

HELMHOLTZ-ZENTRUM GEESTHACHT

Menschen mit Ideen

in2science

Das Magazin

#4

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

Vertrauen in die Wissenschaft

Laut einer Studie von „Wissenschaft im Dialog“ 2016 ist das Vertrauen der Bevölkerung in die Wissenschaft im Vergleich zu den Vorjahren gesunken. Wir haben HZG Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gefragt:

„Was können wir tun, damit das Vertrauen wieder zunimmt?“



“ Dr. Gisela Bengtson,
Betriebsratsvorsitzende

In Anbetracht der schier überwältigenden (Des-)informationsflut aus dem Internet ist es sehr wichtig, dass die Wissenschaft versucht, mit tatsächlichen Fakten dagegenzuhalten. Das heißt, in Zukunft weniger in „geschlossener Wissenschaftsumgebung“, dafür mehr „open access“ und auch mal allgemein verständlich zu publizieren.



“ Ilay Mehdizada,
Technologietransfersupport

Für mich sind zwei Faktoren wichtig: Zum einen sollte die Wissenschaft eine verständliche Sprache verwenden, wenn sie mit der Öffentlichkeit oder den Medien kommuniziert. Zum anderen sollte sie ausreichend viele Daten bereitstellen, mit denen die Aussagen untermauert werden. Dabei spielen die erlangten Ergebnisse, aber auch die Erklärung der wissenschaftlichen Herangehensweise eine große Rolle.



“ Dr. Marcus Reckermann,
Internationales „Baltic Earth“-Sekretariat

Wir müssen die Wissenschaft transparenter machen und ehrlich und verständlich erklären, wie sie funktioniert. Selbstbewusst sagen, was wir wissen, aber auch zugeben, wenn es keine einfache und gesicherte Antwort gibt.



“ Lara Grünig,
Doktorandin (Polymerforschung)

Generell bin ich überzeugt davon, dass Wissenschaftler sämtlicher Disziplinen mehr zusammen und füreinander arbeiten sollten, statt einander als Konkurrenz zu sehen. Außerdem hilft bei fehlendem Vertrauen sicherlich Verständlichkeit in der Kommunikation – und damit meine ich neben der Sprache auch die wissenschaftliche Praxis, deren Grundsteine schon in der Schule gelegt werden sollten. Das wiederum ist nicht die Aufgabe der Wissenschaft, sondern der Politik.



“ Ina Teutsch,
Doktorandin (Küstenforschung)

Offenbar vertrauen die Menschen dann am wenigsten auf die Wissenschaft, wenn es um Themen mit vielen unbekannten Risiken geht – ein Rechenfehler in der Genmanipulation unserer Lebensmittel beispielsweise betrifft uns und unsere Nachkommen nun einmal direkt. Das zeigt, wie unglaublich wichtig es ist, die Menschen zu informieren, ihnen zu sagen, warum die Forschung überhaupt notwendig ist, erhoffte Vorteile darzustellen und wichtige Ergebnisse zu präsentieren – ob in lokalen Debatten und Zeitungen oder durch Flyer im Supermarkt.



“ Eshwara Nidadavolu,
Doktorand (Werkstoffforschung)

Ich denke, dass wir als Wissenschaftler die Reproduzierbarkeit unserer wissenschaftlichen Ergebnisse durch sorgfältige Untersuchung und Optimierung einflussreicher Parameter, die zu diesen Ergebnissen führen, sicherstellen sollten. Das erfordert auch die Validierung der Ergebnisse durch regelmäßige wissenschaftliche Diskussionen im Kollegenkreis. Eine konstruktive Kritik der Öffentlichkeit trägt ebenfalls zur Verbesserung der Ergebnisse bei.

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

Forschen mit Weitblick: Reale und digitale Ansichten – das ist das Motto der HZG-Jahrestagung 2017. Um neue Materialien für den Leichtbau oder die Medizintechnik zu erforschen, Küstenregionen zu verstehen und den Klimawandel besser einschätzen zu können, müssen wir manchmal in die Vergangenheit blicken, grundsätzlich aber in die Zukunft schauen.

Real und digital ist nicht nur die Forschung, sondern unsere Gesellschaft. Mit den technischen Möglichkeiten wachsen die Datenmengen: Nicht nur Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sammeln Daten aus Experimenten, Modellen und Untersuchungen – heute steht uns allen so viel Technik zur Verfügung wie nie zuvor. Wir sammeln Musik in der Cloud, schießen ständig Fotos und unsere E-Mail-Postfächer wachsen stetig.

Deshalb geht es in dieser Ausgabe der In2science um Datenverarbeitung. Sowohl Material- als auch Küstenforscher arbeiten teilweise mit enormen Datenmengen. Welchen Nutzen diese für unsere Gesellschaft haben und wie man mit ihnen umgeht, können Sie hier lesen.

Erfahren Sie in unserer Infografik, wie Modelle und Simulationen in der Forschung funktionieren, verfolgen Sie ein Interview mit Thomas Ludwig, dem Leiter des Deutschen Klimarechenzentrums oder enträtseln Sie mit Materialforscher Martin Müller und Küstenforscher Volker Matthias die Forschungsdaten.

Dieses Mal haben wir außerdem für Sie die Magnesiumforscher in ihren Laboren begleitet. Dort stellen sie eine Knochenschraube her, indem sie das Metall „sintern“. Mehr dazu erfahren Sie in unserer Fotostory auf den nächsten Seiten.

Im Porträt werden dieses Mal Corinna Schrum, Leiterin im Institut für Küstenforschung, und Martin Reimann, Doktorand aus der Werkstoffforschung, vorgestellt. Weitere spannende Themen haben wir im Bereich der Küstenforschung gefunden, wo Wissenschaftler erstmals Strömungsgeschwindigkeiten mit einer Drohne vermessen, und auch in der Biomaterialforschung, wobei Wissenschaftler ein Material herstellen, das fest wie Stahl, aber gleichzeitig nachgiebig wie eine Feder ist.

Wir wünschen viel Vergnügen beim Blick in dieses Magazin!

Ihre Redaktion / In2science@hzg.de



Fotostory

4

Pulvermetallurgie

Wie aus Magnesium oder Titan Implantate werden.



A man with glasses and a white lab coat is working in a laboratory. He is looking down at a piece of equipment. In the background, there are large windows and industrial equipment. The floor is made of red tiles.

Aus Metallkörnchen wird Medizintechnik

Mit pulvermetallurgischen Verfahren stellen Werkstoffforscher kleine Schrauben aus Legierungen auf Magnesium- und Titanbasis her. Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Abteilung „Materialdesign und Charakterisierung“ im Institut für Werkstoffforschung entwickeln diese Implantat-Prototypen und bestimmen die Materialeigenschaften der Legierungen. Gerade mit Magnesium müssen sie dabei besonders trickreich vorgehen. Das Verfahren nennt sich: Metallpulver-Spritzgießen (MIM).

Johannes Schaper (li.) und Martin Wolff (re.) forschen im MIM-Labor zu diesem Verfahren.



**Der
Prozess**



Pulverspritzgießen

In einem ersten Schritt wird feines Metallpulver mit einem Polymer-Binder vermischt. Dieses Gemisch wird dann in einer Spritzgussmaschine in Form gebracht. Anschließend wird der Binder wieder entfernt und das Werkstück bei hoher Temperatur in einem Ofen so erhitzt, dass die Form erhalten bleibt und erstarrt. Dieser Vorgang wird als Sintern bezeichnet.

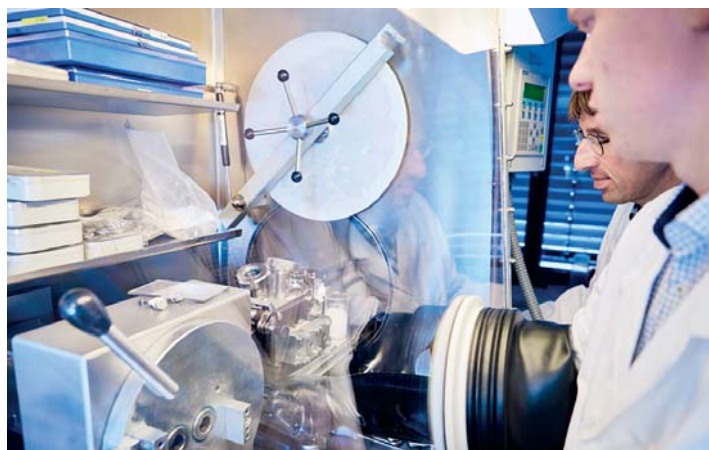


Luftdicht abgeschlossen

In der Handschuh-Box werden Metallpulver und Binder zu einer homogenen Masse vermischt. Diese Metallpulver-Kunststoff-Mischung wird Feedstock genannt. Gemischt wird sie in einem Knetertrog oder Planetenmischer (Bild unten).

Argon in der Handschuh-Box

Damit das Titan- oder Magnesiumpulver nicht mit dem Luftsauerstoff reagiert, wird der Feedstock in Argon-Atmosphäre verarbeitet. Das Argon wird dafür benutzt, da es als Edelgas keine Reaktionen eingeht.



**In
Argon-
Atmosphäre**



**Magnesiumpulver Spritzgießverfahren
für biomedizinische Anwendung**
**M. Wolff, et al Metals, Vol.6 No.118 (2016),
DOI: 10.3390/met6050118**

In dieser Publikation wurde gezeigt, dass Implantate aus Magnesium-Legierungen pulvermetallurgisch mit Metallpulverspritzguss (MIM) hergestellt werden können. Das Verfahren gewährleistet eine homogene Mikrostruktur, welche für einen vorhersagbaren Abbauprozess von entscheidender Bedeutung ist.



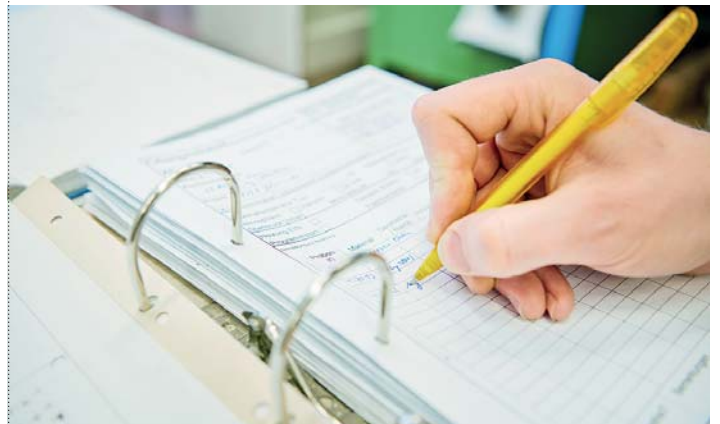


*Im
Detail*



Die graue Farbe zeigt es an:

Hier wurde Magnesium-Pulver verarbeitet.
Der Werkstoff eignet sich als Implantatmaterial,
da er Eigenschaften aufweist, die denen
des Knochens ähneln.
Magnesium-Legierungen sind stabil
und gleichzeitig elastisch.



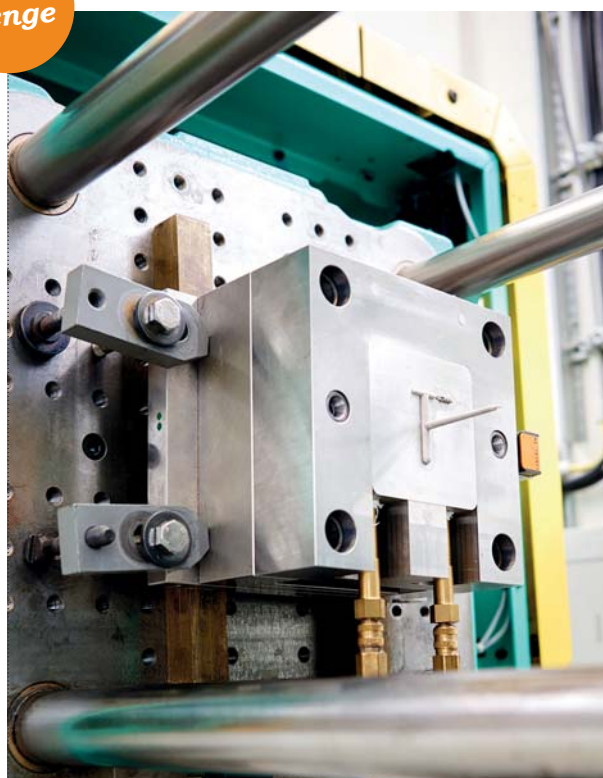


Test-
menge

Spritzgießen

Das Metall-Kunststoff-Gemenge wird fließfähig in ein geschlossenes Werkzeug eingespritzt. Dort erstarrt das Gemenge. Ein Formkörper, Grünling genannt, entsteht.

Der Binder im Grünling wird durch Auswaschen wieder entfernt (Bild unten). Es entsteht ein rein metallisches Bauteil.

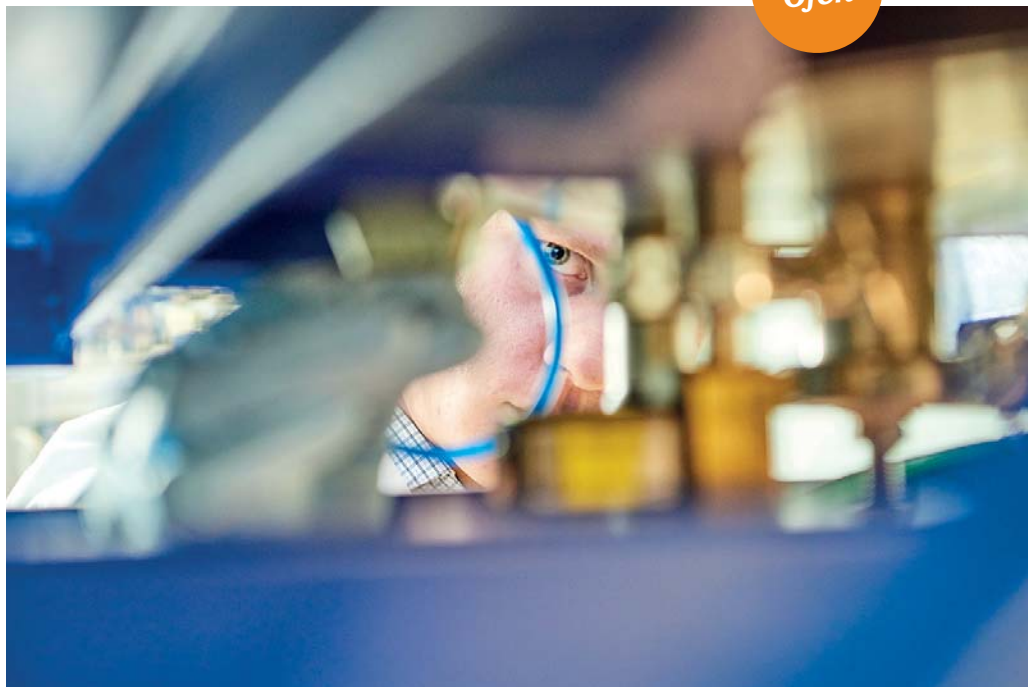




Im
Ofen

Sintern der Schrauben

Noch zeigt der entbinderte Formkörper eine stark poröse Struktur. Diesen Körper nennt man Braunling. Er wird durch Sintern bei hoher Temperatur zu einem Bauteil mit seinen endgültigen geometrischen und mechanischen Eigenschaften verdichtet.



Auf einen Blick

Die Zutaten des Pulverspritzgießens: Metallpulver und verschiedene Kunststoff-Binder (oben im Bild), in der Mitte: der graue Feedstock. Unten im Bild (v.l.n.r.): Grünling, Braunling und die gesinterte Magnesium-Schraube.



Inhalt

PORTRÄT

12 Prof. Corinna Schrum —
die Küsten-Versteherin

IM GESPRÄCH

14 Prof. Thomas Ludwig —
Deutsches Klimarechenzentrum

PORTRÄT

20 Martin Reimann —
arbeitet an neuen Fügeverfahren

SO FUNKTIONIERT DAS

22 Rätsel lösen mit Modellen

IM ZENTRUM

24 Nachrichten aus dem Zentrum

INTERVIEW

32 Forschen mit Weitblick
Dr. Volker Matthias und Dr. Martin Müller

REPORTAGE

38 Strömungsberechnung mal anders

Die Küsten-Versteherin

**Was bewegt die Ozeanografin
Prof. Corinna Schrum?**



Prof. Corinna Schrum

leitet den Bereich Systemanalyse und Modellierung
am Institut für Küstenforschung

Wissenschaft hat viele Ziele. Das reinste und einfachste davon hat Goethe seinem Faust in den Mund gelegt: Man will erkennen, „was die Welt im Innersten zusammenhält“.

Diese Formel gilt auch für Prof. Corinna Schrum. Die Ozeanografin ist seit Oktober 2015 Institutsleiterin für den Bereich „Systemanalyse und Modellierung“ am Institut für Küstenforschung in Geesthacht. Die 55-Jährige hat einen ungewöhnlichen Karriere-Weg hinter sich.

Zur Ozeanografie kommt die Hamburgerin eher durch Zufall. „Wie junge Leute halt so sind: Man weiß noch nicht, was man will“, sagt sie. Was sie zu ihrem Studienfach bringt, ist aber keine schwärmerische Sehnsucht nach dem Meer, nach dem Rauschen der Wellen oder dem salzigen Geschmack der Luft. „Es war auch nie meine Motivation, die Wale zu retten“, sagt sie. „Mich hat von Anfang an die Theorie fasziniert.“ Den entscheidenden Anstoß gibt eine Informationsbroschüre der Hamburger Studienberatung. Dort steht zu lesen, dass es bei der Ozeanografie sehr viel um Physik und Mathematik gehe. „Das hat mich dann interessiert.“ Schon in der Schule hat Corinna Schrum einen Schwerpunkt auf die Naturwissenschaften gelegt. Und so geht das „Mathe-Mädchen“ zur Uni, um mit Zahlen und Formeln das Meer zu verstehen.

Das Studium selbst absolviert Corinna Schrum schon bald unter erschwerten Bedingungen. Bereits im 6. Semester wird sie Mutter. Später im Studium kommt ihr zweites Kind, das dritte, während sie an ihrer Dissertation arbeitet. Ihr Thema damals: die thermische Schichtung in der Deutschen Bucht. Wie in anderen Meeren kommt es dort zu einer „sommerlichen Schichtung“ mit einer warmen Deckschicht und einer kalten Tiefenwasserschicht, zwischen denen relativ wenig Austausch stattfindet. In den Küstenregionen der Deutschen Bucht jedoch ereignet sich gelegentlich auch ein anderes Szenario: „Dort ist die Gezeitendurchmischung an manchen Orten so stark, dass die Wassersäule auch im Sommer durchmischt ist. Und das führt dann dazu, dass mehr biologische Aktivität stattfindet“, erklärt Corinna Schrum. Bald nach der Doktorarbeit entdeckt sie das Leitthema ihrer wissenschaftlichen Karriere: die Kopplung von Physik und Biologie in ihren numerischen Modellen. Eine ihrer Studien untersucht zum Beispiel, wie sich die Erwärmung des Meeres auf das Wachstum und das Vorkommen von Kabeljau in der Nordsee auswirkt. Ihre Wissenschaft lässt sich nutzen, ihre Modelle erlauben Aussagen über die Zukunft: „Was passiert mit einer Bucht, wenn ich einen Damm baue? Wenn sich das Klima wandelt? Wenn ich einen Windpark ins Meer setze?“

Der Wechsel von Bergen nach Geesthacht im Jahr 2015 ist für sie keine leichte Entscheidung. „Eigentlich wollte ich da gar nicht weg“, verrät sie. Nicht nur, weil ihre Familie noch immer in Norwegen lebt – ihr Ehemann mit den beiden jüngsten der inzwischen fünf Kinder. Auch das Land Norwegen, die Natur und das dortige System gefallen ihr. Vor allem, dass Hierarchien eine „deutlich geringere Rolle“ spielen, besonders im Verhältnis zwischen Professoren und Wissenschaftlichen Mitarbeitern. „Da traut man den jungen Leuten mehr zu und gibt ihnen auch mehr Verantwortung als hier bei uns in Deutschland.“

Warum sie trotzdem zurück nach Deutschland gekommen ist? „Ich habe immer gesagt: Wenn ich noch einmal wechseln möchte, dann nur nach Geesthacht zum Institut für Küstenforschung.“ Es ist das Thema Küste, das Corinna Schrum mit Leidenschaft fasziniert – die Königsdisziplin ihres Faches. „Denn dort treffen alle Elemente zusammen: das Meer, das Land, die Atmosphäre.“ Die Modellierung der Küste habe in den vergangenen Jahren enorme Fortschritte gemacht. Zwar seien die Bewegungsvorgänge in der Luft und im Wasser inzwischen recht gut erforscht. Die große fachliche Herausforderung der näheren Zukunft liege jedoch darin, die Wechselwirkungen zwischen diesen Kompartimenten besser zu verstehen. Ein weiterer Schwerpunkt, den Corinna Schrum für ihr Teilinstitut sieht: Sie möchte den direkten Einfluss des Menschen auf die Küste intensiver untersuchen. Von Interesse seien auch die Konflikte, die sich durch die gelegentlich konkurrierende Nutzung ergeben können – etwa wenn Touristen oder Fischer sich durch neue Offshore-Windparks gestört fühlen. All diese Aufgaben seien jedoch nur im Verbund mit anderen Wissenschaftlern zu bewältigen. „Als einzelner Forscher kann ich mein ganzes Leben lang an einem einzigen Prozess arbeiten, an einem einzigen Term. Aber das System Küste kann ich als Einzelforscher niemals verstehen.“ Dafür brauche es die Zusammenarbeit vieler. Das große Team voller Spezialisten.

„Ein solches Team findet man nur in Geesthacht.
Das hat mich gereizt.“

Corinna Schrum hat eine komfortable Position in Norwegen aufgegeben. Nicht aus Karrieregründen. Nicht wegen des Geldes. Sondern weil sie erkannt hat, wie begrenzt die Kraft eines Einzelnen ist. „So ist es nun mal in der Wissenschaft: Wir wissen alle viel – aber von den meisten Dingen wissen wir wenig oder nichts.“ Corinna Schrum will die Küste verstehen. Und vielleicht hat sie jetzt den Ort gefunden, an dem ihr das besser gelingen kann als irgendwo sonst auf der Welt.

Autor: Jochen Metzger



Den Klimawandel prognostizieren – nicht produzieren

Interview mit Prof. Thomas Ludwig –
Deutsches Klimarechenzentrum

Thomas Ludwig ist Herr der FLOPS und Bytes:
Der Informatiker leitet in Hamburg das
Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ),
Deutschlands zentrale Anlaufstelle für Forscher,
die verstehen wollen, wie sich unser Klima langfristig
verändert. Seine Supercomputer können gewaltige
Datenmengen berechnen und speichern –
und liefern auch den Wissenschaftlern am HZG
detaillierte Simulationsergebnisse.



Wir können inzwischen viele Komponenten parallel berechnen. Die Experten des HZG schauen auch auf die Luftströme, um Aussagen über die künftige Entwicklung von Wind und Wellen treffen zu können.

Herr Ludwig, Deutschland gehört in der Klimaforschung zu den weltweit führenden Nationen. Verdankt die Wissenschaft diesen Rang auch Ihrem Klimarechenzentrum, dem DKRZ?

In gewisser Weise ja – auch wenn wir nur die Infrastruktur für diesen Erfolg stellen. Aber in diesem Forschungszweig lassen sich nun einmal viele Fragen nicht klären ohne die immensen Rechenkapazitäten von Hochleistungszentren wie dem unseren.

Warum?

Weil die Forscher sehr komplexe globale Entwicklungen berücksichtigen müssen, zum Beispiel in so unterschiedlichen Regionen wie der Arktis und der Sahara. Und das über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren – erst dann spricht man im wissenschaftlichen Sinne von Klima. Viele Wissenschaftler wählen aber auch deutlich längere Perioden oder blicken zurück auf die letzten Eiszeiten. Stimmen die Rechenergebnisse mit anderen Daten wie zum Beispiel denen von Eisbohrkernen überein, ist das ein deutlicher Hinweis auf ihre Belastbarkeit.

Als es dem Rechenzentrum vor 25 Jahren gelang, in einem Klimamodell parallel zwei Entwicklungen zu berechnen – die des Ozeans und die der Atmosphäre – galt dies als entscheidender Schritt für den Erfolg des DKRZ. Wie viele Faktoren können heutige Modelle Ihres Hauses integrieren?

Ein Vielfaches der damaligen zwei Komponenten! Je nach Projekt berücksichtigen die Forscher heute zum Beispiel auch das Wachstum von Algen in einer Meeresregion oder die



Wir erreichen im weltweiten Vergleich Platz 34 der 500 leistungsstärksten Hochleistungsrechner.



ZUR PERSON

Thomas Ludwig

Thomas Ludwig promovierte und habilitierte sich an der Technischen Universität München, wo er zwischen 1988 und 2001 im Bereich Hochleistungsrechnen forschte.

2001 folgte er einem Ruf an die Universität Heidelberg, an der er bis 2009 am Institut für Informatik eine Professur für Parallele und Verteilte Systeme innehatte. Seit 2009 ist er der Geschäftsführer der Deutsches Klimarechenzentrum GmbH (DKRZ) und Professor für Wissenschaftliches Rechnen an der Universität Hamburg.

Sein Forschungsfeld umfasst die Speicherung großer Datenmengen, Energieeffizienz, Konzepte zur Performance-Analyse sowie parallele Systeme.

landwirtschaftliche Nutzung eines Gebietes. Die Experten des Helmholtz-Zentrums Geesthacht schauen auch auf die Luftströme, um Aussagen über die künftige Entwicklung von Wind und Wellen treffen zu können. Gleichzeitig können wir heute auch die Dynamik des Klimawandels viel besser berücksichtigen: kaum ein Wert, mit dem wir arbeiten, bleibt ja über die Jahre konstant. Teilweise verstärken sich Entwicklungen sogar gegenseitig: Schrumpft in einer Region durch den Temperaturanstieg zum Beispiel der Waldbestand, gibt es weniger Bäume, die Sauerstoff produzieren oder CO₂ aufnehmen können. So kann sich der Klimawandel sogar noch verstärken. Diese Kreisläufe können wir mittlerweile in unseren Modellen nachbilden.

Dazu benötigen Sie eine gewaltige Rechenleistung – wie hat sich die Kapazität des DKRZ seit seiner Gründung vor 30 Jahren entwickelt?

Weltweit hat sich die Rechenleistung alle zwölftehalb Jahre um den Faktor 1.000 erhöht – und das DKRZ liegt hier im Trend. Seit unserer Gründung im Jahr 1987 hat sich die Kapazität damit insgesamt um etwa fünfzehn Millionen gesteigert. Heute stehen bei uns im dritten Stock des Zentrums Computer mit insgesamt 100.000 Prozessorkernen – mehr als drei Milliarden Rechenoperationen können

diese Rechner pro Sekunde stemmen! Damit erreichen wir im weltweiten Vergleich Platz 34 der 500 leistungsstärksten Hochleistungsrechner. Untergebracht sind diese Komponenten in 79 Schränken, jeder so groß wie eine Telefonzelle und eine Tonne schwer. Auch für die Statiker unseres Gebäudes war die Installation der Geräte deshalb eine Herausforderung. Dazu kommt noch unser Datenarchiv, das zu den größten der Welt gehört. Es speichert so viele Daten wie etwa 135.000 Notebooks, online abrufbar für Wissenschaftler überall auf der Welt. Wie rasant sich die Rechenkapazitäten unseres Hauses entwickelt haben, sieht man auch im Rückblick: Schon unser erster Supercomputer zählte zu den größten Rechnern der Welt. Er nutzte damals aber nur einen einzelnen Prozessor, der die Leistung eines heute üblichen Smartphones hatte.





Erwarten Sie eine ähnliche Entwicklung auch für die Zukunft?

Zumindest für die kommenden Jahrzehnte. Schon unser nächster Computer, der 2020 in Betrieb geht, wird die Rechenleistung voraussichtlich wieder vereinfachen. Finanziert wird er erneut von der Helmholtz-Gemeinschaft, dazu kommen dieses Mal die Max-Planck-Gesellschaft und die Stadt Hamburg.

Sie legen sehr viel Wert auf die Energieeffizienz Ihrer Rechner. Da Sie aber gleichzeitig die Rechenkapazität stetig steigern, stehen Sie zwangsläufig vor einem Dilemma: Immer mehr Leistung braucht immer mehr Strom, oder?

Überraschenderweise nicht. Unser derzeitiger Computer verbraucht sogar weniger Strom als sein Vorgängermodell – obwohl er zwanzig Mal so viel leistet. Das gelingt durch ein spezielles Kühlsystem, das es uns erlaubt, auf Ventilatoren in den Rechnerknoten zu verzichten. Stattdessen kühlen Wasserleitungen die Prozessoren.

Unser derzeitiger Computer verbraucht sogar weniger Strom als sein Vorgängermodell – obwohl er zwanzig Mal so viel leistet.

Das Wasser heizt sich dabei auf bis zu 50 Grad auf und wird dann auf das Dach unseres Gebäudes geführt, wo es wieder abkühlt und danach zurück in den Kreislauf fließt. Das besondere daran ist die hohe Hitzetoleranz dieses Systems: Es funktioniert sogar mit 40 Grad warmem Wasser, weshalb wir die Flüssigkeit nicht so stark herunterkühlen müssen wie in anderen Rechnermodellen. Dies gelingt uns ohne Kühlaggregate auch im Sommer, wobei uns aber natürlich auch das vergleichsweise frische Wetter hier in Hamburg in die Karten spielt. Insgesamt können wir so Stromkosten von 300.000 Euro im Jahr sparen.

Außerdem nutzen wir ausschließlich Ökostrom – schließlich wollen wir den Klimawandel prognostizieren, nicht produzieren. Ob uns allerdings mit dem nächsten Rechner eine ähnlich gute Energiebilanz gelingt, müssen wir noch abwarten: Die Technik der Computer ändert sich so schnell, dass ich heute noch nicht sagen kann, welches Modell im Jahr 2020 bei uns in Betrieb geht.

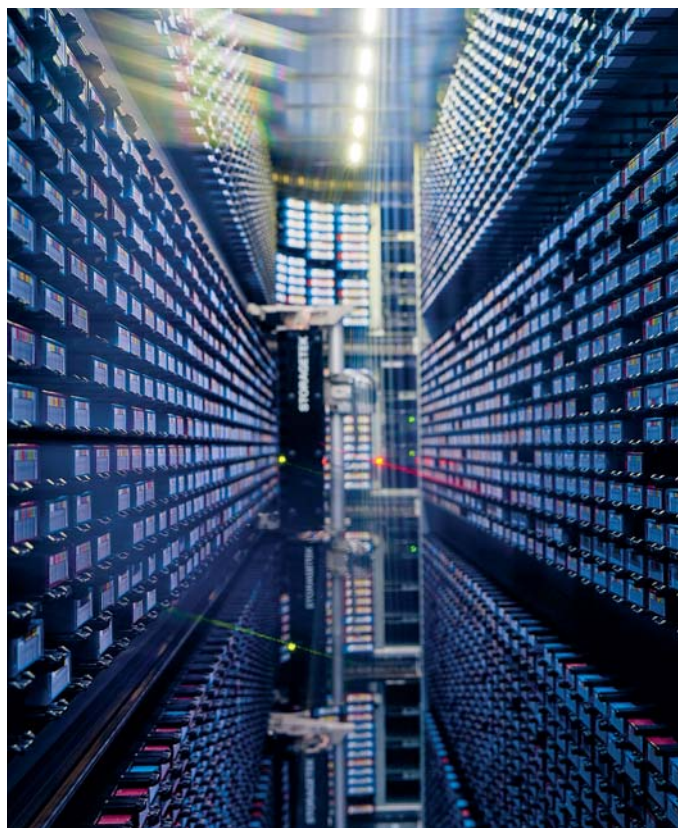
Wie sind Sie als Informatiker überhaupt zur Klimaforschung gekommen?

Mich hat das wissenschaftliche Rechnen schon immer fasziniert: diese komplexen Modelle, die man im Dienste der Wissenschaft entwickelt. Das sind zwar rein mathematische Konstrukte, aber ja keine wissenschaftlichen Spielereien, sondern diese Simulationen dienen meist Forschungszweigen, die von elementarer Bedeutung für alle Menschen sind. In der Medizin zum Beispiel, wo ich meine Karriere gestartet habe, berechnen wir damit den Verlauf von Erkrankungen wie Krebs.

Und auch in der Klimaforschung haben die Rechenprogramme besondere Relevanz: Zum einen prognostizieren sie Entwicklungen, die viele Menschen betreffen werden, etwa weil der Klimawandel Landstriche unbewohnbar macht oder Böden keine Ernte mehr einbringen könnten. Zum anderen aber auch, weil die Wissenschaftler dieser Disziplin stark unter Beschuss stehen. Deshalb muss die IT hier besonders zuverlässige Daten liefern. Da fühle ich mich herausgefordert! Üblich sind deshalb zum Beispiel so genannte Ensemblerechnungen: Dabei wird derselbe Prozess 20 Mal immer wieder mit leicht veränderten Ausgangswerten berechnet. Nur um sicher zu gehen, dass man keine tendenziösen Werte nutzt. Erst wenn unsere Modelle auch dabei eindeutige Ergebnisse liefern, gelten sie als valide. Deshalb kann ich mit voller Überzeugung sagen: Die Klimaforschung arbeitet mit extrem zuverlässigen Daten. Ich habe noch keine Wissenschaft gesehen, die derartigen Aufwand in die Qualitätssicherung steckt.

Lassen sich an den Forschungsanträgen, die bei Ihnen eingehen, die Trends der Klimaforschung ablesen?

Sicherlich, vor allem aber zeigt sich, wie stark sich die Themen mittlerweile diversifizieren: Die Bandbreite der vielen hundert Projekte hier am Haus ist enorm. Da ist auf der einen Seite der Blick über gewaltige Zeitspannen oder riesige Gebiete und dann auf der anderen Seite die Darstellung von so fragilen Gebilden wie Wolken, deren Bewegungen wir nur über einen Zeitraum von wenigen Minuten abbilden. Wir werden aber nicht nur zeitlich flexibler, sondern auch räumlich: Früher reichten unsere Rechenkapazitäten nur für Gitter aus mit einer Kantenlänge von 500 Kilometern. Für ganz Deutschland konnten wir damals also nur drei Messpunkte berücksichtigen. Da ist die Forschung längst weiter: Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Geesthacht zum Beispiel beobachten einzelne Regionen in Europa und Deutschland detailliert und bilden die dortigen Oberflächen auf zehn Kilometer genau nach – das ist wichtig, denn der Klimawandel kann sich auch innerhalb eines Landes sehr unterschiedlich auswirken, an den Küsten zum Beispiel mehr Stürme und Überschwemmungen mit sich bringen, während im Binnenland die Böden austrocknen.



Als Direktor des Deutschen Klimarechenzentrums sind sie regelmäßig konfrontiert mit teils sehr bedrückenden Forschungsergebnissen. Frustriert sie das nicht manchmal?

Natürlich lassen mich die Ergebnisse nicht kalt, dazu sind sie oft zu alarmierend. Aber ich suche eher eine professionelle Distanz zu ihnen. Manchmal können die Katastrophenszenarien sogar beeindruckend schön sein: Vor Kurzem habe ich die Simulation eines Tornados gesehen – die hätte aus einem Hollywood-Blockbuster stammen können. Und dann denke ich mir: Wir müssen hier sauber arbeiten – und Beweise dafür sammeln, was auf uns zukommt, wenn wir nichts unternehmen.



Das Interview mit Prof. Dr. Thomas Ludwig führte die Wissenschaftsjournalistin Jenny Niederstadt im DKRZ.

Vom Schülerlaboranten zum Doktoranden

**Martin Reiman –
der Maschinenbauer,
der zurückkehrte
in seine Heimat Geesthacht**



Martin Reimann – arbeitet an neuen Fügeverfahren

Es ist ein warmer und sonniger Tag, an dem Martin Reimann für ein Gespräch Zeit hat. In seinem Büro, das sich der Maschinenbauer mit einem Kollegen teilt, stapelt sich Papier. Kurzerhand schlägt er vor, an die frische Luft zu gehen. Gesagt, getan: Er trägt einen Tisch aus der Experimentierhalle heraus, es folgen zwei Stühle und wir sitzen im Schatten hinter dem Gebäude. Dann beginnt er zu erzählen.

Seinen ersten Kontakt mit dem HZG hatte der gebürtige Geesthachter im Schülerlabor „Quantensprung“. Damals besuchte er das Otto-Hahn-Gymnasium in Geesthacht. „In der zehnten Klasse waren wir für einen Tag beim ehemaligen GKSS und haben einen Brennstoffzellenstecksatz an eine Windturbine angeschlossen“, sagt der 29-Jährige. Sein Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Themen war schon immer groß. „Nach der Schule war mir eigentlich gleich klar, dass ich Maschinenbau studieren möchte.“

Das hat er gemacht: An der Technischen Universität Darmstadt hat Martin Reimann sowohl seinen Bachelor als auch seinen Master absolviert. Zwischendurch gab es immer wieder Studienarbeiten und Praktika, die ihn zur Lufthansa Technik AG nach Hamburg und sogar nach London führten. Dort hat er unter anderem in der Triebwerksreparatur und -wartung geforscht. „Wir haben untersucht, welche Veränderungen und Eigenschaften bestimmte Reparaturverfahren mit sich bringen. Wird ein Bauteil durch die Reparatur leichter? Effizienter? Besser? Oder hat die Reparatur negative Auswirkungen? So können wir entscheiden, ob sich eine Reparatur lohnt, oder ob das Bauteil vielleicht besser komplett erneuert werden muss“, erklärt Reimann.

Die Praktika haben dem Maschinenbauer gut gefallen, weshalb er auch seine Masterarbeit bei der Lufthansa Technik schrieb. Dafür hat er das „Reibpunktschweißen“ in einer neuen Anwendung getestet. Bei dieser Technik werden verschiedene Bleche so miteinander verbunden, dass sie nicht schmelzen, sondern in festem Zustand miteinander verfügt werden. Dazu wird ein spezielles Werkzeug verwendet, das beim Aufdrücken auf die zu verbindenden Bleche Reibungswärme durch Rotation erzeugt.

Seine Promotion findet nun im Rahmen eines Technologietransferprojekts statt – auch hier wieder in Kooperation mit der Lufthansa Technik. Am HZG arbeitet er im Institut für Werkstoffforschung in der Abteilung Festphase-Fügeprozesse.

„Das klingt alles, als wäre es geplant gewesen. Tatsächlich ist es aber ein Zufall, dass ich immer wieder mit der Lufthansa gearbeitet habe – und dass ich wieder hier in Geesthacht gelandet bin. Das war einfach Glück.“

In seiner Arbeit untersucht der Doktorand, welche verschiedenen Anwendungen im Zusammenhang mit dem Verschließen von Bohrlöchern denkbar sind. Reimann erklärt: „Dazu führe ich Machbarkeitsstudien durch. Ich untersuche Werkstücke, die ein Loch haben, und prüfe, ob und wie genau diese mit dem Reibpunktschweißverfahren geschlossen werden können.“ Seine Promotion, die über seinen Doktorvater und HZG-Institutsleiter Prof. Dr. Norbert Huber an der TU Hamburg angegliedert ist, läuft über drei Jahre, im Dezember 2017 ist Abgabe.

Gibt es schon erste Ergebnisse? „Definitiv. Das Verfahren kann auf jeden Fall zum Verschließen der Bohrlöcher genutzt werden. Mögliche Anwendungen sind aber nicht nur Reparaturen, sondern auch die Produktion von Tanks, Raketenteilen oder Satellitentanks.“ Im Moment läuft alles nach Plan.

„Das Schöne an meiner Arbeit ist, dass ich mit einem konkreten Ziel forsche. Es tut gut, zu wissen, dass die Ergebnisse verwendet werden.“

Auch wenn ihm seine Forschung viel Freude bereitet – nach Feierabend zieht es ihn oft in die Natur: Dann lässt er sich auf der Insel Fehmarn den Wind um die Nase wehen und geht gemeinsam mit seinem Büro-Kollegen Kitesurfen. „Wir packen dann schon vor der Arbeit unsere Sachen und fahren direkt vom HZG an die Ostsee. Da haben wir dann mit Glück noch zwei sonnige Stunden, die wir auf dem Wasser ausnutzen können“, erzählt er. Und auch im Winter lässt er sich das Kiten nicht nehmen: „Dieses Jahr war ich in Norwegen zum Snowkiten – das ist wie auf dem Wasser, nur, dass man sich vom Drachen durch die schneebedeckte Landschaft ziehen lässt.“

Rätsel lösen mit Modellen

ATMOSPHÄRENSIMULATION

Wie verteilen sich Schadstoffe in der Atmosphäre?

AUSWAHL DER MODELLIERUNGSMETHODE

- Numerische Methode
- Kontinuumsmodellierung
- Finite Elemente Analyse



$$f(x) = \sum c_i \cdot v_i(x), c_i \in \mathbb{R}.$$

DATEN

Wie zuverlässig die Vorhersage ist, hängt von der Qualität des zugrunde liegenden mathematischen Modells und den verwendeten Daten ab. Weder im Atmosphärenmodell noch mit der Kontinuums bzw. Numerischen Simulation ...



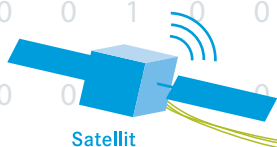
BERECHNUNG

Die Auswahl der relevanten Eingangsdaten ist die Voraussetzung für eine effektive und aussagekräftige Berechnung. Die komplexen Simulationen werden auf Großrechnern ausgeführt. Den Wissenschaftlern des HZG stehen dafür das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) und hausinterne Computer-Cluster zur Verfügung.



ÜBERPRÜFUNG

Ob die Ergebnisse der Berechnungen verlässlich sind, muss überprüft werden. Bei atmosphärenchemischen Berechnungen werden die Ergebnisse mit den tatsächlich beobachteten Entwicklungen, beispielsweise aus Satelliten-Messungen, verglichen. Für Werkstoffmodelle werden Daten aus Experimenten herangezogen und mit den berechneten Daten abgeglichen. Bestätigte Ergebnisse fließen für zukünftige Berechnungen jeweils in ...



Satellit

NUMERISCHE METHODE

Physikalische und chemische Vorgänge können durch einen Satz von Differentialgleichungen beschrieben werden. Die relevanten Größen, z.B. der Erdoberfläche

lassen sich aber nicht analytisch berechnen. Stattdessen wird der Raum in einzelne Zellen aufgeteilt, die ein Gittersystem bilden. Man betrachtet lediglich

den Mittelwert einer Eigenschaft innerhalb einer Gitterzelle und dieser wird als repräsentativ für die gesamte Zelle angesetzt.

Die Modellierung arbeitet mit vielen Unbekannten, die, wenn sie ins Modell einfließen sollen, berechnet werden müssen. Kontinuumsmodelle beschrei-

Wie verbreiten sich Schiffsabgase in Küstenregionen? Wie schnell wird ein Magnesium-Implantat im Körper abgebaut? Mit Modellen und Simulationen rücken Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Antworten immer näher. Am Anfang steht die Forschungsfrage – doch wie geht es weiter? Wie funktionieren diese Modelle?

Wissenschaftler des HZG müssen Daten aufbereiten und die Ergebnisse überprüfen.



AUSWAHL DER MODELLIERUNGSMETHODE

- ▷ Numerische Methode
- ▷ Kontinuumsmodellierung
- ▷ Finite Elemente Analyse

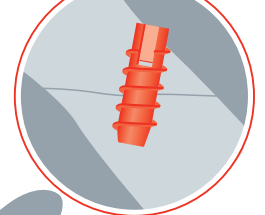
WERKSTOFFMODELL

Wie lange braucht eine Magnesiumschraube, um sich im Körper aufzulösen?

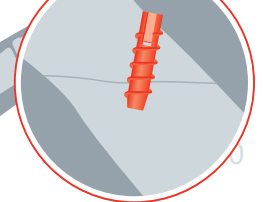


Magnesiumschraube

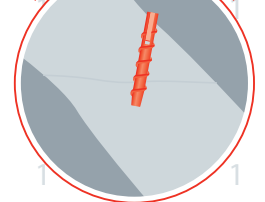
TAG DER OPERATION



NACH EINIGEN WOCHEN



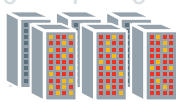
NACH EINIGEN MONATEN



DATEN

können alle erdenklichen Einflussfaktoren in eine Simulation einbezogen werden. Wichtig ist, die Parameter zu identifizieren, die für das Ergebnis eines physikalischen/chemischen Prozesses entscheidend sind.

Computer-Cluster



BERECHNUNG

Physikalische Prozesse hängen von einer Vielzahl verschiedener Faktoren ab. Zum Beispiel von der Geometrie, von der Wechselwirkung mit der Umgebung oder den Materialeigenschaften. Simulationen bilden diese Prozesse in einem Computermodell nach, um sie zu analysieren und daraus Erkenntnisse abzuleiten.

ÜBERPRÜFUNG

Datenbanken ein, die dadurch immer detaillierter werden. So können beispielsweise Vorhersagen für Schadstoffausbreitungen gemacht werden. Im Bereich der Biomaterialforschung wird das neue Material nach zahlreichen Überprüfungen und klinischen Tests bei Patienten eingesetzt. Ungültige Ergebnisse müssen die Wissenschaftler verwerfen und im Prozess wieder ein paar Schritte zurückgehen.



Krankenhaus

KONTINUUMSMODELLIERUNG

ben ein Gebiet mit einem oder mehreren Gleichungssystemen, welche gekoppelt als Funktion von Raum und Zeit gelöst werden. Das hat den Vor-

teil, dass Veränderungen des Gesamtsystems, sogar bei nur einer winzigen Veränderung, vorhergesagt werden können.

FINITE ELEMENTE ANALYSE (FEA)

Mit FEA werden virtuell Bauteile am Computer berechnet und zum Beispiel Verformungen und Spannungen unter Krafteinfluss simuliert. Es ist ein mathematisches

Verfahren, um Differentialgleichungen zu lösen. In den 1970er Jahren kamen erste FEA-Computerprogramme auf den Markt.

Im Zentrum

Wasserstoffforschung am HZG



Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Geesthacht erforschen Metalle, die Wasserstoff speichern. Sie entwickeln dazu Tank-Prototypen und optimieren die Materialien für mobile und stationäre Anwendungen. Im Inneren der Speicher befinden sich unterschiedliche Gemische leichter Metalle wie zum Beispiel Natrium, Aluminium oder Magnesium. Gibt man gasförmigen Wasserstoff hinzu, entstehen unter bestimmten Bedingungen sogenannte Metallhydride.

Doch wie viel Wasserstoff bindet das Metall?

Das messen die Wissenschaftler unter anderem mit einem Oberflächen- und Porositätsmessgerät. In dem Glasbehälter befindet sich das Metallhydridpulver. Die Probe wird in einen Behälter mit Flüssigstickstoff getaucht, um sie auf

eine Temperatur von 77 Kelvin (das sind -196 Grad Celsius) abzukühlen. Gleichzeitig wird eine bestimmte Menge gasförmigen Stickstoffs in den kleinen Proben-Glasbehälter hinein geleitet. Die Gasmoleküle lagern sich dabei auf der Oberfläche des Metallhydrids an. Die Forscher vergleichen nun den Druck vor der Anlagerung und danach. Damit können sie berechnen, wie viel Stickstoff sich angelagert hat und damit, wie groß die Oberfläche des Metallhydrids ist. Je größer diese Oberfläche, desto schneller kann sich Wasserstoff anlagern und gespeichert werden.



Ein Video des Filmemachers Tim Peters gibt einen Einblick hinter die Kulissen der Wasserstoffforschung. Außerdem zeigt eine Bildergalerie weitere Details. Mehr unter: www.hzg.de/h2.

Experimente mit Magnesium-Legierung verbessern Datenbank

Erste Ergebnisse eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projektes am HZG zeigen, dass die Daten in Hinblick auf Magnesium-Neodym-Zink-Legierungen verbessert werden müssen. Diese Art von Legierungen kann in der Zukunft im Leichtbau von Autos oder Flugzeugen oder auch in der Medizintechnik eingesetzt werden.

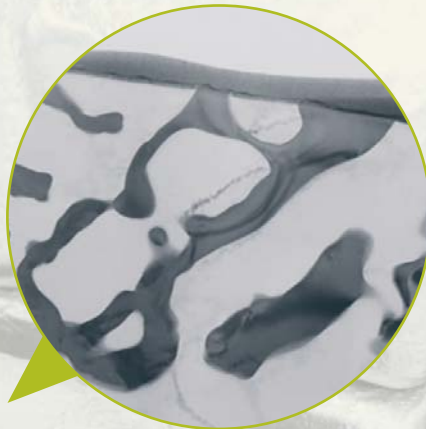
Das Projekt, das im November 2015 angelaufen ist und eine Dauer von zwei Jahren hat, wird im Magnesium Innovation Centre (MagIC) in der Abteilung Magnesium-Prozesstechnik realisiert. Die drei HZG-Wissenschaftler Dr. Domonkos Tolnai, Dr. Serge Gavras und Dr. Tungky Sosro Subroto arbeiten gemeinsam mit Studierenden an dem Projekt.

Worum geht es?

Magnesium, das wegen seiner geringen Dichte im Leichtbau sehr beliebt ist und auch in der Medizin im Zusammenhang mit resorbierbaren Implantaten erforscht wird, wurde erstmals in einer speziellen hochlegierten Legierung untersucht: Magnesium-Neodym-Zink (Mg-Nd-Zn-Legierung). Magnesium besitzt sehr gute spezifische Eigenschaften, ist aber wegen seiner hexagonalen Gitterstruktur bei Raumtemperatur schlecht umformbar, was für die Produktion von Bauteilen durch Verformung ein Problem darstellt. Deshalb haben die Wissenschaftler eine Verbindung mit einem Metall der Seltenen Erde (Neodym) angestrebt. Da dieses Element jedoch, wie der Name schon sagt, selten ist, haben die Forscher zusätzlich das Element Zink eingefügt, um den Anteil an Neodym zu senken. Durch die Zugabe von Zink zu der Magnesium-Seltenerdmetall-Legierung verändert sich die Mikrostruktur. Das beeinflusst auch die mechanischen Eigenschaften.

Was ist das Ziel?

Das Ziel der Wissenschaftler ist es, ein kostengünstiges Magnesium-Legierungssystem zu entwickeln, das je nach Anwendungsbedarf verändert werden kann. Durch eine Modifikation der Legierungszusammensetzung könnten dann die mechanischen Eigenschaften eingestellt werden. Letztendlich soll es möglich werden, vermehrt Magnesium-Legierungen in kommerziellen Anwendungen einzusetzen – bei geringeren Kosten als herkömmlich.



Was wird genau untersucht?

Die Magnesiumforscher wollen wissen, welche verschiedenen Phasen die Legierung während der Erstarrung durchläuft und welche Mikrostruktureigenschaften diese innehaben. Das ist unter anderem für die Produktion von Anwendungsprodukten wichtig. Dabei wollen die Forscher verstehen, welchen Einfluss das Verhältnis von Neodym und Zink auf die mechanischen Eigenschaften der Legierung hat.

Wie wird daran geforscht?

In dem Projekt wurde eine Kombination von Synchrotron-Diffraktion und Synchrotron-Tomographie eingesetzt. Validiert

wurden diese Ergebnisse durch Untersuchungen mit zwei verschiedenen Elektronenmikroskopen: dem Rasterelektronenmikroskop zur Bildgebung sowie dem Transmissionselektronenmikroskop zur quantitativen Analyse der Mikrostruktur. Zusätzlich wurden Zug- und Druckversuche durchgeführt. So wurde untersucht, wie sich die Legierung und mit ihr die Eigenschaften unter thermo-mechanischer Belastung, also zum Beispiel unter Zunahme von Temperatur, Zug oder Druck, verändern. Die meisten Experimente konnten am HZG durchgeführt werden, für die Synchrotron-Untersuchungen haben sie jedoch auch am Deutschen Elektronensynchrotron DESY in Hamburg und am Paul Scherrer Institut PSI in der Schweiz geforscht.

Was sind die Ergebnisse?

Eines der überraschendsten Ergebnisse war, dass die bisher in der Theorie bekannten Daten nicht mit den Werten aus den Experimenten übereinstimmen. Das bisher gültige Zustandsdiagramm, das die Phasen im Gleichgewicht beschreibt, muss nun korrigiert werden. Durch die gewonnenen Daten sind in Zukunft genauere Modellierungen im Bereich der Werkstoffforschung möglich.

Die Forscher haben so jede Menge Wissen über die Magnesium-Neodym-Zink-Legierung gesammelt: Sie wissen, wie die Phasen in der Mikrostruktur während des Gießens und nach Wärmebehandlungen aussehen und wie sie sich während der Erstarrung und unter thermo-mechanischer Belastung verändern und was dabei passiert. Doch auch wenn das Projekt bald abgeschlossen ist und einige Lücken bereits geklärt werden konnten – die Forschung ist noch lange nicht zu Ende.

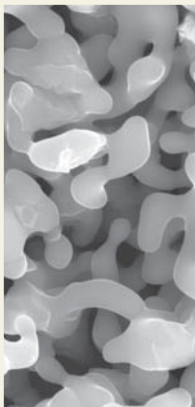
Fest wie Stahl, nachgiebig wie eine Feder

Neuartiger Verbundwerkstoff
könnte bessere Knochenimplantate
ermöglichen



Die Wissenschaftler Jürgen Markmann und
Ilya Okulov (re.) im Labor.

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme
einer porösen Titannioblegierung, die durch
Flüssigmetall-Legierungskorrosion hergestellt
wurde. Das Magnesium wurde bereits herausgeätzt.
Es bleibt eine Netzwerstruktur aus miteinander
verbundenen Ligamenten und einem Porenraum,
der danach mit Polymer infiltriert wird.



Ein Labor am HZG-Institut für Werkstoffforschung. Jürgen Markmann zeigt auf eine winzige Materialprobe, eingezwängt in eine wuchtige Presse. „Das ist unsere Prüfmaschine“, erklärt der Physiker. „Ein Sensor misst, mit wie viel Kraft ein Material zusammengedrückt wird. Und ein Laser erfasst präzise, wie stark es sich dabei verformt.“ Bei einer der Proben offenbarte das Messgerät eine bemerkenswerte Eigenschaft: Der Verbundwerkstoff – ein „Schwamm“ aus Titanmetall, dessen Poren mit einem Kunststoff gefüllt sind – ist fest und nachgiebig zugleich. Das könnte ihn für die Medizin interessant machen – als Basis für bessere Knochenimplantate.

Ausgangspunkt des Projekts war ein noch junger Prozess zur Herstellung poröser Metalle, die sogenannte Flüssigmetall-Legierungskorrosion. „Zuerst erzeugen wir eine Legierung aus den Metallen Titan und Kupfer“, sagt Markmann, stellvertretender Leiter der Abteilung hybride Materialsysteme. „So einen Block aus Titan-Kupfer versenken wir dann in einer 800 Grad heißen Magnesiumschmelze.“ Dabei passiert etwas Verblüffendes: Da sich das Kupfer wie magisch vom Magnesium angezogen fühlt, verlässt es den Block und entschwindet in die Schmelze. Daraufhin ordnet sich das Titan im Block so um, dass es eine schwammartige Struktur bildet, mit Porengrößen im Nano- und Mikrometerbereich. In diesen Poren macht sich das geschmolzene Magnesium breit, das dann beim Abkühlen erstarrt.

„Dieses Magnesium lässt sich anschließend mit Salpetersäure herauswaschen“, erklärt Markmanns Kollege Ilya Okulov. Das Resultat: ein kleiner Metallschwamm, der sich zwar gut zusammendrücken lässt, beim Auseinanderziehen aber relativ leicht zerbricht. Um Letzteres zu verhindern, ließen sich die HZG-Forscher einen Trick einfallen: Sie imprägnieren den Schwamm mit einem flüssigen Polymer, also einem Kunststoff.

„Dazu müssen wir sämtliches Gas aus den Poren drängen, sonst steht es dem Füllstoff im Weg“, sagt Okulov. „Außerdem darf das Polymer nicht zu zähflüssig sein, sonst kann es nicht in die Poren eindringen.“ Der russische Postdoc experimentierte mit verschiedenen Prozesstemperaturen und Kunststoffarten. Schließlich schaffte er es, ein flüssiges Polymer binnen weniger Minuten in den Titanschwamm zu bugsieren – sogenannte Kapillarkräfte saugen es förmlich in die Poren hinein. Im Metall härtet das Polymer dann aus, ein neuartiger Verbundwerkstoff ist fertig.

Das Besondere an dem Material: „Es gibt bei mechanischer Belastung hundertmal mehr nach als reines Ti-

tan, ohne dabei kaputtzugehen“, erläutert Markmann. „Wie eine Feder kehrt es in seinen Ursprungszustand zurück.“ Gleichzeitig ist der Polymer-infiltrierte Titanschwamm ähnlich fest wie Stahl – eine einzigartige Materialkombination. Die beiden Physiker stellten sie im Februar gemeinsam mit ihrem Abteilungsleiter Prof. Jörg Weißmüller im Online-Magazin „Nature Scientific Reports“ vor.

Nur: Was lässt sich mit dem neuen Verbundwerkstoff anfangen? Ilya Okulov suchte nach möglichen Anwendungen und stieß auf ein medizinisches Problem: Bei Knochenbrüchen werden heute oft Schienen beziehungsweise Prothesen aus Titan eingesetzt, um die Knochen zu entlasten und zu stabilisieren. Da Titan jedoch deutlich steifer als der Knochen ist, nimmt es bei einer Beanspruchung den überwiegenden Teil der Last auf. Der benachbarte Knochen dagegen wird kaum belastet – was ähnlich wie bei einem nicht beanspruchten Muskel seine Regeneration behindert.

„Vorteilhaft wäre ein Implantationsmaterial, das ähnliche mechanische Eigenschaften wie ein Knochen besitzt“, erklärt Jürgen Markmann. „Dann würde das Implantat den Knochen zwar stabilisieren, aber dennoch so viel Belastung an ihn weitergeben, dass er sich regenerieren und aufbauen kann.“ Ebendiese knochenähnlichen Materialmerkmale zeigt der neue Verbundwerkstoff aus Geesthacht.

Bevor sich aber eine Anwendung denken lässt, müssen die Physiker noch manche Frage klären. Wie reagieren lebende Organismen auf das Material? Die Gefahr: Sollte noch Kupfer im Werkstoff stecken, wäre es für den Organismus giftig. Um das zu prüfen, arbeiten die Forscher mit dem HZG-Bereich „Metallische Biomaterialien“ zusammen. Dort testen die Fachleute routinemäßig neue Werkstoffe auf ihre Biokompatibilität, indem sie Zellkulturen auf ihnen gedeihen lassen. „Bislang sehen die Ergebnisse für unseren Verbundwerkstoff sehr gut aus“, freut sich Ilya Okulov. „Das Material scheint biokompatibel zu sein, das Kupfer ist offenbar komplett entfernt.“

Nun sind die Experten dabei, den Titan-Kunststoff-Verbund weiter zu verbessern. So experimentieren sie statt mit reinem Titan mit einer Legierung aus Titan und Zirkon, was das Material noch einmal deutlich fester macht. Und: Sie wollen versuchen, einen Metallschwamm mit größeren Poren zu formen. „Dadurch sollten sich die Zellen noch leichter auf dem Material ansiedeln“, erklärt Okulov. „Und das dürfte den Heilungsprozess noch einmal beschleunigen.“



Interaktive Küstenforschung für alle



www.coastmapapp.hzg.de

Eine Entdeckungstour durch die Nordsee machen, die industrielle Nutzung des Meeres auf einen Blick sehen und Stoffkreisläufen auf den Grund gehen – das alles und noch viel mehr geht jetzt interaktiv mit der Webapplikation „coastMap“ des Teilinstituts für Biogeochemie des Küstenmeeres.

Die gesamten Informationen und Ergebnisse der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fließen in dieses Projekt ein.

Wie verändern sich Stoffkreisläufe im Küstenmeer durch die Industrie?

Welche Auswirkungen haben Schadstoffe auf das Ökosystem Küste? Daran forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Geesthacht. Zu verschiedenen Forschungsbereichen sind Infos in dieser Grafik eingebaut.

Nutzung der Nordsee

In einer Übersichtskarte der deutschen Nordsee und Nordseeküste können Schiffsrouten, Windparks, Lineare Infrastrukturen, Sedimentannahmegebiete, Nationalparks und Schutzgebiete eingeblendet werden.



Reinhören: Im Resonator-Podcast der Helmholtz-Gemeinschaft spricht Kay Emeis über die Biogeochemie des Küstenmeeres und die coastMap App:

www.resonator-podcast.de/2017/res106



Von der Atmosphäre bis zum Meeresboden

In diesem Bereich der Website können sich Nutzer durch die verschiedenen Ebenen klicken. Angefangen bei der Atmosphäre, die einen erheblichen Einfluss auf die Verhältnisse in der Nordsee hat, über das Wasser bis hin zum Meeresboden, der ein Relikt aus der letzten Eiszeit ist, sind hier Informationen wie Sedimentkarten, Forschungsmethoden, physikalische Prozesse, Nährstoffe aus der Luft und vieles mehr dargestellt.

„Die Nordsee gehört zu den am besten untersuchten Meeresgebieten weltweit“, erklärt Prof. Dr. Kay-Christian Emeis, Institutsleiter und einer der Initiatoren der „coastMap-App“. Dies wird auf der Website durch viele verschiedene Inhalte dargestellt. Anderthalb Jahre Planung und viele Brainstormings, Gespräche und Korrekturrunden hat es gebraucht, bis die interaktive Website im April 2017 online gehen konnte.

Die Themen orientieren sich an den fünf Schwerpunkten des Instituts für Biogeochemie des Küstenmeers: Marine Bioanalytische Chemie, Umweltchemie, Chemietransportmodellierung, Aquatische Nährstoffkreisläufe und Modellierung zur Bewertung von Küstensystemen. Dabei sind die Inhalte so aufbereitet und dargestellt, dass der Nutzer sich eigenständig durch die Themen klicken, die sie wirklich interessieren. Dabei kommen Texte, Grafiken und Videos zum Einsatz. „Es ist uns wichtig, dass die Inhalte für jeden verständlich sind, der sich für die Wissenschaft in unserem Forschungsbereich interessiert“, so Marcus Lange, einer der Redaktionsleiter der Webapplikation und Mitarbeiter in coastMap, und ergänzt: „Wissenschaftliche Paper sind für Laien zum einen nur schwer nachvollziehbar, zum anderen oft auch teuer und nur auf Englisch verfügbar.“

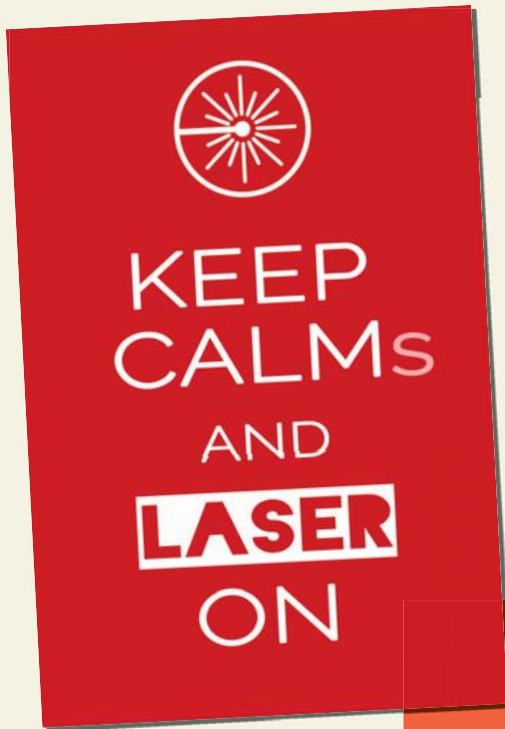
Wie nutze ich die coastMap?

Von der Startseite aus gibt es drei Einstiegsmöglichkeiten:

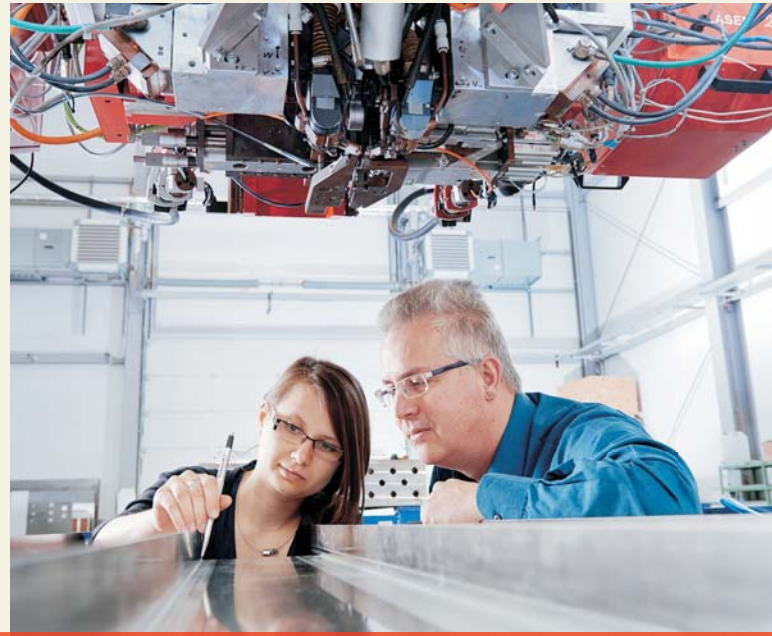
1. Von der Atmosphäre bis zum Meeresboden
2. unsere Nordsee und
3. eine Entdeckungstour.

Je nach Klick gelangen Interessierte zu weiteren Inhalten in Form von Texten, Grafiken, Fotos oder Videos.

Wir wünschen viel Spaß beim Eintauchen!



Josephin Enz
im Gespräch
mit ihrem Kollegen
Stefan Riekehr an
der Laserschweiß-
portalanlage.
Die Wissenschaftler
betrachten eine
Schweißnaht.



Zur Person: Seit Oktober 2015 ist Josephin Enz Juniorgruppenleiterin in der Abteilung „Fügen und Bewerten“ (WMF) im Institut für Werkstoffforschung. Vorher studierte sie Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Werkstofftechnik auf Diplom, absolvierte nebenbei ihren Schweißfachingenieur und promovierte anschließend an der TU Hamburg zum Thema „Laserstrahlschweißen von hochfesten Aluminium-Zink-Legierungen“. Die gebürtige Berlinerin hatte immer schon diesen Forscherdrang, wollte früher schon immer wissen: „Warum ist das so?“. Dabei ist es der studierten Maschinenbauerin besonders wichtig, ein Problem von verschiedenen Blickwinkeln aus zu betrachten. Dazu gehören in ihrem Fall handwerkliches Geschick, theoretische Grundlagen sowie Kreativität: Querdenken ist gefragt.

Sie fräsen die Metalle nicht, sie gießen sie nicht, sie kleben sie nicht – sie schweißen sie. Sie, das sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Gruppe CALMS („Characterization of Laser Additive Manufactured Structures“) im Institut für Werkstoffforschung des HZG. Anders als mit subtraktiven Verfahren werden hier Strukturen mithilfe eines Lasers wortwörtlich zusammengeschweißt.

Durch den schichtweisen Auftrag von Strukturen bieten sich völlig neue Möglichkeiten, die mit den konventionellen Verfahren nicht möglich wären. Das Bauteil-Design kann nun auch nach dem Prinzip „form follows function“ erfolgen. Dadurch können die Strukturen leichter und Treibstoff eingespart werden. Um optimale Bauteileigenschaften zu erreichen und eine konkrete Anwendung zu entwickeln ist jedoch noch eine Menge Grundlagenforschung erforderlich.

Die Abteilung „Fügen und Bewerten“ (WMF) wurde bereits Ende 2015 in zwei Gruppen aufgeteilt: CAMLS und RSE („Residual Stress Engineering“). CALMS beschäftigt sich mit der additiven Fertigung durch Laserstrahlung. Dafür werden zwei unterschiedliche Verfahren eingesetzt und weiterentwickelt:

Eine umgebaute Handschuhbox mit integriertem Roboterarm, eine Pulverförder-Einheit, Anschluss an einen Laser sowie eine Laserschweißanlage, die Draht anstelle von Pulver für den Materialauftrag verwendet. Das Besondere: Keines der Geräte gibt es so zu kaufen. „Wir haben lediglich das Grundgerüst genommen und für unsere Zwecke umgebaut“, erklärt Gruppenleitung Dr. Josephin Enz und fügt hinzu: „Allerdings sind wir noch lange nicht fertig. Beide Anlagen werden stetig weiter optimiert.“ Nun arbeiten die Wissenschaftler daran, verschiedenste metallische Materialien auf ihre Tauglichkeit für den additiven Fertigungsprozess zu prüfen und die resultierenden Bauteile zu charakterisieren.

Zu der Gruppe CALMS gehören neben Josephin Enz noch zwei Doktoranden, eine Masterstudentin, ein Techniker sowie zwei wissenschaftliche Mitarbeiter. Dabei wird jedoch nicht nur innerhalb der Gruppe geforscht: „Wir arbeiten abteilungs- und zentrumsübergreifend“, so Enz. Dazu gehört unter anderem der Arbeitskreis „Tailored Materials and Processes for Generative Manufacturing“, an dem neben dem HZG auch die Leuphana Universität Lüneburg, die Helmut-Schmidt-Universität sowie Partner aus der Industrie beteiligt sind.

Kurzmeldungen

Spatenstich: Photon Science-Gebäude

Für den Neubau buddelten diese Wissenschaftler und Politikerinnen mit Freude im Sand. Hieß es doch am 23. März 2017 den feierlichen 1. Spatenstich für das neue Photon Science-Gebäude zu tätigen. Der Neubau soll Forschungsstätte für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG), der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und des Deutschen Elektronen Synchrotron DESY werden. Dazu der Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, Prof. Dr. Wolfgang Kaysser: „Wir schaffen in diesem gemeinsamen Gebäude eine neue Qualität zur Nutzung von PETRA III. Das gilt für die Partner HZG, CAU und DESY sowie für externe Forschergruppen aus aller Welt. Die Idee langfristiger Kooperationen mit externen Nutzern in unserem „German Engineering Materials Science Centre“ kommt mit diesem Bau einen großen Schritt voran.“



Foto v.l.n.r.: DESY-Direktor Prof. Helmut Dosch, HZG-Geschäftsführer Prof. Wolfgang Kaysser, die Hamburger Forschungs-Staatsrätin Dr. Eva Gümbel, Schleswig-Holsteins Wissenschaftsministerin Kristin Alheit, der Kieler Uni-Präsident Prof. Lutz Kipp, DESYs Administrativer Direktor Christian Harringa und der Leiter des DESY-NanoLabs, Prof. Andreas Stierle.



Leinen los!

Wasserproben nehmen, Wissenschaftlern über die Schulter schauen und spannenden Vorträgen lauschen – das geht jedes Jahr im Sommer auf der „Forschung vor Anker“-Tour der LUDWIG PRANDTL. Dieses Jahr führt die Route durch die Ostsee, genauer gesagt von Sassnitz auf Rügen über Barth nach Timmendorf. Tagsüber ist dort „Open Ship“ mit vielen Aktionen, abends gibt es Vorträge und Diskussionen.

Seit 2009 ist es Tradition, dass die LUDWIG PRANDTL nicht nur der Wissenschaft bei der Forschung hilft, sondern auch Wissen an alle Interessierten vermittelt. Eine Woche lang dauert die Fahrt, die immer wieder zu anderen Orten an der deutschen Nord- und Ostseeküste führt. Das Schiff, das nach dem deutschen Physiker Ludwig Prandtl benannt wurde, ist übrigens speziell für den Einsatz in Küstengebieten konstruiert. Durch den geringen Tiefgang kann es auch in Flachwasserbereichen zu Forschungszwecken eingesetzt werden.

Wer nicht dabei sein kann, hat auf dem Küstenforschungsblog des HZG die Möglichkeit, auf dem Laufenden zu bleiben: Fotos, Berichte und Anekdoten sind dort zu jeder der vergangenen Touren zu finden.



www.kuestenforschung.com



Forschen mit Weitblick

Über digitale Methoden und virtuelle Labore diskutierten Wissenschaftler auf der Jahrestagung 2017 des Helmholtz-Zentrums Geesthacht. Zwei Beispiele: Röntgenaufnahmen, die von HZG-Materialforschern an der Röntgenquelle PETRAIII bei DESY gemacht werden, verschlingen schnell mehrere Terabyte Speicherplatz. Das Datenarchiv, auf das Klimaforscher zurückgreifen, speichert so viele Daten wie etwa 135.000 Notebooks. Wie Küstenforscher und Materialforscher am HZG mit großen Datenmengen arbeiten und was sie daraus lernen, wird von Küstenforscher Dr. Volker Matthias und Materialforscher Dr. Martin Müller erklärt.

**Volker Matthias leitet die
Abteilung Chemietransportmodellierung
am Institut für Küstenforschung**



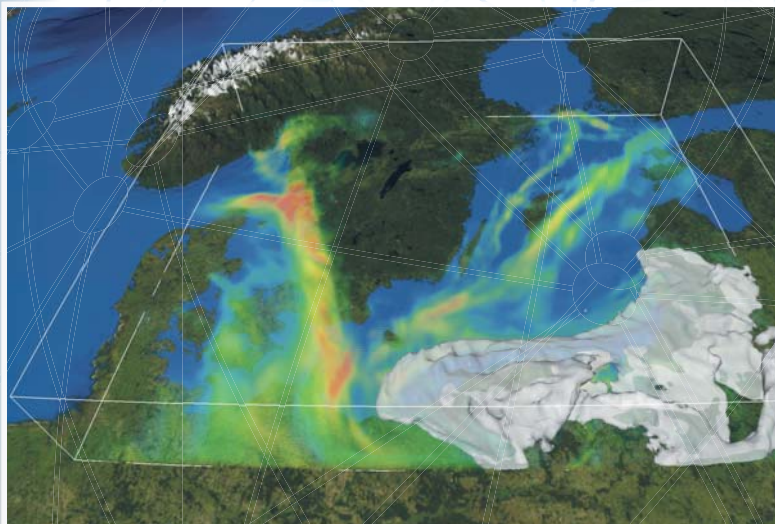
Herr Matthias, Sie möchten verstehen, wie sich Schiffsabgase in Küstenregionen verbreiten. Warum?

Allein auf der Nordsee sind an jedem Tag rund 1000 Schiffe unterwegs. Sie stoßen Schadstoffe wie Ruß, Schwefeldioxid und Stickoxide aus. Seit einiger Zeit dürfen Schiffe auf Nord- und Ostsee nur noch mit schwefelarmen Treibstoffen fahren. Das hat ihre Schwefeldioxid-Emissionen deutlich verringert. Aber bei den Stickoxiden geht nach wie vor ein erklecklicher Teil der Emissionen aufs Konto der Seefahrt. Diese Stickoxide tragen unter anderem zur Bildung von Ozon und Feinstaub bei – insbesondere in Hafenstädten: Schätzungen zufolge stammt ein Drittel der Stickoxidbelastung in Hamburg von Schiffen. Mit unserer Forschung wollen wir herausfinden, wie groß der Anteil der Schifffahrt an den Schadstoffemissionen im Detail ist und wie effektiv Gegenmaßnahmen sein können, etwa die Verwendung von Katalysatoren.

Wie helfen Ihnen Computersimulationen, sogenannte Chemietransportmodelle, bei diesen Arbeiten?

Unsere Simulationen sind mit jenen Computermodellen vergleichbar, die man für die Wettervorhersage nutzt. Dabei berücksichtigen wir zusätzlich Schadstoffemissionen, Stofftransporte und chemische Reaktionen. Unsere Simulationen funktionieren auf der Basis eines Gitters: Wir teilen die Atmosphäre in mehrere 100.000 Gitterzellen ein, und für jede dieser Zellen berechnet der Computer einen Satz chemischer Reaktionsgleichungen. Anschließend tauschen die Zellen ihre Resultate miteinander aus – so simulieren wir den Stofftransport.

Zunächst läuft unsere Simulation mit einem groben Raster für ganz Europa, mit 64×64 Kilometer großen Gitterzellen. Den Nord- und Ostseeraum berechnen wir dann genauer, mit Gitterzellen von 16×16 Kilometern.



Atmosphärensimulation



Rechner im Deutschen Klimarechenzentrum in Hamburg

Am Ende simulieren wir die Nordseeküste mit unserer derzeit besten Auflösung von 4×4 Kilometern.

Wir füttern unsere Modelle mit meteorologischen Daten und den möglichst genauen Abschätzungen für die Emissionen aus Verkehr, Industrie, Haushalten und Landwirtschaft. Den Schadstoffausstoß der Schiffe können wir dabei besonders genau erfassen, indem wir jede einzelne Schiffsbewegung berücksichtigen. Dann lassen wir zwei Simulationen laufen: Eine mit allen Schadstoffquellen, die andere ohne die Schiffsemissionen. Aus der Differenz lässt sich dann der Anteil der Schifffahrt recht genau ableiten.

Mit welchen Computern arbeiten Sie?

Zum einen rechnen wir mit dem hauseigenen Computer-Cluster. Er umfasst rund 2500 Prozessoren, von denen wir 200 bis 300 gleichzeitig nutzen. Außerdem können wir auf den Computer des Deutschen Klimarechenzentrums (DKRZ) zurückgreifen. Für unsere Rechnungen benötigen wir nicht nur viel Speicherplatz, sondern auch Computer, die die Daten schnell wegschreiben können. Bei einer einzigen Simulation kommt ein Datensatz von etwa einem Terabyte heraus, die Rechenzeit beträgt mehrere Tage bis zu einer Woche.

Zu welchen Ergebnissen sind Sie bislang gelangt?

Unter anderem konnten wir zeigen, wie verschiedene Emissionsquellen zusammenwirken. So können Schiffsabgase mit den Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft reagieren und Feinstaub-Partikel bilden. Außerdem haben wir mit unseren Simulationen in die Zukunft geschaut und verschiedene Szenarien berechnet. Ein Beispiel: Ab 2021 dürfen alle neu gebauten Schiffe auf Nord- und Ostsee nur noch ein Viertel der heutigen Stickoxid-Menge ausstoßen. Wie wirkt sich das im Jahr 2030 aus, wie 2040? Für das Jahr 2040 sagen unsere Simulationen voraus, dass die Stickoxid-Belastung um bis zu 80 Prozent sinkt, wobei wir zusätzlich angenommen haben, dass die Schiffe deutlich weniger Treibstoff verbrauchen. Für 2030 allerdings sieht man noch nicht so viel, dann nämlich sind noch viele alte Schiffe unterwegs, für die der schärfere Grenzwert nicht gilt. Wollte man eine schnellere Verbesserung erreichen, müsste man darüber nachdenken, ältere Schiffe mit Katalysatoren nachzurüsten.

Und welche Pläne hegen Sie für die Zukunft?

Unter anderem möchten wir die Auflösung unserer Modelle verbessern, von derzeit 4×4 auf 1×1 Kilometer. Dann könnte man Regionen wie den Hamburger Hafen besser abbilden. Dazu braucht es schlicht mehr Rechenpower. Außerdem planen wir, typische Big Data-Methoden zu verwenden: Um die Emissionen aus dem Straßenverkehr genauer zu erfassen, könnten man Verkehrsinformationen oder die Daten von Toll Collect nutzen. Und um zu sehen, welche Schadstoffe zu verschiedenen Jahreszeiten aus der Landwirtschaft stammen, könnte man auf Satellitendaten zugreifen.

Vielen Dank für das Gespräch.

**Am Institut für Werkstoffforschung
leitet Prof. Martin Müller das
„German Engineering Materials Science Centre“ GEMS**



Helmholtz-Inkubator Information & Data Science

Um den Umgang mit großen Datenmengen – Big Data – in der Wissenschaft zu verbessern, entstand die neue Initiative des Helmholtz-Präsidenten, der „Helmholtz Inkubator Information & Data Science“. Der Inkubator setzt sich zusammen aus 36 IT- und Data Science Experten aus allen Helmholtz-Zentren und wird von Fachleuten aus der forschenden Industrie unterstützt.

Herr Müller, am Helmholtz-Zentrum Geesthacht nimmt GEMS eine Sonderstellung ein. Was ist das Besondere?

Unsere Labors befinden sich nicht in Geesthacht. Stattdessen betreiben wir mehrere Messinstrumente an zwei Großanlagen – an PETRA III bei DESY in Hamburg sowie am FRM II in Garching bei München. Der Speicherring PETRA III erzeugt extrem brillantes Röntgenlicht, der Forschungsreaktor FRM II liefert Neutronen. Beides sind hocheffiziente Werkzeuge, um das Innere von Werkstoffen zu analysieren.

Was tragen Sie zu den Arbeiten der HZG-Werkstoffforscher bei?

Gemeinsam mit dem Institutsteil von Prof. Norbert Huber haben wir uns angesehen, was genau beim Laserschweißen passiert. Mit gebündelter Röntgenstrahlung können wir beobachten, wie der Laserstrahl das Material aufschweißt und wie die Schweißnaht anschließend erstarrt. Ein weiteres Beispiel: In einen der Messplätze haben wir eine Maschine für das Rührreibschweißen integriert – ein maßgeblich am HZG entwickeltes Verfahren. Mit dem Röntgenstrahl von PETRA III lässt sich genauestens verfolgen, wie der Prozess abläuft. Und in letzter Zeit arbeiten wir mit dem Team von Prof. Regine Willumeit-Römer zusammen, um neuartige metallische Biomaterialien zu untersuchen: Wie zersetzt sich eine Knochenschraube aus Magnesium, und zwar bei Bedingungen, wie sie im menschlichen Körper herrschen?

Welche Datenmengen fallen bei diesen Experimenten an?

Schon eine einzelne Aufnahme kann mehrere Gigabyte umfassen. Doch wollen wir den Ablauf eines Prozesses verfolgen, müssen wir Tausende von Bildern kurz nacheinander aufnehmen. Da kommen dann schnell mehrere Terabyte zusammen – mit den künftigen Detektor-Generationen dürften es sogar Petabyte sein. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an Rechner, Datenspeicher und -leitungen. Das gilt auch für die Auswertung der Daten, etwa bei der Darstellung von 3D-Bildern. Um diese Herausforderungen zu meistern, arbeiten wir eng mit den Rechenzentren von DESY und dem FRM II zusammen.



Automatischer Probenwechsler an einer HZG-Beamline am GEMS.

Wie schnell lassen sich die Messdaten anzeigen, wie rasch sind sie für die Experimentatoren verfügbar?

Unser Ziel ist es, die Daten quasi live bzw. mit einer Zeitverzögerung von nur wenigen Minuten auszuwerten. Hierbei helfen unter anderem schnelle Algorithmen für die Datenreduktion. Der Vorteil dieser schnellen Auswertung: Die Forscher sehen schon während den Messungen, in welche Richtung ihr Experiment läuft. Dadurch können sie rechtzeitig erkennen, wann ein Versuch in eine falsche Richtung läuft. Sie können ihre Messstrategie optimieren, sodass sie schneller und mit weniger Experimenten zum Ziel kommt. In manchen Fällen ist das bei GEMS schon möglich. In Zukunft wollen wir das deutlich ausbauen.

Welche Rolle könnten dabei Big-Data-Methoden spielen, etwa die automatische Erkennung von Mustern in Bilddaten?

Methoden wie das „Machine Learning“ dürften ein hohes Potenzial besitzen. Die Vision: Algorithmen erkennen in den Messdaten bestimmte Muster und können dadurch automatisch Bescheid geben, in welche Richtung das Experiment läuft. Bei der Gesichtserkennung auf Bildern haben Internetkonzerne wie Google bereits bewiesen, dass die Technologie funktioniert. Für uns geht es nun darum, sie auf den Wissenschaftsbereich zu übertragen. Dabei hilft uns eine Initiative der Helmholtz-Gemeinschaft – der „Helmholtz-Inkubator Information & Data Science“. Hier kommen Wissenschaftler aus völlig unterschiedlichen Fachbereichen zusammen, die vor ähnlichen Problemen stehen: Wie lässt sich aus großen Datenmengen möglichst schnell herausdestillieren, welche Messstrategie die richtige ist?

Vielen Dank für das Gespräch.

Die beiden Interviews führte der Wissenschaftsjournalist Frank Grotelüschen.

Strömungsberechnung mal anders



Betreiben Küstenforschung mit der Drohne (von links nach rechts):
Doktorand Michael Streßer,
Abteilungsleiter Dr. Jochen Horstmann
und Ingenieur Ruben Carrasco Alvarez.



Reinschauen:
Drohnenflug



**Wenn herkömmliche Methoden nicht mehr reichen,
dann muss man sich etwas Neues ausdenken –
das gilt auch in der Forschung. Wissenschaftler
des Instituts für Küstenforschung nutzen jetzt Drohnen,
um Strömungsgeschwindigkeiten von Flüssen zu messen
und kleinere Wellen zu untersuchen.**

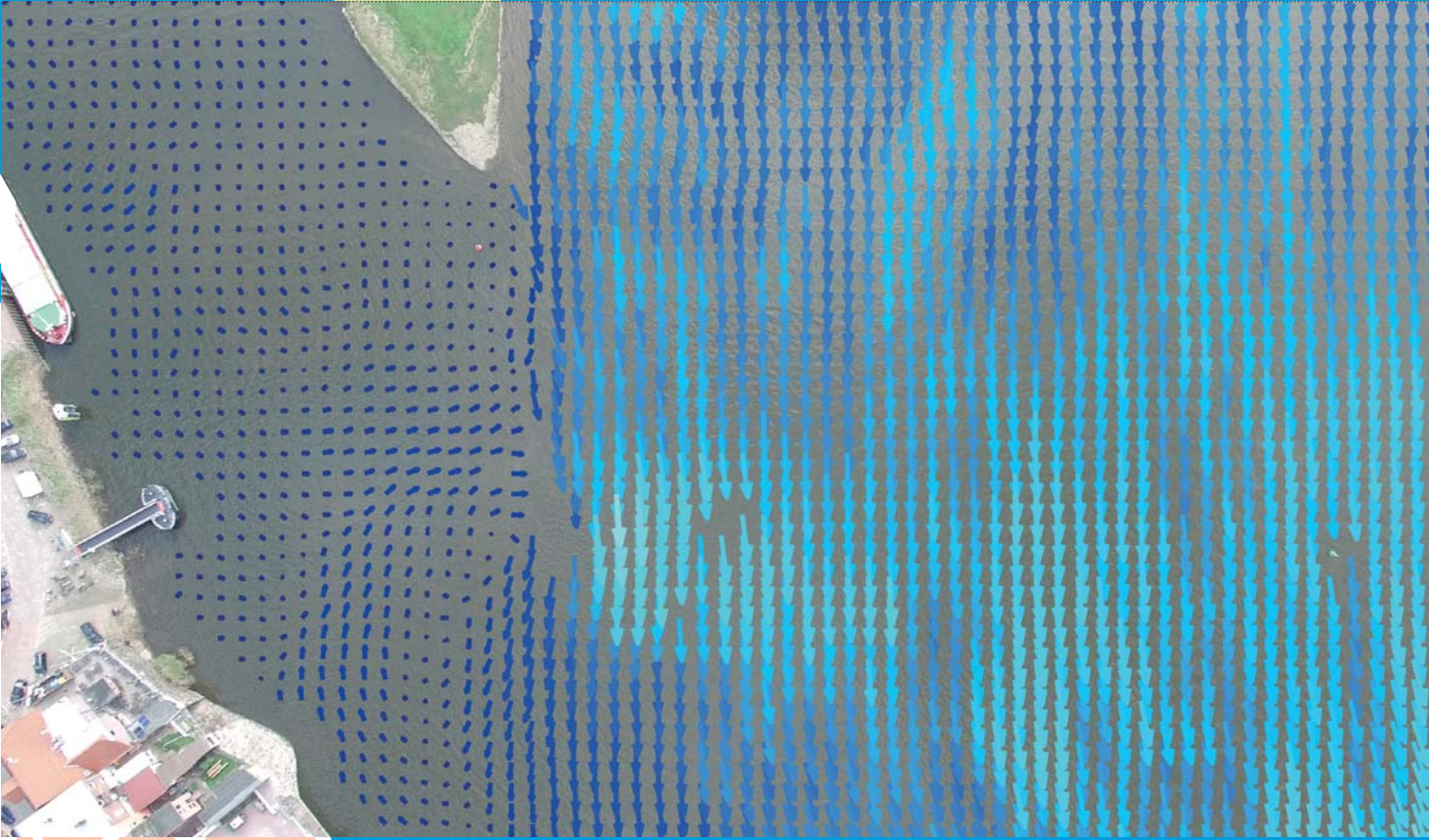
Der Himmel ist leicht bewölkt, die Elbe fließt gemächlich an der Stadt Lauenburg vorbei und ein paar Enten watscheln durch die Gegend. Die Mitarbeiter des Instituts für Küstenforschung, Abteilung Radarhydrographie, schauen jedoch nicht auf das Wasser – sondern in die Luft. Dort oben fliegt eine Drohne mit einer Kamera. Gesteuert wird sie von Michael Streßer, Doktorand im Institut für Küstenforschung in der Abteilung Radarhydrographie (KOR). Seine Kollegen, Dr. Jochen Horstmann und Ruben Carrasco Alvarez, beobachten die Situation. Die drei Wissenschaftler wollen herausfinden, wie hoch die Strömungsgeschwindigkeit an dieser Stelle der Elbe ist. Genauer gesagt wollen sie herausfinden, ob ihre neue Methode mit der Drohne so gut funktioniert, wie sie sich das gedacht hatten.

Lineare Wellentheorie – was ist das?

Die lineare Wellentheorie besagt, dass sich Wellen, je nach ihrer Länge, unterschiedlich schnell bewegen. Theoretisch wissen die Forscher also, sobald sie die Länge einer Welle bestimmt haben, genau, wie schnell sie läuft – vorausgesetzt, es gäbe keine Strömung. Fast immer ist jedoch Strömung vorhanden, egal ob Bach, Fluss oder das Meer – das Wasser ist immer in Bewegung. Deshalb müssen die Forscher zunächst messen, wie schnell sich die Wellen tatsächlich bewegen, dann ziehen sie die Werte aus der Theorie ab. Die Differenz, die dabei herauskommt, ist die eigentliche Strömungsgeschwindigkeit. Das ist ähnlich wie bei einer Rolltreppe erklärt Michael Streßer: „Wer weiß, wie schnell ein Fußgänger eine normale Treppe hochgeht, und dann misst, wie lange der Fußgänger braucht, wenn er auf der Rolltreppe von unten nach oben läuft, kann diesen Wert von der Geschwindigkeit des Fußgängers abziehen und erfährt so, mit welcher Geschwindigkeit sich die Rolltreppe bewegt.“

Was hat die Drohne damit zu tun?

Bisher haben die HZG-Wissenschaftler Radarmessungen für Strömungsberechnungen genutzt. Diese sind jedoch aufwändig und liefern eine gröbere Auflösung. Für Messungen im offenen Meer ist das auch immer noch eine gute Variante. Bei kleinen Wellen unter einem Meter Länge, so wie manchmal in der Elbe, sind jedoch feinere und höher aufgelöste Bilder von Vorteil. Mit der Drohne werden nun Filmaufnahmen der Wellenbewegungen gemacht, die anschließend ausgewertet werden. Dabei wird flächendeckend die mittlere Strömung der oberen zehn Zentimeter erfasst. Außerdem sind die Wissenschaftler mit einer Drohne viel flexibler und können schneller von Ort zu Ort kommen. So können größere Gebiete schneller und effektiver erfasst werden als mit herkömmlichen Messungen. Auch ist die Drohne insgesamt deutlich kostengünstiger als alle herkömmlichen Messgeräte zur Strömungsmessung. Mit einer Drohne können die Wissenschaftler innerhalb von fünf Minuten ein Strömungsprofil der Elbe erstellen.



Lauenburg

Jochen Horstmann und seine Kollegen haben die Drohne erst ein paar Mal im Einsatz gehabt. Im Moment testen sie noch, wie gut die Ergebnisse sind und untersuchen, welchen Einfluss andere Parameter wie zum Beispiel die Lichtverhältnisse auf die Aufnahmen und somit auf die Ergebnisse haben. Zum Vergleich werden deshalb auch Profile mit einem Strömungsmesser, dem sogenannten Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP), aufgenommen. Hierbei wird die Relativgeschwindigkeit des Wassers gegenüber dem Schiff gemessen, woraus sich die Absolutgeschwindigkeit berechnen lässt. Dazu fährt das HZG-Forschungsboot „Zwergseeschwalbe“ über die Elbe und fährt das Gebiet im Zick-Zack-Kurs ab, was mit einem relativ großen Zeitaufwand verbunden ist. Dasselbe Gebiet wird von der Drohne in nur wenigen Minuten vermessen, während sie in einer bestimmten Position über dem Fluss verharrt.

Was passiert mit den Videoaufnahmen?

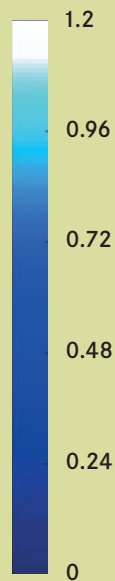
Zurück im Forschungszentrum werden die Videoaufnahmen der Drohne auf dem Computer ausgewertet. Dort wird mit Bildverarbeitungsmethoden eine Art Raster über die Aufnahmen gelegt. So erhalten die Forscher fünf Mal fünf Meter große Bereiche, die

sie dann genauer analysieren können. Anschließend kommt ein von den Wissenschaftlern selbst entwickeltes Programm zum Einsatz, mit dem letztendlich die Strömungsgeschwindigkeiten berechnet werden können. Um eine Minute Videomaterial auszuwerten, brauchen die Forscher etwa eine Stunde. Dabei muss das Material gesichtet, Berechnungen angestellt und überlegt werden, wie plausibel die Ergebnisse sind.

Einige Wochen und viele weitere Probeflüge später verkündet Dr. Jochen Horstmann: „Die Ergebnisse von Drohne und Forschungsboot stimmen ziemlich gut überein. Das zeigt, dass unser Vorgehen funktioniert.“ Trotzdem müssen die Auswertungsmethoden noch weiter optimiert werden, um Fehler zu minimieren.

Im Dienst der Forschung

Was Jochen Horstmann und seine Kollegen in kleinem Maßstab an der Elbe testen, ist in Zukunft auch bei größeren Messvorhaben denkbar. Wie beeinflussen sich die Wellen gegenseitig? Welche Strömungsgeschwindigkeiten herrschen in kleinen Verwirbelungen? Diese Fragen und noch viele weitere versuchen die Wissenschaftler aus dem Institut für Küstenforschung nun zu beantworten.



Fließgeschwindigkeit (m/s)



Oberflächenströmung in Lauenburg an der Elbe

Auf diesem Bild ist gut zu sehen, in welche Richtung die Elbe fließt. Die Farben der Pfeile zeigen die Fließgeschwindigkeit an. In der Mitte des Flusses fließt das Wasser demnach schneller als in dem Nebenarm.



Dr. Jochen Horstmann leitet die Abteilung Radarhydrographie im Institut für Küstenforschung. 2016 setzen er und sein Team auch Drohnen zu Forschungszwecken ein.

Mögliche Anwendungen **Was nützt die Strömungsberechnung?**

Kenntnisse über Strömungen, Wellen und Verwirbelungen im Wasser ermöglichen es, dass gefährdete Bereiche erkannt und geeignete Küstenschutzmaßnahmen effizient geplant und umgesetzt werden können.

Auch kann mit Hilfe der Strömungsgeschwindigkeit eine Aussage darüber getroffen werden, wie viel Wasser zum Beispiel die Elbe in einer bestimmten Zeiteinheit hinunterfließt. Diese Angaben können für weitere Forschungen von Bedeutung sein: Wenn beispielsweise Küstenregionen untersucht werden, wo ein Fluss in das Meer fließt, kann das Volumen des Wassers, das dort einfließt, entscheidend sein. Strömungen beeinflussen maßgeblich die Umlagerung von Sand und Schlick. Sie sind verantwortlich für den Transport von Nährstoffen – aber ebenso auch von Schadstoffen. Eine schnelle und effiziente Messung von Strömungen aus der Luft kann demnach beispielsweise auch bei der Bekämpfung von Ölkatastrophen oder ähnlichen Unfällen helfen.

Außerdem ist eine genaue Kenntnis der örtlichen Strömungsverhältnisse beispielsweise notwendig, um eine sichere Navigation von Schiffen zu gewährleisten. Mithilfe der Strömungsgeschwindigkeitsberechnung via Drohne wäre es zusätzlich möglich, an Stränden bessere Aussagen darüber zu treffen, an welchen Stellen geschwommen werden kann und welche Bereiche zu starke Strömungen enthalten und somit zu gefährlich sind.

Kolleginnen und Kollegen, die spannende Geschichten oder tolle Kooperationen haben und diese gerne teilen möchten, sind herzlich eingeladen, sich bei der Redaktion zu melden. Auch Anregungen, Lob und Kritik sind jederzeit willkommen. Melden Sie sich bei uns unter in2science@hzg.de.

Wir freuen uns auf Ihre Meinung zu dieser Ausgabe der in2science

Impressum

In2science Team-Magazin des Helmholtz-Zentrums Geesthacht

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

Bildnachweise:

©: Titel: HZG/Jan-Rasmus Lippels, S.2 Bengtson: privat, alle anderen: HZG/Gesa Seidel, S.3-10 HZG/Christian Schmid, S.11 Daten von ESA (MERIS), verarbeitet vom HZG, S.12 Corinna Schrum privat, S.14-19 HZG/Christian Schmid, S.20 HZG/Gesa Seidel, S.24 HZG/Tim Peters, S.25 Hintergrund: HZG/Christian Schmidt, Struktur: HZG, S.26 HZG/Jan-Rasmus Lippels, Struktur: HZG/Ilya Okulov, S.28-29 HZG/coastMap/KB, fotolia/Welf Aaron, S.30 HZG/Christian Schmid, S.31 oben: Lars Berg/DESY, unten: HZG/Christian Schmid, S.32-33 iStock/Easyturn, S.34 HZG/Christian Schmid, S.35 oben: HZG/KBT, unten: HZG/Christian Schmid, S.36-37 HZG/Christian Schmid, S.38-39 HZG/Jan-Rasmus Lippels, S.40, HZG/KOR, S.41 HZG/Jan-Rasmus Lippels, S.43 HZG/Gesa Seidel

Illustrationen: S.20 RoseFlohr Kommunikation, S.22-23: Jörg Stiehler, S.30 RoseFlohr Kommunikation, S.40-41 RoseFlohr Kommunikation

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

Redaktionelle Mitarbeit: Frank Grotelüschen, Jochen Metzger, Jenny Niederstadt,

Satz: RoseFlohr Kommunikation; HZG/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))



Vertrauen in die Wissenschaft

Laut einer Studie von „Wissenschaft im Dialog“ 2016 ist das Vertrauen der Bevölkerung in die Wissenschaft im Vergleich zu den Vorjahren gesunken. Wir haben HZG Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gefragt:

„Was können wir tun, damit das Vertrauen wieder zunimmt?“



**Irmela Burkhardt,
Doktorandin (Werkstoffforschung)**

Wir als Wissenschaftler sollten unsere Forschungsergebnisse vermehrt in die Öffentlichkeit tragen – verständlich und anschaulich dargestellt. Und für Forschungseinrichtungen sollte gelten: Wenn die Öffentlichkeit nicht zu euch kommt, dann müsst ihr aktiv werden und euch der Öffentlichkeit zuwenden. Dazu gehört es auch, in gewisser Weise Werbung für die Wissenschaft an sich und die Forschungszentren selbst zu machen.



**Qaiser Ali Khan,
Masterstudent (Werkstoffforschung)**
Wissenschaftskommunikation ist wichtig, um unsere Forschung der breiten Öffentlichkeit zu erklären. Deshalb: Verwende einfache Worte, baue sie in eine Geschichte um und nutze die Medien.

March for Science

In der heutigen Zeit ist es wichtig, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zeigen, dass Fakten keine Fiktion sind und „alternative Fakten“ nicht existieren. Deshalb sind am 22. April 2017 weltweit Menschen auf die Straße gegangen.

Sie haben für die Freiheit der Wissenschaft demonstriert, für einen Wissenstransfer in die Gesellschaft, für evidenzbasierte Entscheidungen in der Politik, für Diversität und Gleichberechtigung in der Wissenschaft und vieles mehr. In Hamburg und Berlin sind Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des HZG sowie weiterer Helmholtz-Zentren mitgelaufen.



www.marchforscience.de



WWW.UHRWERK-OZEAN.DE

DIE WIRBELJAGD

- DER 360° FILM -



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

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



SCHWARZSEHER



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2016+17

**MEERE
UND OZEANE**