es in der Atmosphäre auch runde Eispartikel gibt. Und drittens belegen sie, dass Wolken oder Wolkenteile, in denen Tropfen und Eis zugleich existieren, durchaus häufig vorkommen.

FORSCHEN MIT LINIENFLUGZEUGEN

Weil sich Wolken über den Tropen anders entwickeln als über Europa oder über den Polen und zum Beispiel in 3.000 Meter Höhe andere Eigenschaften haben als in 11.000 Metern, sind die Forscher um Martina Krämer begierig auf möglichst viele Messdaten. Bei ihrer Datenjagd werden sie künftig von einem Forschungsverbund aus 17 europäischen Partnern unterstützt, darunter Lufthansa, British Airways und Air France. Der Bereich Troposphäre des Jülicher Instituts für Energie- und Klimaforschung (IEK-8) hat den Verbund namens IAGOS (In-service Aircraft for a Global Observing System) initiiert und koordiniert ihn auch. Für das Vorgängerprojekt MOZAIC messen einige Verkehrsflugzeuge auf ihren Linienflügen schon seit 1994 unter anderem Wasserdampf-, Ozon- und Kohlenmonoxid-Werte. Inzwischen sammeln vier IAGOS-Linienflugzeuge auch Informationen über Tropfen und Eispartikel in Wolken.

Die verwendeten Messgeräte sind notwendigerweise kompakter und einfacher aufgebaut als diejenigen Instrumente, die das Team um Martina Krämer auf Forschungsflugzeugen einsetzt. Ob sie trotzdem ähnlich zuverlässig und genau messen, werden sie im direkten Vergleich unter Beweis stellen müssen – und zwar bei einer Messkampagne über der Arktis, die für dieses Jahr geplant ist. Martina Krämer sagt dazu: „Wenn die IAGOS-Instrumente bei dieser Prüfung gut abschneiden, dann lassen sich mit ihnen tatsächlich Informationen in bislang unerreichtem Ausmaß gewinnen.“ ::

Dr. Frank Frick



-90°

Celsius kann es in Eiswolken kalt sein

4

Linienflugzeuge sammeln derzeit Daten über Tropfen und Eispartikel in Wolken

8

Stunden lang haben Jülicher Geräte beim Flug durch Eiswolken die Zahl der Eispartikel gemessen

Das Wolken-Observatorium



Das Wolkenradar MIRA liefert Informationen über Dicke und Struktur der Wolken.

Wenn man Wolken erforschen will, muss man nicht unbedingt mit Flugzeugen und Messgeräten in sie hineinfliegen. Zwar liefern In-situ-Messungen, wie solche Vor-Ort-Messungen in der Fachsprache heißen, besonders genaue und detailreiche Informationen. Doch auch Satelliten erzeugen wertvolle Daten, beispielsweise über großräumige Wolkeneigenschaften und über die globale Wolkenbedeckung. Und es gibt noch eine dritte Möglichkeit: Wissenschaftler können mit Fernerkundungsinstrumenten die Wolken vom Boden aus beobachten.

Genau dazu dient das neue Wolken-Observatorium JOYCE (Jülich Observatory for Cloud Evolution), dessen Instrumente sich fast alle auf dem Dach des Troposphären-Instituts für Energie- und Klimaforschung (IEK-8) befinden. Das Wolkenradar MIRA etwa sendet Mikrowellenpulse in beliebige Raumrichtungen. Aus der



Der „Total Sky Imager“ erfasst das Ausmaß, in dem der Himmel mit Wolken bedeckt ist.

rückgestreuten Strahlung können die Wissenschaftler etwas über Dicke und Struktur der Wolken erfahren. Ein weiteres Beispiel für ein JOYCE-Instrument ist das Atmospheric Emitted Radiance Interferometer AERI. Es misst Infrarot-Spektren, die unter anderem etwas über die Größe der Wolkentropfen verraten.

Wissenschaftler der Universitäten Köln, Bonn und Aachen sowie des Forschungszentrums Jülich erforschen mit Hilfe von JOYCE Prozesse der Wolkenentstehung und Wolkenentwicklung über längere Zeiträume hinweg. „Besonders im Blickpunkt stehen dabei Kumuluswolken und andere niederschlagproduzierende Wolken knapp oberhalb der atmosphärischen Grenzschicht bei rund 1.500 Meter Höhe, also die vergleichsweise tiefe Bewölkung“, sagt der Jülicher Forscher Dr. Birger Bohn. ::

Dr. Frank Frick

Dank Jülicher Erfindergeist ist jetzt ein Pinsel- und Farbreiniger auf dem Markt, der vollständig kennzeichnungsfrei, nicht entflammbar, hautverträglich, pH-neutral und geruchlos ist – und wirkt.



Eine stabile Mischung

Die Tenside des Pinselreinigers haben zwei Aufgaben: Sie sorgen für eine stabile Mischung aus Wasser und Öl (Mikro-Emulsion) und lösen Farben und Lacke oder Schmutz. In der Mikro-Emulsion bilden sie zum Beispiel kugelförmige Strukturen. Dabei zeigt der Wasser-liebende Tensidteil nach außen, der Öl-liebende umschließt Öltröpfchen, die sich so mit Wasser mischen.

Ein Booster für die Umwelt

Eine Million Liter Pinselreiniger werden allein in Deutschland pro Jahr von Heimwerkern verbraucht. Die meisten dieser Reiniger basieren auf umwelt- und gesundheitsschädlichen Lösungsmitteln – gut erkennbar an orangefarbenen Warnhinweisen auf dem Etikett und am beißenden Geruch. „Wenn's helfen soll, muss es ordentlich stinken“, so fasst Dr. Jürgen Allgaier die Vorurteile zahlreicher Heimwerker zusammen. „Dass es auch ohne Lösungsmittel und umweltfreundlich gehen kann, das beweist ein Universal-Farblöser, der seit Sommer in Deutschland in vielen Baumärkten verfügbar ist“, betont der Chemiker vom Jülicher Institut für Neutronenstreuung (JCNS-1). In dem Produkt stecken etliche Jahre Jülicher Wissenschaft – gemeinsam mit der Universität Köln, zwei Postdocstellen, gefördert von der Bundesstiftung Umwelt – und die Ausdauer zweier begeisterungsfähiger Industriebetriebe.

Da ist zum einen das mittelständische Unternehmen Bernd Schwegmann in Grafschaft-Gelsdorf bei Bonn, das Chemikalien für die Druck- und Lackindustrie

herstellt. Als Entwicklungspartner haben die Ingenieure des Unternehmens über Jahre hinweg gemeinsam mit den Jülicher Wissenschaftlern neue Mischungen an verschiedenen Farben getestet und sich um rechtliche Belange wie die Kennzeichnungspflicht gekümmert.

FREI VON LÖSUNGSMITTELN

Das Ziel der Firma: Einen lösungsmittelfreien Farblöser für Großbetriebe wie Straßenmeistereien, Gebäudereinigungsfirmen, Druckereien oder Verpackungshersteller zur Verfügung zu stellen. Ein entsprechendes Produkt steht seit kurzem unter dem Markennamen SCHWEGO® clean ME zur Verfügung. Was aber steckt in diesem Reiniger? „Die genaue Rezeptur ist geheim“, erklärt Dr. Jens Hillerich, Chemiker bei Schwegmann, „Wasser, Öl und Tenside“, ergänzt er knapp. Mehr verrät er aber nicht.

Ein paar Details lässt sich Jürgen Allgaier entlocken: „Eine der Hauptschwierigkeiten bestand darin, ein kennzeichnungsfreies Produkt zu entwickeln“, fügt er an. Denn: Tenside sind in aller Regel

auch Gefahrstoffe, die gekennzeichnet werden müssen. „Uns hat letztendlich der Boostingeffekt geholfen, den Tensidanteil enorm zu minimieren. Gleichzeitig haben wir Tenside mit geringem Gefahrostoffpotenzial verwendet. Unterm Strich haben wir so eine kennzeichnungsfreie Formulierung erhalten“, erklärt er. Hinter dem „Boostingeffekt“ steckt der kleine, aber feine Unterschied zu anderen Reinigungsmitteln auf Tensidbasis.

Vor rund zehn Jahren waren die Jülicher Wissenschaftler eigentlich einem ganz anderen Phänomen auf der Spur: der Mizellenbildung von langkettigen Polymeren. „Unsere Polymere bestehen, ähnlich einem Tensid, aus einer ‚Wasser-abstoßenden‘ Kohlenwasserstoffkette und einer ‚Wasser-liebenden‘“, erklärt Jürgen Allgaier. „Solche Polymere sind viel länger und größer als Tenside. Im Wasser bilden sie unter anderem kugelförmige Strukturen aus, sogenannte Mizellen. Der Wasser-liebende Teil ist nach außen gerichtet und der lange Wasser-abstoßende Abschnitt ist zur Mitte der Kugel hin angeordnet. Wir nutzen diese Mizellen, um



grundlegende physikalische Phänomene zu klären. Also zum Beispiel die molekularen Kräfte, die in einer solchen Polymerstruktur herrschen.“

Aus reiner Neugier wollten die Wissenschaftler wissen, ob diese großen Moleküle auch die Fähigkeit besitzen, Öl und Wasser dauerhaft zu vermischen – also eine Mikroemulsion herzustellen. Gemeinsam mit den Tensid-Spezialisten der Universität Köln, Prof. Reinhard Strey und Dr. Thomas Sottmann, wurde die Idee geprüft. Zunächst ohne Erfolg: Die Polymere hatten kein „Emulgierver-

mögen“, so der Fachbegriff. Bei Versuchen mit einem Mix aus Tensiden und dem neuen Polymer erlebten die Forscher dann eine Überraschung: Die Effizienz der Tenside – also ihre Fähigkeit, eine bestimmte Menge Öl mit Wasser zu mischen – wurde durch eine geringe Zugabe des Polymers erheblich gesteigert.

EINE FRAGE DER GRENZFLÄCHE

Das verwendete Polymer erwies sich jedoch als zu teuer und als biologisch schwer abbaubar. Allerdings wurde die Firma Schwegmann auf die Forschung der Jülicher aufmerksam und startete vor über sechs Jahren erste gemeinsame Projekte. Vor rund zwei Jahren reihte sich das Offenbacher Unternehmen Alfred Clouth Lackfabrik in den Kreis der Interessenten ein, um einen umweltfreundlichen Farblöser für Heimwerker auf den Markt zu bringen.

Den Durchbruch brachte im Endeffekt das tiefe Verständnis der Forscher, was genau an der Grenzfläche zwischen Öl, Wasser und Tensid durch das Polymer passiert. Mit Hilfe von Neutronen-Streuexperimenten fanden sie heraus, dass das Polymer im Wasser-Tensid-Ölgemisch die Tensidmoleküle stellenweise verdrängt. Es gliedert sich in den Tensidfilm ein, der die Öltröpfchen umgibt. Seine

langen Ketten knäueln sich beidseitig des Films und versteifen durch ihre molekularen Kräfte die Grenzfläche zwischen Wasser und Öl. Dadurch bilden sich größere Öltröpfchen, die in ihrer Summe eine kleinere Oberfläche haben, als wenn das gleiche Volumen auf viele kleine Kugeln verteilt wäre. Somit ist weniger Tensid notwendig, um die Flächen der großen Kugeln abzudecken.

Das Ziel war es nun, ein Molekül mit ähnlichen Fähigkeiten zu finden, das kostengünstiger und biologisch abbaubar ist. „Es ist ein Triumph der Zusammenarbeit zwischen Physikern und Chemikern, Theoretikern und Experimentatoren, dass wir einen Booster gefunden haben, der diese Ansprüche erfüllt“, betont Allgaier. „Das Molekül ist kürzer – es hat einen sehr viel kürzeren Wasser-abstoßenden Teil –, es funktioniert aber trotzdem“, freut er sich.

Glücklich über den Erfolg sind vor allem die Kunden. Die Mikroemulsion löst wasser- oder lösemittelhaltige Farben, Lacke, Lasuren, Öle, Wachse, Fette und Ruß. Sie entfernt Farbspritzer, Bitumen, Teer sowie die meisten Klebstoffe und eignet sich zum Reinigen von Spritzpistolen, Malerwerkzeug und Mischanlagen. Dabei werden Pinsel, Gewebe und Untergründe nicht angegriffen. Ein positiver Nebeneffekt des Ölanteils im Reiniger ist zum Beispiel, dass empfindliche Künstlerpinsel aus Naturborsten geschmeidig bleiben. Fleißige Tester finden sich auch unter den Mitarbeitern der Firma Alfred Clouth Lackfabrik. Laura Blaschke aus der Marketingabteilung erzählt von einer Kollegin, die in ihrer Freizeit Tomatensoße herstellt: „Sie hat ihr mit unzähligen Tomatenflecken übersätes weißes T-Shirt eine Woche lang im Universal-Farblöser eingeweicht – und es kam strahlend weiß wieder zum Vorschein.“ Sie ergänzt schmunzelnd: „Das ist aber eine Ausnahme. Eigentlich ist der CLOU® Universal-Farblöser nur zur Entfernung von frischen oder eingetrockneten Farbresten aus Maler-, Lackier- und Künstlerwerkzeugen vorgesehen!“ ::

Brigitte Stahl-Busse



Der Reiniger, den Dr. Jürgen Allgaier mitentwickelt hat, löst Öle und Fette mit Hilfe von Tensiden.

Wandel durch Beständigkeit

Das Gehirn ist eine Dauerbaustelle – pausenlos werden neue Verbindungen zwischen Nervenzellen geknüpft, andere dagegen wieder gelöst. Diese Flexibilität ist es, die langfristiges Lernen möglich macht. Welche Gesetzmäßigkeiten dem zugrunde liegen, zeigen Jülicher Forscher mit einem Netzwerk simulierter Nervenzellen.

Wenn Erinnerungen langfristig gespeichert werden, bilden sich neue Kontaktstellen (Synapsen) zwischen den Nervenzellen im Gehirn. Auch größere Umbauten und Reparaturen sind möglich: Wird eine Hirnregion geschädigt, können andere Bereiche oft die Aufgaben der zerstörten Zellen übernehmen. Eine Grundlage für diese Wandlungsfähigkeit ist paradoxerweise das Streben der Nervenzellen nach Beständigkeit. Das schließt der Neuroinformatiker Dr. Markus Butz-Ostendorf aus einem Computermodell, mit dem er einen Bereich der Großhirnrinde simulierte.

Butz-Ostendorf forscht im Simulation Laboratory Neuroscience des Jülich Supercomputing Centre (JSC). Gemeinsam mit seinem Kollegen Arjen van Ooyen von der Vrije Universiteit Amsterdam legte er eine neue Theorie vor, um die Plastizität des Gehirns zu erklären. Die Fachzeitschrift PLOS Computational Biology berichtete darüber.

Für ihre Simulationen im Supercomputer JUQUEEN nehmen sich die Forscher den sogenannten visuellen Cortex vor – einen Teil der Großhirnrinde, der Signale aus dem Auge verarbeitet. Diese Hirnregion ist so aufgebaut, dass das auf der Netzhaut erzeugte Muster quasi auf die Hirnrinde projiziert wird: Wenn in der Netzhaut zwei nebeneinanderliegende Zellen gereizt werden, erregen diese auch nebeneinanderliegende Nervenzellen im visuellen Cortex.

ZELLEN HELFEN SICH

Man kann also sehr genau verfolgen, was in der Sehrinde passiert, wenn etwa durch eine Verletzung der Netzhaut einige Hirnzellen keinen Input aus dem Auge mehr bekommen: Aus Tierversuchen ist bekannt, welche Umbauprozesse solche Verletzungen nach sich ziehen, allerdings war bislang nicht klar, was den Auf- und Abbau von Synapsen steuert. Butz-Ostendorf und van Ooyen gelang es nun, ein theoretisches Modell zu entwi-

ckeln, das die Reorganisation von Synapsen erklärt.

Entscheidend für das Entstehen neuer Verbindungen ist das Bestreben der Hirnzellen, ihr normales Niveau elektrischer Aktivität möglichst aufrechtzuerhalten, fanden die Forscher heraus. Kommen in einer bestimmten Region kaum noch elektrische Impulse an, knüpfen die Zellen bald neue Kontakte zu ihren Nachbarn, um sich hier zusätzliche Anregungen zu holen. Die Nervenzellen bilden dafür neue Abzweigungen ihrer Axone – lange Ausläufer, über die die Zellen elektrische Signale aussenden – und ihrer Dendriten – kürzere Fortsätze, die die Signale aufnehmen. Wo sich beide treffen, entstehen Synapsen – und damit Querverbindungen zwischen den Zellen, die somit wieder mehr elektrische Signale empfangen.

„Die Zellen helfen sich gegenseitig: Die mit intaktem Input bilden vermehrt Synapsen zu Zellen, die keinen Input mehr von außen bekommen“, sagt Butz-



Dr. Markus Butz-Ostendorf hat eine neue Theorie entwickelt, um die Plastizität des Gehirns zu erklären.

Ostendorf. Ist das gewohnte Niveau elektrischer Aktivität wieder erreicht, lassen die Umbauaktivitäten nach. Bei zu hoher elektrischer Aktivität werden Synapsen abgebaut. So stellt sich ein Gleichgewicht ein – Wissenschaftler sprechen von Homöostase.

Damit folgen diese Umbauprozesse anderen Regeln als Lernvorgänge, bei denen bestehende Synapsen nur verstärkt oder abgeschwächt werden. Für diese hatte der Psychologe Donald Hebb schon 1949 eine einfache Gesetzmäßigkeit gefunden: Häufig genutzte Verbindungen verstärken sich, selten genutzte werden schwächer. „Aufgrund der komplizierten synaptischen Verschaltung des menschlichen Gehirns ist es unplausibel, dass es seine Fehlertoleranz und Flexibilität mit statischen Verbindungsregeln erreicht. Deshalb werden Modelle für einen Selbstorganisationsprozess benötigt“, erläutert Prof. Markus Diesmann vom Jülicher Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM), der an dem Projekt beteiligt ist.

Die Ergebnisse aus dem Supercomputer könnten auch für die Medizin bedeutsam werden. „Bei Menschen, deren Netzhaut teilweise geschädigt ist, bilden sich neue Verknüpfungen in der Sehrinde, wenn die Zellen elektrisch stimuliert werden“, berichtet Butz-Ostendorf. „Bisher dachte man hier: Viel hilft viel. Doch nun wissen wir, dass es bei der Stimulation auf das richtige Maß zur richtigen Zeit ankommt.“

WIE EINE HEILENDE WUNDE

Die Forscher schließen das aus ihren Simulationen: „Wir haben mit unserem Modell einen Netzhautschaden simuliert, wie er auch in Tierversuchen untersucht worden ist“, erläutert Butz-Ostendorf. „Wenn wir das Modell so einstellten, dass die Dendriten von betroffenen Nervenzellen schon bei geringer und Axone erst bei höherer elektrischer Aktivität der Zellen wachsen, bildet das gestörte Netz der Nervenzellen vom Rand her neue Verbindungen, ähnlich wie eine

heilende Wunde. Das entspricht dem, was in Tierversuchen beobachtet wurde.“ Daher sei es sehr wahrscheinlich, dass die Neuverdrahtung der Nervenzellen tatsächlich nach diesen Regeln funktioniert.

Schon in wenigen Jahren werde man die elektrische Aktivität der Nervenzellen mit bildgebenden Verfahren messen und die Behandlung genau darauf einstellen können, ist Butz-Ostendorf überzeugt. Der Jülicher Forscher arbeitet dafür mit Ärzten der Medizinischen Psychologie der Universitätsklinik Magdeburg zusammen. Für die fernere Zukunft hofft er, dass die Erkenntnisse auch helfen könnten, Reorganisationsprozesse im Gehirn von Schlaganfallpatienten gezielt zu fördern. ::

Dr. Wiebke Rögner

Grüne Elektrotechnik: Schluss mit der Kraxelei

Computer, Smartphones und andere elektronische Geräte fressen gewaltige Mengen Energie. Wissenschaftler aus aller Welt entwickeln daher Geräte, die bei gleicher Leistung deutlich sparsamer arbeiten sollen. Jülicher Forschern ist mit einem neuen Transistor ein wichtiger Schritt hin zu diesem Ziel gelungen.

In jedem IT-Gerät stecken sogenannte Inverter. Das sind aus zwei Transistoren aufgebaute Schaltungen, die elektronische Signale umwandeln und die Grundeinheit von Prozessoren bilden. Eigentlich handelt es sich um schlichte, alltägliche Bauteile. Dennoch ließ der Inverter, den die Gruppe um Prof. Siegfried Mantl vom Jülicher Peter Grünberg Institut auf der bedeutenden Elektronik-Tagung IEDM in Washington D.C. vorstellte,

die Fachwelt aufhorchen. Denn er sorgt dafür, dass manche Anwendungen nur noch ein Zehntel so viel Energie verbrauchen wie bisher.

Die in dem Inverter verwendeten Transistoren sind ein erstes Ergebnis des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts „UltraLow-Pow“, das Mantl koordiniert: Es handelt sich um den weltweit ersten leistungsfähigen sogenannten Tunnelfeldeffekt-Transistor (TFET) auf Siliziumbasis. Das macht ihn zum Prototyp einer neuen Generation energiesparender Bauteile.

EINZIGARTIG SPARSAM

„Die Informationstechnik verbraucht schon heute riesige Mengen Strom“, sagt Mantl, „und sie wird in immer weitere Lebensbereiche vordringen. Neben Computern und Smartphones werden künftig intelligente kleine Geräte den Alltag bevölkern, etwa Sensoren, die Körperfunktionen überwachen. Die Nachfrage nach energiesparenden Bauteilen ist daher riesig.“ Bauteile heißt vor allem: Transistoren. Denn die Schalter, die die Information eins oder null verarbeiten, sind die Grundlage jeder Informationstechnik. Die geringste Senkung ihres Energieverbrauchs bedeutet, global große Mengen Energie zu sparen.

Der zurzeit am häufigsten verwendete Transistortyp ist der Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor, kurz MOSFET. Der Versuch, seinen Verbrauch zu reduzieren, stößt jedoch an ein physikalisches Limit: „Der entscheidende Faktor für den Stromverbrauch ist die Betriebsspannung. MOSFETs setzen große Spannungen effizient in Leistung um, lassen aber bei kleinen Spannungen stark nach“, erklärt Mantl. Die Folge: MOSFETs sind nur ab einer Betriebsspannung von 0,6 Volt gut einsetzbar, in Notebooks sogar erst zwischen 0,9 und 1,1 Volt.

Anders der TFET, der in dem von Mantl und seinen Partnern aus Aachen, Udine und Zürich entwickelten Inverter zum Einsatz kommt. Er schaltet ab 0,2 Volt – was in Sachen Sparsamkeit Weltklasse ist. Der Physiker hält Werte von 0,15 Volt und weniger für möglich. Schon bei 0,2 Volt verringert sich allerdings der Energieverbrauch deutlich – auf ein Zehntel.

Für High-Performance-Anwendungen wie Prozessoren sind TFETs zunächst nicht geeignet. „Allerdings können sie einzelne Schaltkreise von Laptops oder Smartphones ersetzen. Ideal sind sie für Kleingeräte, die keine externe Stromquelle benötigen, sondern etwa durch Körperwärme oder Sonnenlicht selbst Energie erzeugen.“



*Quanteneffekte und Nanodrähte:
Prof. Siegfried Mantl entwickelt energiesparende Transistoren einer neuen Generation.*

MITTEN DURCH STATT OBEN DRÜBER

Was aber macht den Tunnelfeldeffekt-Transistor so sparsam? Mantl erklärt das mit einem Bild: „Elektronen müssen in einem Transistor eine Barriere überwinden, damit er schaltet. Das kann man sich vorstellen wie eine schweißtreibende Wanderung über einen Berg. Weil die Elektronen aber Quantenteilchen sind, können sie eine Abkürzung nehmen: Sie können den Berg durchtunneln, wofür eine kleine Spannung reicht.“

Tunneln bedeutet, dass ein Quantenteilchen die Barriere überwindet, obwohl ihm nach den Regeln der klassischen Physik die nötige Energie dafür fehlt. Das Elektron dazu zu bringen, diesen sogenannten Tunneleffekt in einem Transistor aus Silizium auszuführen, ist jedoch eine technische Herausforderung.

Zum Beispiel bei der Herstellung des Transistors. Die meisten dieser Bauteile bestehen aus Silizium, dem ein winziger Anteil anderer Elemente, etwa Phosphor oder Arsen, beigemischt wird, um es elektrisch leitend zu machen. Diese Fremdatome werden mit hoher Energie in die Silizium-Plättchen hineingeschossen. Weil der Beschuss die Kristallstruktur durcheinanderbringt, treibt man die Atome danach wieder auf ihre Plätze, indem man die Plättchen auf rund 1.000 Grad Celsius erhitzt.

TFETs lassen sich so nicht herstellen. Denn die Hitzebehandlung verstreut die Fremdatome. Die so entstehenden Defekte sind zwar nur wenige Atomlagen groß, aber dies reicht bereits, um den Tunnelsprung zu verhindern. Mantl und sein Team haben daher ein schonenderes Verfahren entwickelt: „Wir tragen auf das Silizium eine fünf Nanometer dicke Schicht aus einer Silizium-Metall-Legierung auf und implantieren die geladenen Teilchen in diese. Anschließend treiben wir sie mit einer Hitze von nur 600 Grad Celsius in das Silizium hinein.“

Eine weitere Innovation ist die Verwendung spezieller Nanodrähte anstatt der üblichen dreidimensionalen Bauele-

mente. Diese Drähte erhöhen dank einem physikalischen Effekt die Wahrscheinlichkeit, dass Elektronen tunneln. Dadurch steigt der Transistorstrom. Den Aufbau des Transistors haben die Forscher zunächst auf einem Computer simuliert. Nun bauen sie im neuen Reinraum des Forschungszentrums, der „Helmholtz Nanoelectronic Facility“ (HNF), die nächste Generation an TFETs und loten deren Anwendungsmöglichkeiten aus. Da sie dabei bereits mit Firmen kooperieren, könnte ein Einsatz in der Industrie nicht mehr fern sein. ::

Christoph Mann

Anstrengend? Im Universum der Quantenteilchen gäbe es eine Abkürzung „durch“ den Berg: den Tunneleffekt. In einem neuen Transistor nutzen Elektronen diesen Weg. So wird Energie gespart.



Stabilitätsfaktor für die Zellen

Haut und Drüsengewebe verdanken ihre Festigkeit und Spannkraft einer speziellen Gruppe von Proteinen, den Keratinen. Diese schon lange gehegte Vermutung haben Forscher aus Jülich, Leipzig und Aachen nun erstmals bestätigt. Die neuen Erkenntnisse könnten helfen, genetisch bedingte Hautkrankheiten zu erklären.



Mit Hilfe der Rasterkraftmikroskopie haben Prof. Rudolf Merkel (re.) und Dr. Bernd Hoffmann die Stabilität von Keratinozyten untersucht.

Mehr Spannkraft fürs Haar – dank Keratin im Shampoo. Das Eiweiß Keratin kennen viele aus der Werbung für Haarpflegeprodukte. Dieses Strukturprotein gilt als entscheidend für Stabilität und Festigkeit. Die Forschung nimmt an, dass es Zellen steif macht. Der Effekt ist auch für die äußere Hülle des Menschen wichtig: die Haut. Hätte sie keine Spannkraft, würde so manches Unerwünschte leicht in unseren Körper eindringen. Die Frage, was Zellen tatsächlich stabil macht beziehungsweise gegen mechanische Beanspruchung schützt, gehört zu den aktuellen Schlüssel Fragen in der Zellbiologie. „In jedem Biologie-Lehrbuch wird Keratin als Ursache genannt, aber eben mit dem Zusatz, dass dies nur vermutet wird. Bislang gab es nur sehr wenige Messdaten und noch keinen eindeutigen Nachweis“, hebt Prof. Rudolf Merkel vom Institute of Complex Systems am Forschungszentrum Jülich hervor. Der Nachweis galt bislang als schwierig, da es sich bei Keratin nicht um ein einziges Protein, sondern eine ganze Proteinfamilie handelt. Gemeinsam haben Jülicher, Aachener und Leipziger Wissenschaftler das Problem gelöst. Dazu haben sie genetisch veränderte

Zellen der Oberhaut, sogenannte Keratinozyten, aus Embryonen der Maus gewonnen und untersucht. Diese Zellen produzieren das Keratin.

KERATINOZYTEN OHNE KERATIN

Die Grundlage für die Untersuchungen hat das Team um Prof. Thomas Magin vom Translationszentrum für Regenerative Medizin und dem Institut für Biologie der Universität Leipzig geliefert. Ihm ist es gelungen, Keratinozyten von Maus-Embryonen genetisch so zu verändern, dass keine Keratine darin vorkommen. Normalerweise bestehen bis zu zwei Drittel der Proteinmasse von Keratinozyten aus diesen Strukturproteinen. Den Jülicher Experten für zelluläre Biomechanik kam die Aufgabe zu, die Steifigkeit der genveränderten Zellen zu ermitteln. Dazu legten sie einzelne Zellen unter das Rasterkraftmikroskop. Mit einer weichen Feder wurden sie bis zu einer bestimmten Tiefe eingedrückt. Dabei maßen die Forscher jeweils die benötigte Kraft. Das Ergebnis: Bei den genveränderten Keratinozyten reichte ein um 30 bis 40 Prozent geringerer Krafteinsatz, um die gleichen Resultate wie bei unveränderten Zellen zu erzielen.

„Daran sieht man, dass die Zelle viel weicher ist und mechanischer Beanspruchung deutlich schlechter widersteht“, erläutert der Jülicher Forscher Dr. Bernd Hoffmann, der zusammen mit Prof. Merkel federführend an der Studie beteiligt war. Überrascht hat die Wissenschaftler, dass sie die Unterschiede nicht nur bei Zellverbänden, sondern schon auf der Ebene der einzelnen Zelle feststellten. Offensichtlich wirken Keratine nicht erst, wenn sich Zellschichten bilden.

Weitere Untersuchungen der Arbeitsgruppe von Prof. Rudolf Leube vom Institut für Molekulare und Zelluläre Anatomie der RWTH Aachen zeigten außerdem, dass die innere Stabilität der genetisch veränderten Zellen deutlich geringer ist. Dazu fügten die Forscher kleine magnetische Kugeln in die Zellen ein und bewegten diese dann mit Hilfe eines Elektromagneten. Bei unveränderten Keratinozyten rutschte die Kugel wieder in ihre Ausgangsposition zurück, wenn der Magnet ausgeschaltet wurde. Bei den veränderten Zellen blieb die Kugel an der Position, in die sie der Magnet gezogen hatte, und wurde schließlich sogar komplett aus der Zelle gerissen.

ERKLÄRUNG FÜR HAUTKRANKHEITEN

Die Erkenntnisse der Gruppe sind ein wichtiger Fortschritt für die Forschung. Eine Reihe von Krankheiten beim Menschen hängt mit der Proteingruppe der Keratine zusammen und wird vermutlich durch die geringere mechanische Stabilität der Zellen hervorgerufen. Der Nachweis der Funktionalität von Keratinen könnte eine Erklärung liefern.

Ein Beispiel ist die genetisch bedingte Hautkrankheit Epidermolysis bullosa, die sogenannte Schmetterlingskrankheit. Hier führt eine angeborene Mutation in bestimmten Genen schon im Kleinkindalter zu Blasen und Wunden am und im ganzen Körper. Die Krankheit kann zu schweren Behinderungen oder gar zum frühzeitigen Tod führen.

Keratine sind nicht nur in der Haut, sondern in allen Trennschichten im Körpergewebe von Bedeutung – beispielsweise auch in äußeren Schichten von Drüsengewebe, etwa in der Bauchspeicheldrüse. Die äußeren Schichten schützen die inneren, sehr weichen Drüsenzellen. Dabei sind sie mitunter kräftigen mechanischen Beanspruchungen, etwa durch Bewegung oder Stöße, ausgesetzt. Nachdem die Wissenschaftler sich bislang nur einzelne Zellen angeschaut haben, werden sie nun komplette Gewebe untersuchen. Sie wollen herausfinden, welche zusätzlichen oder verstärkenden Effekte Keratine auf die Mechanik von Geweben ausüben. ::

Christian Hohlfeld

Keratin wird in den Keratinozyten gebildet. Diese spezialisierten Zellen der Oberhaut wandern von der untersten Schicht zu den obersten Schichten und verhornen dabei. Im Zuge der Hautalterung verlangsamt sich dieser Umwandlungsprozess. Das ist ein Faktor, der die Haut im Alter verletzlicher macht.

Nachteule oder Lerche: Wie unsere innere Uhr tickt

Früh morgens noch ausgelassen feiern oder schon putzmunter aus den Federn springen: 10 bis 20 Prozent aller Menschen sind ausgeprägte Nachteulen oder morgenfrische Lerchen. Jülicher Forscher zeigen erstmals in einer Studie, dass dies mit physiologischen Unterschieden in bestimmten Hirnarealen zusammenhängt.

Jeder Mensch hat eine innere Uhr, die den Wunsch nach Schlaf oder Aufstehen bestimmt, erklärt Dr. Jessica Rosenberg vom Jülicher Institut für Neurowissenschaften und Medizin. Wie diese tickt, hängt unter anderem von den Genen ab. Extreme Frühaufsteher oder Nachtmenschen – in der Fachwelt frühe oder späte Chronotypen genannt – kommen indes relativ selten vor. Die meisten Menschen haben einen Biorhythmus, der irgendwo dazwischen liegt. Unklar war bisher, ob extreme Chronotypen sich auch physiologisch von anderen unterscheiden. Jessica Rosenberg und ihr Team konnten nun nachweisen, dass bei sehr nachtaktiven Menschen die Signalübertragung in den Nervenfasern in bestimmten Hirnarealen verändert ist.

WEISSE HIRNSUBSTANZ IM FOKUS

„Mit Hilfe einer speziellen Technik im Kernspintomografen (Diffusion-Tension-Imaging (DTI)) hatten die Forscher bei frühen, normalen und späten Chrono-

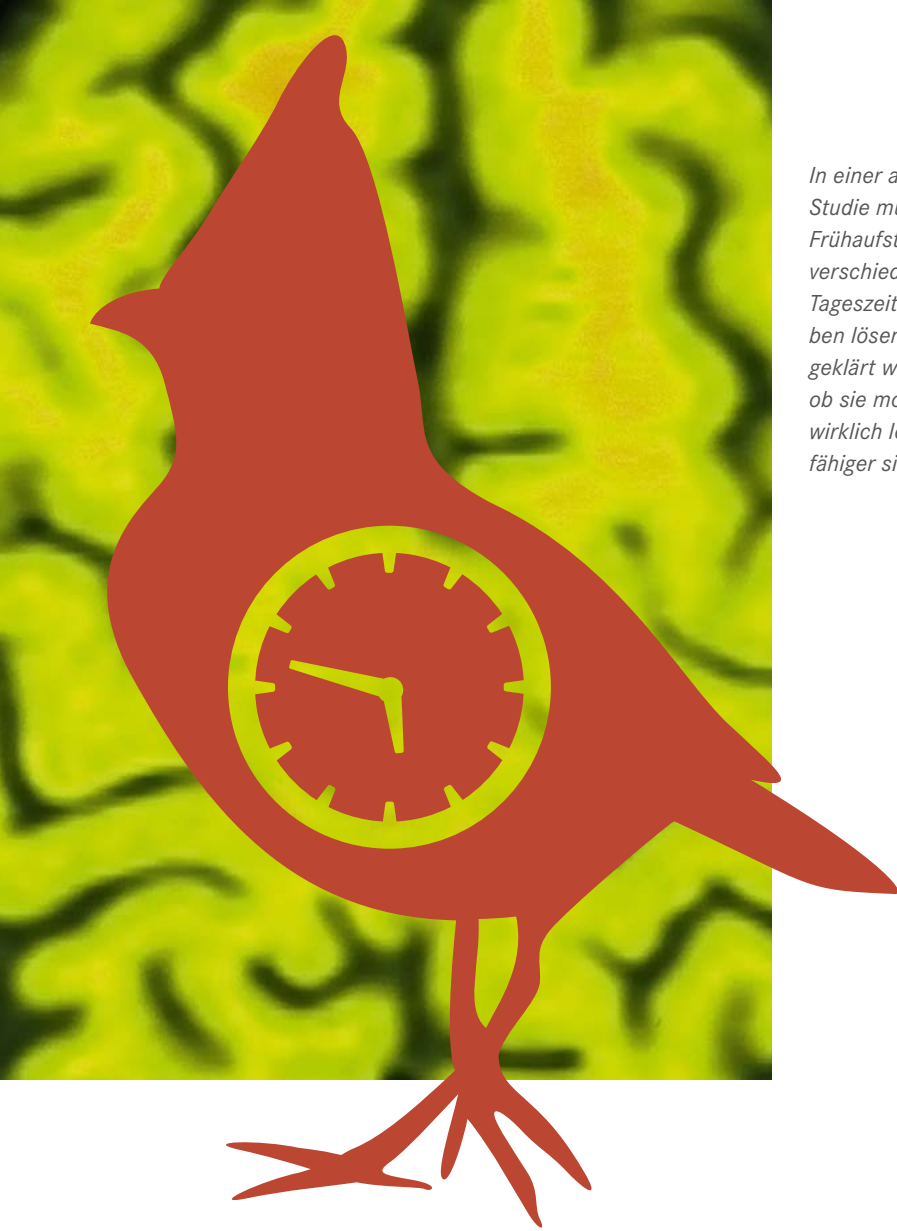
Nachaktive Menschen leiden häufig unter Schlafmangel. Dies kann bei Betroffenen zu einer Art „chronischem Jetlag“ führen.

typen die Signalübertragungen in der weißen Hirnsubstanz gemessen. Zum Hintergrund: Die weiße Hirnsubstanz besteht vor allem aus Nervenfasern, die die Aufgabe haben, die Informationen im Gehirn zu transportieren. Die gewonnenen Daten verglichen die Forscher anschließend mit Hirnbildern der Testpersonen. „Es zeigte sich, dass bei den sehr

nachaktiven Menschen, die oft erst im Morgengrauen einschlafen können, die Signalübertragung im Gehirn verändert ist, zum Beispiel in Hirnarealen unterhalb des Frontal- und Temporallappens oder dem anterioren cingulären Gyrus“, erläutert Jessica Rosenberg. Diese Hirnbereiche sind unter anderem beim Lernen, Sprechen oder Erinnern aktiv. Ob



In einer aktuellen Studie müssen Frühaufsteher zu verschiedenen Tageszeiten Aufgaben lösen. So soll geklärt werden, ob sie morgens wirklich leistungsfähiger sind.



die festgestellten Veränderungen Ursache oder Folge der ausgeprägten Nachtaktivität sind, müssen künftige Forschungsprojekte zeigen. „Wir stehen mit unseren Untersuchungen noch ganz am Anfang“, berichtet Jessica Rosenberg.

ZUR HOCHFORM AUFLAUFEN

Momentan arbeitet das Team um Rosenberg, die im Rahmen der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) auch in der Klinik für Neurologie an der Uniklinik RWTH Aachen beschäftigt ist, an einer weiteren Studie. Sie soll zeigen, ob die extremen Chronotypen zu ihren Wohlfühlzeiten, also morgens beziehungsweise abends, tatsächlich zu Hochform auflaufen. Bisher gibt es hierzu lediglich Verhaltensstudien.

Die Jülicher Forscher hingegen ließen die Frühaufsteher und Nachtaktiven im funktionellen Magnetresonanztomografen (fMRT) richtig arbeiten. Sie mussten zu unterschiedlichen Zeiten Aufmerksam-

keitsaufgaben und Fragen zur Sprachverarbeitung lösen. Dabei beobachteten die Wissenschaftler ihre Hirnaktivität. „Die Auswertung läuft noch, aber wir gehen stark davon aus, dass wir Unterschiede in der Hirnaktivität feststellen werden“, so Jessica Rosenberg.

Auch wenn sich der persönliche Schlaf-Wach-Rhythmus jedes Einzelnen in den verschiedenen Lebensphasen vom Kleinkind über die Pubertät bis ins Alter verschieben kann: Ein Umstellen der biologischen Uhr ist nach Aussagen der Wissenschaftlerin nur in einem begrenzten Rahmen möglich. „Ein extrem nachtaktiver Mensch sollte nicht Bäcker, sondern eher Barkeeper werden“, bringt Jessica Rosenberg es auf den Punkt. Denn wenn die Arbeitszeiten zu sehr mit den individuellen Schlafbedürfnissen kollidieren, reagiere der Körper gestresst. „Das dauernde Schlafdefizit eines späten Chronotypen lässt sich mit einem chronischen Jetlag vergleichen“,

so die Wissenschaftlerin. Diese Belastung erkläre möglicherweise auch, warum sehr nachtaktive Menschen häufiger zu mehr Alkohol und Zigaretten als Frühaufsteher oder Menschen mit einem normalen Tag-Nacht-Rhythmus tendierten.

AUSSCHLAFEN TUT GUT

Doch in der Arbeitswelt werden nicht nur Bäcker und Barkeeper gebraucht. Die Mehrheit der extremen Chronotypen muss sich an normale Arbeitszeiten anpassen – auch wenn ihnen dies schwerfällt. Experten empfehlen daher Menschen, deren Schlafrhythmus nicht zu ihren Arbeitszeiten passt, an freien Tagen ausgiebig auszuschlafen. Und: In Extremfällen kann auch eine professionelle Lichttherapie helfen, dass ausgesprochene Nachteulen morgens besser aus dem Bett kommen. ::

Ilse Trautwein

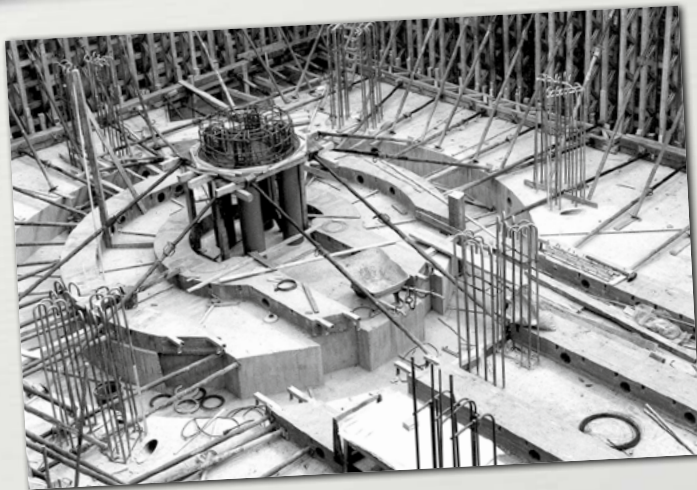


Dr. Jessica Rosenberg: „Der individuelle Schlaf-Wach-Rhythmus lässt sich nur in begrenztem Rahmen verschieben.“

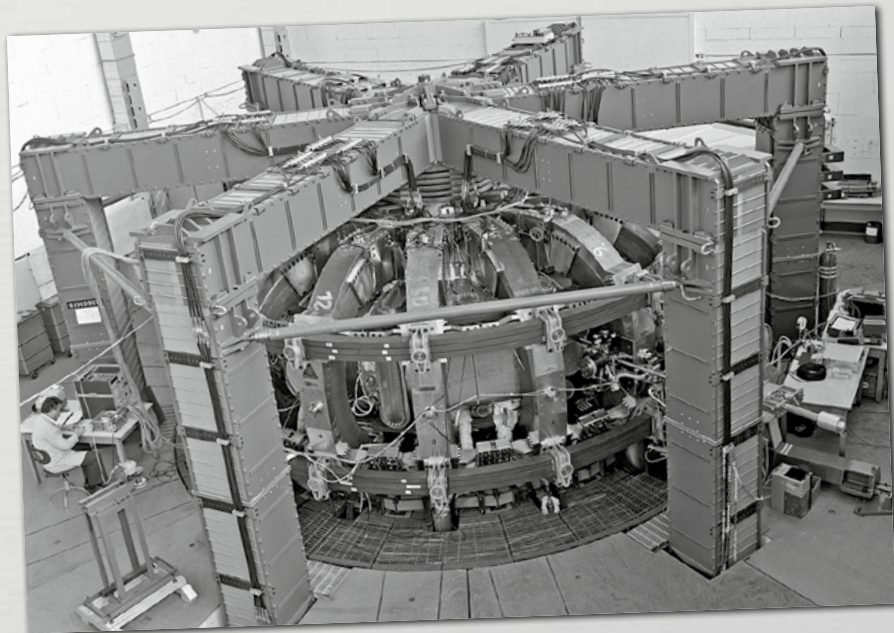
30 Jahre TEXTOR

Dezember 2013: 30 Jahre Forschung mit dem Großgerät Textor sind beendet. Wissenschaftler aus aller Welt haben mit zahlreichen Experimenten an der Anlage herausragende Ergebnisse geliefert und entscheidend dazu beigetragen, die Fusion zu verstehen. Die bleibende Herausforderung ist jetzt der Bau eines Fusionsreaktors. Hier gilt es, den Dauerbetrieb zu sichern und geeignete Materialien zu entwickeln. Das sind wesentliche Voraussetzungen für ein umweltfreundliches und sicheres Kraftwerk, das nach dem Prinzip des Sonnenfeuers Energie gewinnt.

1978



1981





2002



2005



2013

IMPRESSUM

Forschen in Jülich Magazin des Forschungszentrums Jülich, ISSN 1433-7371 **Herausgeber:** Forschungszentrum Jülich GmbH | 52425 Jülich **Konzeption und Redaktion:** Annette Stettien, Dr. Barbara Schunk, Dr. Anne Rother (V.i.S.d.P.) **Autoren:** Dr. Frank Frick, Christian Hohlfeld, Christoph Mann, Dr. Wiebke Rögner, Tobias Schlößer, Brigitte Stahl-Busse, Ilse Trautwein **Grafik und Layout:** SeitenPlan GmbH, Corporate Publishing, Dortmund **Bildnachweis:** Armin Afchine/Forschungszentrum Jülich (8), Forschungszentrum Jülich (Titel u. 6-7 Fr. Krämer, 3 m., 4 o. li. und u., 10 o., 11, 12, 13, 15. o., 16 m. klein, 18, 21. u., 23), Forschungszentrum Jülich/Peters (22 u.), Forschungszentrum Jülich/Priesent (22 o.), Andrey tiyk/Shutterstock.com (22-23 Hinterlegung), Jakub Cejpek/Shutterstock.com (16-17), Christian Delbert/Shutterstock.com (22-23 Buch), Allison Herreid/Shutterstock.com (20, 21 o. Hinterlegung von Illustrationen), Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg (2), Dmitry Naumov/Shutterstock.com (3 re.), RAJ CREATIONZS/Shutterstock.com (5 Malaria), RomanYa/Shutterstock.com (Wolken auf Titel, 3 li., 6-9), Denys Prykhodov/Shutterstock.com (5 Handy), regine schottl/Shutterstock.com (19), SeitenPlan (9 u., 20, 21), Alan Uster/Shutterstock.com (4 o. re.), vitstudio/Shutterstock.com (14-15) **Kontakt:** Geschäftsbereich Unternehmenskommunikation | Tel.: 02461 61-4661 | Fax: 02461 61-4666 | E-Mail: info@fz-juelich.de **Druck:** Schloemer Gruppe GmbH **Auflage:** 6.000.





Holen Sie sich das Magazin aufs Tablet!

„Forschen in Jülich“ gibt es auch als App. Einfach mit dem Tablet den QR-Code scannen oder über unsere Internetseite aufrufen:
www.fz-juelich.de/app



**App
Store**
(iPad/iOS)



**Google
Play**
(Android)

Mitglied der: