

in2science

Das Magazin über Menschen mit Ideen



©HZG/Christian Schmid

#7

Die Halle der Tausendsassa • Forschung in der Arktis
Eisenfänger im Einsatz • Magnesium - Rohstoff für Ideen
Trennen mit Kalkül • Der Beamline-Wissenschaftler

 **Helmholtz-Zentrum
Geesthacht**
Zentrum für Material- und Küstenforschung

Wir haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am HZG gefragt:

Was wünschen Sie sich für Ihr Forschungsgebiet 2019?



Dr. Mushfequr Rahman
(Institut für Polymerforschung)

Meine Forschung konzentriert sich auf die Untersuchung der Struktur-Eigenschafts-Beziehung von Polymermembranen zur Gastrennung und Wasseraufbereitung. Es ist wichtig, den Einfluss der chemischen und morphologischen Eigenschaften der Membranen auf das Massentransportphänomen und den Trennmechanismus zu verstehen. Dieses grundlegende Wissen ermöglicht es uns, die Türen zu öffnen, um neue Membranen mit hoher Trennleistung zu entwickeln. In den nächsten Jahren möchte ich verschiedene Strategien zur Herstellung von Nanofiltrationsmembranen für die Trinkwasser- und Abwasseraufbereitung untersuchen. Ich möchte dazu beitragen, das grundlegende Verständnis über den Trennmechanismus der Membranen zu vertiefen. Dies ist unerlässlich, um den Energiebedarf der derzeit verwendeten auf Membranen basierenden Wasseraufbereitungsprozesse zu reduzieren. Es ist mein größter Wunsch, die Finanzierung dieses Projekt durch Einwerbung von Drittmitteln im Jahr 2019 zu sichern.

©HZG/Cesa Seidel



Dr. Tanja Blome
(Climate Service Center Germany)

2018 war ein Jahr, in dem die Wahrnehmung von Klimawandel und das Interesse daran ganz klar gestiegen sind. Der

heiße Sommer und die ausgeprägte Dürre in Deutschland, ebenso wie zahlreiche weitere Extremereignisse weltweit, haben für Wetter und Klima sensibilisiert. Auch die Veröffentlichung des „IPCC-Sonderberichts über 1,5°C globaler Erwärmung“ hat verdeutlicht, wie wichtig es ist, dass die Treibhausgasemissionen schnell massiv gesenkt werden. Der Bericht behandelt unter anderem verschiedene Szenarien, die die Gesellschaften zu einer 1,5 Grad Celsius wärmeren Welt führen würden: Welche ökonomischen und technologischen Wege müssten beschritten werden, um diese Schwelle der Erwärmung nicht zu überschreiten? Ich wünsche mir, dass die Verknüpfung verschiedener Wissensgebiete untereinander sowie der Transfer in politische Entscheidungen und in die Praxis in 2019 noch besser werden, sodass die Herausforderungen von Klimaschutz und Klimaanpassung angegangen werden können.

©Inga Sommer



Dr. Götz Flöser
(Institut für Küstenforschung)

Für mein eigenes Forschungsgebiet wünsche ich mir, dass ich in Zusammenarbeit mit Kolle-

gen aus der Biogeochemie und Hydrodynamik die Fragen nach Größe, Zeitverhalten und Zusammensetzung von Schwebstoffen im Wattenmeer und Deutscher Bucht aufklären kann. Dazu haben wir einen großen Datensatz aus verschiedenen Messeinrichtungen, den ich analysieren und verstehen will und wir haben auch die Möglichkeit, offene Fragen durch gezielte Feldexperimente anzugehen.

Für die Küstenforschung als Ganzes wünsche ich mir, dass wir uns mit unserem großen Potenzial ein geeignetes Thema (zum Beispiel: Welchen Einfluss haben die Windparks auf die Nordsee?) vornehmen und im Zusammenwirken von Messungen, Modellierung, Biogeochemie, Hydrodynamik und Fernerkundung lösen. Das hätte nach innen den Effekt, dass die Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen gestärkt wird und nach außen würden wir zeigen, was wir können, nämlich große Herausforderungen anpacken und lösen.

©HZG



Claudia Richert
(Institut für Werkstoffforschung)

In meiner Dissertation beschäftige ich mich mit den mechanischen Eigenschaften von

nanoporösem Gold. Dabei nutze ich unter anderem Tomo-graphie-Daten, um Computermodelle zu erstellen. Mit diesen vereinfachten und schnell rechenenden Simulations-modellen möchte ich herausfinden, welchen Einfluss die Struktur auf die mechanischen Eigenschaften des nanoporösen Golds hat. Ich finde es total spannend, dabei das sogenannte Machine Learning anzuwenden. Dafür bereite ich Beispiel-Datensätze vor, die ich anschließend in ein künstliches neuronales Netz einfüttere. Dieses erkennt Zusammenhänge in den Daten und kann das Gelernte jederzeit auf andere, neue Datensätze anwenden. Ich freue mich darauf, diese Zusammenhänge weiter zu erforschen und wünsche mir, dass die Forschung durch diese neue Methode vorangetrieben wird. Dadurch können völlig neue Ansätze für die Verbindung experimenteller und theoretischer Erkenntnisse entstehen.

©HZG/Christian Schmid

Liebe Leserinnen und Leser,

„Der Klimawandel ist dir egal? Ihm auch.“ So plakatiert derzeit ein Hamburger Stromversorger und lässt auf dem Plakat den Turm des Michels im Hochwasser versinken. Uns und ganz sicher viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im HZG lässt der Klimawandel nicht kalt. Ganz im Gegenteil.

Viele Arbeitstage haben Kolleginnen und Kollegen des Climate Service Center Germany für einen Report des Weltklimarates eingesetzt. Die Direktorin des GERICS, Prof. Daniela Jacob, war eine der Leitautorinnen des im Oktober veröffentlichten „IPCC-Sonderberichts über 1,5°C globale Erwärmung“. Dieser zeigt, dass die Erderwärmung bei 1,5 Grad Celsius gegenüber der vorindustriellen Zeit begrenzt werden kann. Das Wissen und die Technologie, dieses Ziel zu erreichen sind in den Gesellschaften vorhanden. Jetzt komme es auf den politischen Willen an, die globale Erwärmung aufzuhalten. Im Magazin erfahren Sie mehr über das Zustandekommen des IPCC-Berichtes und über die Mut machenden Ergebnisse.

Ressourcen schonen mit neuer Technologie: Wie das gehen kann, zeigen die Kolleginnen und Kollegen der Abteilung „Festphase-Fügeprozesse“. Mit ihren innovativen Fügemethoden ließen sich Millionen Nieten im Flugzeug einsparen. Dadurch wären Flugzeuge leichter und würden weniger Kerosin verbrauchen. Den Weg der Materialentwicklung von der Grundlagenforschung in die Anwendung erklärt die Infografik in der Mitte dieses Heftes. Außerdem zeigt das Interview mit Henning Scheel, wie die Polymerforschung aus Geesthacht in der Industrie eingesetzt wird.

Hoch in den Norden machten sich zwei Küstenforscher auf, um die Verbreitung von organischen Schadstoffen in der Arktis zu untersuchen. Ihr Expeditionsbericht mit den fantastischen Bildern zeigt einmal mehr, wie schützenswert unsere Welt ist.

In den Porträts erfahren Sie dieses Mal mehr über den Beamline-Wissenschaftler Dr. Jörg Hammel und Institutsleiterin Prof. Regine Willumeit-Römer.

Noch ein Tipp: Über die Weblinks im Heft finden Sie online weitere Informationen, Hintergrundgeschichten und Menschen mit Ideen des Helmholtz-Zentrums Geesthacht.

Viel Spaß beim Lesen, Anschauen und Hören.

Gesa Seidel *Hilke Hilke*

Wir freuen uns, Ihnen die siebte Ausgabe der in2science zu präsentieren



Ein Aufruf in eigener Sache:

Sie arbeiten am HZG und haben eine spannende Geschichte oder tolle Kooperation, die Sie gerne teilen möchten? Dann melden Sie sich bei unserer Redaktion. Wir freuen uns über Ihre Ideen, Lob und Kritik. Schreiben Sie uns dazu einfach an in2science@hzg.de



Hier können Sie die in2science kostenlos abonnieren,
online lesen oder downloaden: www.hzg.de/in2science

Impressum

in2science - Das Magazin über Menschen mit Ideen
E-Mail: in2science@hzg.de

Herausgeber: Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Zentrum für Material und Küstenforschung GmbH
Max-Planck-Str. 1, 21502 Geesthacht
Fon +49 4152 87 1648, Fax +49 4152 87 1640

Verantwortliche Redakteure: Gesa Seidel, Heidrun Hillen,
Dr. Torsten Fischer (ViSdP)

Redaktionelle Mitarbeit: Jenny Niederstadt, Frank Grotelüschchen,
Jochen Metzger

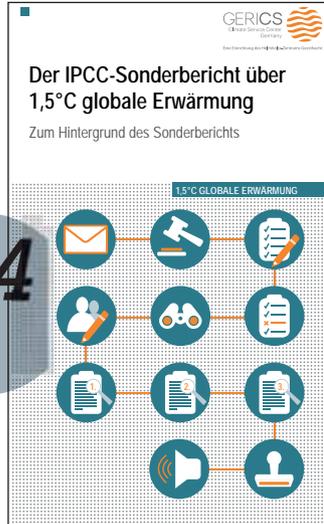
Satz: Bianca Seth

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in der in2science teilweise auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Wir möchten darauf hinweisen, dass sich die Verwendung der bisher noch üblicheren männlichen Form in diesen Fällen auf alle Personen bezieht.

Druck: Hausdruckerei Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Papier/ Envirotop (hergestellt aus 100% Recyclingpapier zertifiziert mit dem Blauen Engel (RAL-UZ 14))

Dezember 2018
Auflage: 2.000





14

22



26



44

06



41

FOTOSTORY

06 Die Halle der Tausendsassa

WAS UNS BEWEGT

14 Wohin das Wasser fließt

PORTRÄT

22 Dr. Jörg Hammel:
Der Beamline-Wissenschaftler

SO FUNKTIONIERT DAS

24 Magnesium - Rohstoff für Ideen

PORTRÄT

26 Die Gespräche zwischen Körper und Metall
Was bewegt die Physikerin
Prof. Regine Willumeit-Römer?

IM GESPRÄCH

28 Trennen mit Kalkül
Interview mit Henning Scheel

REPORTAGE

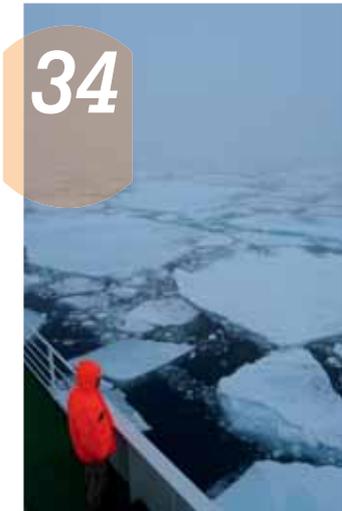
34 Zehn Liter Schnee und 24 Stunden Luft:
Forschung in der Arktis

AKTUELLES

41 Eisenfänger im Einsatz

AKTUELLES

44 Begrenzung der globalen Erwärmung
auf 1,5 Grad Celsius



34



28

Die Halle der Tausendsassa

Hier werden die unmöglichsten Verbindungen erforscht:
Metall mit Kunststoff, Komposit mit Aluminium oder Titan mit Stahl.

Der Rumpf moderner Flugzeuge besteht aus einem Mix aus Aluminium und Faserverbundstrukturen, die oft leichter und langlebiger sind als reine metallische Strukturen. Herkömmliche Fügeverfahren, wie das Nieten von Blechen, sind für die neuen Bauweisen nicht optimal.

Sie lassen sich durch spezielle, gewichtreduzierende Schweißverfahren ersetzen. Daran forschen die Füge-spezialisten im Helmholtz-Zentrum Geesthacht. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben verschiedene Verfahren im Bereich des Rührreißschweißens entwickelt und patentiert. Heute fügen sie damit zum

Beispiel Kohlefaser und Metall oder Aluminium mit Stahl. Ohne Schmelzen, ohne Klebstoff, ohne Schwierigkeit.

Der Vorteil ihrer Methoden: geringe Wärmeentwicklung, unterschiedlichste Materialien werden gefügt, keine Vor- oder Nachbereitung der Fügestelle, kein Schweißzusatz, keine giftigen Dämpfe oder andere Nebenprodukte.

Auf den kommenden Seiten zeigen wir, wie die rund 40 Mitarbeiter der Abteilung „Festphase-Fügeprozesse“ unter der Leitung von Dr. Jorge dos Santos immer wieder gute Verbindungen eingehen.

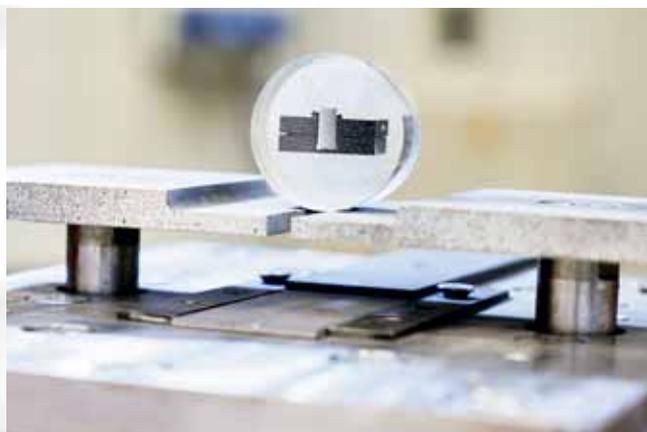






FricRiveting zu Deutsch: Reibnieten

Daran forschen die Doktorandinnen Natascha Zocoller (großes Foto) und Mihaela Malita. Während Natascha Zocoller damit Metall und Karbonfaser verbindet, fügt Mihaela Malita Kunststoffe. Obwohl die Nieten nur wenige Zentimeter tief eindringen, werden große Maschinen benötigt: Denn der Niet wird mit einer Druckkraft von bis zu 20 Kilonewton und 10.000 Umdrehungen pro Minute aufgesetzt. Zum Vergleich: 20 Kilonewton entsprechen einer Gewichtskraft von rund zwei Tonnen.



Ein zylindrischer, metallischer Niet dringt unter Rotation und Druck durch den oberen Werkstoff in den darunterliegenden Kunststoff ein. Die feste Verbindung entsteht durch Adhäsion zwischen den zu verbindenden Materialien mit dem Niet sowie durch eine an der Nietspitze gebildete Verankerung. (Bild oben)



Die Anwendung des innovativen Fügeverfahrens im Flugzeugbau wurde eingehend durch Geesthachter Wissenschaftler erforscht. Ein Beispiel ist diese Publikation auf www.sciencedirect.com:

Direct-Friction Riveting of Polymer Composite Laminates for Aircraft Applications

Zur Publikation:



doi.org/10.1016/j.matlet.2017.12.033

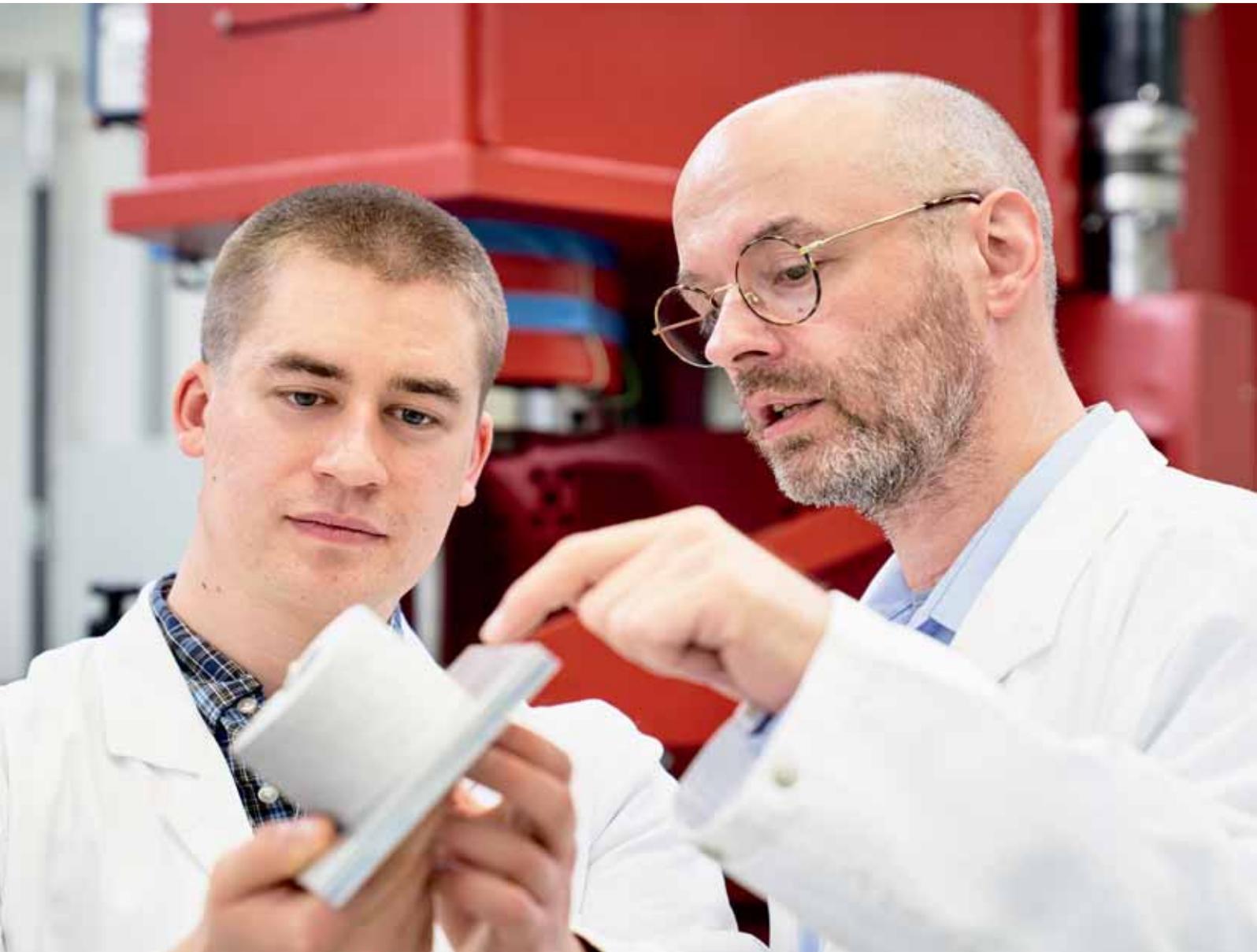


Fotos: ©HZG/Christian Schmid

Friction Surfacing zu Deutsch: Reibauftragsschweißen

Dr. Arne Roos (vorne) und Master-Student Lars Rath tragen mit ihrer Maschine ein metallisches Material auf einen Werkstoff auf. Zum Beispiel zum Korrosions- und Verschleißschutz oder zur Reparatur von Bauteilen.





Das aufzutragende Material wird in zylindrischer Form auf den Grundwerkstoff aufgedrückt, wie im 3-D-Druck – nur mit Metall.



Fotos: ©HZG/Christian Schmid

Friction Spot Joining zu Deutsch: Reibpunktfügen

Das von Doktorandin Natalia Manente erforschte Verfahren bildet eine umweltfreundliche Alternative, um Karbonfaser (CFK) mit Metall zu verbinden. Denn bei dieser Technik wird komplett auf Klebstoffe verzichtet.

Das Prinzip: Das Metall wird punktuell gefügt gemacht, das führt zu einer mechanischen Verankerung im CFK. Eine sich schnell drehende Hülse dringt nur in die Metallschicht ein. Durch Reibungshitze werden das Metall weich und das CFK an der Oberfläche aufgeschmolzen. Beim Eintauchen der Hülse verformt sich das Aluminium leicht in das CFK hinein.



Aktuelle Veröffentlichung im *Journal of Adhesion*:
Composite Surface Pre-Treatments: Improvement on Adhesion Mechanisms and Mechanical Performance of Metal-Composite Friction Spot Joints with Additional Film Interlayer

Die Metall-Polymer-Forschergruppe untersuchte kürzlich den Einfluss verschiedener Oberflächenvorbehandlungen auf die mechanischen Eigenschaften des Verfahrens Friction Spot Joining.

Die Publikation finden Sie hier online:



doi.org/10.1080/00218464.2017.1378101



Refill Friction Stir Spot Welding zu Deutsch: Reibpunktschweißen

Durch dieses Verfahren werden Materialien punktuell miteinander verbunden. Rotierende Werkzeugteile führen eine gekoppelte Bewegung aus: Das Material wird erst aus dem Fügepunkt heraus und anschließend wieder hineingepresst. Dr. Uceu Suhuddin begutachtet den Prozess.



Weitere Fotostories finden Sie in unserer Mediathek:



www.hzg.de/mediathek



Wohin das Wasser fließt

Mit aufwändigen Rechenmodellen und moderner Radartechnik ergründen Forscher die Strömungen des Meeres. Ihnen gelingen immer präzisere Voraussagen – wovon Rettungskräfte und Wissenschaftler gleichermaßen profitieren.



Ein verloren gegangener Container, der droht, in die stark frequentierte Fahrrinne zu geraten. Ein Ölteppich, der womöglich ins geschützte Wattenmeer drängt. Ein Surfer, der manövrierunfähig aufs offene Meer hinausschlingert – bei Notfällen wie diesen wollen Rettungskräfte wissen, wohin Tide, Wind und Seegang das Meer treiben. Welche Schiffe zum Beispiel müssen sie vor dem herrenlosen Container warnen? Wie viele Küstenorte sollten sich für eine drohende Ölpest wappnen? Und wohin genau muss der Rettungshubschrauber fliegen, um den Surfer zu retten?

Lange Zeit konnten Wissenschaftler solche Fragen nur ungenau beantworten: Über die Strömungen in Meeren, die so genannte Drift, war wenig bekannt. Vorhersagen waren entsprechend fehlerhaft.

Dabei versuchen Forscher bereits seit Jahrhunderten, die Bewegungsmuster auf See zu ergründen – mitunter mit überraschenden Methoden. So warfen zum Beispiel vor etwa 150 Jahren die Experten der Deutschen Seewarte in Hamburg Hunderte von Flaschen ins Meer. Auf den Meldezetteln darin wurden die Entdecker einer solchen Flaschenpost gebeten, die Seewarte über den Fundort zu informieren: So sollten sich Driftwege offenbaren. Ein erster Ansatz zur wissenschaftlichen Erforschung – wenn auch ein sehr ungenauer. Und ein langwieriger dazu: Eine der Flaschen aus Hamburg erreichte die Küste Australiens erst im Frühjahr 2018. Nach 132 Jahren auf See.

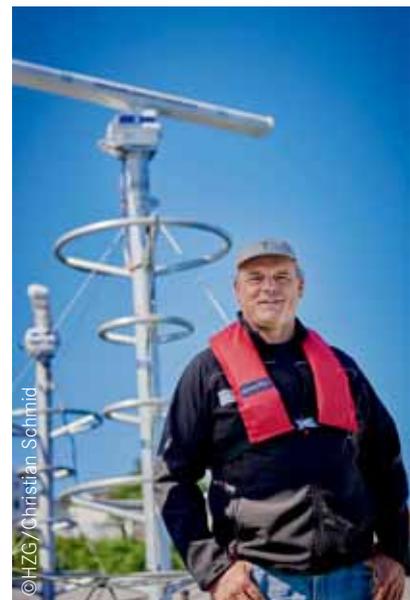
Heute beherbergt die Seewarte in Hamburg die größte Flaschenpost-Sammlung der Welt. Die Methoden allerdings haben sich seit diesen Anfängen stark verfeinert: Immer präziser können Forscher mittlerweile vorhersagen, wohin das Meer Personen, Partikel oder Gegenstände treiben wird. Auch Rückwärtsrechnungen sind inzwischen möglich: Woher kommen die Algen, die plötzlich vor der Küste treiben, von welchem Schiff könnte das Paket Kokain stammen, das dort angeschwemmt wurde und wer hat vor eini-

**Jochen Horstmann:
Drifter zeichnen
für uns immer wieder
interessante Strömungs-
phänomene auf.**

gen Stunden illegal Paraffin ins Meer geleitet, das jetzt auf Land zutreibt? Auch auf derartige, in die Vergangenheit zielende Fragen finden Wissenschaftler und Behörden heute so präzise Antworten wie nie zuvor.

Zwei Hauptantreiber der Drift sind identifiziert: Zum einen sorgt die festgelegte Abfolge von Ebbe und Flut für die Strömung auf See, zum anderen aber treibt das beständig wechselnde Wetter das Oberflächenwasser an. Dazu kommen lokale Faktoren wie Flussmündungen oder Landbarrieren, etwa Inseln.

Stark zergliederte Regionen wie die Deutsche Bucht mit all ihren Inseln und Zuflüssen sind für Meereswissenschaftler deshalb ein besonders interessantes Forschungsgebiet: Allein für die Drift-Analyse der deutschen Nordsee hat sich ein ganzes Netzwerk von Experten zusammengeschlossen, darunter auch Forscher des Helmholtz-Zentrums Geesthacht. Am Institut für Küstenforschung messen Ozeanographen dort zum Beispiel, wie sich Wind und Seegang auf die Drift auswirken, Mathematiker rekonstruieren in Simulationen das Wetter der vergangene 60 Jahre, um typische Strömungsmuster zu erkennen, Biologen beobachten, wohin Plankton und andere Meeresbewohner im Lauf der Jahreszeiten treiben und Messtechniker setzen kleine Sendestationen aus – Drifter genannt – die vom Wasser der Nordsee mitgezogen werden und dabei regelmäßig Angaben über ihren Standort an Land funken.



Dr. Jochen Horstmann ist seit 2013 Leiter der Abteilung „Radarhydrographie“ im Institut für Küstenforschung am HZG.



©HZG/Christian Schmid

„Drifter zeichnen für uns immer wieder interessante Stömungsphänomene auf“, erklärt Jochen Horstmann, Leiter der Abteilung „Radarhydrographie“ am HZG. „Ihre Daten erlauben aber in der Regel kaum Rückschlüsse auf Strömungsstrukturen im großen Maßstab.“ Dafür sorgen stattdessen die Radaranlagen des Instituts: Auf den Inseln Sylt und Wangerooge sowie an der Küste von Büsum stehen Hochfrequenzradargeräte mit einer Reichweite von etwa 100 Kilometern. Die drei Meter hohen Antennen empfangen kontinuierlich Daten. Aus diesen werden alle 20 Minuten die Oberflächenströmungen in der Deutschen Bucht berechnet. Diese mit bis zu zwei Kilometern aufgelösten Strömungen gelten auch als wichtiges Korrektiv für die rein mathematischen Rechenmodelle, mit denen Forscher ebenfalls arbeiten.

Einen noch engeren Fokus setzt das Marine Radar: An Bord von Schiffen registriert es die Meeresströmungen in einem Umkreis von drei Kilometern und überträgt sie auf Wunsch nur leicht zeitversetzt auf den Bildschirm. Alle zwei Sekunden empfängt es ein neues Bild der Oberfläche mit einer Auflösung von 7,50 Meter. Dadurch werden die unterschiedlich langen Wellen sichtbar: Pulsierend huschen ihre Kämme über den Monitor und Oberflächenfilme zeichnen sich als dunkle Schatten ab.

Benötigt Horstmann noch Daten mit einer deutlich höheren räumlichen Auflösung, schickt er eine Drohne in die Luft – sinnvoll ist das zum Beispiel an Flussmündungen oder in Hafengebieten. Denn dort zeigt sich die Strömung besonders variabel. „An den Küsten bewegt sich das Meerwasser oft mit Geschwindigkeiten von einem oder mehreren Metern pro Sekunde voran und ändert auch seine Strömungsrichtung recht plötzlich“, so der Ozeanograph. Auf dem offenen Meer dagegen ist es in der Regel deutlich träger: Dort fließt es meistens mit Geschwindigkeiten deutlich unter einem Meter pro Sekunde.

Dieses Mosaik aus ruhigen und extrem bewegten Zonen müssen Forscher kennen, wollen sie lokale Phänomene richtig deuten. Ute Daewel etwa, Meeresschwimmerin am Institut für Küstenforschung, interessiert, wie sich die Drift auf die Bestände von Fischen auswirkt: Nach dem Laichen trägt die Strömung die Fischeier mit sich – im ungünstigen Falle in Meeresregionen, in denen besonders viele Fressfeinde, ein geringes Nahrungsangebot oder ungünstige Umweltbedingungen herrschen. „Das kann dazu führen, dass die Bestände einer Art plötzlich stark einbrechen“, so Daewel.

Nimmt in einer Region der Bestand einer sonst typischen Fischart unvermittelt ab, müssen Experten also nicht nur prüfen, ob Umweltprobleme oder Fischerei der Grund sein könnten. Auch die Strömung kann Tieren saisonal stark zusetzen – man denke nur an die „Krabbenkrise“ im vergangenen Jahr. Damals hatten sich die Tiere vor der deutschen Küste so rar gemacht, dass Krabbenbrötchen in manchen Badeorten nur zum Rekordpreis von 11,50 Euro zu bekommen waren. Forscher wie Daewel vermuten, dass damals ungünstige Strömungsverhältnisse für den Rückgang verantwortlich gewesen sein könnten. Mit dem Klimawandel kommen die Tiere nämlich vergleichsweise gut zurecht.

Für ihre Studien arbeitet die Expertin mit Rechenmodellen, die es ihr erlauben, genau zu verfolgen, wohin Eier und Larven treiben



©HZG/Jan-Rasmus Lippels

Dr. Ute Daewel ist seit 2016 Wissenschaftlerin in der Abteilung „Stofftransport und Ökosystemdynamik“ im Institut für Küstenforschung.

„**Ute Daewel :**
Nach dem Laichen
trägt die Strömung
die Fischeier mit sich
– im ungünstigen
Falle in Meeresregionen,
in denen besonders
viele Fressfeinde, ein
geringes Nahrungs-
angebot oder
ungünstige Umwelt-
bedingungen
herrschen.

und wie sie sich dabei – je nach Wassertemperatur und Nahrungsangebot – entwickeln. Heringe zum Beispiel laichen typischerweise vor der Ostküste Englands. Von dort treibt die Strömung ihre Eier meist gen Südosten, in die nährstoffreichen Zonen vor der deutschen Küste. Heringe laichen allerdings im Winter, die dann herrschende Kälte lässt Eier ohnehin schon langsamer reifen. Sacken die Temperaturen dann noch auf Extremwerte ab, besteht die Gefahr, dass die Larven erst dann schlüpfen, wenn die Eier die nährstoffreichen Gebiete mit der Drift längst passiert haben – schließlich wälzt sich die Nordsee in der Deutschen Bucht beständig gegen den Uhrzeigersinn voran.

Wichtige Argumente liefern Driftforscher auch in Umweltfragen. So ist in Deutschland der Einsatz sogenannter Dispergatoren umstritten: Wird diese Chemikalie auf einen treibenden Ölfilm gesprüht, löst dieser sich

in viele sehr kleine Tröpfchen auf, die sich mit dem Meerwasser vermischen und absinken. Der giftige Teppich verschwindet von der Wasseroberfläche, bevor er das Land erreicht und die dortigen Ökosysteme gefährden kann. Stattdessen verbreiten sich die Ölpartikel aber im Wasser, dringen vor bis zum Meeresboden und sickern dort möglicherweise ins Sediment ein – wo sie wiederum die dort lebenden Organismen schädigen können. „Verschiedene Risiken an Land und auf See müssen gegeneinander abgewogen werden, bevor man über den Einsatz von Dispergatoren entscheidet“, erklärt Ulrich Callies, Leiter der Abteilung „Modellierung zur Bewertung von Küstensystemen“.

Seit vielen Jahren verfeinert er am HZG die Rechenmodelle für Driftphänomene und interessiert sich dabei insbesondere für das Verhalten von Öl auf dem Meer – gerade



Dr. Ulrich Callies leitet die Abteilung „Modellierung zur Bewertung von Küstensystemen“ im Institut für Küstenforschung. Seit 1988 ist er am Forschungszentrum in Geesthacht.

Wohin treibt die Flaschenpost? Woher kommt der Müll am Strand? Ölunfall! Welche Strandabschnitte sind bedroht?

Wer das herausfinden möchte, sollte unbedingt die HZG „Drift-App“ ausprobieren! Wissenschaftler des Instituts für Küstenforschung haben die wechselnden Wind-, Strömungs- und Seegangsverhältnisse im Bereich der Nordsee für diesen Zeitraum mithilfe mathematischer Modelle rekonstruiert. Im Spiel können Sie Badeenten, Flaschenpost, Ölpartikel und Fischlarven auf die Reise schicken – an einem beliebigen Tag in den vergangenen sechs Jahrzehnten. So können Sie herausfinden: Wo wären Gegenstände hingedriftet, wo wären sie hergekommen? Die Driftpfade für besondere Wetterereignisse, wie zum Beispiel die Sturmflut 1976 oder Orkan Kyrill, der 2007 für Aufregung gesorgt hat, können mit dem Spiel nachverfolgt werden.





Einige Fischarten sind darauf angewiesen, dass die Strömung ihre Eier nach dem Laichen in andere Regionen treibt, wo die jungen Fische aufwachsen können.

Ulrich Callies: 
Jede Ölsorte reagiert anders bei Kontakt mit Luft und Salzwasser – die eine verdunstet rasch, andere Sorten verklumpen schnell. Auch die Effektivität eines aufgebrauchten Dispergators hängt stark von der vorliegenden Ölsorte ab.

auch in Bezug auf mögliche Ölunfälle. „Jede Ölsorte reagiert anders bei Kontakt mit Luft und Salzwasser – die eine verdunstet rasch, andere Sorten verklumpen schnell. Auch die Effektivität eines aufgebrauchten Dispergators hängt stark von der vorliegenden Ölsorte ab“, so Callies.

Umso schwieriger sind Vorhersagen, ob der Einsatz von Dispergatoren wirklich sinnvoll ist, um eine Ölpest an Land oder im empfindlichen Wattenmeer zu verhindern. In Computersimulationen ließen Callies und seine Kollegen deshalb immer wieder Öl in die Nordsee austreten – millionenfach, bei unterschiedlichstem Wetter, an immer neuen Orten. Dabei zeigte sich: Schlägt ein Tanker direkt vor der Küste leck, helfen auch Dispergatoren nicht mehr gegen eine extreme Verschmutzung – allein die Tidebewegung würde das Öl schnell ins Wattenmeer drücken. Draußen auf hoher See wiederum reichen wegen

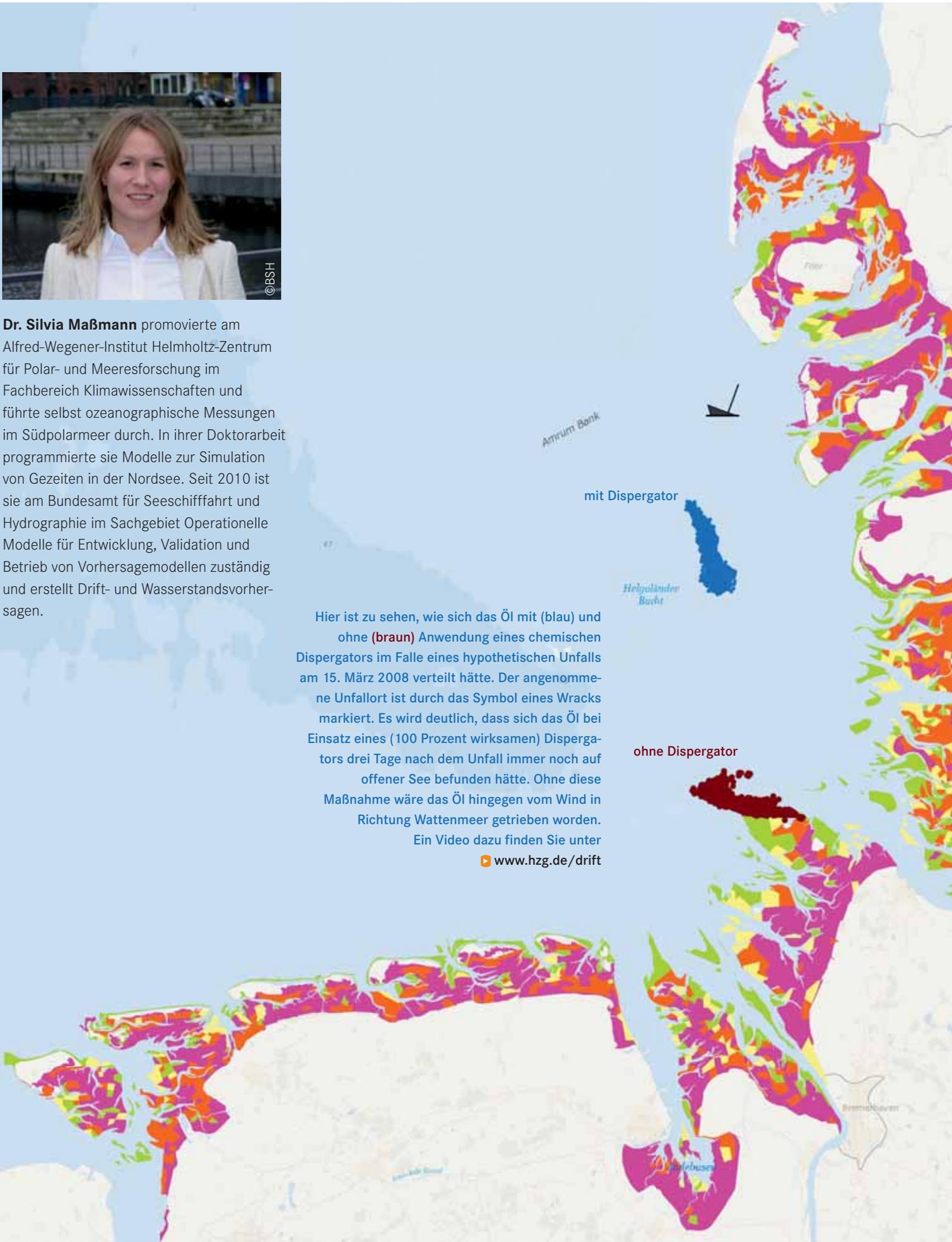
der langen Zeit, die zur Verfügung steht, meist herkömmliche Methoden zur Ölbekämpfung aus, sodass dort eine zusätzliche Belastung des Meeres mit den Chemikalien unnötig ist. Interessant wäre ihr Einsatz aber in einem vordefinierten Korridor vor der Küste: Tritt Öl in einem Abstand von 20 bis 40 Kilometern zum Land aus, verhindern die chemischen Hilfsmittel effektiv, dass der Ölteppich auf das Wattenmeer driftet. Zusätzlich spricht für das Sprühen in diesen Zonen, dass die Wassertiefe dort bereits Werte um 20 Meter erreicht – die Wassersäule ist damit groß genug, dass Dispergatoren und Ölartikel zumindest stark verdünnt werden. „In diesem begrenzten Areal könnte der Einsatz also sinnvoll sein, um Schlimmeres zu verhindern“, so Callies.

Regelmäßig stimmt sich der Experte mit den Behörden ab, die im Notfall für die Ölbekämpfung auf See zuständig sind.



Dr. Silvia Maßmann promovierte am Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung im Fachbereich Klimawissenschaften und führte selbst ozeanographische Messungen im Südpolarmeer durch. In ihrer Doktorarbeit programmierte sie Modelle zur Simulation von Gezeiten in der Nordsee. Seit 2010 ist sie am Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie im Sachgebiet Operationelle Modelle für Entwicklung, Validation und Betrieb von Vorhersagemodellen zuständig und erstellt Drift- und Wasserstandsvorhersagen.

Hier ist zu sehen, wie sich das Öl mit (blau) und ohne (braun) Anwendung eines chemischen Dispergators im Falle eines hypothetischen Unfalls am 15. März 2008 verteilt hätte. Der angenommene Unfallort ist durch das Symbol eines Wracks markiert. Es wird deutlich, dass sich das Öl bei Einsatz eines (100 Prozent wirksamen) Dispergators drei Tage nach dem Unfall immer noch auf offener See befunden hätte. Ohne diese Maßnahme wäre das Öl hingegen vom Wind in Richtung Wattenmeer getrieben worden. Ein Video dazu finden Sie unter www.hzg.de/drift



Etwa mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH): Der dortige Vorhersagedienst hat die Nordseeströmung Tag und Nacht im Auge – auch mithilfe der Daten des HZG. Mit wenigen Mausklicks können die Mitarbeiter dort die BSH-Modelldaten verwenden, um Driftvorhersagen für die kommenden 48 Stunden zu fertigen. Umweltsündern kommen sie nachträglich auf die Spur, indem sie berechnen, welchen Weg Partikel dank der Strömung zuletzt genommen haben.

„Etwa 50 Mal pro Jahr beantwortet unser Team derartige Anfragen von Polizei und Rettungskräften“, erklärt Silvia Maßmann, die am BSH das Driftmodell betreut. „Dringende Anliegen bearbeitet die Rufbereitschaft des Wasserstandsvorhersagedienstes auch mitten in der Nacht, auf andere reagieren wir möglichst innerhalb von 24 Stunden.“ Bei ihr und ihren Kollegen landen all die Anfragen zum Beispiel nach Seegangsbojen, die sich im Sturm losgerissen haben, oder vermissten Personen, deren letzte Spur zur See führt. Einmal auch nach einer in Küstennähe treibenden Seemine – „mein ungewöhnlichster Fall“, gesteht Maßmann. Ein Fischer hatte den Blindgänger aus dem Zweiten Weltkrieg an Bord gezogen, vor Schreck wieder ins Wasser gleiten lassen und sofort die Wasserschutzpolizei alarmiert. Die bat Maßmann um Hilfe. „Glücklicherweise stimmte unsere Vorhersage diesmal besonders exakt mit dem tatsächlichen Verlauf überein, sodass Helfer die Bombe schnell einfangen konnten.“

Für ihre Berechnungen gibt Maßmann dazu am Computer verschiedene Parameter ein: Wo genau zum Beispiel ist ein Schiff leck geschla-

**„ Silvia Maßmann:
Etwa 50 Mal pro Jahr
beantwortet unser Team
beim BSH Anfragen von
Polizei und Rettungskräften.**

gen, wie viel der Ladung ist bereits ausgelaufen, welche Art von Öl hatte es gebunkert? Je detaillierter die Ausgangsdaten sind, desto exakter sind die Vorhersagen, die Maßmann dem Havariekommando liefern kann.

Ihr Bildschirm zeigt dann, wie sich zum Beispiel vor Amrum ein Haufen schwarzer Pünktchen in Bewegung setzt, jeder Farbkleck symbolisiert eine ausgetretene Ölmenge. Erst treibt die Wolke südostwärts, auf die Insel zu. Doch dann dreht der Wind plötzlich, die Ebbe setzt ein – und der Ölfleck wird hinaus aufs Meer gezogen. In dieser Simulation wären Amrums Küsten und ihre empfindlichen Ökosysteme von einer Umweltkatastrophe verschont geblieben.

Und dank Maßmanns Vorhersagen hätten sich auch die Einsatzkräfte des Havariekommandos richtig positioniert: Ihre Ölabwehrschiffe hätten sie auf die Nordsee geschickt und ihre Ölsperren vor der Küste aufgebaut.

Autorin: Jenny Niederstadt

Weitere Artikel dieser Rubrik
finden Sie online unter:

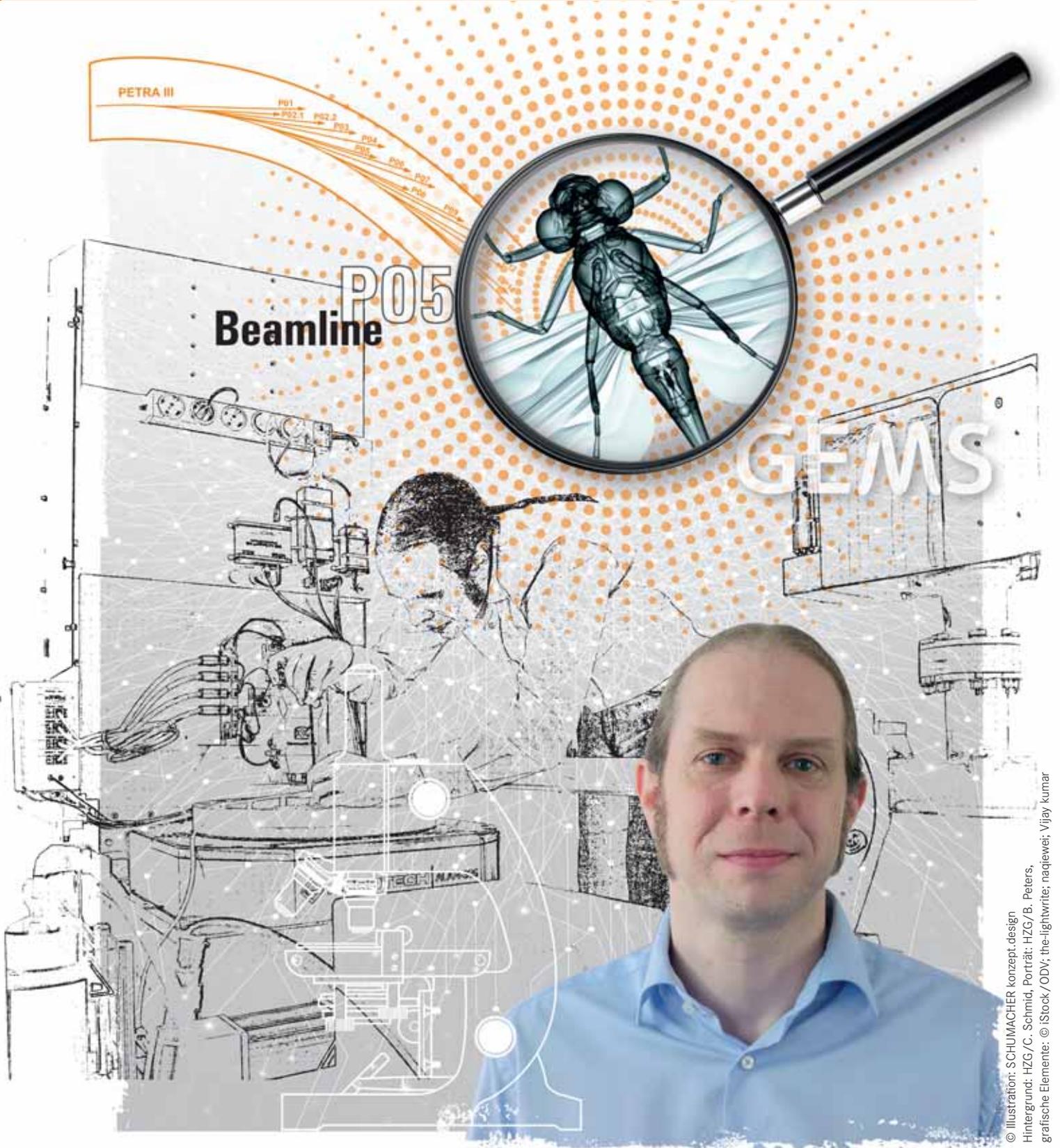


www.hzg.de/was-uns-bewegt

-  Havarie Pallas
 - Ölteppich mit Einsatz von Dispergatoren
 - Ölteppich ohne Einsatz von Dispergatoren
- Ölsensitivität**
-  gering
 - 
 - 
 -  sehr empfindlich

Der Beamline-Wissenschaftler

Wie man ein 90 Meter langes Mikroskop betreut



Dr. Jörg Hammel

arbeitet in der Röntgenbildgebung mit Synchrotronstrahlung
am Institut für Werkstofforschung

Petra III, Sektor 4, P05 – wir befinden uns an der hellsten Speicherring-Röntgenstrahlungsquelle der Welt. Es ist Donnerstagmittag. Gestern hat Dr. Jörg Hammel bis zwei Uhr nachts gearbeitet. Trotzdem wirkt er total euphorisch, als er von seiner Arbeit an der Beamline berichtet.

In dem Raum, in dem wir uns befinden, sind fünf Arbeitsplätze, jeder ausgestattet mit mehreren Bildschirmen. Von hier aus können Experimente gesteuert und beobachtet werden, hier werden die Daten angezeigt und alles kontrolliert.

Jörg Hammel ist ein Beamline-Wissenschaftler. Gemeinsam mit seinen Kollegen betreut er die Beamline P05, die an den Speicherring PETRA III in Hamburg angeschlossen ist. Die ganze Anlage befindet sich auf dem DESY-Campus, die Beamline gehört zum German Engineering Materials Science Centre GEMS des HZG.



Wir arbeiten quasi an einem 90 Meter langen Mikroskop, um winzige Proben anzuschauen – das ist irre!

Die Proben sind unterschiedlichster Art: „Wir haben schon das Schmelzen von Magnesiumlegierungen untersucht, die Ausbildung einer Korrosionsschicht bei biologisch abbaubaren Implantaten, den Anschluss der menschlichen Achillessehne im Knochen, Kalksandsteinablagerungen und Haiknochen – und das sind nur wenige Beispiele“, so der Wissenschaftler. Aus dem Speicherring kommt ein Röntgenstrahl, der gebündelt auf die zu untersuchende Probe trifft. „Wir haben ein Sichtfeld von 7x7 Millimetern. Wollen wir größere Proben untersuchen, müssen wir verschiedene Messungen machen und anschließend zusammenrechnen.“

Aufgewachsen ist Jörg Hammel in Schwäbisch-Hall, in der Nähe von Stuttgart. Dort hat der heute 38-Jährige Technische Biologie studiert. „Ich habe schnell gemerkt, dass Grundlagenforschung das ist, was mich antreibt. Es ist so spannend, wenn man neuen Ideen nachgehen kann.“ Anschließend promovierte er an der Friedrich-Schiller-Universität Jena im Bereich Zoologie. Sein Thema: marine Schwämme. „Das sind die einfachsten vielzelligen Lebewesen, die wir kennen – sie haben weder Nerven noch Muskeln. Trotzdem reagieren sie auf neuroaktive Substanzen und können sich bewegen. Das waren sehr spannende Forschungsobjekte“, erzählt er. „Mich hat damals schon interessiert, was hinter den Dingen steckt. Wie funktioniert das? Warum ist das so? Und wie können wir das noch besser untersuchen?“ Heute lebt er mit seiner Frau und den beiden Kindern in Hamburg. „Die Nähe zum Wasser wiegt die fehlenden Berge auf“, meint er schmunzelnd.

Während wir uns unterhalten, kommt ein Kollege herein und hat eine kurze Nachfrage. Jörg Hammel wendet sich dem Bildschirm zu, es sind etwa sieben verschiedene Fenster mit Zahlen und Befehlen zu sehen. Auch wird angezeigt, was die Kamera an der Beamline gerade aufnimmt. „Wir untersuchen gerade die Atmungsorgane von Insekten. Hier sieht man in die Organe einer Grillen-Art“, erklärt er mir. Ein paar Klicks und sein Kollege ist zufrieden. Es kann weitergehen.

Schon während seines Studiums hatte Jörg Hammel Kontakt zur P05 und den Wissenschaftlern dort. Die Beamline selbst wurde 2009 eingerichtet – er war bei den ersten Experimenten als Nutzer dabei. „Mich hat damals schon die qualitativ hochwertige Technik hier fasziniert“, berichtet er. „Es gibt hier so viele Möglichkeiten der Weiterentwicklung – und wir haben die Chance, diese Entwicklung mit voranzutreiben, das ist großartig!“ Nach kurzen Forschungsaufenthalten in Amsterdam und Jena ergriff der Wissenschaftler seine Chance, als 2014 eine Stelle frei wurde. „Sie suchten jemanden, der sich mit der Anlage auskennt und aus dem Bereich Lebenswissenschaften kommt. Das passte perfekt.“

Die Messzeit an der Beamline ist stark reglementiert. 80 Prozent werden an externe Nutzer vergeben. Diese können Anträge stellen, die dann ein Vergabesystem und eine Expertenkommission durchlaufen. Maximal eine Woche erhalten sie dann an der Beamline. Die Zeit wird voll ausgenutzt: Wer nur 72 Stunden für sein Projekt bekommt, schläft möglichst wenig. Jörg Hammel und seine Kollegen betreuen die externen Projekte und haben auch Bereitschaftsdienst. „Zum Glück können wir viel von zuhause über den PC regeln. Denn Anrufe nachts um halb drei sind nicht ungewöhnlich“, erklärt er. Die restlichen 20 Prozent der Betriebszeit werden intern vergeben. Die nutzen sie für Inbetriebnahme, Weiterentwicklungen und eigene Projekte.



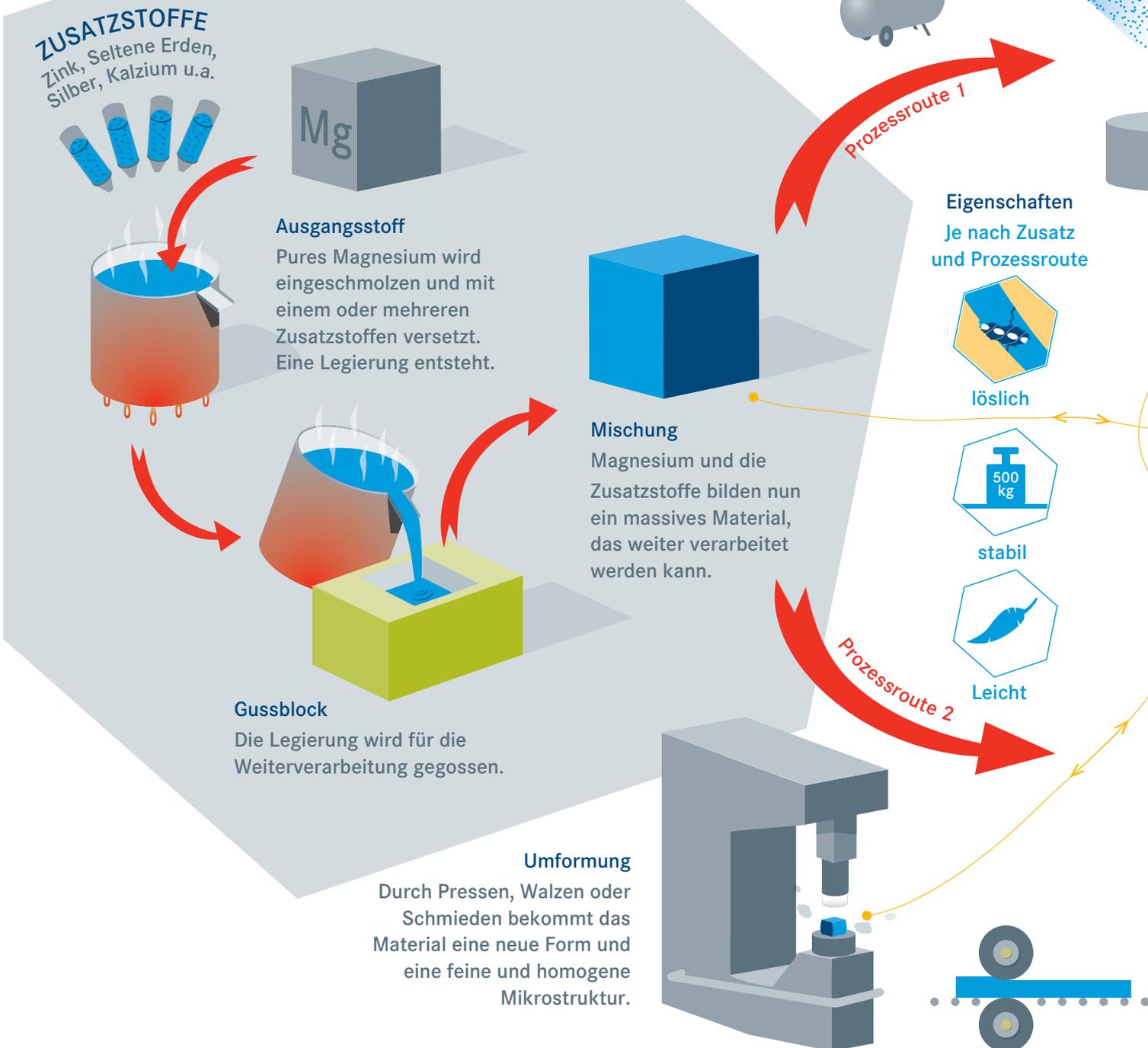
Wir arbeiten hier an der Grenze des Machbaren.

„Demnächst haben wir ein Wochenende mit Messzeit nur für uns – da freuen meine Kollegen und ich uns wie Bolle drauf! Im Moment arbeiten wir an zeitaufgelösten Messungen, im Prinzip 4-D. Das ist wie 3-D, nur, dass zusätzlich noch die Zeit mit einbezogen wird. Dann können wir dynamische Prozesse und Bewegungen beobachten.“ Im Moment schaffen sie mit der Technik schon 20-Sekunden-Aufnahmen bei sehr guter Qualität. Das funktioniert aber nur mit guter Teamarbeit: Vier Wissenschaftler arbeiten hier gemeinsam mit Ingenieuren zusammen. Auch mit dem Technikum des HZG wird viel zusammengearbeitet. „Viele Geräte gibt es nicht von der Stange, schließlich machen wir hier cutting-edge Wissenschaft.“

Autorin: Gesa Seidel (HZG)

Magnesium - Rohstoff für Idee

Das niedrige Gewicht macht Magnesium zum Metall der Zukunft. Je nach Zusatz, Herstellungsprozess oder Oberflächenbehandlung, kann das Endprodukt zudem besonders stabil sein oder sich, zum Beispiel als Knochenschraube, im Körper kontrolliert auflösen. Die Wissenschaftler am Helmholtz-Zentrum Geesthacht stellen dabei im Material neue Eigenschaften ein, woraus sich weitere Anwendungen ergeben.

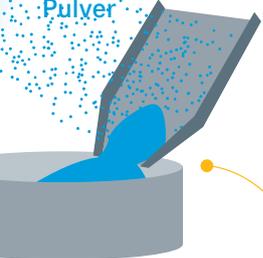


en

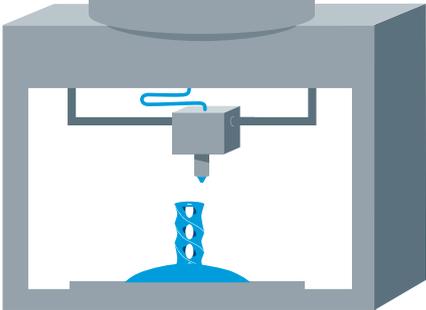
Magnesium-Pulver

Mithilfe einer Gasdüse wird die wieder verflüssigte Magnesiumlegierung in feinstes Metallpulver zerstäubt.

Feinstes Pulver

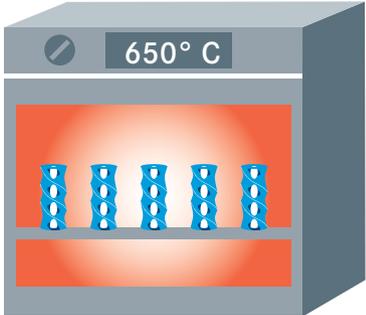


Magnesium-Kunststoff-Pulver (Feedstock)



3-D-Druck

Das Metallpulver wird mit einem Kunststoff vermischt, der als Bindemittel dient. Mit der Feedstock genannten Mischung kann im 3-D-Drucker oder durch Spritzguss die gewünschte Form hergestellt werden.



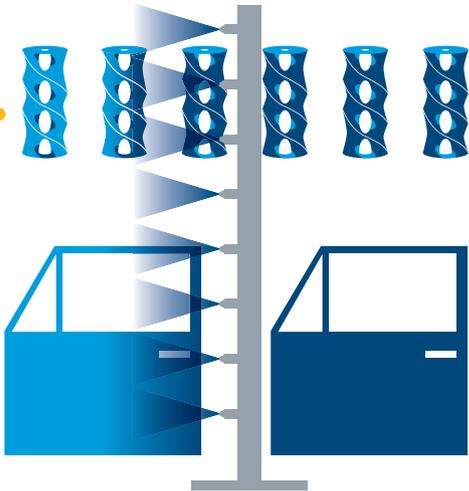
Sinterung

Das fertig gedruckte Objekt wird durch Erhitzen zu einem festen Bauteil aus reinem Metall verdichtet.

Um jeden Prozess genau überprüfen zu können, müssen ständig **Materialtests** durchgeführt werden.

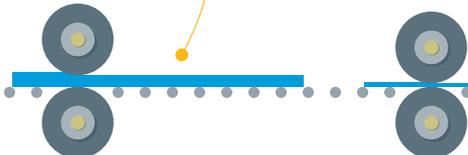
Oberflächenbehandlung

Durch eine Beschichtung wird das Bauteil zum Beispiel vor frühzeitiger Zersetzung geschützt. Durch Polieren oder Strukturieren können weitere Eigenschaften beeinflusst werden.



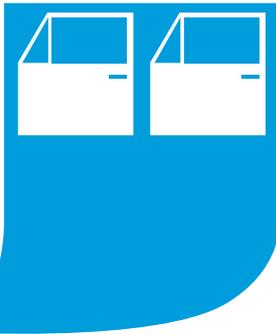
Walzen

Die warme Magnesiumlegierung wird in mehreren Schritten immer dünner ausgewalzt. So entstehen zum Beispiel sehr dünne Bleche für die Autoindustrie.



Formgebung

Das umgeformte Metall kann nun durch Fräsen, Bohren, Drehen oder Erodieren zum eigentlichen Bauteil werden.





Die Gespräche zwischen Körper und Metall

Was bewegt die Physikerin
Prof. Regine Willumeit-Römer?

Weitere Porträts finden Sie online:



www.hzg.de/portraits

Prof. Regine Willumeit-Römer
 leitet den Bereich Metallische Biomaterialien (WB)
 am Institut für Werkstofforschung

Das Leben geht manchmal seltsame Wege. Im Herbst 2018 hat Prof. Regine Willumeit-Römer mit ihrem Teilinstitut ein neues Gebäude am HZG bezogen. Dort erforscht ihr Team, wie sich Implantate aus Magnesium in unserem Körper verhalten. Was geschieht in diesem Grenzland zwischen Physik und Biologie, wo Metall auf menschliche Zellen trifft?

Doch am Beginn ihrer Karriere stand nicht das Interesse fürs mikroskopisch Kleine, sondern für dessen Gegenteil: „Mich hat als Kind das Weltall fasziniert. Mein Vater hat mir damals erklärt, dass das Licht Jahre braucht, um zur Erde zu kommen. Das wollte ich besser verstehen. Also habe ich angefangen, Bücher über Astrophysik zu lesen.“ Als Schülerin fährt sie aus ihrer westfälischen Heimat zur Hannovermesse, genauer: zum Stand von DESY. Denn sie will mehr erfahren über den Ort, an dem Forscher den Urknall simulieren. Sie knüpft Kontakte, ergattert eines der damals noch raren Schülerpraktika am Hamburger Teilchenbeschleuniger und opfert dafür ihre kompletten Sommerferien. „Dort habe ich Menschen aus der ganzen Welt getroffen“, erzählt Regine Willumeit-Römer. „Die haben sich beim Kaffee zusammengesetzt und neue Theorien diskutiert. Ich habe gedacht: Wow, so kann Arbeit also aussehen! Man bringt als Team eine Sache voran. Da wusste ich: Das will ich später auch mal machen!“

Also geht sie nach dem Abitur nach Hamburg, um Physik zu studieren. Sicher: Mathematik und Biologie waren ihre Leistungskurse – keine schlechte Vorbereitung. Doch ausgerechnet das Schulfach Physik hatte sie abgewählt.

„Kräfteparallelogramme und den freien Fall berechnen – das fand ich extrem langweilig. Das war nicht die Physik, die mich interessiert hat.“

Doch weil ihr im ersten Semester just diese Dinge wiederbegegnen, denkt Regine Willumeit-Römer bald ans Aufgeben. „Ich hatte die Exmatrikulation schon auf meinem Schreibtisch liegen und mit meinen Freunden sogar eine Abschiedsparty gefeiert. Dabei haben mich die anderen aber zum Weitermachen überredet. Wir haben das Papier noch am selben Abend zerrissen.“ Regine Willumeit-Römer hält durch und macht ihr Diplom. „Als Einzelkämpferin“, sagt sie, „hätte ich das niemals geschafft.“ Sie bekommt eine Doktorandenstelle am GKSS in Geesthacht, wo sie sich mit Proteinen befasst. Von der Astrophysik – „brotlose Kunst“ – hat sie sich zu diesem Zeitpunkt längst verabschiedet.

„Nach der Dissertation wollte ich unbedingt raus aus der universitären Forschung. Es gab auch schon ein lukratives Angebot aus der Industrie“, erzählt sie. Wieder ist es ein Impuls von außen, der alles verändert: Ihr Abteilungsleiter bekommt einen Ruf ins Ausland – der

Institutsleiter fragt Regine Willumeit-Römer, ob sie die Nachfolge übernehmen will. „Das waren mehrere Karriere-Stufen auf einmal. Also habe ich zugesagt.“ Wieso die Wahl gerade auf sie gefallen ist? „Ich habe zuvor als Doktorandin Führungen für Besuchergruppen gemacht. Ich wollte wissen, was die anderen Abteilungen am Zentrum eigentlich machen. Im Nachhinein hat mir das sehr geholfen. Weil ich auf einmal viele Kollegen kannte und in eine Art Vermittlerrolle gekommen bin. Mein Institutsleiter hat damals gesagt: Du bist die einzige, die mir erklären kann, was eure Abteilung so treibt.“

Anfangs forscht sie in ihrer kleinen Abteilung an einer neuen Form von Antibiotika. Zum Metall kommt sie erneut durch eine Mischung aus Zufall, Teamwork und Kommunikation: Auf Anraten Ihres Institutsleiters entwickelt Regine Willumeit-Römer Beschichtungen für Titanimplantate und untersucht die biologische Reaktion.

„Irgendwann habe ich aber gemerkt, dass Magnesium das deutlich spannendere Material für solche Versuche ist.“

Denn Magnesium kann sich, anders als Titan, im menschlichen Organismus abbauen.

Heute erforscht der Institutsteil von Regine Willumeit-Römer Implantate aus Magnesium, etwa Schrauben, die gebrochene Knochen zusammenhalten. Da sie sich auflösen, spart man sich eine zweite Operation, in der man das Implantat wieder entfernt. Dies ist etwa bei Kindern der Fall: Deren Knochen wachsen – die Metallprothesen tun das aber nicht. Sie können also nicht im Körper verbleiben. Die Kosten für solche Folge-Operationen liegen allein in Deutschland bei mehr als einer Milliarde Euro pro Jahr.

Regine Willumeit-Römer beschreibt das Hin und Her der biochemischen Reaktionen zwischen Magnesium und menschlichen Zellen als „Unterhaltung“, als „Kommunikation“. Dieses Zwiegespräch, so sagt sie, endet erst, wenn die Schraube sich vollständig im Körper aufgelöst hat. Derzeit gibt es auf dem Markt nur einige wenige zugelassene Magnesium-Implantate, und die Chirurgen beobachten aufmerksam, wie sich das Material im Patienten bewährt. Regine Willumeit-Römers Hoffnung für die 15 verbleibenden Jahre ihrer Karriere? „Dass Magnesium irgendwann etabliert ist als Material, das in der Osteosynthese eingesetzt wird.“ Die Chancen dafür sieht sie „bei etwa 90 Prozent“. Dafür wird sie tun, was sie schon immer getan hat. Viel arbeiten. Mit vielen Menschen reden. Ein neugieriger Teamplayer bleiben. Und weiter zuhören beim geheimnisvollen Zwiegespräch zwischen Knochen und Metall.



Trennen mit Kalkül

Interview mit Henning Scheel,
Business Development Manager
bei Flowserve SIH in Itzehoe





Maßanfertigung für Membrananlagen: Ein Blick in die Produktionshalle von Flowserve SIHI im schleswig-holsteinischen Tönning.



Im Wesentlichen gibt es zwei Anwendungsfelder. Anlagen zur Rückgewinnung von Wertstoffen und die Abluftreinigung.

Das Unternehmen, für das Henning Scheel arbeitet, produziert Membrananlagen, die unter anderem wertvolle Lösemittel rückgewinnen und schädliche Abgase abfangen. Dabei kooperiert er seit vielen Jahren mit dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht: Die Fachleute des Instituts für Polymerforschung haben die Basistechnologie entwickelt und unterstützen Flowserve SIHI regelmäßig bei der Entwicklung ihrer Produkte.

Herr Scheel, wie funktionieren die Membranen, die sie in Ihren Anlagen verwenden?

Die Membranen bestehen aus speziellen Polymeren. Man darf sie sich nicht als Siebe mit winzigen Poren vorstellen, durch die Moleküle von passender Größe hindurchschlüpfen können. Stattdessen werden die Moleküle in der Membran gelöst und können durch sie hindurchwandern. Dadurch lassen sich die verschiedenen Stoffe eines Gasgemischs trennen. Voraussetzung ist ein Druckgefälle: Auf der Seite der Membran, auf der sich das Gasgemisch befindet, muss ein hoher Druck herrschen. Auf der anderen Seite, wo sich die zu trennenden Moleküle anreichern sollen, braucht man einen niedrigeren Druck. Die dafür nötigen Kompressoren und Vakuumpumpen sind ebenfalls Teil der Anlage.



Die funkelneue Anlage wird im Werk zusammengesetzt. In den hohen weißen Behältern auf dem rechten Bild stecken die Membranen aus Geesthacht.

pumpen stellt unser Unternehmen selbst her, das ist unser Kerngeschäft, das durch die Membranen ideal ergänzt wird. Die Grundlagen für die Membranen wurden vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht erforscht. Deshalb erhält das HZG für jede verkaufte Membrananlage Lizenzentnahmen von uns – und zwar bereits seit den frühen neunziger Jahren.

Auf welchen Gebieten kommen Ihre Membrananlagen zum Einsatz?

Im Wesentlichen gibt es zwei Anwendungsfelder. Zum einen sind das Anlagen zur Rückgewinnung von Wertstoffen. Ein Beispiel: Bei der Produktion einer bestimmten Art von Polyethylen, einem der in Deutschland am häufigsten produzierten Kunststoffe, werden bei einem bestimmten Verfahren große Mengen des Lösemittels Hexan verwendet. Während des Prozesses verdampft ein Teil dieses Hexans und geht normalerweise verloren. Bei großen Fabriken kann das zu Verlusten von bis zu 18.000 US-Dollar führen – wohlgemerkt pro Tag! Unsere Membrananlagen können 99,9 Prozent des Lösemittels zurückgewinnen. Deshalb amortisieren sie sich schon nach kurzer Zeit, nach nur wenigen Monaten. Konkret wird dabei das zu trennende Gas – ein Gemisch aus Stickstoff und Hexan – zunächst durch

„ **Die Grundlagen für die Membranen wurden vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht erforscht.**

Kompressoren verdichtet. Dann strömt es durch einen Kondensator in zylinderförmige Module. Jedes dieser Module enthält bis zu 30 Quadratmeter an Membranen, sie haben die Form von Taschen. Das Gas strömt im Zickzackkurs durch das Modul und über diese Taschen hinweg. Dabei werden die Hexan-Moleküle in der Membran gelöst und so vom Stickstoff getrennt und danach wieder auf die Saugseite der Anlage gefördert und im Kondensator verflüssigt. Das auf diese Weise gewonnene Hexan lässt sich dann wieder für die Polyethylen-Herstellung verwenden. Auch der gereinigte Stickstoff wird wiederverwendet. Es kommt also ein Abgas in die Anlage, und zwei recycelte Wertstoffe kommen wieder hinaus.

Und das zweite Einsatzfeld?

Das ist die Abluftreinigung. Ein gutes Beispiel dafür sind Benzindämpfe, die sich unweigerlich in einem Tanklager bilden: Gerade bei hohen Temperaturschwankungen

verdampft ein Teil des Benzins in einem Tank. Früher wurden diese Dämpfe einfach durch Überdruckventile in die Luft geblasen. Heute müssen die Betreiber gesetzliche Grenzwerte einhalten und das Benzin aus der Luft herausholen. Dazu verwenden sie unsere Membrananlagen: Diese trennen das Benzin aus der Luft, in der Anlage werden die Dämpfe verflüssigt und wieder in den Tank zurückgeführt. Mit der Zeit amortisieren sich auch diese Anlagen für den Betreiber.

Wie sieht Ihre Zusammenarbeit mit dem Institut für Polymerforschung konkret aus?

Im Laufe der Zeit hat sich die Technologie stetig verbessert, insbesondere sind die Membranen deutlich selektiver geworden. Hierzu hat das Helmholtz-Zentrum Geesthacht einiges beigetragen. Wir kooperieren gleich auf mehreren Ebenen. Ein Beispiel: Fragt uns ein Kunde, ob er für einen bestimmten Prozess eine Membran einsetzen kann, erarbeiten wir für dieses spezielle Anwendungsszenario zunächst eine Machbarkeitsstudie. Wenn wir dabei nicht genau wissen, wie gut eine Membran unter den geforderten Temperatur- und Druckbedingungen funktioniert oder wie effektiv sich ein bestimmter Stoff mit einer Membran trennen lässt, besprechen wir das mit den HZG-Experten und diskutieren gemeinsam über Lösungen. Danach können wir besser beurteilen, was geht oder was nicht.

Außerdem verwenden wir Software-Werkzeuge, die in Geestacht entwickelt werden. Damit können wir in einer Prozess-Simulation das Verhalten der Membran realitätsgetreu nachbilden – die Grundlage dafür, um eine Anlage richtig auszulegen und zu dimensionieren. Dieses Software-Modul wird ständig vom Institut für Polymerforschung weiterentwickelt, wodurch unsere Berechnungen im Laufe der Zeit immer genauer geworden sind. Und schließlich hat das HZG mit den Jahren zahlreiche Stoffe in seinen Labors vermessen. Diese Messwerte dienen uns als Grundlage für die Berechnung einer Membran. Haben wir es mit einer neuen Substanz zu tun, beauftragen wir das Institut auch schon mal mit der Vermessung. Dabei ist es überaus hilfreich, dass ich früher einige Jahre in Geestacht gearbeitet habe. Den heutigen Abteilungsleiter Dr. Torsten Brinkmann kenne ich noch aus diesen Tagen. Das hilft in der Kommunikation – wir sprechen eine gemeinsame Sprache.

Gab es auch schon gemeinsame Forschungsprojekte?

Ja, zum Beispiel beim Thema Kohlenstoffdioxid-Abscheidung. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Projekts „MemKoR“ hat das HZG eine zweistufige Membrananlage entwickelt, die Kohlenstoffdioxid aus den Rauchgasen von Kohlekraftwerken filtert. Dieses Kohlenstoffdioxid könnte man im Prinzip als Grundstoff für Polymere nutzen. In unserer Produktionshalle im schleswig-holsteinischen Tönning haben wir diese Anlage mitsamt Steuerung und Analytik im Auftrag des HZG gebaut und später modifiziert. Getestet wird sie unter anderem in einem Kraftwerk in Karlsruhe.

Grundsätzlich suchen wir ständig nach neuen Anwendungsgebieten für unsere Anlagen.



Zur Person:

Der Chemieingenieur **Henning Scheel** arbeitet seit 2001 bei der Flowserve SIHI GmbH in Itzehoe. SIHI wurde 1920 gegründet und baut in Itzehoe Vakuumpumpen und Kompressoren vor allem für die chemische und petrochemische Industrie. Heute ist das Unternehmen Teil des US-Konzerns Flowserve. Als Business Development Manager kümmert sich Scheel um die Planung, Entwicklung und Fertigung von Membrananlagen für die Stofftrennung. Dabei arbeitet er regelmäßig mit dem Institut für Polymerforschung des HZG zusammen. In Geesthacht liegen auch seine beruflichen Wurzeln: Unmittelbar vor seiner SIHI-Laufbahn hatte Scheel gegen Ende der neunziger Jahre seine Diplomarbeit im damaligen GKSS gemacht und sich schon damals intensiv mit der Membrantechnik beschäftigt.



Die Membrananlagen werden nach Kundenwunsch gefertigt. HZG-Polymerforscher optimieren dazu die Membranen und unterstützen bei der Lösungssuche.

Außerdem waren wir gemeinsame Partner in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsprojekt namens „Mixed-Matrix-Membranen für die Gasseparation“. In Grundlagenexperimenten hatte das HZG beobachtet, dass die Selektivität einer Membran steigt, wenn man Aktivkohle in das Membranpolymer mischt. Im Rahmen des Projekts des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wollten wir gemeinsam mit der TU-Berlin und dem Aktivkohle-Hersteller Blücher herausfinden, inwiefern sich dieser Effekt in eine industrielle Pilotanlage umsetzen lässt. Unser Part bestand darin, den Prozess zu berechnen und ihn bei einem Industrieunternehmen zu testen.

Was ist bei diesem Projekt herausgekommen?

Es hat sich tatsächlich gezeigt, dass sich verschiedene Kohlenwasserstoffe besser voneinander trennen lassen als bei konventionellen Membranen. Zum Beispiel kann man höhere Kohlenwasserstoffe wie zum Beispiel Butan im Prinzip effektiver aus einem Gasgemisch abtrennen, um ein möglichst methanreiches Gas für die Verbrennung in einem Gasmotor zu erhalten. Allerdings benötigt man dafür relativ hohe Drücke, was das Einsatzfeld bislang einschränkt. Doch sollte sich ein Anwendungsgebiet dafür finden, wären wir als Unternehmen sehr daran interessiert, diese neuen Membranen in unseren Anlagen einzusetzen.

Weitere Interviews, die in der in2science bereits erschienen sind, finden Sie online unter:



www.hzg.de/interviews

Wo liegen Ihrer Ansicht nach die Zukunftsmärkte für die Membrantechnik? Was könnte mit neuen, besseren Membranen alles möglich sein?

Grundsätzlich suchen wir ständig nach neuen Anwendungsgebieten für unsere Anlagen. Zum Beispiel gibt es Stoffe, die mit den heutigen Membranen nicht getrennt werden können, weil sie die Polymere schlicht auflösen. Da hoffen wir auf Entwicklungen, die die Membranen stabiler machen – dann könnte man auch Stoffe trennen, die sich heute noch nicht verarbeiten lassen. Ebenfalls interessant wäre es, könnte man die Membranen temperatur- und druckstabiler machen. Hier hoffen wir auch in Zukunft auf wichtige Impulse aus dem Institut für Polymerforschung in Geesthacht.



Das Interview führte der Wissenschaftsjournalist und Physiker Frank Grotelüsch in der Produktionshalle von Flowserve SIHI.

Zehn Liter Schnee und 24 Stunden Luft: Forschung in der Arktis

Juli 2018. Die See ist ruhig. Alle gehen ihren Aufgaben an Bord nach. Wir sind in einem Labor, auf einem Forschungsschiff. Auf einmal ertönen laute Rufe, viele laufen an Deck. Endlich: Nach mehr als zwei Wochen Fahrt ist die POLARSTERN umgeben von Eis. Dann wird alles ganz ruhig, nur das Auseinanderbrechen des Eises ist zu hören, als wir uns langsam hindurchbewegen. Für alle ist es ein beeindruckender Moment.

Ein Expeditionsbericht von Hanna Joerß und Zhiyong Xie, aufgeschrieben von Gesa Seidel (HZG).

Zur Person

Dr. Zhiyong Xie beschäftigt sich mit der Untersuchung des biogeochemischen Kreislaufs von klassischen und neuartigen organischen Schadstoffen in Küsten-, Ozean- und Polarökosystemen. Nach seinem Studium der Analytischen Chemie zog er 2002 von China nach Deutschland. Am HZG hat Zhiyong Xie 2005 erfolgreich promoviert. Seitdem ist er als Wissenschaftler in der Abteilung „Umweltchemie“ am Institut für Küstenforschung tätig. Expeditionen in abgelegene Gegenden gehören für ihn zum Leben als Wissenschaftler dazu: Mit der POLARSTERN war er 2018 bereits das vierte Mal in der Arktis.



10. Juli, endlich war der Tag gekommen. In Bremerhaven startete die Expedition PS114 mit dem deutschen Forschungsschiff POLARSTERN. Wir standen an Deck des Schiffs und sahen die Menschen an Land kleiner werden. Nach der langen Vorbereitung auf diese Fahrt und den vielen bürokratischen Dingen, die zu regeln waren, kommt es einem fast unwirklich vor, aber dann realisiert man: Es geht los.

Die POLARSTERN gehört zum Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, kurz AWI. Zu Beginn mussten wir ganz schön Strecke machen. Wir haben Norwegen vorbeiziehen lassen und sind zunächst Richtung Spitzbergen gefahren. Das Forschungsgebiet, das wir erreichen wollten, war die Framstraße zwischen Spitzbergen und Grönland.



©AWI

Zur Person

Hanna Joerss promoviert zurzeit am Institut für Küstenforschung in der Abteilung „Umweltchemie“. Das Forschungsthema der 31-Jährigen sind per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen. Bevor sie 2016 nach Geesthacht kam, absolvierte sie ihr Studium der Lebensmittelchemie an der Universität Münster und machte ihr zweites Staatsexamen als Lebensmittelchemikerin. Anschließend arbeitete sie zwei Jahre in einem AnalySELabor mit dem Schwerpunkt Ultraspurenanalytik von Schadstoffen. Für Hanna Joerss war es die erste Expedition in die Arktis.



Woran wir forschen: Ziel unserer Fahrt war, Vorkommen, Verbreitung und Verbleib von neuartigen organischen Schadstoffen entlang potentieller Transportwege vom europäischen Kontinent aus bis in die Arktis zu untersuchen. Dafür sammelten wir Wasser-, Luft- und Schnee-Proben. Langlebige und langsam abbaubare chemische Verbindungen werden als Persistente Organische Schadstoffe, auch POPs (Persistent Organic Pollutants), bezeichnet. In der von 182 Staaten anerkannten Stockholm-Konvention, die 2004 in Kraft trat, wird der Umgang mit diesen umweltschädlichen Stoffen geregelt. Die Herstellung und der Gebrauch einiger Stoffe wird darin beschränkt, andere sind grundsätzlich verboten. Zu den „klassischen“ Schadstoffen, die hier geregelt sind, kommen immer wieder neuartige Problemstoffe hinzu. Das können zum Beispiel Substanzen sein, die von der Indus-

trie als Ersatz für verbotene Stoffe neu in Verkehr gebracht werden, oder solche, die durch neue analytische Verfahren und gezieltere Suche erst deutlich nach ihrem Eintrag in die Umwelt sicher bestimmt werden können.

Damit Substanzen in die Stockholm-Konvention aufgenommen werden, müssen sie folgende Kriterien erfüllen: Sie müssen persistent, bioakkumulativ und giftig sein und über weite Strecken transportiert werden. Unsere Ergebnisse zum Vorkommen neuartiger Problemstoffe in entlegenen Regionen wie der Arktis können mit in die Bewertung einfließen, ob sie in die Stockholm-Konvention aufgenommen werden oder in anderer Form gesetzlich reguliert werden.



Im Labor werden die Proben aufbereitet.



Hanna Joerss: Das war ziemlich aufregend. Für mich war es die erste große Expedition, bisher war ich immer mit dem HZG-Schiff LUDWIG PRANDTL unterwegs. Die große POLARSTERN hingegen kam mir wie ein schwimmendes Dorf vor. Ich war froh, dass Zhiyong dabei war, der das Schiff schon kannte und mir viel zeigen und erklären konnte.

Wir stellen uns auch die Frage, wie sich der Klimawandel auf die Schadstoffbelastung auswirkt. Durch das Schmelzen des Eises in den Polarregionen können hier Schadstoffe freigesetzt werden, die vorher im Eis eingelagert waren. Doch welche Wege sie nehmen, ist bislang noch unklar. Deshalb haben wir Wasser-, Luft- und Schnee-Proben genommen.

Wasserproben: Für uns waren zwei Arten von Wasserproben wichtig: Zum einen das Oberflächenwasser, das ist ziemlich einfach: Die POLARSTERN hat eine Pumpe unter dem Kiel, die das Wasser direkt in unser Labor pumpen kann. Die Leitungen sind aus rostbeständigem Stahl, so werden Kontaminationen vermieden. Wasser aus verschiedenen Meerestiefen können wir mit einem Kranwasserschöpfer an Bord holen. Die zunächst offenen Probengefäße schließen in unterschiedlichen Tiefen und sammeln dort Wasser. Wir ha-

ben an sechs Stationen auf der Fahrt jeweils Wasser aus zehn verschiedenen Tiefen genommen. Vom Meeresboden, also zum Teil mehr als 3.000 Metern, bis hin zum Oberflächenwasser.

Wie wir Proben aus der Luft nehmen: Für flüchtige Chemikalien spielt der Transport über die Luft eine große Rolle. Deshalb ist für uns auch die Luftprobenahme sehr wichtig. Wir haben zwei Geräte mit an Bord gebracht und oben auf dem Peildeck installiert. Dort laufen sie durchgehend, sie nehmen also auf der gesamten Fahrt Proben. In den Geräten befindet sich ein Adsorptionsmaterial, an dem sich die Schadstoffe anreichern. 24 Stunden lang strömt hier die Luft hindurch, dann wechselt Zhiyong die Probe. Die Proben werden anschließend bei -20 Grad Celsius gelagert, denn vollständig untersuchen können wir sie erst in Geesthacht.



Luftprobennahme auf dem Peildeck.



Zhiyong Xie:

Auch wenn ich schon viele Expeditionen erlebt habe: Es ist jedes Mal wahnsinnig spannend. Gleichzeitig war es schön, auf einem vertrauten Schiff neue Erkenntnisse über die Arktis zu erhalten. Ich freue mich sehr, dass ich meine Erfahrung auch mit anderen Wissenschaftlern aus der ganzen Welt austauschen kann.

FS POLARSTERN

Länge: 118 Meter

Breite: 25 Meter

Reisegeschwindigkeit: 10,5 Knoten

Maximaler Tiefgang: 11,20 Meter

Reichweite: 19.000 Seemeilen/80 Tage

Personal: bis zu 55 Forschende und 43-Crewmitglieder

Einsatzgebiete: Nord- und Südpolarmeer

Vorlaufzeit für Fahrtvorschläge: 3-4 Jahre

Das Forschungsschiff FS POLARSTERN ist eigens für die Polarforschung konzipiert. Dabei können die Bereiche Biologie, Geologie, Geophysik, Glaziologie, Chemie, Ozeanographie und Meteorologie abgedeckt werden. Eigner des Schiffs ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), der Betreiber ist das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Bremerhaven.

Mehr Informationen zu der POLARSTERN und anderen deutschen Forschungsschiffen finden Sie unter:

» www.portal-forschungsschiffe.de



©AWI/M.Hoppmann

” **Hanna Joerss:** „Als wir das erste Mal von Eis umgeben waren, war das ein überwältigender Moment. Wenn die POLARSTERN das Eis bricht und es laut anfängt zu knacken, hört und spürt man die Kraft dieses Schiffes.“

Endlich – Schneeprobenahme: Packeis. Überall. Es ist unglaublich, wie viele verschiedene Farben das Eis haben kann. An vielen Tagen war es sehr neblig, da konnte man kaum etwas sehen. An einigen wenigen strahlte die Sonne dafür umso mehr vom blauen Himmel. Gerade zur Schneeprobenahme von Zhiyong ist die Aussicht entscheidend. Trotz des nebligen Wetters über einen langen Zeitraum konnten wir an vier Stationen Schnee beproben.

Das Prinzip ist immer gleich: Wir müssen einen stählernen Eimer mit zehn Litern Schnee füllen. Die Frage ist immer nur: Wie kommen wir vom Schiff zum Schnee?

An einem Tag sind wir einfach mit einem kleinen Boot an eine Stelle gefahren, an der wir gut auf das Eis und somit an den Schnee kamen. Zwei Mal sind wir auch mit dem sogenannten Mummy-Chair dorthin gelangt. Der Mummy-Chair ist nichts anderes als eine Box, in der Menschen transportiert werden. Diese wird mit einem Kran über Bord gehoben und sicher am Boden abgesetzt. Einer von beiden muss dann gesichert an Seilen raus und die Schneeprobe etwa zehn Meter entfernt von der Stelle entnehmen, denn wir wollen Verunreinigungen der

Probe vermeiden. Die andere Person bleibt in der Box und behält die Umgebung im Blick.

Der 28. Juli war ein ganz besonderer Tag. Wir waren an der grönländischen Küste und nach Wochen im Nebel kämpfte sich die Sonne durch – wir konnten einen Helikopterflug starten!

Für uns bedeutete das: eine ausführliche Sicherheitsunterweisung, Überlebensanzüge und Sauerstoffweste anziehen, Helme aufsetzen und los. An Bord gibt es zwei Helikopter, für den Notfall ist also immer ein zweiter bereit. An unserer Station auf dem Meereis angekommen, hatten wir zehn Minuten Zeit, unsere Eimer mit Schnee zu befüllen. Der Motor des Helis lief,



©HZG/Hanna Joerss

Der Mummy-Chair im Einsatz.



©HZG/Zhiyong Xie

Helikopterflüge sind nur bei bester Sicht möglich.



wir mussten etwa 100 Meter laufen, um Kontaminationen zu vermeiden. Dann ging es auch schon zurück.

Wieder an Bord konnten wir die Sicht auf die beeindruckenden Gletscher der grönländischen Steilküste genießen - und sogar einen Eisbären, ein Walross und einen Wal beobachten. Es ist wunderschön zu sehen, wie hier alles im Einklang zu sein scheint.

Laborarbeit auf einem Schiff: Auf der POLARSTERN gibt es verschiedene Labore, zum Beispiel Nass-, Trocken- und Chemielabore. Diese Räume sehen jedoch nicht so aus wie die Labore, die wir aus unseren Forschungseinrichtungen kennen: Sie sind komplett leer, denn die Labore können je nach Forschungsbedürfnis ausgerüstet werden. Das heißt, dass sich jede Gruppe vorher genau überlegt, welche Geräte und andere Hilfsmittel sie auf der Expedition benötigt. Dazu gehören natürlich die Probegefäße, Pipetten und ähnliche

Geräte, aber auch Verbrauchsmaterialien wie Handschuhe, Papiertücher und so weiter. Insgesamt 29 Boxen haben wir am HZG gepackt und auf die POLARSTERN verladen. Im Labor wird dann ausgepackt, was gerade benötigt wird und vor allem gut befestigt. Wir hatten zum Glück die ganze Zeit eine relativ ruhige See, sodass wir gut arbeiten konnten.

Heimreise: Am 3. August war es dann so weit - unser Abenteuer endete in Tromsø, Norwegen. Alle unsere Proben haben wir gut verpackt - die Schnee- und Luftproben sogar bei -20 Grad Celsius. Sie blieben auf der POLARSTERN, bis das Schiff Mitte Oktober wieder nach Bremerhaven zurückkehrte. Dann konnten wir unsere 29 Boxen wieder auspacken und mit den Untersuchungen und Analysen beginnen.

Ein Tag auf der POLARSTERN:

07:30	Frühstück
07:50	Wetterbesprechung Probennahmen/Laborarbeit
12:00	Mittagessen Probennahmen/Laborarbeit
15:30	Kaffeepause Probennahmen/Laborarbeit
17:30	Abendessen Science Meeting Probennahmen/Laborarbeit

Ihr seht: Langeweile kommt auf dem Schiff nie auf – die Tage sind hier komplett durchstrukturiert. Gearbeitet wird rund um die Uhr. Wenn wir an einer bestimmten Messstation angekommen sind, müssen wir raus und Proben nehmen, auch wenn das nachts um zwei Uhr ist. Wir haben rund um die Uhr Proben genommen oder diese im Labor für spätere Untersuchungen vorbereitet. Es ist ungewohnt für uns, dass es Tag und Nacht hell ist, da denkt man gar nicht so viel an Schlaf. Um den Tagen mehr Struktur zu geben, gibt es auch viele Veranstaltungen: Jeden Abend treffen wir uns zum „Science Meeting“. Dabei berichtet der Fahrtleiter der Expedition vom Tag, wir sprechen über die Wettervorhersage für den kommenden Tag und jeden Abend erzählt eine andere Gruppe von ihrem Projekt. Das ist echt spannend: Wir sind 47 Wissenschaftler an Bord und forschen in sehr verschiedenen Bereichen. Man nimmt hier aber nicht nur wissenschaftlich viel Input mit, denn wir kommen alle aus den unterschiedlichsten Ländern und Kulturen. Es ist toll, welche Menschen wir hier kennenlernen durften: Einen spiegelschriftschreibenden Ozeanographen aus Mexiko, einen sportbegeisterten Helikoptertechniker aus Spanien und einen Wettertechniker aus der ehemaligen DDR, der davon berichtet hat, wie er die Wende in der Antarktis erlebt hat – um nur ein paar zu nennen.

Nach der knapp vierwöchigen Fahrt müssen nun die Proben und Daten ausgewertet werden. Das bedeutet monatelange Laborarbeit, Analysen und Berechnungen. Welche Ergebnisse Zhiyong Xie und Hanna Joerss erzielt haben und ob sie die Schadstoffe in der Arktis nachweisen konnten, berichten wir in der nächsten Ausgabe der in2science.

Eisenfänger im Einsatz

Additive für mehr Haltbarkeit: HZG-Forscher erzielen Fortschritte bei der Entwicklung der Magnesiumbatterie

Mikhail Zheludkevich nimmt einen Metallblock aus Magnesium in die Hand. Dessen Oberfläche ist sichtlich angegriffen, rau und porig wie ein Schwamm. „Diesen Block haben wir 24 Stunden lang als Elektrode in Meerwasser getestet“, sagt Zheludkevich, Leiter der Abteilung „Korrosion und Oberflächentechnik“ am Helmholtz-Zentrum Geesthacht und Professor an der Universität Kiel. „Danach zeigte er diese deutlich sichtbaren Korrosionsschäden.“ Dann greift sich der Chemiker eine andere, gleichgroße Magnesiumelektrode – sie wirkt wie neu. „Sie war sogar eine Woche lang in unserem elektrochemischen Teststand, dennoch zeigt sie kaum Schäden.“ Der Grund für den Unterschied liegt in speziellen Zusatzstoffen, die die Forscher dem Salzwasser beigegeben haben: Die Additive unterbinden die Korrosion des Magnesiums. Das neue Verfahren ist ein deutlicher Fortschritt auf dem Weg zu einem interessanten Batterietyp – der Magnesiumbatterie.

„Im Grunde ist das ein alter Batterietyp, es gibt ihn seit mehr als 100 Jahren“, erläutert Zheludkevich. „Seine Vorteile: Im Prinzip lassen sich hohe Speicher- und Leistungsdichten erreichen, und das Konzept ist einfach und robust.“ Denn die Anode – der Minuspol der Batterie – besteht aus normalem Magnesium, als Elektrolyt kann gewöhnliches Meerwasser fungieren. Allerdings zeigt das Konzept einen Nachteil, der einen breiten Einsatz bislang verhinderte: Während des Betriebs korrodieren die Magnesium-Anoden allzu rasch, was die Leistungsfähigkeit und die Haltbarkeit der Batterie stark mindert.

Eine besondere Rolle dabei spielt Eisen, eine übliche Verunreinigung in Magnesium – es fungiert als regelrechter Korrosionsbeschleuniger. „Bereits kleinste Mengen an Eisen genügen, um die Zersetzung des Magnesiums drastisch zu beschleunigen“, betont Zheludkevich. Wird das Eisen freigesetzt, kann es sich an der Oberfläche des Magnesiums anlagern – Fachleute sprechen von Redeposition.



Prof. Mikhail Zheludkevich leitet die Abteilung „Korrosion und Oberflächentechnik“ im Magnesium Innovation Centre MagIC.

„Bereits kleinste Mengen an Eisen genügen, um die Zersetzung des Magnesiums drastisch zu beschleunigen.“



In seinem Labor im dritten Stock des Magnesium Innovation Centre führen Mikhail Zheludkevich und sein Team die Testreihen durch.

Doch wie lässt sich dieses Phänomen eindämmen und möglichst unterbinden? Um das zu schaffen, fügen die Experten dem Elektrolyten kleine Mengen an Zusatzstoffen zu. Diese Additive wirken als regelrechte Eisenfänger, verhindern die Redeposition und entfernen dadurch einen der Korrosions-Hauptübeltäter. „Ursprünglich hatten wir solche Additive als Korrosionsschutz für Leichtbau-Werkstoffe aus Magnesiumlegierungen entwickelt“, erzählt der gebürtige Weißrusse. „Das brachte uns auf die Idee, das Konzept auf die Entwicklung von Magnesiumbatterien zu übertragen – ein Wissenstransfer von einem Gebiet zum anderen.“ Allerdings mussten die Fachleute die Zusatzstoffe an das Batte-

riemilieu anpassen und ihre Wirkung detailliert in ihren Labors untersuchen.

Hier zeigt Mikhail Zheludkevich auf mit Salzwasser gefüllte Behälter, in die verkabelte Elektroden eintauchen – systematische Testreihen, die sich zum Teil über Wochen hinziehen. An einem Messstand nebenan untersucht das Team die entscheidenden Prozesse auf der Mikroskala: Mikrometerfeine Elektroden scannen Materialproben ab und erfassen Stromflüsse und pH-Werte. „Das ist eine ziemlich einzigartige Technik, die verschiedene Detektionsverfahren kombiniert und mit der wir mehrere Messgrößen gleichzeitig aufnehmen“, erläutert Zheludkevich

„Dadurch erhalten wir ein detailliertes Bild davon, was auf der Elektrodenoberfläche passiert – eine hochaufgelöste Landkarte der Probenoberfläche.“

Die Ergebnisse sind vielversprechend, wie die Arbeitsgruppe kürzlich in einem Artikel im renommierten Fachmagazin *Scientific Reports* beschrieb. Als besonders aussichtsreich erwies sich eine Mischung zweier verschiedener Additive: Neben den „Eisenfängern“ verhindert eine zweite Sorte von Zusatzstoffen die Bildung einer schädlichen Schicht aus Magnesiumhydroxid. „Mit dieser Kombination konnten wir die Leistungsfähigkeit, Effizienz und Haltbarkeit der Batterien drastisch verbessern“, sagt Zheludkevich.

Die ersten Anwendungen könnten in der Tiefsee liegen – als Stromversorgung von autonomen Überwachungssystemen für die Öl- und Gasförderung oder für wissenschaftliche Messstationen. Derzeit finden dort Lithium-Batterien Verwendung, die allerdings teuer sind und nicht immer zuverlässig arbeiten. Magnesiumbatterien versprechen hier mehrere Vorteile: Meerwasser als Elektrolyt ist im Überfluss vorhanden, zudem sollte die Technik deutlich robuster und preiswerter sein.

Einen funktionierenden Prototyp für den Tiefsee-Einsatz wollen die Fachleute nun im Rahmen des EU-Programms MarTERA entwickeln. In dem kürzlich bewilligten Projekt „SeaMag“ (High-Performance Seawater Magnesium Batteries for Marine Application) geht es darum, eine Batterie mit einer Kapazität von 25 Kilowattstunden zu realisieren, die mindestens fünf Jahre lang hält. Neben dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht und der Hamburger Firma develogic GmbH sind auch Industriepartner und Forschungseinrichtungen aus Norwegen und Weißrussland an dem auf drei Jahre angelegten Projekt beteiligt.

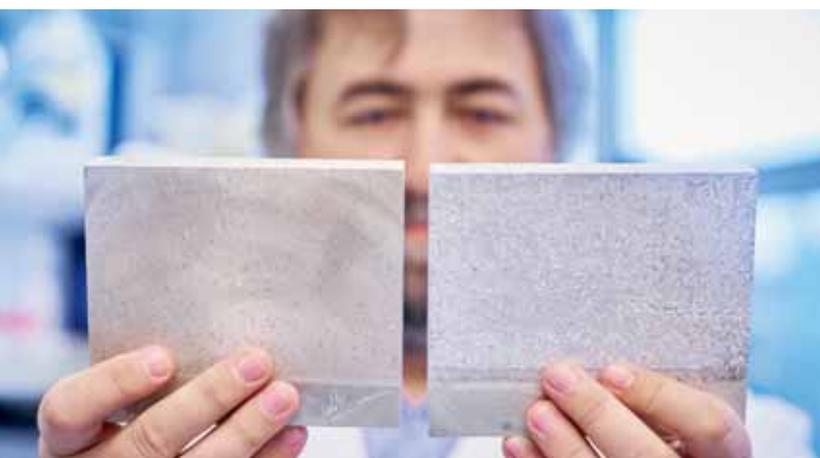
Und es gibt weitere Anwendungsideen: So sind Energie-Boxen für den Katastropheneinsatz denkbar, falls – etwa durch ein Erdbeben – das Stromnetz ausfallen sollte: Bei einer Magnesium-Zelle müsste man einfach Salzwasser draufgießen und die Batterie würde reichlich Strom liefern. Und auch für Elektroautos scheint ein Einsatz möglich: Statt wie heute einen Lithium-Akku via Kabel wiederaufzuladen, ließe sich die Batterie einfach durch den Austausch der Magnesium-Anode auffrischen – was deutlich schneller passieren könnte. „Die Herstellung dieser Anoden könnte dann klimafreundlich mit dem Überschussstrom aus Windparks und Solaranlagen erfolgen“, meint Mikhail Zheludkevich. „Und anders als bei Lithium sind die Magnesiumvorkommen gleichmäßig über den Globus verteilt und damit für alle verfügbar.“



Das ist eine ziemlich einzigartige Technik, die verschiedene Detektionsverfahren

kombiniert und mit der wir mehrere Messgrößen gleichzeitig aufnehmen.

Autor: Frank Grotelüschen



Der Vergleich zeigt: Die Elektrode ohne Additiv rechts zeigt Korrosionsschäden – die linke Elektrode hingegen wirkt wie neu.



Durch die lamellenartige Struktur weist diese Elektrode eine deutlich größere Oberfläche auf.

Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius – eine einmalige Chance für die Welt

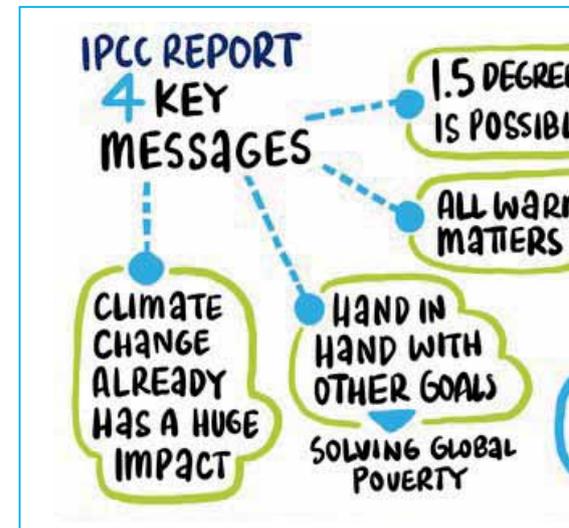
Ein neuer Sonderbericht des Weltklimarates IPCC bringt alle auf den aktuellen Kenntnisstand: Technisch ist eine Reduzierung auf 1,5 Grad Celsius Erwärmung möglich. An dem Bericht haben neun Kolleginnen und Kollegen des Climate Service Center Germany (GERICS), einer Einrichtung des HZG in Hamburg, in unterschiedlichem Umfang mitgewirkt.

Prof. Dr. Daniela Jacob, die Direktorin des Climate Service Center Germany, war maßgeblich an der Entstehung des Sonderberichtes beteiligt. Als einzige deutsche Koordinierende Leitautorin managte sie zusammen mit zwei Kollegen aus Jamaika und Australien eines der fünf Kapitel des Berichtes über die Folgen der globalen Erwärmung um 1,5 Grad Celsius gegenüber der vorindustriellen Zeit. An dem Kapitel waren 15 Leitautoren und 70 beitragende Autoren beteiligt.

Der Sonderbericht fasst den Wissensstand der bisherigen Literatur zusammen und beschreibt Möglichkeiten, wie eine Limitierung einer globalen Erwärmung von 1,5 Grad Celsius erreicht werden kann. Anfang Oktober 2018 stimmten dem Sonderbericht die Vertragsparteien des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen, auch IPCC oder Weltklimarat genannt, unter großem öffentlichen Interesse in Südkorea zu.

Direkt vor Ort nahmen Prof. Daniela Jacob und GERICS-Mitarbeiterin Tania Guillén an den Verhandlungen in Korea teil. Daniela Jacob: „Die Welt erlebte eine historische Woche in Korea. Die Annahme des Berichtes ist eine einmalige Chance. Er zeigt, dass eine 1,5 Grad Celsius-Begrenzung der globalen Erwärmung machbar ist und damit die Risiken für Mensch und Natur deutlich verringert werden können.“

Bereits 2015 wurde im Pariser Klimavertrag offiziell anerkannt, dass die Folgen des Klimawandels, wie Dürren oder Meeresspiegelanstieg, gerade ärmere Länder bedrohen. Die UN-Klimarahmenkonvention bat damals den IPCC, den Sonderbericht zu erstellen. Dieser entstand also erstmals auf Wunsch der Vertragspartner der UN-Klimarahmenkonvention, die sich so Aufklärung erhofften über die Risiken und Chancen einer nur um 1,5 und um zwei Grad Celsius erwärmten Welt.



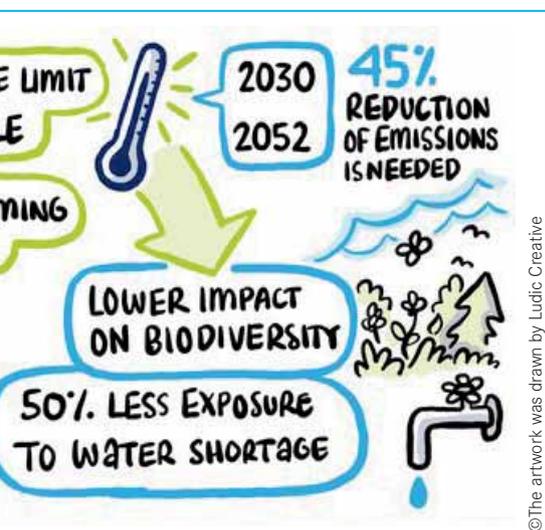
Der „IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung“ diente den Teilnehmern des UN-Weltklimagipfels, der ab dem 2. Dezember im polnischen Katowice stattfand, als Diskussionsgrundlage. Unter anderem soll er konstruktiv auf den sogenannten Talanoa-Dialog wirken. Dieser Dialog dient der Nachbesserung der nationalen Klimapläne der teilnehmenden Länder. Die wissenschaftlichen Aussagen des Berichtes könnten damit direkt die nationalen klimapolitischen Entscheidungen beeinflussen.

1,5°C



Daniela Jacob:

Die Welt erlebte eine historische Woche in Korea. Die Annahme des Berichtes ist eine einmalige Chance. Er zeigt, dass eine 1,5 Grad Celsius-Begrenzung der globalen Erwärmung machbar ist und damit die Risiken für Mensch und Natur deutlich verringert werden können.



Die gezeichnete Zusammenfassung eines Vortrags über den "IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung". Daniela Jacob hat diesen im Oktober in Belgrad auf dem Climate Europe Festival 2018 gehalten.

Eine der wichtigsten Aussagen des Sonderberichts ist, dass eine Limitierung der Erderwärmung auf 1,5 Grad Celsius technisch möglich ist, aber beispiellose Veränderungen für die Menschen bedeuten. Alle im IPCC-Sonderbericht beschriebenen Szenarien zeigen allerdings, dass dabei neben einer starken Verringerung der klimawirksamen Schadgase, Kohlenstoffdioxid auch aus der Atmosphäre direkt entzogen werden muss. Dazu sind sogenannte „negative Emissionen“ notwendig, zu denen zum Beispiel Aufforstungen oder technische beziehungsweise chemische Kohlenstoffdioxid-Speicherung gehören.

Je später effizienter Klimaschutz umgesetzt wird, desto stärker hängt die Erreichung des 1,5- beziehungsweise Zwei-Grad-Ziels von dem Erfolg dieser Technologien ab, die sich im Moment noch in der Entwicklung befinden.

Zwei Grad Celsius sind zu viel

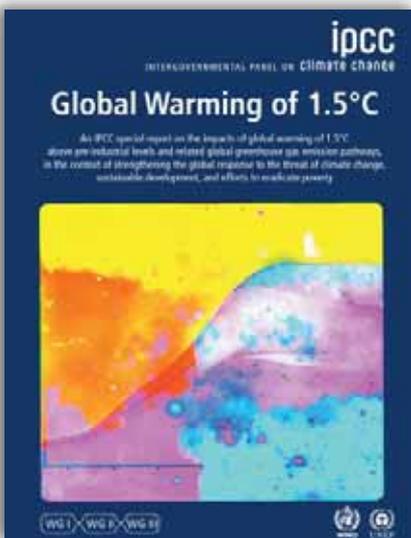
Eine weitere wichtige Aussage ist, dass eine Erwärmung um 1,5 oder um zwei Grad Celsius für die Welt große Unterschiede mit sich bringt. Daniela Jacob: „Noch nie zuvor wurde durch wissenschaftliche Erkenntnisse so eindeutig bestätigt, welche Folgen der Klimawandel bislang schon hat und was sich bei einem weiteren Anstieg um 1,5 oder zwei Grad Celsius ergeben kann. Wir Forscher wussten bisher nicht so genau, dass die Risiken zwischen diesen beiden Marken so unterschiedlich hoch sind.“

Zum Beispiel zeigen die Daten, dass bei 1,5 Grad Celsius Erwärmung der Meeresspiegel im Mittel rund zehn Zentimeter weniger steigen würde als bei zwei Grad Celsius und damit circa zehn Millionen Menschen weniger an den Küsten direkt betroffen wären. Eine Limitierung auf 1,5 Grad Celsius würde etliche 100 Millionen

2°C

Menschen weniger Klimarisiken und damit verbundener Armut aussetzen. Ein weiteres Beispiel: Die Kinderstuben der Fische, die großen Warmwasser-Korallenriffe, drohen bei einer zwei Grad Celsius Erwärmung zu fast 100 Prozent zu verschwinden. Bei 1,5 Grad Celsius bleiben diese zumindest in Teilen erhalten.

” Tania Guillén: „Der Sonderbericht bekräftigt die dringende Notwendigkeit, dass umgehend erhebliche Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels ergriffen werden müssen, um die negativen Auswirkungen der globalen Erwärmung auf zahlreiche menschliche und natürliche Systeme zu vermeiden. Der Bericht hebt hervor, dass Anpassungsmaßnahmen implementiert werden müssen, um den aktuellen Auswirkungen und Risiken entgegenzuwirken. Climate Services tragen vielfältig dazu bei, dass entsprechende Anpassungsoptionen entwickelt und damit implementiert werden können“.

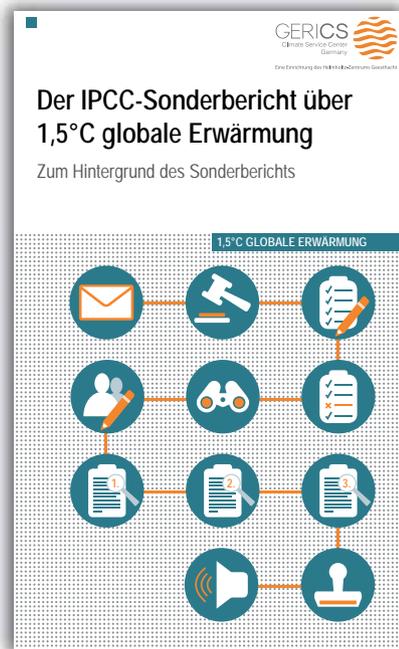


Der Sonderbericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen auch Weltklimarat genannt.

Was jeder einzelne tun kann, ist hinlänglich bekannt und bedeutet nicht zwangsläufig Verzicht, sondern kann auch ein Gewinn an Lebensqualität sein: Beim Einkauf auf regionale Produkte achten, öfter das Fahrrad oder den Nahverkehr nutzen sowie im Arbeitsalltag überlegen, ob Videokonferenzen vielleicht einige Flüge ersetzen könnten.

Daniela Jacob: „Ganz besonders gefragt sind kreative Ideen, innovative und dynamische Konzepte, gute Koordination und positive Einstellungen, um gemeinsam den Klimawandel einzudämmen und den Wandel hin zu nachhaltigen Lebensweisen zu gestalten. So könnten zusätzlich die Armut verringert, Gefahren bekämpft und Entwicklungschancen angeglichen werden.“

Autorin: Heidrun Hillen



Information zu den GERICS Aktivitäten rund um den „IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung“ finden Sie online:

www.gerics.de/IPCC1.5



Zur Person:

Prof. Dr. Daniela Jacob ist Direktorin des Climate Service Center Germany (GERICS) und Gastprofessorin an der Leuphana Universität Lüneburg. Sie ist eine

der koordinierenden Hauptautoren des „IPCC-Sonderberichts über 1,5 °C globale Erwärmung“. Sie koordinierte unter anderem das internationale europäische Forschungsprojekt IMPACT2C, das die Auswirkungen von einer zwei Grad Celsius globalen Erwärmung auf verschiedene Sektoren untersuchte. Sie ist Mitglied in mehreren Komitees und Ex-officio Mitglied der „Earth League“, einer internationalen Allianz prominenter Wissenschaftler. Darüber hinaus ist Daniela Jacob Chefredakteurin der im Elsevier Verlag erscheinenden Zeitschrift „Climate Services“.



Zur Person:

Tania Guillén Bolaños

Neben der Arbeit für den „IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung“ unterstützt sie GERICS-

Aktivitäten hinsichtlich der Implementierung von Instrumenten der Klimapolitik. Zuvor war sie Stipendiatin der Alexander von Humboldt-Stiftung des Internationalen Klimaschutzstipendiums für junge Klimaexperten aus Entwicklungsländern. An der Central American University (UCA) in Nicaragua ist sie als Umweltingenieurin graduiert und hat ihren Masterabschluss in „Technologie und Ressourcenmanagement in den Tropen und Subtropen“ an der TH Köln erworben.

Wir haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am HZG gefragt:

Was wünschen Sie sich für Ihr Forschungsgebiet 2019?

©HZG/Gesa Seidel



» Prof. Benjamin Klusemann
(Institut für Werkstofforschung)

Durch den anstehenden Wechsel in die Abteilung „Festphase-Fügeprozesse“ ergeben sich für mich neue Herausforderungen und Chancen. Neben verstärkten Aktivitäten im experimentellen Bereich der Festphase-Prozesse und entsprechenden Prozesssimulationen erhoffe ich mir, zukünftig noch verstärkt auf die Mechanismen auf der mikroskopischen Ebene schauen zu können, um zu verstehen, warum sich der Werkstoff während der Prozesse so verhält, wie wir es experimentell beobachten aber teilweise (noch) nicht erklären können. Hier erhoffe ich, Modelle zu entwickeln, die aussagekräftige Vorhersagen hinsichtlich der experimentellen Ergebnisse liefern, so dass diese anschließend nutzbringend für das Experiment eingesetzt werden können. Zusätzlich hoffe ich, dass wir in 2019 einen neuen Prozess in der Abteilung etablieren können, wodurch zum einen neue strategische Partnerschaften möglich werden und sich zum anderen neue interessante Fragestellungen hinsichtlich der Material-Prozess-Entwicklung für die folgenden Jahre ergeben.

©HZG/Gesa Seidel



» Dr. Feifei Liu
(Institut für Küstenforschung)

Ich bin Postdoc im Institut für Küstenforschung und arbeite zum Thema Ökosystemdynamik des nordatlantischen und arktischen Ozeans mit besonderem Fokus auf dekadische Vorhersagbarkeit. Das bedeutet, dass ich versuche, zukünftige Veränderungen im Nahrungsnetz und speziell in den niedrigeren trophischen Ebenen in diesen Regionen zu verstehen. Dafür muss ich zunächst den aktuellen Status des Systems kennen, zum Beispiel wie Nährstoffverteilung und Primärproduktion, die als Grundlage für die gesamte Nahrungskette in marinen Ökosystemen dienen, zusammenhängen. Eine solche Frage kann dann in Computersimulationen durch sogenannte dekadische Vorhersageexperimente untersucht werden. Für unser Team wünsche ich mir, dass wir 2019 herausfinden, ob die Änderungen der nordatlantischen und arktischen Ökosysteme in dekadischen Vorhersage-Simulationen dargestellt werden können. Und wenn ja, wieweit diese Ökosysteme vorhersagbar sind.

©HZG/Gesa Seidel



» Dr. Armin Aulinger
(Institut für Küstenforschung)

Ich wünsche mir vor allem, dass meine Forschung ernst genommen wird und ihre Ergebnisse kritisch diskutiert werden. Ein Modell ist immer eine Vereinfachung einer komplexen Wirklichkeit und kann nie hundertprozentig richtige Vorhersagen machen. Dennoch erlauben Modelle uns einen Blick in eine mögliche Zukunft und geben uns Hinweise, wie wir diese Zukunft auf die eine oder andere Weise beeinflussen können. Ich hätte auch gerne, dass meine Ergebnisse zur Schadstoffbelastung der Atmosphäre in einem Gesamtzusammenhang mit anderen Belastungen für den Menschen und den Planeten gesehen werden. Ich glaube, dass Maßnahmen zum Umweltschutz häufig in Synergie zu anderen Maßnahmen stehen und fände es bedauerlich, wenn diese gegeneinander ausgespielt würden. Umweltforschung macht für mich nur Sinn, wenn sie nachhaltig zu einer Verbesserung der Lebensumstände für den Menschen führt oder zumindest, wenn sie deren Verschlechterung verhindert.

©privat



» Dr. María Máñez Costa
(Climate Service Center Germany)

Für 2019 wünsche ich mir, dass wir die Wissenschaft zur Anpassung an den Klimawandel vorantreiben. Um zu verstehen, wie die Gesellschaft sich an den Klimawandel und seine Folgen anpassen muss und auch um diese Wege mitzugestalten, müssen wir unsere Kapazitäten stärken. Auch möchten wir Klimamodellierungen weiterentwickeln, um die besten verfügbaren Forschungsergebnisse der Klimawissenschaften in die Entscheidungsfindung einbeziehen zu können. 2018 hat uns gezeigt, dass einige der möglichen Auswirkungen des Klimawandels, wie zum Beispiel der lange trockene Sommer in Nordeuropa, eine zusätzliche Belastung für Institutionen und Verwaltungsstrukturen darstellen werden. Ich hoffe, dass wir bald einen Einblick geben können, wie man auf diese „unbekannten Risiken“ im Zusammenhang mit dem Klimawandel reagieren kann.

Mehr über Menschen mit Ideen online lesen!

Die Ausgaben der in2science können Sie jetzt online lesen: Auf unserer Website finden Sie neben den bisherigen Ausgaben einzelne Artikel mit Zusatzmaterial wie Videos und weitere Informationen.

Über unser Onlineformular können Sie das Magazin kostenlos abonnieren oder sich einzelne Ausgaben zuschicken lassen.



www.hzg.de/in2science



Für Fragen, Feedback oder Anregungen schreiben Sie gerne eine Mail an in2science@hzg.de

