

Neues aus der Forschung

Luftverschmutzung an den Meeresküsten

Die Feinstaub-Belastung der Luft ist nicht nur ein Problem in Städten. Es gibt sie auch an den europäischen Küsten. Dazu tragen die Dieselrußabgase vom Container- und Kreuzfahrtschiffen bei. Unter dem zusätzlichen Einfluss von Ammoniak, das von gedüngten Ackerflächen an der Küste stammt, bilden sich besonders schädliche Feinstaubpartikel. Das teilten Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums in Geesthacht bei Hamburg in einer Presse-information mit. Die Forscher simulierten im Computer verschiedene Szenarien, wie zukünftig eine Verringerung der Feinstaubbelastung an der Küste technisch erreicht werden kann. (use)

Invasoren bedrohen einheimische Kröten

Während in vielen tropischen Regenwäldern zahlreiche Amphibien-Arten sterben, haben sich in den vergangenen 20 Jahren osteuropäische Seefrösche in Mitteleuropa stark ausgebreitet. Zunehmend leiden darunter einheimische Arten wie die Gelbbauchunke und Geburtshelferkröte. Das berichtet ein Team um den Zoologen Tobias Roth von der Universität Basel in der Fachzeitschrift „American Naturalist“ (doi: 10.1086/685095). Die Ausbreitung wird durch menschliches Fehlverhalten gefördert und kann nicht so leicht rückgängig gemacht werden. (use)



Der osteuropäische Seefrosch.
Foto: Christoph Buehler/Unl Basel

Narben in gesunde Zellen umgewandelt

Entzündungen können in Organen Narben hinterlassen. Diese Narben bestehen aus Bindegewebe, das Organfunktionen negativ beeinflussen kann. Umso beachtlicher ist das Forschungsergebnis, das einem Medizinteam um Michael Ott vom Exzellenzcluster Rebirth (Wiedergeburt) an der Medizinischen Hochschule Hannover im Mausmodell erzielt hat. Die Wissenschaftler konnten durch Veränderung von vier genetischen Faktoren vernarbtes Lebergewebe in gesunde Leberzellen umwandeln. Das berichtet das Team in der Fachzeitschrift „Cell Stem Cell“ (doi: 10.1016/j.stem.2016.01.010). Die Methode hat das Potenzial, Organtransplantationen zu ersetzen. (use)

Ultraschnelle Elektronen unter Kontrolle gebracht

Eine Attosekunde ist eine Trillionstel Sekunde: Mit dieser unvorstellbaren Geschwindigkeit bewegen sich Elektronen in Atomen und Molekülen. Viele chemische, physikalische und biologische Prozesse spielen sich in so kurzen Zeiträumen ab. Einem internationalen Team um den Physiker Frank Stienkemeier von der Universität Freiburg ist es jetzt erstmals gelungen, die Bewegungsrichtung von Elektronen während so kurzer Prozesse zu kontrollieren. Die Ergebnisse, die das Team in der Fachzeitschrift „Nature Photonics“ veröffentlicht hat, eröffnen neue Möglichkeiten für Studien zu natürlichen Prozessen in Attosekundenschnelle. (use)

Seit über sechs Jahrzehnten tüfteln Physiker an Plänen für ein Kraftwerk, das nach dem Vorbild der Sonne Unmengen an Energie produziert. Die weltweit größte Testanlage vom Typ Stellarator ist seit kurzem in Mecklenburg-Vorpommern in Betrieb.

Zum Ende des Winters sind die Sonnenaufgänge über dem Greifswalder Bodden an der vorpommerschen Ostseeküste besonders schön. Die ersten Sonnenstrahlen fallen auf ein Flachgebäude, dessen geschwungenes Dach an sanfte Wellen auf dem Bodden erinnert. Es ist das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP). In einer großen Halle steht das derzeit modernste Experiment zur Erforschung der Kernfusion - der Energiegewinnung durch Verschmelzung von Atomen. Der Kern der Anlage, ein reifenförmiges Reaktorgefäß mit einem Durchmesser von elf Metern, ist nicht zu erkennen. Es ist umgeben von zahlreichen Messinstrumenten und fünf Dutzend zimmerhohen Magnetspulen, die ein extrem heißes, ionisiertes Gas (Plasma) im Zaun halten können.

Im Greifswalder Reaktor ist es heißer als im Inneren der Sonne

Nach zehn Jahren Vorbereitungszeit wurde die nach einem Berg im östlichen Teil der Bayerischen Voralpen benannte Forschungsanlage „Wendelstein 7-X“ kurz vor Weihnachten 2015 offiziell in Betrieb genommen. Alles verlief wie erwartet. „Wir sind sehr zufrieden“, so der zuständige Betriebsbereichsleiter Hans-Stephan Bosch. Für die Dauer einer Zehntelsekunde leuchtete im Ring ein Helium-Plasma mit einer Temperatur von 1,3 Millionen Grad Celsius. Zum Vergleich: Im Zentrum der Sonne herrschen berechnete 15 Millionen Grad Celsius. Dabei verschmelzen Wasserstoff-Kerne zu Helium und setzen Energie frei.

Anfang Februar befüllten die Forscher um den Institutsdirektor und Projektleiter Thomas Klinger das Reaktorgefäß erstmals mit dem leichten Element Wasserstoff, das sie mit Hilfe einer Zwei-Megawatt-Mikrowellenheizung aufheizten. Wie erwartet lösten sich dabei die Elektronen von den Kernen der Wasserstoffatome. Es entstand ein ionisiertes Wasserstoffgas, das im Reaktor von Magneten zusammengehalten wurde und berührungsfrei vor den Wänden schwebte. „Mit einer Temperatur von 80 Millionen Grad und einer Dauer von einer Viertelsekunde hat das erste Wasserstoff-Plasma in der Maschine unsere Erwartungen vollständig erfüllt“, resümiert Bosch den Beginn mehr-

Zum ersten Mal sind spanische und deutsche Wissenschaftler zu einem noch aktiven Unterwasservulkan vor den kanarischen Inseln vorgezogen. Auf einer Expedition mit dem deutschen Forschungsschiff Poseidon nutzte ein Team der Universität von Las Palmas de Gran Canaria und des Geomar Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung in Kiel das bemannte Tauchboot Jago.

Der Unterwasservulkan liegt vor der Kanaren-Insel El Hierro, die als geologisch besonders aktiv gilt. 500 Jahre lang war allerdings keine vulkanische Aktivität auf der Insel mehr zu beobachten. Am 10. Oktober 2011 brach, rund zwei Kilometer vom Küstenort La Restinga, ein untermeerischer Vulkan aus. Angetrieben von Bedenken, der neue Vulkan gefährde die Insel, wurden umfangreiche Forschungsarbeiten begonnen. Doch erst mehr als vier Jahre später, im Februar 2016, konnten spanische und deutsche Wissenschaftler das Gebiet tatsäch-

80 Millionen Grad im Ofen

Am Greifswalder Bodden erforschen Physiker die Kernfusion. Von Uwe Seidenfaden



Ein Monteur arbeitet im reifenförmigen Reaktor der Forschungsanlage „Wendelstein 7-X“ in Greifswald (Mecklenburg-Vorpommern). Seit wenigen Wochen wird der Fusionsofen beheizt. Dabei wurden bereits Temperaturen von 80 Millionen Grad Celsius erreicht.
Foto: dpa

Aussichten für die Kernfusion

Ziel der Fusionsforschung ist es, ein Kraftwerk zu entwickeln, das – ähnlich wie die Sonne – aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnt. Im Unterschied zu heutigen Kernspaltungsreaktoren entstehen bei der Kernfusion keine langstrahlenden Abfallprodukte. Ein weiterer Pluspunkt künftiger Fusionskraftwerke ist, dass darin keine Kettenreaktionen ablaufen. Ein Durchbrennen des Reaktors und Freisetzen radio-

aktiver Staubwolken ähnlich wie in Tschernobyl oder Fukushima ist deshalb unmöglich. Für künftige Fusionskraftwerke mit magnetischem Einschluss eines Wasserstoff-Plasmas erproben Forscher derzeit zwei verschiedene Bauweisen, – den Tokamak- und den Stellarator-Typ. Die größte Tokamak-Anlage entsteht derzeit in Südfrankreich. Die größte Stellarator-Anlage arbeitet seit kurzem in Greifswald.

jähriger Forschungen an der weltweit einzigartigen Anlage.

Einen Beitrag zur nationalen Stromversorgung wird die sogenannte Stellarator-Anlage „Wendelstein 7-X“ allerdings nicht liefern. Vielmehr dienen die Versuche dazu, die verschiedenen Komponenten der Anlage und die in ihr ablaufenden physikalischen Prozesse zu untersuchen.

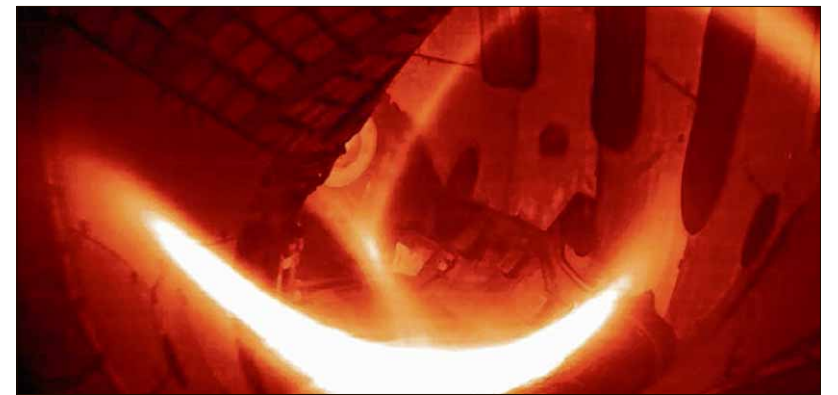
Wer übertrifft den Rekord für das „Sonnenfeuer“?

Das Projekt steht in Konkurrenz zu einem anderen Bautyp von Kernfusionsanlagen – den sogenannten Tokamaks. Der wesentliche Unterschied besteht im Bau der Magnetspulen, die das heiße Plasma eingeschlossen halten (siehe Infokasten).

Mit Tokamak-Anlagen haben Physiker bislang weltweit mehr Er-

fahrungen sammeln können, u.a. mit der sogenannten ASDEX Upgrade-Anlage in Garching bei München. Bei fast vier Minuten liegt derzeit der Rekord für den Einschluss des „künstlichen Sonnenfeuers“ – gehalten vom experimentellen Fusionsreaktor „Tore Supra“ in Cadarache (Frankreich).

Dort entsteht derzeit der größte experimentelle Fusionsreaktor ITER in Zusammenarbeit von China, Europa, Indien, Japan, Russland, USA und Südkorea. Obwohl noch Jahre von der Fertigstellung entfernt, sind die geplanten Baukosten von 4,6 Milliarden Euro bereits auf über das Doppelte gestiegen. Die von Bund, dem Land Mecklenburg-Vorpommern und der EU getragenen Investitionskosten für das Wendelstein-Experiment beliefen sich „nur“ auf 370 Millionen Euro. Welches Baukonzept letztlich für eine



Blick auf das rund 80 Millionen Grad Celsius heiße Wasserstoff-Plasma im Reaktorgefäß.
Foto: IPP

reguläre Energieversorgung taugt, wird sich erweisen. Als ein Problem der Tokamak-Reaktoren könnte sich zum Beispiel erweisen, dass sie den Strom nur stoßweise abliefern. Eine Folge sind enorme Netzschwankungen im Bereich von mehreren hundert Megawatt. Sie müssten irgendwie kompensiert werden, um eine gleichbleibende, kontinuierliche Stromversorgung von Städten und Betrieben zu erreichen.

Bau eines Fusionskraftwerkes ist kaum vor 2040 zu erwarten

Fusions-Kraftwerke mit einem Stellarator-Reaktor könnten demgegenüber ihre Energie gleichbleibend abgeben. Den experimentellen Beweis wird vielleicht die Greifswalder Anlage liefern. Dabei wird das Plasma von Magnetspulen eingeschlossen, deren Form an

überdimensionale Kartoffelchips erinnert. Solche supraleitenden Magnete, die bei einer Temperatur nahe dem absoluten Nullpunkt von minus 273 Grad Celsius ein bis zu 100 Millionen Grad heißes Plasma in einem nur 50 Kubikmeter großen Raum in der Schwebe halten, sind technisch schwer zu konstruieren. Dafür wurden 450 Tonnen Metall in der 15 Meter hohen Greifswalder Forschungsanlage verbaut.

Das langfristige Ziel ist, die Fähigkeit einer Stellarator-Anlage zum Dauerbetrieb nachzuweisen. Es könnte allerdings noch drei Jahrzehnte dauern, bis irgendwo auf der Welt der erste Strom aus einem Kernfusionskraftwerk in die Leitungsnetze eingespeist wird, meinen die Physiker. Als Energiequelle zur Einhaltung des 2-Grad-Ziels beim Klimawandel könnten Fusionskraftwerke zu spät kommen.

Aktiver Unterwasser-Vulkan vor den Kanaren

Spanisch-deutsches Forscherteam untersuchte im Tauchboot Jago eine natürliche Meeresheizung



„Jago“ wird nach einem Tauchgang vor der Kanaren-Insel El Hierro zurück an Bord eines Forschungsschiffs gebracht.
Foto: Maïke Nicolai/Geomar

lich in Augenschein nehmen. Auf der Expedition dokumentierten die Wissenschaftler die Entwicklung des Gebiets und die noch immer andauernde hydrothermale Aktivität. Sie sammelten Proben von Gasen,

Flüssigkeiten und anderen Produkten vulkanischen und hydrothermalen Ursprungs. „Aber auf der aktuellen Expedition profitierten wir von der einmaligen Gelegenheit, die Entwicklungen am Meeresboden

mit dem Tauchboot Jago zu untersuchen“, fasst die Ozeanografin Juana Magdalena Santana Casiano von der Universität von Las Palmas.

„Unsere Erkenntnisse verdeutlichen, dass die Phase der Gasaustritte wie ein natürliches Labor funktioniert, in dem sich Auswirkungen des globalen Wandels auf die marine Umwelt beobachten lassen.“, so Casiano. Das deutsch-spanische Wissenschaftler-Team entdeckte auch eine Senke an der oberen Flanke des Vulkans. Frisch entstandenes vulkanisches Glas weist darauf hin, dass diese Struktur jüngeren Ursprungs ist. Zu erkennen waren sehr frische Aschen und Schlacken, die mit einer Schicht aus Eisenoxid überzogen waren.

Über ein etwa 100 Quadratmeter großes Gebiet am Boden des Kraters verteilt trat bis zu 39 Grad Celsius warmes Wasser aus. Einige der Wasserquellen konzentrierten sich an etwa fünf Zentimeter großen Schloten. Eine dünne Bakterien-schicht

bedeckte alle umliegenden Oberflächen. Das Wasser über dem Krater wurde von einer milchig-weißen Wolke getrübt, die wahrscheinlich aus Partikeln von Kieselerde aus den Schloten bestand.

Ein zweiter Krater, der mit dem U-Boot untersucht wurde, zeigte besonders stark ausgeprägte Anomalien. Trotzdem ist noch unklar, wie die Veränderungen ausgelöst wurden. „Seit der Vulkan vor drei Jahren in seine neue Phase der Ausgasung eingetreten ist, haben wir deutliche physikalische und chemische Veränderungen in der Wassersäule beobachtet.“ „Den aktuellen Beobachtungen nach ‚schwimmt‘ der Vulkan seit 2011 in warmem Wasser, während das Magma unter ihm abkühlt“, folgert der Meeresgeologe Mark Hannington vom Kieler Geomar-Forschungszentrum. Wasser-, Gas- und Gesteinsproben werden demnächst in den Heimatlaboren der beteiligten Institutionen analysiert. (use)